ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ

Nguyễn Việt Anh

Một mô hình tạo khóa học thích nghi trong đào tạo điện tử

Luận án tiến sĩ Công Nghệ thông tin
Mã số: 62 48 15 01

Người hướng dẫn khoa học: PGS.TS. Hồ Sĩ Đàm

Hà nội - 2009

To ...

Lời cảm ơn

Cho phép tôi được gửi lời cảm ơn chân thành nhất tới những người đã giúp đỡ, ủng hộ tôi trong suốt quá trình học tập, nghiên cứu.

Cho phép tôi được gửi lời cảm ơn đến tập thể Bộ môn Mạng và Truyền thông máy tính; Khoa Công nghệ thông tin; Trường Đại học Công nghệ là nơi đào tạo, cung cấp các điều kiện tốt cho các nghiên cứu sinh học tập và nghiên cứu.

Cho phép tôi được gửi lời cảm ơn chân thành tới PGS.TS. Hồ Sĩ Đàm, người Thầy hướng dẫn khoa học, đã định hướng và hướng dẫn tôi trong suốt quá trình nghiên cứu, hoàn thành luận án.

Cho phép tôi được gửi lời cảm ơn đến các Thầy giáo: TS. Nguyễn Việt Hà, PGS.TS. Trịnh Nhật Tiến, PGS.TS Nguyễn Đình Hóa, PGS.TS. Đỗ Trung Tuấn, đã có những góp ý, nhận xét bổ ích cho tôi trong qúa trình hoàn thành luận án.

Cho phép tôi được gửi lời cảm ơn đến các thành viên trong gia đình của mình, những người luôn ủng hộ, động viên tôi, tạo điều kiện tốt nhất cho tôi để hoàn thành công việc học tập và nghiên cứu.

Cho phép tôi được gửi lời cảm ơn đến bạn bè, đồng nghiệp ở Trung tâm Máy tính, những người đã tạo điều kiện giúp đỡ tôi về thời gian. Giúp tôi tập trung hơn trong công việc nghiên cứu của mình.

Cuối cùng, anh xin dành để cảm ơn Em, nguồn động viên lớn cho anh hoàn thành tốt luận án này.

Xin chân thành cảm ơn.

Mục lục

Mục lục **i**

Danh mục các chữ viết tắt **iv**

Danh sách bảng **v**

Danh sách hình vẽ **vii**

Đặt vấn đề **1**

Chương 1 Học thích nghi **7**

1.1 Tổng quan về đào tạo điện tử 7

1.1.1 Khái niệm 7

1.1.2 Đặc điểm chung của đào tạo điện tử 8

1.1.3 Quá trình hình thành và phát triển 8

1.2 Học thích nghi 12

1.2.1 Khái niệm hypermedia 12

1.2.2 Khái niệm học thích nghi 12

1.2.3 Mục tiêu của hệ thống học thích nghi 13

1.2.4 Mô hình học thích nghi 13

1.2.5 Phương pháp xây dựng khóa học thích nghi 14

1.2.6 Kỹ thuật xây dựng khóa học thích nghi 15

1.3 Các vấn đề cần nghiên cứu trong học thích nghi 16

1.3.1 Mô hình người học 16

1.3.2 Mô hình nội dung học 19

1.3.3 Cơ chế thích nghi 20

1.3.4 Sự cần thiết phải nghiên cứu 21

1.4 Khảo sát một số hệ thống học thích nghi 21

1.4.1 Hệ thống ELM-ART 22

1.4.2 Hệ thống INTERBOOK 22

1.4.3 Hệ thống AHA 23

1.4.4 Hệ thống KBS Hyperbook System 24
1.4.5 So sánh các hệ thống 24
1.5 Tổng kết 25

Chương 2 Mô hình nội dung khóa học và mô hình người học 26
2.1 Mô hình nội dung học 27
2.1.1 Kiến trúc mô hình nội dung học 27
2.1.2 Thông tin mô tả các thành phần trong mô hình 30
2.1.3 Cấu trúc của mô hình 32
2.1.4 So sánh với các mô hình nội dung học khác 36
2.2 Mô hình người học 37
2.2.1 Thông tin định danh người học 38
2.2.2 Thông tin về khóa học người học tham gia 38
2.2.3 Thông tin về trình độ kiến thức của người học 39
2.2.4 Thông tin về nhu cầu, mục đích học tập 43
2.2.5 So sánh với các mô hình người học khác 44
2.3 Tổng kết 45

Chương 3 Cơ chế thích nghi 47
3.1 Thích nghi theo kiến thức 48
3.1.1 Định lượng trình độ kiến thức 49
3.1.2 Lựa chọn các khái niệm, nhiệm vụ phù hợp với người học dựa trên luật 53
3.2 Thích nghi theo mục tiêu, nhu cầu 59
3.2.1 Tiến trình học 60
3.2.2 Xây dựng tiến trình học ứng viên 63
3.2.3 Xây dựng tiến trình học từ tập tiến trình học ứng viên 67
3.3 So sánh với các mô hình khác 70
3.4 Tổng kết 71

Chương 4 Mô hình tạo khóa học thích nghi ACGS 72
4.1 Mô hình tạo khóa học thích nghi ACGS 73
4.1.1 Cơ sở đề xuất mô hình 73
4.1.2 Kiến trúc và quy trình hoạt động của mô hình 74
4.2 Hệ thống ACGS 76
4.2.1 Mục tiêu của hệ thống 76
4.2.2 Các chức năng chính 77
4.3 Môn học thử nghiệm 78
4.3.1 Tập khái niệm, nhiệm vụ học tập 79
4.3.2 Quan hệ giữa cái khái niệm, nhiệm vụ của môn học thử nghiệm . . 80
4.4 Phân tích thiết kế hệ thống ACGS 83

4.4.1 Mô hình ca sử dụng . . . 83
4.5 Thử nghiệm . . . 84
4.5.1 Qui trình thử nghiệm . . . 85
4.5.2 Xây dựng mạng xác suất cho khóa học thử nghiệm . . . 85
4.5.3 Đánh giá kiến thức của người học thông qua trả lời các câu hỏi . . . 88
4.5.4 Đánh giá kiến thức của người học trong quá trình học . . . 88
4.5.5 Sử dụng cơ chế thích nghi lựa chọn các khái niệm, nhiệm vụ . . . 89
4.5.6 Dữ liệu thử nghiệm và kết quả . . . 89
4.5.7 Phân tích và đánh giá kết quả thử nghiệm mô hình . . . 91
4.6 Tổng kết . . . 97

Kết luận **98**

Danh mục các công trình khoa học của tác giả liên qua đến luận án **102**

Tài liệu tham khảo **103**

Phụ lục **110**

A Phân tích thiết kế chi tiết một số ca sử dụng **111**

B Bảng phân bố xác suất có điều kiện của các nút trong mạng **122**

C Câu hỏi kiểm tra đánh giá sơ bộ kiến thức của người học **130**

D Các nhiệm vụ cơ bản để hoàn thành bài tập **134**

E Dữ liệu thử nghiệm và kết quả **135**

F Giao diện ứng dụng thử nghiệm ACGS **140**

Danh mục các chữ viết tắt

ACGS	Adaptive Course Generation System	Hệ thống tạo khóa học thích nghi
ADL	Advance Distributed Learning	
AHA	Adaptive Hypermedia for All	Hệ thống học thích nghi cho mọi người
AHS	Adaptive Hypermedia System	Hệ thống học thích nghi
AICC	Aviation Insdustry CBT Committee	
CBT	Computer Based Trainning	Đào tạo dựa trên máy tính
CE		Khái niệm thực thể
CPT	Conditional Probability Table	Bảng phân phối xác suất có điều kiện
DCN		Xác định danh từ chung
DE		Xác định thực thể
DN		Liệt kê danh từ
ER		Xác định quan hệ thực thể
IMS	Instructional Management System	Hệ thống quản lý giảng dạy
ITS	Intelligent Tutoring System	Hệ thống dạy học thông minh
KBS	Knowledge Based System	Hệ thống dựa trên tri thức
LCMS	Learning Content Management System	Hệ thống quản trị nội dung học
LMS	Learning Management System	Hệ thống quản trị học tập
SCORM	Shareable Content Object Reference Model	Chuẩn mô tả đối tượng nội dung có thể chia sẻ được
WEBCL	Adaptive Web Learning Curriculum	

Danh sách bảng

1.1 So sánh các hệ thống học thích nghi 24

2.1 Các thuộc tính cơ bản của Khái niệm 30
2.2 Các thuộc tính mô tả khái niệm Bảng dữ liệu 31
2.3 Các thuộc tính cơ bản của Nhiệm vụ 31
2.4 Các thuộc tính của Nhiệm vụ "Xác định quan hệ giữa các thực thể" 32
2.5 Thuộc tính định danh người học 38
2.6 Các thuộc tính lưu thông tin về môn học mà người học tham gia 38
2.7 Các thuộc tính lưu thông tin nhu cầu, mục đích 44

3.1 CPT cho nút Xác định thực thể 50
3.2 Độ phức tạp tính toán 53
3.3 Giá trị ngưỡng xác định người học hiểu khái niệm/hoàn thành nhiệm vụ . . . 54
3.4 Giá trị trọng số biểu diễn sự phụ thuộc về độ khó giữa các khái niệm 62
3.5 Giá trị trọng số biểu diễn sự phụ thuộc về thời gian giữa các khái niệm 63
3.6 Chi phí của tiến trình học theo từng tiêu chí 63
3.7 Giá trị *h(i)* của các đỉnh i tương ứng trong đồ thị Hình 3.3 66

4.1 Tập khái niệm của môn học Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ 79
4.2 Tập các nhiệm vụ của môn học Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ 80
4.3 Quan hệ giữa nhiệm vụ và khái niệm 83
4.4 CPT cho nút Khái niệm thực thể 87
4.5 CPT cho nút Liệt kê các danh từ 87
4.6 CPT cho nút Xác định danh từ chung 87
4.7 CPT cho nút Xác định thực thể 87

B.1 CPT cho nút Xác định tính từ chỉ số lượng, tính chất 122
B.2 CPT cho nút Xác định thuộc tính đơn 122
B.3 CPT cho nút Xác định thuộc tính cần quản lý 122
B.4 CPT cho nút Miền giá trị 123
B.5 CPT cho nút Xác định Miền giá trị của thuộc tính 123

B.6 CPT cho nút Xác định Các thuộc tính của thực thể . . . 123
B.7 CPT cho nút Khái niệm phụ thuộc hàm . . . 123
B.8 CPT cho nút Khái niệm Khóa . . . 123
B.9 CPT cho nút Xác định Thuộc tính khóa . . . 124
B.10 CPT cho nút Khái niệm khóa chính . . . 124
B.11 CPT cho nút Khái niệm Khóa ngoài . . . 124
B.12 CPT cho nút Chuyển đổi thuộc tính thành trường . . . 124
B.13 CPT cho nút Khái niệm bảng . . . 124
B.14 CPT cho nút Khái niệm trường . . . 125
B.15 CPT cho nút Khái niệm bản ghi . . . 125
B.16 CPT cho nút Xác định, định nghĩa bảng dữ liệu . . . 125
B.17 CPT cho nút Ngôn ngữ SQL . . . 125
B.18 CPT cho nút Truy vấn tạo bảng dữ liệu . . . 125
B.19 CPT cho nút Truy vấn cập nhật dữ liệu . . . 126
B.20 CPT cho nút Truy vấn trích rút thông tin . . . 126
B.21 CPT cho nút Ràng buộc toàn vẹn . . . 126
B.22 CPT cho nút Xác định ràng buộc . . . 126
B.23 CPT cho nút Khái niệm quan hệ . . . 126
B.24 CPT cho nút Liệt kê các động từ . . . 126
B.25 CPT cho nút Xác định kiểu quan hệ . . . 127
B.26 CPT cho nút Xác định Mối quan hệ giữa các thực thể . . . 127
B.27 CPT cho nút Xác định thuộc tính lặp . . . 127
B.28 CPT cho nút Tách thuộc tính lặp . . . 127
B.29 CPT cho nút Khái niệm chuẩn 1 . . . 128
B.30 CPT cho nút Chuẩn hóa dạng chuẩn 1 . . . 128
B.31 CPT cho nút Xác định thuộc tính không khóa phụ thuộc một phần khóa . . . 128
B.32 CPT cho nút Tách các thuộc tính phụ thuộc vào khóa . . . 128
B.33 CPT cho nút Khái niệm Chuẩn 2 . . . 129
B.34 CPT cho nút Chuẩn hóa dạng chuẩn 2 . . . 129
B.35 CPT cho nút Khái niệm Chuẩn 3 . . . 129
B.36 CPT cho nút Chuẩn hóa dạng chuẩn 3 . . . 129

E.1 Giá trị định lượng trình độ kiến thức người học . . . 137
E.2 Giá trị định lượng trình độ kiến thức người học . . . 138
E.3 Giá trị định lượng trình độ kiến thức người học . . . 139

Danh sách hình vẽ

1.1 Mô hình thích nghi (Nguồn: [1]) 14

2.1 Quan hệ giữa các khái niệm 33
2.2 Quan hệ giữa các nhiệm vụ 34
2.3 Mô hình nội dung khóa học 35
2.4 Một phần mô hình nội dung khóa học minh họa 36
2.5 Mạng Bayes mô hình hóa một phần nội dung khóa học minh họa 42

3.1 Một phần mô hình mạng Bayes cho khóa học "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ" 50
3.2 Một phần mô hình mạng Bayes cho khóa học "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ" 53
3.3 Một phần đồ thị kiến thức của khóa học "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ" . . 61

4.1 Mô hình hệ thống ACGS 74
4.2 Quy trình hoạt động 75
4.3 Mối quan hệ giữa các khái niệm 81
4.4 Quan hệ giữa các nhiệm vụ 82
4.5 Mô hình ca sử dụng 84
4.6 Mạng xác suất cho mô hình nội dung của khóa học thử nghiệm 86
4.7 Sự phụ thuộc giữa khái niệm cần phải học với kiến thức 92
4.8 Sự phụ thuộc giữa khái niệm cần phải học với mức độ hiểu biết kiến thức . . . 92
4.9 Sự phụ thuộc giữa khái niệm cần phải học với mức độ hoàn thành nhiệm vụ . 93
4.10 Biến thiên xác suất hoàn thành của các khái niệm, nhiệm vụ 94
4.11 Biến thiên xác suất hoàn thành của các khái niệm, nhiệm vụ 94
4.12 Mô hình nội dung khóa học của Wei (nguồn [2]) 95
4.13 Mô hình nội dung khóa học của Henze (nguồn [3]) 96

A.1 Biểu đồ tuần tự ca sử dụng Người học trả lời câu hỏi 112
A.2 Biểu đồ cộng tác ca sử dụng Người học trả lời câu hỏi 112
A.3 Biểu đồ tuần tự ca sử dụng Khai báo nội dung môn học 113
A.4 Biểu đồ cộng tác ca sử dụng Khai báo nội dung môn học 114
A.5 Biểu đồ tuần tự ca sử dụng Xây dựng cơ chế thích nghi 115

A.6 Biểu đồ cộng tác ca sử dụng Xây dựng cơ chế thích nghi 115
A.7 Biểu đồ tuần tự ca sử dụng Cập nhật UserProfile 116
A.8 Biểu đồ cộng tác ca sử dụng Cập nhật UserProfile 117
A.9 Biểu đồ tuần tự ca sử dụng Tạo tiến trình học 118
A.10 Biểu đồ cộng tác ca sử dụng Tạo tiến trình học 118
A.11 Biểu đồ tuần tự ca sử dụng Lựa chọn hoạt động học tập 119
A.12 Biểu đồ cộng tác ca sử dụng Lựa chọn hoạt động học tập 120
A.13 Biểu đồ lớp các đối tượng dữ liệu 121

F.1 Hệ thống Adaptive Course Generation System 140
F.2 Các khái niệm được phép bỏ qua (làm mờ) đối với người dùng user1 141
F.3 Các khái niệm được phép bỏ qua (làm mờ) đối với người dùng user2 141

Đặt vấn đề

Hoạt động dạy và học trên mạng ngày càng trở nên phổ biến do ứng dụng rộng rãi những thành tựu của công nghệ thông tin, đặc biệt khi có sự phát triển của công nghệ Internet. Gần đây, việc tự học, tìm hiểu kiến thức qua mạng đã trở thành một nhu cầu của người học nhằm tiếp thu kiến thức hiệu quả, rút ngắn thời gian cũng như không gian học tập. Để đáp ứng nhu cầu đó, các hệ thống đào tạo điện tử (E-learning) được phát triển và triển khai ứng dụng rộng rãi.

Sự phát triển của E-learning làm nảy sinh nhiều vấn đề cần được nghiên cứu giải quyết. Trong đó, vấn đề làm thế nào để tạo được những khóa học E-learning hiệu quả, đáp ứng được nhu cầu của người học đang được nhiều nhà khoa học quan tâm nghiên cứu.

Tình hình nghiên cứu về học thích nghi hiện nay

Bài toán học thích nghi trong đào tạo điện tử

Khi tham gia khóa học trong môi trường đào tạo điện tử, người học sử dụng trình duyệt web để truy xuất nội dung khóa học được cung cấp thông qua các liên kết web. Giáo viên, người thiết kế khóa học quyết định tiến trình học tập của từng môn học cụ thể tùy thuộc vào chương trình, mục tiêu môn học. Người học tham gia vào khóa học có đích học tập, nhu cầu học tập, trình độ khác nhau. Bài toán học thích nghi có mục tiêu là làm thế nào đáp ứng được các nhu cầu khác nhau của từng người học khi họ tham gia vào một khóa học có nội dung, tiến trình đã được thiết kế và cung cấp trên website, không nhất thiết tất cả người học đều có một tiến trình học tập giống nhau như thiết kế ban đầu của giáo viên, hoặc phải tham gia tìm hiểu tất cả các nội dung của khóa học được cung cấp trên website. Dựa trên các thông tin về người học (gồm các thông tin ban đầu và các thông tin được cập nhật trong suốt quá trình người học tham gia khóa học), hệ thống học thích nghi sẽ gợi ý cho từng người học tiến trình học tập khác nhau, cũng như gợi ý các phần nội dung cần thiết hay không cần thiết phải tìm hiểu cho từng người học, nhằm bảo đảm rằng, các nội dung của khóa học do hệ thống học thích nghi cung cấp là

phù hợp với mục đích, nhu cầu, trình độ của từng người học. Tạo ra các khóa học thích nghi để ngày càng đáp ứng tốt nhu cầu của người học là bài toán được quan tâm nghiên cứu trong giai đoạn hiện nay.

Tình hình nghiên cứu hiện nay

Trong giai đoạn mười năm gần đây, các nghiên cứu trong lĩnh vực đào tạo điện tử tập trung vào xây dựng các khóa học thích nghi đáp ứng nhu cầu, mục tiêu của từng người học. Nhiều hướng nghiên cứu đã tập trung vào xây dựng và phát triển các hệ thống dạy học thông minh (Intelligent Tutoring Systems - ITS) nhằm đáp ứng các nhu cầu của người học, điển hình là các mô hình của Vassileva [4], Kaplan [5] nhằm đáp ứng mục tiêu của người học, một số hệ thống đáp ứng cách tiếp thu kiến thức của người học của Gilbert [6], Paolucci [7],...Các hệ thống này dựa trên việc sử dụng kiến thức chuyên gia trong việc xây dựng cấu trúc khóa học.

Gầy đây, mô hình hệ thống học thích nghi (Adaptive Hypermedia System - AHS) do Peter Brusilovsky [1] đề xuất, hướng nghiên cứu kết hợp các ý tưởng của các hệ thống ITS và khái niệm Hypermedia WWW. Các hệ thống AHS sử dụng mô hình người học để lựa chọn các nội dung phù hợp cho người học. Điểm khác biệt trong hệ thống AHS là việc tách biệt mô hình người học, mô hình nội dung khóa học so với các hệ thống ITS thế hệ trước đây.

Mỗi người học khi tham gia khóa học điện tử trên mạng có nhu cầu khác nhau. Có người học muốn kết thúc khóa học một cách nhanh nhất mà vẫn hoàn thành được yêu cầu của khóa học, có người học muốn tìm hiểu mở rộng nội dung khóa học sau khi hoàn thành. Do kiến thức của mỗi người học khác nhau, khi tham gia một khóa học mới mỗi người có cách tiếp cận khác nhau, có người muốn tham gia đầy đủ các nội dung từ chương đầu cho đến hết, có người chỉ muốn học những nội dung mình chưa biết, chưa nắm vững. Vậy làm thế nào để đáp ứng nhu cầu của người học khi tham gia khóa học, đặc biệt những khóa học trên mạng mà người học giữ vai trò trung tâm? Để trả lời được câu hỏi này đòi hỏi có các nghiên cứu sâu giải quyết nhiều vấn đề phức tạp liên quan đến:

i Việc tìm hiểu nhu cầu để thoả mãn nhu cầu của người học.

ii Đưa ra phương pháp tiếp cận khóa học phù hợp trên cơ sở phân tích các nhu cầu đó.

iii Quá trình lựa chọn tiến trình cũng như nội dung học phù hợp với người học.

Đây chính là nội dung cơ bản của phương pháp xây dựng hệ thống học thích nghi do Peter Brusilovsky [1] đề xuất. Dựa trên kết quả do Peter Brusilovsky công bố, nhiều nhà nghiên cứu đã tập trung nghiên cứu, phát triển các mô hình học thích nghi. Theo kết

quả thống kê của Tomas Kubes [8] hiện có khoảng trên 70 hệ thống học thích nghi đã được đề xuất trong lĩnh vực này. Trong số đó có thể liệt kê một số mô hình hệ thống thu được các kết quả nhất định như AHA! [9, 10], InterBook [11], KnowlegdeTree [12], KBS Hyperbook [13] và WebCL [14],... Trong chương 1, chúng tôi sẽ khảo cứu, phân tích, so sánh chi tiết một số hệ thống. Một trong những hạn chế của các mô hình xây dựng khóa học thích nghi hiện nay là chỉ dừng lại ở việc lựa chọn các khái niệm của nội dung khóa học phù hợp với từng người học. Dựa vào thông tin của từng người học, các mô hình chỉ ra cho người học các khái niệm họ cần phải tìm hiểu. Thêm vào đó, các mô hình chưa xem xét đến nhiều mục tiêu và nhu cầu khác của người học để tạo ra các khóa học thích nghi với từng người học.

Mục tiêu nghiên cứu

Trên cơ sở phân tích ưu, nhược điểm, các kết quả đã đạt được trong lĩnh vực học thích nghi hiện nay, luận án đề ra mục tiêu nghiên cứu cải tiến, bổ sung và phát triển kết quả đã đạt được và đề xuất một mô hình tạo khóa học học thích nghi nhằm đáp ứng các mục tiêu:

- Xây dựng mô hình học thích nghi không những lựa chọn được các khái niệm trong nội dung khóa học phù hợp với từng người học mà còn chỉ dẫn người học làm thế nào để tìm hiểu được khái niệm đó. Thêm vào đó, chúng tôi cũng đề xuất cải tiến việc mô hình hóa nội dung khóa học, mô hình người học, cơ chế thích nghi, nhằm áp dụng cho các khóa học thuộc lĩnh vực công nghệ thông tin với mục tiêu không chỉ cung cấp cho người học các khái niệm mà còn yêu cầu người học vận dụng các khái niệm đó trong thực hiện các bài tập, bài thực hành. Để làm được điều này, chúng tôi biểu diễn mô hình nội dung khóa học gồm các khái niệm và nhiệm vụ. Tập các nhiệm vụ là cơ sở để đưa ra các chỉ dẫn thích nghi cho từng người học làm thế nào để hoàn thành nhiệm vụ dựa trên kiến thức của người học về môn học họ đang tham gia.

- Xây dựng tiến trình học phù hợp với từng người học đáp ứng được nhiều nhu cầu, mục tiêu của họ.

Để đạt được các mục tiêu nêu trên, chúng tôi nghiên cứu giải quyết các vấn đề mang tính cơ bản, đóng vai trò quyết định trong việc phát triển các hệ thống học thích nghi, cụ thể:

1 Khảo cứu các phương pháp, kỹ thuật xây dựng hệ thống học thích nghi.

2 Nghiên cứu mô hình người học, tác giả bổ sung, phát triển mô hình người học làm cơ sở cho việc xây dựng khóa học thích nghi theo nhu cầu người học. Trong nghiên cứu mô hình người học, tác giả tập trung nghiên cứu việc biểu diễn trình độ kiến

thức của người học đối với nội dung khóa học cụ thể, và các thuộc tính biểu diễn nhu cầu, mục tiêu của người học khi tham gia khóa học.

3 Nghiên cứu, phát triển mô hình nội dung học để phù hợp với việc xây dựng khóa học thích nghi theo kiến thức và nhu cầu, mục tiêu của người học. Đề xuất biểu diễn nội dung khóa học gồm các khái niệm và nhiệm vụ, là cơ sở để giải quyết mục tiêu hướng dẫn, chỉ dẫn người học làm thế nào để hoàn thành nhiệm vụ.

4 Nghiên cứu, xây dựng cơ chế thích nghi tạo ra các khóa học thích nghi theo nhu cầu người học bao gồm hai tiêu chí: Thứ nhất, thích nghi theo kiến thức của người học nhằm mục tiêu đưa ra các gợi ý, hướng dẫn người học "Làm thế nào?" để hoàn thành một nhiệm vụ cụ thể trong tiến trình học tập của họ. Thứ hai, thích nghi theo nhiều mục tiêu, nhu cầu của người học.

5 Đề xuất mô hình lý thuyết tạo khóa học trực tuyến phù hợp với nhu cầu người học dựa vào các kết quả nghiên cứu của tác giả về mô hình người học, mô hình nội dung học và cơ chế thích nghi.

6 Phân tích, thiết kế và xây dựng mô hình hệ thống tạo khóa học thích nghi phù hợp với nhu cầu người học và thử nghiệm mô hình.

Để hoàn thành được các nội dung nghiên cứu đề ra, trong khuôn khổ luận án, chúng tôi xác định phạm vi nghiên cứu là vấn đề lựa chọn nội dung, tiến trình học thích nghi với từng người học trong phạm vi một khóa học cụ thể xác định trước. Vấn đề lựa chọn các khóa học khác nhau phù hợp với người học hay lựa chọn một nội dung của khóa học phù hợp nhất trong nhiều nguồn nội dung khác nhau là những vấn đề cũng rất quan trọng nhưng do phạm vi đề tài chúng tôi không đề cập nghiên cứu.

Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu của luận án dựa trên phương pháp luận có tính liên ngành: Công nghệ mạng và truyền thông máy tính, Khoa học máy tính, Công nghệ phần mềm với việc ứng dụng các nghiên cứu trong Lý thuyết đồ thị, Mạng xác suất Bayes, Logic vị từ để nghiên cứu lý thuyết trong việc biểu diễn mô hình nội dung khóa học, mô hình người học và cơ chế thích nghi tạo các khóa học theo nhu cầu người học. Tác giả sử dụng các nghiên cứu về qui trình phân tích, thiết kế, xây dựng hệ thống phần mềm hướng đối tượng. Các công cụ, kỹ thuật trong triển khai ứng dụng trên nền web trong xây dựng mô hình hệ thống và triển khai thử nghiệm. Phương pháp nghiên cứu luận án thực hiện theo trình tự:

1 Nghiên cứu lý thuyết về hoạt động học tập, các phương pháp xây dựng khóa học thích nghi.

2 Trên cơ sở nghiên cứu lý thuyết, luận án phân tích, so sánh các mô hình học thích nghi phổ biến, tìm điểm hạn chế chưa giải quyết được của những mô hình này.

3 Đề xuất, xây dựng mô hình lý thuyết tạo khóa học thích nghi.

4 Phân tích, thiết kế, xây dựng mô hình hệ thống.

5 Cài đặt triển khai thử nghiệm hệ thống, so sánh đối chiếu các kết quả triển khai.

Cấu trúc của luận án

Luận án gồm 4 chương, cùng phần mở đầu và phần kết luận, trong mỗi chương trình bày các kết quả đạt được khi thực hiện các nhiệm vụ cụ thể của luận án. Mỗi chương được bố cục gồm ba phần chính: Phần Giới thiệu - nhằm tóm tắt nội dung của chương, các vấn đề chính sẽ được giải quyết trong chương đó. Tiếp theo, trình bày chi tiết việc giải quyết các vấn đề đã nêu, phần Tổng kết của mỗi chương trình bày tóm tắt các kết quả đạt được. Các kết quả chính của luận án được trình bày trong chương 2 và chương 3, đây là các đóng góp của tác giả trong nghiên cứu về lý thuyết của học thích nghi.

Phần ***Đặt vấn đề*** trình bày khái quát về đề tài nghiên cứu: Tình hình nghiên cứu triển khai hiện nay trong lĩnh vực nghiên cứu học thích nghi, mục tiêu và phạm vi nghiên cứu, phương pháp nghiên cứu, các bước triển khai đề tài và cấu trúc luận án.

Chương 1 ***Học thích nghi*** của luận án trình bày khái quát khái niệm về đào tạo điện tử, các đặc điểm của đào tạo điện tử, tóm lược lịch sử các giai đoạn phát triển của đào tạo điện tử, cũng như xu hướng phát triển trong giai đoạn hiện nay. Tiếp theo, tác giả trình bày tóm tắt cơ sở lý thuyết học thích nghi, các phương pháp và kỹ thuật xây dựng khóa học thích nghi. Trên cơ sở đó, luận án phân tích sự cần thiết phải nghiên cứu ba vấn đề cơ bản của học thích nghi: mô hình người học, mô hình nội dung học và cơ chế thích nghi. Phần cuối chương trình bày các khảo cứu, phân tích một số hệ thống học thích nghi phổ biến hiện nay.

Chương 2 ***Mô hình nội dung khóa học và mô hình người học*** trình bày các nghiên cứu lý thuyết của tác giả trong việc phát triển mô hình người học, mô hình nội dung khóa học là cơ sở xây dựng cơ chế chọn lựa nhiệm vụ học tập phù hợp với kiến thức của từng người học, và cơ chế chọn lựa tiến trình học tập phù hợp với mục tiêu của người học. Các nội dung được trình bày trong chương này thể hiện việc biểu diễn tri thức của mô hình học thích nghi do chúng tôi đề xuất.

Chương 3 ***Cơ chế thích nghi*** trình bày các cơ chế tạo ra các khóa học thích nghi đáp ứng hai tiêu chí: thích nghi theo kiến thức và thích nghi theo mục tiêu, nhu cầu của

người học dựa trên mô hình tri thức biểu diễn mô hình người học, mô hình nội dung khóa học trình bày trong chương 2. Để thích nghi theo kiến thức, tác giả sử dụng mạng xác suất Bayes định lượng kiến thức của người học đối với khái niệm, nhiệm vụ. Các khái niệm, nhiệm vụ phù hợp được lựa chọn dựa trên luật. Để thích nghi theo mục tiêu và nhu cầu, tác giả sử dụng mô hình bài toán tìm đường đi thỏa mãn ràng buộc để xây dựng tiến trình học tập.

Chương 4 ***Mô hình tạo khóa học thích nghi ACGS*** trình bày mô hình tạo khóa học thích nghi do tác giả đề xuất dựa trên các kết quả nghiên cứu về mô hình người học, mô hình nội dung học và cơ chế thích nghi. Tiếp theo, luận án trình bày các kết quả phân tích, thiết kế, cài đặt và triển khai thử nghiệm hệ thống ACGS cho một khóa học dành cho đối tượng sinh viên thuộc ngành công nghệ thông tin.

Phần ***Kết luận*** tổng kết các kết quả thu được trong quá trình nghiên cứu, thực hiện luận án, cũng như các vấn đề cần tiếp tục nghiên cứu trong các giai đoạn tiếp theo.

Chương 1

Học thích nghi

Mục tiêu nghiên cứu của luận án hình thành thông qua nghiên cứu lý thuyết về học thích nghi, phương pháp và kỹ thuật xây dựng hệ thống học thích nghi. Chúng tôi đã tiến hành khảo sát một số mô hình hệ thống học thích nghi. Trên cơ sở phân tích, so sánh, đánh giá các hệ thống đó, chúng tôi đề xuất ý tưởng để khắc phục những hạn chế trong các vấn đề cơ bản của học thích nghi: mô hình người học, mô hình nội dung học, cơ chế thích nghi. Đó là một trong số các mục tiêu cần giải quyết của luận án. Vì vậy, chương này sẽ trình bày các cơ sở để hình thành mục tiêu nghiên cứu của luận án.

Phần đầu chương trình bày tổng quan một số khái niệm liên quan đến đào tạo điện tử, một số đặc điểm chung và sơ lược lịch sử hình thành và phát triển cũng như là các xu hướng tiếp cận trong thời gian gần đây.

Tiếp theo, trình bày nghiên cứu về học thích nghi, các phương pháp, kỹ thuật cơ bản để xây dựng các khóa học thích nghi. Trên cơ sở đó, tác giả phân tích các vấn đề cơ bản cần nghiên cứu của học thích nghi: mô hình người học, mô hình nội dung học và cơ chế thích nghi.

Phần cuối chương giới thiệu và đánh giá, so sánh một số mô hình hệ thống học thích nghi phổ biến hiện nay, trên cơ sở đó hình thành mục tiêu nghiên cứu của luận án.

1.1 Tổng quan về đào tạo điện tử

1.1.1 Khái niệm

Khái niệm đào tạo điện tử đã được rất nhiều học giả và các nhà nghiên cứu về giáo dục đưa ra, dựa trên những đặc trưng riêng của đào tạo điện tử. Dưới đây là một số định nghĩa được nhiều nhà nghiên cứu sử dụng:

- Theo William Horton [15], E-Learning là quá trình học tập có sự trợ giúp của công nghệ Web và Internet.
- Theo Compare Infobase Inc [16], E-Learning là một thuật ngữ dùng để mô tả việc học tập, đào tạo dựa trên công nghệ thông tin và truyền thông.
- Theo trung tâm MASIE Center [17], E-Learning là quá trình học tập hay đào tạo được chuẩn bị, truyền tải hoặc quản lý sử dụng nhiều công cụ của công nghệ thông tin, truyền thông khác nhau và được thực hiện ở mức cục bộ hay toàn cục.

1.1.2 Đặc điểm chung của đào tạo điện tử

Tuy có nhiều cách phát biểu khác nhau, nhưng các định nghĩa về đào tạo điện tử đều hàm chứa các đặc điểm chính sau:

- Dựa trên công nghệ thông tin và truyền thông, cụ thể hơn là công nghệ mạng, kĩ thuật đồ họa, kĩ thuật mô phỏng, công nghệ tính toán...
- Hiệu quả của đào tạo điện tử cao hơn so với cách học truyền thống do đào tạo điện tử có tính tương tác cao dựa trên công nghệ truyền thông đa phương tiện, tạo điều kiện cho người học trao đổi thông tin dễ dàng hơn, cũng như đưa ra nội dung học tập phù hợp với khả năng và sở thích của từng người.

Đào tạo điện tử sẽ trở thành xu thế tất yếu trong nền kinh tế tri thức. Hiện nay, đào tạo điện tử đang thu hút được sự quan tâm đặc biệt của các nước trên thế giới. Rất nhiều tổ chức, công ty hoạt động trong lĩnh vực đào tạo điện tử ra đời.

1.1.3 Quá trình hình thành và phát triển

Cùng với thời gian, nhờ sự đóng góp tích cực của cộng đồng những người quan tâm và yêu thích, đào tạo điện tử đã phát triển từng bước qua các giai đoạn sau:

1.1.3.1 Đào tạo dựa trên máy tính

Học viên chỉ cần mua phần mềm đào tạo và có thể tự học bất cứ thời gian và địa điểm nào phù hợp với nhu cầu của họ. Khi tham gia vào hình thức đào tạo này, học viên phải phát huy tính độc lập, khả năng tự học ở mức tối đa, học viên cũng không có bạn bè để trao đổi và giáo viên để hỏi thêm. Đây là phương pháp tiết kiệm chi phí và mang lại hiệu quả cao đối với những môn học cần hiệu ứng của công nghệ thông tin như tiếng Anh, Tin học. Tuy nhiên, quá trình tiếp xúc với màn hình máy tính trong một thời gian dài sẽ gây ra cảm giác buồn tẻ, chán nản cho học viên. Không có thầy giáo, lớp học, bạn học đồng nghĩa với việc không có tranh đua, mất đi một động lực để học viên học tập hết mình. Những yếu tố này làm giảm đáng kể hiệu quả và chất lượng đào tạo.

1.1.3.2 Đào tạo dựa trên công nghệ web

Đào tạo dựa trên công nghệ web [18] đã hội tụ những thế mạnh của đào tạo truyền thống và đào tạo dựa trên máy tính cũng như khắc phục những điểm yếu trong cả hai phương thức này. Sự phát triển của công nghệ thông tin và mạng Internet đã tạo ra một viễn cảnh mới cho công nghệ đào tạo điện tử. Trên thế giới đã có nhiều tổ chức triển khai các lớp học trực tuyến, trong đó, học viên được tham gia vào một môi trường ảo, mô phỏng đầy đủ tính chất của một lớp học truyền thống (Có thầy giáo, bạn học, bảng đen, phấn trắng, các cuộc thảo luận,...) mà vẫn tận dụng được những thế mạnh của đào tạo điện tử. Chỉ cần một máy tính nối mạng Internet, học viên có thể tham gia lớp học vào bất cứ thời điểm nào, ở bất cứ nơi đâu. Với rất nhiều lợi thế, đào tạo dựa trên công nghệ web đang hỗ trợ và dần chiếm lĩnh vị trí của đào tạo truyền thống, đẩy mạnh quá trình phát triển đào tạo điện tử về bề rộng.

1.1.3.3 Chuẩn hóa các hệ thống đào tạo điện tử

Đào tạo dựa trên công nghệ web phát triển tạo đà đưa đào tạo điện tử vào hệ thống giảng dạy của các trường đại học, các tổ chức, đơn vị trên thế giới. Rất nhiều hệ thống LMS (Learning Management System – hệ thống quản trị học tập) [19], hệ thống LCMS (Learning Content Management System – hệ thống quản trị nội dung học) [19] đã ra đời với những kho nội dung riêng biệt. Lúc này, một số tổ chức muốn sử dụng lại nội dung của tổ chức khác trên chính LMS của mình. Tuy nhiên, với những LMS có cấu trúc khác nhau thì điều này là không thể. Do đó, vấn đề tạo ra các bài giảng theo một quy tắc chung có khả năng tương thích với các LMS, LCMS hỗ trợ quy tắc đó được quan tâm và triển khai. Một số chuẩn nội dung đã được đưa ra và được sử dụng phổ biến trên thế giới như: IMS (Instructional Management Systems) [19], AICC (Aviation Industry CBT Committee) [19] và đặc biệt là chuẩn SCORM (Sharable Content Object Reference Model) [20]. Trong đó, SCORM là chuẩn được sử dụng rộng rãi nhất do ADL (Advance Distributed Learning) đã kết hợp các đặc tả của các chuẩn phổ biến trên thế giới để đưa ra đặc tả của SCORM. Việc xây dựng nội dung theo chuẩn cũng rất quan trọng để tạo ra một trung tâm cung cấp nội dung học chung trên thế giới.

1.1.3.4 Ứng dụng đào tạo điện tử ở Việt Nam

Trên thế giới, đào tạo điện tử đã trở nên thông dụng và hầu hết các tổ chức đào tạo đều có sự trợ giúp của đào tạo điện tử. Phạm vi ảnh hưởng của đào tạo điện tử đã lan rộng ra rất nhiều lĩnh vực.

Ở Việt Nam, các nghiên cứu trong 5 năm gần đây, tập trung vào việc phát triển nội dung, học tập trên nền tảng đào tạo điện tử, cộng tác với nước ngoài trong lĩnh vực đào tạo điện tử, phát triển một số hệ LMS, LCMS và sử dụng lại hệ thống mã nguồn mở

LMS/LCMS.

Trong năm 2003 diễn ra một số hội thảo toàn quốc trong đó e-learning được coi là trọng tâm hàng đầu như hội thảo khoa học quốc gia lần thứ nhất về "Nghiên cứu phát triển và ứng dụng công nghệ thông tin và truyền thông", Hà Nội, 22-23/2/2003; hội thảo quốc gia "Một số vấn đề chọn lọc về công nghệ thông tin", Thái Nguyên, 29-31/8/2003.

Một trong những kế hoạch lớn của Bộ Giáo dục và Đào tạo là xây dựng mạng giáo dục EduNet. Đề án được triển khai từ tháng 3 năm 2003 với sự ký kết hợp đồng giữa Bộ Giáo dục và Đào tạo và Bộ Bưu chính viễn thông trong đó có việc phát triển nội dung (gồm nội dung khóa học, tài liệu dạy học), các khóa học trực tuyến.

Đại học Quốc gia Hà Nội cũng đang nghiên cứu và triển khai dự án "Đầu tư xây dựng hạ tầng kỹ thuật CNTT, phát triển công nghệ phần mềm, đổi mới phương pháp giảng dạy và học tập, xây dựng mô hình đại học điện tử".

Trung tâm Tin học thuộc Bộ Giáo dục - Đào tạo, với sự hợp tác của Công ty Hewlett-Packard VN, đã xây dựng cổng đào tạo trực tuyến đầu tiên và chính thức hoạt động tại địa chỉ `http://el.edu.net.vn/` vào sáng 1/1/2005. Cổng đào tạo trực tuyến này cung cấp các hiểu biết cơ bản về đào tạo điện tử, cùng các lời khuyên có giá trị về việc nghiên cứu và triển khai đào tạo điện tử.

Từ đó đến nay, các trường Đại học ở Việt Nam cũng bước đầu nghiên cứu và triển khai đào tạo điện tử. Một số đơn vị đã bước đầu triển khai các phần mềm hỗ trợ đào tạo và cho các kết quả khả quan: Đại học Quốc Gia Thành phố Hồ Chí Minh, Đại học Bách Khoa Hà nội, Học viện Bưu chính Viễn thông..., đã cung cấp giáo trình điện tử, các công cụ kiểm tra đánh giá, các kênh tương tác giữa Thầy và trò. Bên cạnh đó, một số công ty ở Việt Nam cũng đã triển khai đào tạo điện tử như AI, GK, VTC với nhiều khóa học phong phú về nội dung và đa dạng về hình thức.

Trường Đại học Công nghệ, Đại học quốc gia Hà Nội đã phát triển hệ thống đào tạo điện tử để trợ giúp cho việc dạy và học. Sinh viên có thể truy cập website môn học để lấy thông tin học tập theo tài khoản cá nhân. Hệ thống đào tạo điện tử này cho đến nay đã trợ giúp đắc lực cho thầy và trò Trường Đại học Công nghệ, nhưng vẫn chưa thực sự linh hoạt cũng như chưa tận dụng hết các khả năng của đào tạo điện tử.

Cho đến nay, nhiều trường đại học trong cả nước đã triển khai phần mềm đào tạo điện tử sử dụng công nghệ mã nguồn mở. Theo thống kê trên trang web chính thức của Moodle tại địa chỉ `http://www.moodle.org`, hiện có 154 đơn vị đã sử dụng hệ thống này.

Nhìn chung, sự phát triển đào tạo điện tử tại Việt Nam mới chỉ trong giai đoạn khởi đầu, các ứng dụng triển khai chưa nhiều. Các vấn đề lớn gặp phải ở đây là việc xây dựng các qui chuẩn trong đào tạo điện tử, xây dựng cơ sở hạ tầng công nghệ thông tin, các chính sách áp dụng đào tạo điện tử trong hoạt động giáo dục đào tạo.

1.1.3.5 Xu thế phát triển

E-Learning được tập trung phát triển ở hai khía cạnh: phát triển các hệ thống quản trị nội dung học và phát triển các hệ thống quản trị học. Điều đó dẫn đến đào tạo điện tử đi theo ba xu hướng:

Xây dựng khóa học điện tử hoàn chỉnh: Phát triển về mặt hệ thống, xây dựng LMS để phát triển mô hình đào tạo dựa trên công nghệ web toàn diện, từ đó tạo ra các khóa học trực tuyến hoàn chỉnh, độc lập. Để tăng thêm hiệu quả cho những LMS này, nội dung các bài giảng phải dễ hiểu, dễ truyền đạt, sử dụng đa phương tiện để tăng chất lượng đào tạo.

Xây dựng khóa học theo chuẩn: Phát triển về mặt nội dung, nâng cấp các chuẩn nội dung, hướng tới một chuẩn phù hợp với yêu cầu chung của đào tạo điện tử thế giới và mang đầy đủ các đặc tính thỏa mãn yêu cầu của thời đại đặt ra cho đào tạo điện tử. Đó là khả năng sử dụng lại, tính tương thích, tính khả chuyển, tính thích nghi,...Một chuẩn nội dung đầy đủ các hiệu quả sẽ là động lực phát triển đào tạo điện tử theo bề rộng bằng cách phân phối nội dung học trên toàn thế giới qua mạng Internet. Đây cũng là tiền đề để tạo ra trung tâm phân phối tri thức chung cho tất cả LMS, LCMS. Đến lúc đó chi phí con người phải trả cho giáo dục và đào tạo sẽ giảm tối đa mà chất lượng, hiệu quả lại tăng rõ rệt.

Xây dựng khóa học theo nhu cầu người học: Phát triển về nội dung, cộng đồng đào tạo điện tử thế giới đang xây dựng một mô hình chuẩn để sắp xếp và điều hướng nội dung học hiệu quả, tạo khóa học động phù hợp với đặc trưng của từng học viên. Trong quá trình phát triển các chuẩn nội dung, các tổ chức cũng đã đề xuất ra mô hình điều hướng và sắp xếp. Trong tương lai, khi các chuẩn nội dung phát triển đến giai đoạn ổn định và thích nghi, mô hình sắp xếp và điều hướng nội dung sẽ được chuẩn hóa và tích hợp vào chuẩn nội dung. Hiện nay, chuẩn SCORM cũng đang chỉnh sửa và nâng cấp để đáp ứng yêu cầu này, nhưng khả năng điều hướng trong SCORM vẫn chưa linh hoạt và chưa thực sự hiệu quả.

Trong học tập, xu hướng này được thể hiện rõ ràng khi chúng được gọi là các thiết kế "hướng tới học viên" hay "tập trung vào sinh viên". Điều này không chỉ là tập trung

vào nhiều phong cách học tập khác nhau hay cho phép học viên có thể thay đổi kích thước phông chữ hay màu nền..., mà là chính học viên có thể quản lý được quá trình học tập của mình.

1.2 Học thích nghi

1.2.1 Khái niệm hypermedia

Hệ thống Hypermedia là chương trình giảng dạy với sự trợ giúp của máy tính, được bổ sung thêm đồ họa, âm thanh, video, và tiếng nói mô phỏng các khả năng của một hệ thống liên kết siêu văn bản [1]. Hệ thống Hypermedia bao gồm tập hợp các liên kết cho phép người học có thể duyệt nội dung thông qua nó. Thông qua các liên kết siêu văn bản, người học có thể truy cập các thông tin mà không cần tuân theo một trật tự nhất định. Người học có thể truy cập đến các nội dung được lưu trữ ở nhiều nơi khác nhau thông qua các liên kết. Nội dung và cấu trúc các liên kết thường được thiết kết theo một trình tự lô-gíc nhất định.

1.2.2 Khái niệm học thích nghi

Brusilovsky [1] đã định nghĩa học thích nghi: *"Hệ thống học thích nghi là các hệ thống chương trình giảng dạy với sự hỗ trợ của máy tính dựa trên một số đặc trưng của mô hình người học, để lựa chọn nội dung và tiến trình học phù hợp với người học"*.

Hệ thống học thích nghi cố gắng làm giảm bớt sự khó khăn cho người tham gia bằng cách tạo ra các khóa học khác nhau phù hợp với từng người học. Hệ thống đối chiếu thông tin của mỗi người học được lưu trong mô tả thông tin cá nhân của từng người học. Dựa trên các thông tin này, hệ thống thích nghi và tạo ra khóa học phù hợp nhất với từng người học. Hệ thống xác định được mục tiêu của người học và giúp người học khám phá nội dung của khóa học phù hợp với mục tiêu đó, hoặc có thể vạch ra cấu trúc học tương ứng cho người học [21].

Hệ thống học thích nghi xác định được các yêu cầu của người học và thay đổi nội dung cũng như cấu trúc của khóa học phù hợp với yêu cầu đó. Tuy vậy, nội dung và cấu trúc khóa học chỉ mang tính định hướng cho người học. Người học có thể thực hiện theo những chỉ dẫn này học sử dụng khóa học được xây dựng chuẩn ban đầu cho mọi người tham gia [22].

Hệ thống học thích nghi có thể thực hiện một cách tự động, và người học không nhận biết được điều này. Hoặc hệ thống có thể thích nghi thông qua việc "đàm phán" với người học, họ có thể đồng ý hoặc không đồng ý với những sự thay đổi được đề xuất bởi hệ

thống. Người học có thể nhận biết được sự thay đổi này, nhưng họ không thể thay đổi hay tùy biết được chúng.

1.2.3 Mục tiêu của hệ thống học thích nghi

Hệ thống học thích nghi nhằm giải quyết sự khác biệt giữa các hệ thống trợ giảng học tập bằng máy tính và môi trường giáo dục truyền thống. Hai mục tiêu cơ bản của hệ thống là giảm bớt khó khăn và có sự định hướng cho người học khi họ tham gia học tập. Sự thích nghi chủ yếu tập trung ở các khía cạnh: thích nghi về nội dung khóa học và thích nghi về cấu trúc khóa học.

Người học thường bị quá tải bởi nội dung của các trang web khi họ cố gắng mở rộng và duyệt qua nhiều liên kết khác nhau trong hệ thống vốn không có cấu trúc chặt chẽ. Mục tiêu chủ yếu của hệ thống học thích nghi là làm giảm bớt sự quá tải cho người học. Đặc điểm quan trọng của hệ thống học thích nghi là cho phép hệ thống học tùy biến theo nhu cầu của người học, có khả năng thay đổi phù hợp với nhiều người tham gia khác nhau.

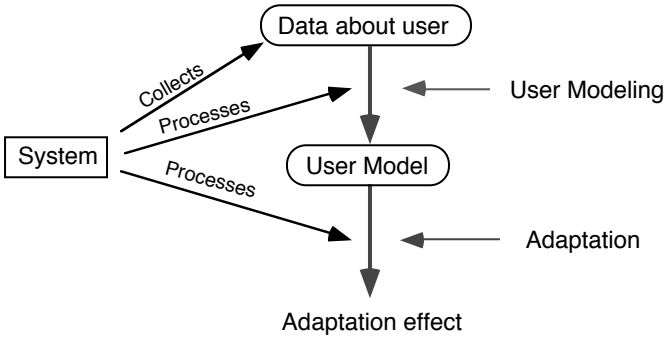
1.2.4 Mô hình học thích nghi

Mô hình thích nghi theo đề xuất của Brusilovsky [1] có kiến trúc được thể hiện ở hình 1.1. Dựa trên kết quả nghiên cứu này, cho đến nay đã có hơn 70 hệ thống học thích nghi đã được công bố [8]. Các mô hình hệ thống học thích nghi gồm các thành phần cơ bản sau: Mô hình người học, Mô hình nội dung khóa học và Cơ chế thích nghi [4, 9, 23, 24, 25]. Mô hình người học mô hình hóa các thông tin về người học, xác định những thông tin nào của người học sẽ được lựa chọn để làm cơ sở cho việc thích nghi. Mô hình nội dung khóa học mô hình hóa việc biểu diễn nội dung khóa học. Các thông tin cụ thể của từng người học và nội dung các khóa học cụ thể được lưu trong cơ sở dữ liệu tương ứng. Cơ chế thích nghi thực hiện quá trình lựa chọn các nội dung khóa học phù hợp với thông tin từng người học, được biểu diễn thông qua mô hình người học.

Quy trình tạo khóa học thích nghi gồm các bước:

- Xây dựng mô hình người học: Giai đoạn này, cần xác định những thông tin nào của người học sẽ được lựa chọn để làm cơ sở cho việc thích nghi. Đồng thời thực hiện việc thu thập các thông tin về từng người học, các thông tin này có thể được thu thập khi người học bắt đầu và trong cả quá trình người học tham gia khóa học.

- Xử lý dữ liệu để cập nhật mô hình người học: Các thông tin về người học thay đổi trong quá trình người học tương tác với hệ thống. Hệ thống cần phải có cơ chế cập nhật sự thay đổi các thông tin này vào mô hình người học.



Hình 1.1: Mô hình thích nghi (Nguồn: [1])

- Quá trình thích nghi dựa vào mô hình người học: Căn cứ các thông tin phản ánh trong mô hình người học, quá trình thích nghi thực hiện lựa chọn nội dung khóa học được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu nội dung học để tạo ra khóa học phù hợp với từng người học.

1.2.5 Phương pháp xây dựng khóa học thích nghi

Phần này giới thiệu tóm tắt các phương pháp và kỹ thuật xây dựng khóa học thích nghi do Brusilovsky đề xuất [1].

1.2.5.1 Tùy biến nội dung

Phương pháp này thực hiện việc tùy biến nội dung của khóa học bằng cách lược bớt các phần nội dung không phù hợp với trình độ người học hoặc mở rộng các nội dung của khóa học cho người học tìm hiểu. Căn cứ vào mục tiêu của người học, hệ thống sẽ lược bỏ bớt các nội dung của khóa học mà không phù hợp với mục tiêu của họ.

Tùy biến theo nội dung còn dựa trên việc cung cấp các nội dung là điều kiện tiên quyết cho một khái niệm nào đó. Trước khi giải thích một khái niệm nào đó, hệ thống bổ sung thêm các nội dung liên quan thông qua các liên kết. Các nội dung này là điều kiện tiên quyết, là cơ sở để người học hiểu được khái niệm đó. Một phương pháp được sử dụng trong việc tùy biến nội dung là cung cấp thêm những nội dung có tính chất tương đương hay mở rộng của khái niệm đang trình bày thông qua các liên kết. Người học sẽ chọn lựa nội dung phù hợp nhất thông qua so sánh và đánh giá.

1.2.5.2 Tùy biến tiến trình học tập

Tiến trình cho toàn bộ khóa học Phương pháp nhằm chỉ dẫn toàn bộ tiến trình học tập của khóa học dựa trên thông tin có tính chất ít thay đổi của người học như sở thích, cách tiếp thu,... Hệ thống đưa ra những gợi ý để người học tìm được nội dung mình mong muốn. Mục đích của phương pháp này là giúp cho người học tìm được con đường ngắn

nhất để đạt được mục tiêu.

Tiến trình học tập cho từng nội dung Phương pháp nhằm chỉ dẫn người học khi tìm hiểu nội dung cụ thể trong khóa học, thông qua việc cung cấp liên kết tương ứng với nội dung đó. Hệ thống đưa ra các gợi ý dựa trên sở thích, việc tiếp thu kiến thức và kiến thức cơ bản của người học.

Định hướng trợ giúp tổng thể Hỗ trợ người học bằng cách cung cấp các chú thích, hoặc ẩn các liên kết. Việc quyết định đưa ra các chú thích hoặc ẩn các liên kết phụ thuộc vào trạng thái của nội dung mà không phụ thuộc vào người học.

Định hướng trợ giúp cục bộ Hỗ trợ người học trong khi tham gia tìm hiểu nội dung cụ thể của khóa học. Cách tiếp cận thứ nhất của phương pháp này là cung cấp thêm các thông tin cho một nội dung nào đó, cách thứ hai là giới hạn các liên kết về một nội dung nào nhằm tránh cho người học bị "quá tải" và hướng người dùng tập trung vào các liên kết tương ứng.

1.2.6 Kỹ thuật xây dựng khóa học thích nghi

1.2.6.1 Tùy biến liên kết

Chọn lựa các nội dung phù hợp với nội dung khóa học tại thời điểm xác định. Việc chọn lựa nội dung này dựa trên mô hình người học. Ví dụ, xét khía cạnh mục tiêu của người học, nếu những liên kết chứa nội dung mà không phù hợp với mục tiêu của người học, nó được đánh dấu là không phù hợp. Tương tự như vậy, những liên kết đến các khái niệm có thể cần đến kiến thức mà người dùng không tiếp cận được, nó cũng được đánh dấu là không phù hợp.

1.2.6.2 Chỉ dẫn trực tiếp

Cung cấp các chỉ dẫn trực tiếp cho người học bằng cách đưa ra những gợi ý người học nên chọn nội dung nào tiếp theo. Với kỹ thuật này, hệ thống đưa ra tiến trình học cho người học trong suốt quá trình họ tham gia vào khóa học. Tiến trình này là khác biệt đối với người học, tuy vậy các ưu điểm của hệ thống học thích nghi sẽ bị ảnh hưởng khi người học không thể tự mình tổ chức được tiến trình học của mình. Ví dụ, khi nội dung tiếp theo cùng với các thông tin bổ sung được hệ thống đề xuất, người học không tin vào khả năng của họ có thể kết thúc khóa học một cách độc lập, họ thường sẽ chọn chỉ dẫn trực tiếp thay vì các thông tin bổ sung [26].

1.2.6.3 Thay đổi trật tự các liên kết

Sử dụng khi hệ thống phân loại danh sách những liên kết chứa nội dung phù hợp với người học. Hệ thống lọc và hiển thị những liên kết phù hợp với mô hình người học theo thứ tự ưu tiên mức độ phù hợp. Các liên kết này thường được thể hiện như một mục lục của tài liệu.

1.2.6.4 Ẩn các liên kết

Giới hạn các lựa chọn của người học. Hệ thống quyết định những liên kết nào là không phù hợp với người học và thay đổi định dạng các liên kết đó thành văn bản thông thường, hoặc không cho phép người học kích hoạt chúng [27]. Việc ẩn các liên kết nhằm làm giảm nội dung cũng như sự phức tạp của khóa học mà vẫn cung cấp được các liên kết đến các nội dung cơ bản.

1.2.6.5 Cung cấp các chú thích

Nhằm cung cấp thêm thông tin cho các liên kết để người học có thêm nhiều nội dung bổ sung cho nội dung hiện tại. Các liên kết dạng này cung cấp cho người học sự gợi ý về mức độ phù hợp mà hệ thống đưa ra các liên kết dựa trên mô hình người học. Người học có thể chọn lựa tiến trình học theo ý họ. Một liên kết có thể có nhiều trạng thái và được biểu thị bằng màu sắc, biểu tượng hoặc những định dạng khác nhau. Trong thiết kế web, thường biểu thị hai trạng thái là liên kết đã được duyệt và chưa được duyệt. Trong hệ thống học thích nghi, các liên kết thường được biểu hiện thông qua trạng thái đã học, học tốt hoặc chưa biết,... [28].

1.3 Các vấn đề cần nghiên cứu trong học thích nghi

Trong khoảng 15 năm gầy đây, các nghiên cứu trong lĩnh vực học thích nghi đã đạt được các kết quả về lý thuyết, quy trình xây dựng, phương pháp và kỹ thuật xây dựng hệ thống học thích nghi. Để cải tiến, phát triển các nghiên cứu trong lĩnh vực này, xu thế các nghiên cứu hiện nay tập trung nghiên cứu phát triển các vấn đề cơ bản của học thích nghi: mô hình người học, mô hình nội dung học và cơ chế thích nghi. Trong phần này, tác giả giới thiệu và phân tích các vấn đề này để thấy được sự cần thiết phải nghiên cứu chúng khi nghiên cứu học thích nghi.

1.3.1 Mô hình người học

Mô hình người học bao gồm những giả thiết được mô hình hóa một cách cụ thể để biểu diễn đặc trưng của người học [22]. Hệ thống có thể tham khảo mô hình người học làm cơ sở cho việc thích nghi với mỗi đặc trưng của người học. Việc mô hình hóa người học

cho phép hệ thống cá nhân hóa những tương tác giữa người học và nội dung. Để đạt hiệu quả trong học tập, việc cá nhân hóa được đặt trong ngữ cảnh mà người học có thể hiểu và từ đó họ có thể liên hệ tìm ra tri thức mới.

Tạo ra những mẫu cố định là cách đơn giản nhất của việc mô hình hóa người học [29]. Người học được phân loại và hệ thống sẽ đáp ứng dựa trên những phân loại đó. Ví dụ, người học được phân loại thành ba nhóm: người mới bắt đầu, người học có trình độ trung bình và người học có trình độ chuyên gia khi tham gia vào một khóa học. Cách tiếp cận này là hữu ích khi cần đánh giá nhanh nhưng không nhất thiết là hoàn toàn chính xác về nền tảng tri thức của người học được yêu cầu [30]. Mô hình phủ [23] được sử dụng khá phổ biến, trong mô hình này miền tri thức phải được mô đun hóa thành từng chủ đề hay khái niệm cụ thể. Tri thức của người học được xây dựng dựa trên sự hiểu biết các khái niệm thuộc lĩnh vực nào đó, sự hiểu biết của người học được cập nhật qua từng giai đoạn.

Ban đầu người học có thể được phân loại như là các mẫu có sẵn. Sau đó mô hình người học dần sửa đổi từ thông tin thu nhận được trong quá trình người học tương tác với hệ thống. Một số cách tiếp cận để xây dựng mô hình người học:

- Quan sát những tương tác trực tiếp giữa người học với phần mềm.
- Phân tích thông tin về người học từ cơ sở dữ liệu hay các kho lưu trữ của hệ thống [31].

1.3.1.1 Các thuộc tính của người học để thiết kế sự thích nghi

Có rất nhiều thuộc tính của người học mà người thiết kế hệ thống học thích nghi có thể sử dụng. Những thuộc tính của người học có thể ảnh hưởng tới cách mà người học tương tác với hệ thống giáo dục là: đối tượng người học (ví dụ: người lớn/ trẻ em), tri thức sẵn có (ví dụ: người mới bắt đầu/chuyên gia), cách tiếp cận (ví dụ: vội vã/nhởn nhơ), cách học (ví dụ : tuần tự/ song song), động cơ (ví dụ: sớm kết thúc), và nền tảng kiến thức (ví dụ: lần đầu tiên tham gia/ôn tập),...

Mục tiêu của người học là những vấn đề họ cố gắng đạt được qua quá trình học tập. Điều này có thể được gợi ý bởi ngữ cảnh của nội dung và bao gồm cả mục đích học tập. Ví dụ, người học có thể là người mới bắt đầu học mong muốn nâng lên thành mức trung bình. Tương tự, người học khác có thể đang ôn tập lại kiến thức. Hệ thống có thể gợi ý cho người học một tiến trình học cụ thể để đáp ứng mục tiêu của người học [32].

Hệ thống thích nghi cần phải đánh giá mức độ của tri thức đã có từ trước của người học. Việc này có tác động đến cách người học tiếp thu kiến thức. Hệ thống phải kiểm tra

trình độ của người học và xây dựng nội dung học dựa trên những kiến thức mà người học đạt được trong suốt quá trình khóa học. Những phản hồi trực tiếp hay kết quả kiểm tra có thể được sử dụng để đưa kiến thức có tính chất gợi ý người học. Hệ thống cần nhận ra sự thay đổi trong kiến thức của người học trong quá trình học tập và cập nhật mô hình người học tương ứng. Việc hỗ trợ có thể được đưa ra dần dần theo từng giai đoạn vì kiến thức của người học thường được bổ sung thêm trong quá trình học [7].

Mục tiêu học tập

Mục tiêu khi tham gia khóa học của người học khác nhau. Việc thích nghi sẽ dựa trên khả năng tùy biến các nội dung của khóa học sao cho phù hợp với khả năng tiếp thu của người học, cũng như mục đích của họ. Hệ thống ALEKS [24] được phát triển bởi Falmagne sử dụng kiến thức sẵn có của người học để thích nghi.

Kiến thức và cách tiếp thu kiến thức

Người học có có khả năng nhận thức khác nhau về nội dung khóa học. Mỗi người học có sở trường trong việc nhận thức nội dung thông qua các hình thức thể hiện khác nhau như: bài giảng trực quan, bài giảng văn bản, bài giảng có âm thanh,...

Cách tiếp thu kiến thức cũng khác nhau, có người thích tiếp cận theo hướng lý thuyết, có người học tiếp cận theo hướng thực hành,... Hệ thống CAMELEON [33] do Laroussi và Benahmed phát triển hỗ trợ thích nghi theo các cách tiếp thu kiến thức khác nhau của người học.

Mỗi người học có trình độ khác nhau. Hệ thống học thích nghi phải đánh giá được trình độ của người học để thay đổi cấu trúc cũng như nội dung khóa học cho phù hợp với họ.

Quá trình học tập và kinh nghiệm

Quá trình học tập của người học được xem xét trên hai khía cạnh, cách tiếp thu tri thức và kiến thức mà họ thu nhận được. Quá trình người học tham gia vào khóa học là cơ sở cho hệ thống tùy biến các nội dung, cũng như cấu trúc của môn học tại thời điểm kế tiếp để phù hợp với người học. Nội dung tiếp theo có thể mở rộng, hay nhắc lại tùy thuộc vào việc tiếp thu kiến thức của người học tại thời điểm trước đó. Việc tùy biến cách tương tác với hệ thống dựa trên quan sát các hành vi của người học khi tham gia vào khóa học. Cách tiếp cận này được De Bra và Calvi sử dụng để phát triển hệ thống AHA! [27].

Sở thích

Cách tiếp cận dựa trên các nghiên cứu Giao tiếp người máy. Giao diện của hệ thống được tùy biến theo sở thích của người học, thường được thông qua việc tùy biến các thực đơn. Người sử dụng có thể chọn lựa giao diện hiển thị hợp với sở thích và họ cảm thấy tiện dụng.

Cách tương tác với hệ thống

Mỗi người học có cách tiếp cận với hệ thống khác nhau. Có người học muốn hệ thống chỉ dẫn họ các định hướng rõ ràng. Bên cạnh đó có người học muốn hệ thống cung cấp nhiều lựa chọn cho họ. Việc tương tác với hệ thống cũng bao gồm cả những yêu cầu đặc biệt, với những người học khiếm thị, hay khiếm thính thì cách tiếp cận với hệ thống hoàn toàn khác nhau, họ cần đến những thiết bị tương tác riêng biệt. Hệ thống AVANTI [34] được phát triển bởi nhóm Kobsa tiếp cận theo hướng này.

1.3.2 Mô hình nội dung học

Trong mô hình nội dung học mô tả nội dung môn học cụ thể. Mô hình nội dung học được cấu thành bởi: nội dung là tập hợp các đơn vị kiến thức và kiến trúc thể hiện mối quan hệ của các nội dung [35]. Tùy thuộc vào nội dung môn học, quan điểm người thiết kế, mô hình nội dung học được xây dựng dưới các kiến trúc khác nhau, chúng có thể là tập khái niệm, tập đơn vị kiến thức, tập chủ đề, mục tiêu học tập,... Nghiên cứu của E.Millán [35] đã tổng kết một số mô hình nội dung học được sử dụng phổ biến trong các hệ thống học thích nghi.

1.3.2.1 Mô hình véc-tơ

Mô hình véc-tơ biểu diễn nội dung học gồm một tập các khái niệm độc lập với nhau. Do vậy, hạn chế của mô hình là không xem xét mối quan hệ giữa các khái niệm. Khi thể hiện trong mô hình người học, mô hình véc-tơ chỉ xác định kiến thức của người học đối với khái niệm cụ thể, mà không thể xác định kiến thức của người học đối với các khái niệm khác trong mô hình nội dung. Vì vậy, khi tập khái niệm của mô hình nội dung lớn và không đề cập đến từng khái niệm, mô hình này không thể giúp hệ thống đánh giá mức độ hiểu biết của người học đối với toàn bộ nội dung môn học. Mô hình véc-tơ đã được sử dụng trong một số hệ thống [36, 37, 38].

1.3.2.2 Mô hình mạng

Mô hình mạng biểu diễn nội dung học gồm tập các khái niệm và các mối quan hệ giữa chúng, hình thành nên một mạng, trong đó các nút mạng là các khái niệm, các cạnh nối các nút trong mạng biểu diễn mối quan hệ giữa các khái niệm. Thông qua mối quan hệ

giữa các khái niệm, mô hình mạng khắc phục được nhược điểm của mô hình véc-tơ là xác định được kiến thức của người học đối với một tập các khái niệm. Các mối quan hệ giữa các khái niệm được xét trong mô hình mạng gồm: quan hệ thành phần [9, 39], quan hệ tiên quyết [24, 40]. Mô hình này được dùng để biểu diễn mô hình nội dung học trong một số hệ thống [41, 42, 43].

1.3.2.3 Mô hình phủ

Mô hình phủ biểu diễn nội dung học gồm tập các khái niệm và các mối quan hệ giữa chúng. Đối với mỗi khái niệm được thể hiện trong mô hình người học có giá trị dữ liệu tương ứng xác định mức độ hiểu biết của người học về khái niệm đó [23]. Mô hình phủ hiệu quả và linh hoạt trong việc định lượng mức độ hiểu biết các khái niệm của người học một cách độc lập. Mô hình phủ được các hệ thống [9, 25, 44, 45] sử dụng để biểu diễn mô hình nội dung học. Các kiểu giá trị dữ liệu thường được sử dụng để định lượng trong mô hình phủ gồm có: giá trị nhị phân, miền giá trị, giá trị xác suất. Giá trị nhị phân định lượng mức độ hiểu biết của người học đối với khái niệm qua hai trạng thái: biết/không biết. Ưu điểm của việc sử dụng giá trị nhị phân là đơn giản, tuy nhiên việc sử dụng giá trị nhị phân cho kết quả định lượng có độ chính xác không cao. Để lựa chọn được khái niệm phù hợp với từng người học cần phải đánh giá được người học hiểu biết khái niệm ở mức độ nào. Để cải tiến, miền giá trị rời rạc (trong một số hệ thống sử dụng giá trị số nguyên trong phạm vi [0..100]) được sử dụng để định lượng mức độ hiểu biết khái niệm của người học ở mức độ nào đó trong miền giá trị. Giá trị xác suất được sử dụng nhằm mục đích tăng độ chính xác trong việc định lượng mức độ hiểu biết của người học đối với các khái niệm, và xem xét việc định lượng các khái niệm dựa trên mối quan hệ giữa chúng.

1.3.3 Cơ chế thích nghi

Để xây dựng khóa học thích nghi phù hợp với nhu cầu người học, cần hình thành cơ chế thích nghi. Cơ chế thích nghi là việc kết hợp các phương pháp và kỹ thuật xây dựng khóa học thích nghi để lựa chọn ra các nội dung (trong mô hình nội dung học) phù hợp với một hay nhiều đặc trưng của người học (được phản ánh trong mô hình người học). Cơ chế thích nghi tập trung vào các khía cạnh: Làm thế nào để thu thập thông tin về người học?; Các thông tin này được phản ánh trong mô hình người học như thế nào?; Việc thích nghi được thực hiện trong từng giai đoạn hay toàn bộ quá trình người học tham gia?; Cơ sở nào để lựa chọn các khái niệm phù hợp với từng người học cụ thể?,...

Trong các nghiên cứu gần đây, các phương pháp và kỹ thuật thích nghi được sử dụng để lựa chọn các khái niệm phù hợp với từng người học dựa trên mục đích và nhu cầu của người học. Người học không cần thiết phải học các kiến thức mà họ đã biết, và được đề

xuất các kiến thức phù hợp với nhu cầu, mục đích học tập của mình. Các cơ chế thích nghi được đề xuất mới chỉ dừng lại ở mức độ là lựa chọn các khái niệm phù hợp với từng người học. Thêm vào đó, việc lựa chọn các khái niệm này dựa trên các mục tiêu, nhu cầu riêng lẻ [4, 23, 42, 46], mà chưa kết hợp sử dụng nhiều mục tiêu và nhu cầu của người học để lựa chọn nội dung học.

1.3.4 Sự cần thiết phải nghiên cứu

Tại sao các vấn đề mô hình nội dung khóa học, mô hình người học, cơ chế thích nghi được xem là các vấn đề cơ bản cần nghiên cứu trong lĩnh vực học thích nghi?. Chúng tôi xem xét mô hình người học, nội hàm của định nghĩa học thích nghi chỉ ra quá trình thích nghi dựa trên một số đặc trưng của mô hình người học. Vì thế xây dựng mô hình người học không thể thiếu trong xây dựng hệ thống học thích nghi. Mục tiêu của khóa học thích nghi không những lựa chọn nội dung, tiến trình phù hợp với từng người học khi bắt đầu tham gia khóa học mà còn lựa chọn nội dung, tiến trình phù hợp với họ trong cả quá trình học. Vì vậy, việc cập nhật mô hình người học đóng vai trò quan trọng và có ảnh hưởng đến kết quả lựa chọn nội dung cũng như tiến trình học.

Mô hình hóa nội dung của khóa học là một bước quan trọng trong qui trình xây dựng hệ thống học thích nghi. Lựa chọn giải pháp để mô hình nội dung học đóng vai trò quyết định trong việc lựa chọn phương pháp xây dựng mô hình người học và cơ chế thích nghi. Ngoài ra căn cứ vào mục tiêu của khóa học, lựa chọn các thành phần: khái niệm, đơn vị kiến thức, mục tiêu học tập,... để xây dựng mô hình nội dung học là vấn đề cần phải được nghiên cứu.

Nghiên cứu cơ chế thích nghi nhằm mục tiêu làm thế nào kết hợp các phương pháp và kỹ thuật để xây dựng khóa học thích nghi phù hợp được với mục tiêu đã đề ra. Khi xây dựng cơ chế thích nghi, cần phải tìm được câu trả lời cho các câu hỏi sau đây: khóa học thích nghi nhằm đáp ứng đặc trưng nào của người học?, Quá trình thích nghi được thực hiện từng giai đoạn, hay trong suốt quá trình tham gia học tập?,...

Mô hình người học, mô hình nội dung học và cơ chế thích nghi có mối liên hệ tổng thể, phụ thuộc lẫn nhau, là những thành phần không thể thiếu trong một hệ thống học thích nghi. Vì vậy, khi nghiên cứu học thích nghi cần thiết phải có nghiên cứu các vấn đề này.

1.4 Khảo sát một số hệ thống học thích nghi

Kết quả nghiên cứu của Tomas Kubes [8] đã thống kê được có hơn 70 mô hình hệ thống học thích nghi khác nhau đã được công bố trong các báo cáo khoa học tính đến năm

2007. Trong phạm vi của luận án, chúng tôi không thể tiến hành khảo sát được tất cả các hệ thống này, mà chỉ lựa chọn khảo sát bốn hệ thống trong số đó. Chúng tôi lựa chọn giới thiệu các hệ thống dưới đây bởi một số lý do:

- Các hệ thống được xây dựng hoàn chỉnh, đã được thử nghiệm. Ba vấn đề cơ bản của hệ thống học thích nghi đều được các hệ thống này nghiên cứu, xem xét thay vì chỉ lựa chọn một vấn đề như các hệ thống khác.

- Các hệ thống đều tập trung vào việc thích nghi nội dung khóa học. Với nội dung môn học cụ thể, mục tiêu của các hệ thống đều hướng đến việc cung cấp nội dung phù hợp cho từng người học.

- Các hệ thống này được sử dụng làm cơ sở cho nhiều nghiên cứu, cải tiến, phát triển các hệ thống khác.

1.4.1 Hệ thống ELM-ART

ELM-ART [23] là một trong những hệ thống học thích nghi đầu tiên trên nền WWW. Hệ thống giới thiệu khóa học ngôn ngữ lập trình Lisp. ELM-ART sử dụng mô hình người học để kiểm tra người học hoàn thành hay không việc học một vấn đề nào đó của môn học. Trong mô hình này, có giải pháp tổ chức lưu trữ tập các kiến thức mà người học cần phải tìm hiểu. Các kiến thức được mô tả gồm các khái niệm, giữa các khái niệm xét các mối quan hệ tiên quyết.

Mô hình người học được cập nhật dựa trên việc giám sát các trang siêu liên kết được duyệt và khái niệm trên đó người học đã được biết hay chưa. ELM-ART sử dụng hình ảnh đèn hiệu giao thông cho việc chú thích các liên kết trên trang web: quả bóng màu đỏ miêu tả trang web đó chứa những thông tin mà người học chưa nắm vững, quả bóng màu xanh thể hiện các trang web mà người học cần duyệt để nắm thông tin.

Về kỹ thuật, sử dụng các chỉ dẫn trực tiếp (Trợ giúp người học tìm đươc nội dung cần thiết tiếp theo bằng cách gán nhãn vào các liên kết chỉ dẫn nội dung tiếp theo cho người học).

1.4.2 Hệ thống INTERBOOK

Hệ thống InterBook [47] được thiết kế nhằm tạo ra sách điện tử có khả năng thích nghi trên web. Bảng chỉ mục là thành phần trung tâm của hệ thống Interbook. Khái niệm được phân thành hai loại: khái niệm kết quả của sự suy luận logic, hay các khái niệm có tính tiên quyết.

Sự điều hướng thích nghi được thể hiện bởi các chú thích cho các liên kết siêu văn bản bằng cách sử dụng các checkmark và những quả bóng màu. Hai kỹ thuật thích nghi được sử dụng trong hệ thống là chỉ dẫn trực tiếp khi hệ thống đánh giá và sắp xếp lại các đề mục trong bảng chỉ mục. Bên cạnh đó hệ thống Interbook còn tiến hành xác định các đề mục đã được người sử dụng tìm hiểu hay chưa. Kỹ thuật thứ hai là dựa trên việc cung cấp các khái niệm tiên quyết làm cơ sở để người học hiểu được một khái niệm mới dựa trên những khái niệm này. Mô hình này hữu ích trong việc giúp đỡ một học viên với những đề tài khó hoặc hiểu chưa rõ. Hệ thống InterBook liệt kê và xếp hạng các liên kết đến các nội dung có tính chất tiên quyết để người học xem xét kỹ lưỡng. Việc xếp hạng các nội dung để dựa trên số lượng các khái niệm mà người học đã tìm hiểu được.

1.4.3 Hệ thống AHA

Hệ thống AHA (Adaptive Hypermedia Architecture) [48] có khả năng để tạo ra các khóa học thích nghi trên web, hệ thống cho phép tạo ra nội dung và các liên kết có tính thích nghi dựa trên việc tùy biến cấu trúc liên kết: loại bỏ liên kết, ẩn các liên kết, chú thích các liên kết,...

Mô hình người học được xây dựng dựa trên sở thích, xu hướng của người học, kiến thức của người học được thể hiện bằng các kiểu dữ liệu lô-gíc. Giá trị true nếu khái niệm đó người học đã biết và ngược lại. Mô hình người học có thể được xem như một véc-tơ có nhiều tham số. Việc truy nhập nội dung sẽ thay đổi véc-tơ này, thông thường tăng hay giảm giá trị một hoặc một vài tham số.

Việc điều hướng thích nghi dựa trên các liên kết với ba trạng thái: thích hợp, không thích hợp và không đáng chú ý. Sử dụng màu chuẩn theo công nghệ WWW để biểu thị ba trạng thái trên. Liên kết màu xanh là những liên kết thích hợp, liên kết màu tím là những liên kết không được chú ý, các liên kết này cho biết rằng người sử dụng đã xem nội dung này và không tìm hiểu được thông tin mới từ chúng và những liên kết màu xám thể hiện những nội dung không thích hợp.

Hệ thống AHA sử dụng hai cách tạo khóa học học thích nghi cơ bản. Thứ nhất thông qua việc ẩn và chú thích các liên kết, cách thứ hai là thông qua việc phân chia nội dung thành các nội dung nhỏ hơn. Trong cả hai cách trên, hệ thống đánh giá sự phù hợp của một trang nội dung có liên quan đến tập các yêu cầu của trang nội dung đó và véc-tơ kiến thức của người học, đặc biệt là các thuộc tính đã được xem xét.

1.4.4 Hệ thống KBS Hyperbook System

Mục tiêu của hệ thống KBS Hyperbook [40] xây dựng các tài liệu điện tử có khả năng thích nghi trên web. Trong hệ thống KBS Hyperbook, mối quan hệ giữa các khái niệm dựa trên mô hình khái niệm của KBS Hyperbook. Đơn vị nhỏ nhất trong hệ thống Hyperbook là các chỉ mục liên quan đến một số khái niệm. Mô hình kiến thức bao gồm các khái niệm liên quan đến môn học và các hoạt động học phụ thuộc. Bảng chú giải bao gồm tập các khái niệm, với mỗi đề mục của bảng chú giải, các liên kết đến các ví dụ, các chỉ mục của KBS Hyperbook và các trang web từ những liên kết web khác được tạo ra.

Hệ thống KBS Hyperbook cũng sử dụng các ký hiệu đèn giao thông để ẩn dụ cho các chú giải trong việc thích nghi. KBS Hyperbook hỗ trợ việc học theo mục tiêu. Người học có thể định nghĩa mục tiêu học tập của mình và yêu cầu mục tiêu tiếp theo từ hệ thống. Với mỗi mục tiêu, các kiến thức tiên quyết tuần tự được tạo ra để người học theo các bước đó mà đạt được mục tiêu học tập của mình.

Cơ chế thích nghi sử dụng các thuật toán dựa trên các kiến thức là tiên quyết để thực hiện dự án và làm thế nào để dự án đáp ứng được mục tiêu học tập của người học. KBS Hyperbook sử dụng mạng Bayes để ước lượng mô hình khái niệm của môn học.

1.4.5 So sánh các hệ thống

Chúng tôi so sánh các hệ thống học thích nghi trên các tiêu chí: mô hình nội dung học, xây dựng mô hình học, cơ chế thích nghi trong Bảng 1.1.

Bảng 1.1: So sánh các hệ thống học thích nghi

Tiêu chí	ELM-ART	INTERBOOK	AHA	KBS Hyperbook
Mô hình nội dung	Mạng	Mạng	Mạng	Mạng
Nội dung khóa học	Tập các khái niệm	Tập các chỉ mục	Tập các khái niệm	Tập các khái niệm
Mô hình người học	Mô hình phủ sử dụng giá trị nhị phân	Mô hình phủ sử dụng miền giá trị	Mô hình véc-tơ	Mô hình phủ sử dụng giá trị xác suất
Thuộc tính thích nghi	Kiến thức	Kiến thức	Sở thích, kiến thức	Mục tiêu
Kỹ thuật thích nghi	Chỉ dẫn trực tiếp	Cung cấp các chú thích và Thay đổi trật tự liên kết	Ẩn các liên kết	Tùy biến liên kết

Sau khi tìm hiểu, phân tích và so sánh các hệ thống. Theo quan điểm của chúng tôi, các hệ thống này còn tồn tại những điểm hạn chế dưới đây:

- Mô hình nội dung học: Các hệ thống đều sử dụng mô hình mạng để xây dựng mô hình nội dung học là tập các khái niệm. Các mô hình này mới quan tâm đến việc đưa ra được các khái niệm phù hợp với người học mà chưa xem xét việc thực hiện các hoạt động, nhiệm vụ học phù hợp với người học trong quá trình tham gia khóa học. Các mô hình này lựa chọn được khái niệm phù hợp với người học nhưng chưa hướng dẫn người học làm thế nào để tìm hiểu được khái niệm đó.

- Mô hình người học: Khi xây dựng mô hình người học, các hệ thống nêu trên chưa sử dụng nhiều thuộc tính của người học để thích nghi. Sử dụng giá trị nhị phân (Ví dụ: biết/không biết), giá trị định tính (Ví dụ: tốt, trung bình, kém), giá trị định lượng (Ví dụ: tập số nguyên trong khoảng $[1 \ldots 100]$) để định lượng mức độ hiểu biết khái niệm của người học. Các giá trị này không đạt được độ chính xác cao khi đánh giá mức độ hiểu biết của người học. Thêm vào đó, hệ thống sẽ gặp khó khăn trong việc phân lớp người học để thích nghi khi dựa trên các giá trị này. Ngoài ra, các hệ thống này cũng không đánh giá mức độ hoàn thành việc thực hiện các hoạt động của người học (Do cách tiếp cận mô hình nội dung học không xem xét đến các hoạt động, nhiệm vụ học tập).

- Cơ chế thích nghi: Lựa chọn các nội dung phù hợp với người học (Ví dụ: các khái niệm trong hệ thống INTERBOOK và AHA, bài tập lớn trong KBS Hyperbook ...), chưa tạo ra tiến trình học tập phù hợp với người học, cũng như trong mỗi giai đoạn của tiến trình học chưa hướng dẫn người học các bước cần thực hiện để có thể hoàn thành giai đoạn đó.

1.5 Tổng kết

Chương này đã trình bày tổng quan về đào tạo điện tử, học thích nghi trong đào tạo điện tử, các phương pháp cũng như kỹ thuật xây dựng hệ thống học thích nghi. Các vấn đề cơ bản trong nghiên cứu học thích nghi và sự cần thiết phải nghiên cứu các vấn đề này. Trên cơ sở khảo cứu một số hệ thống học thích nghi, tác giả đã so sánh, đánh giá, chỉ ra một số điểm hạn chế, đây là một trong các cơ sở để hình thành những mục tiêu nghiên cứu của luận án. Chương này đã phân tích các vấn đề cơ bản của mô hình học thích nghi: mô hình nội dung học, mô hình người học, và cơ chế thích nghi. Trong các chương tiếp theo tác giả sẽ trình bày các kết quả nghiên cứu, đóng góp mới về lý thuyết trong nghiên cứu ba vấn đề cơ bản này.

Chương 2

Mô hình nội dung khóa học và mô hình người học

Như chúng tôi đã phân tích trong chương trước, nghiên cứu học thích nghi trong giai đoạn hiện nay tập trung vào ba vấn đề cơ bản là mô hình nội dung khóa học, mô hình người học, và cơ chế thích nghi. Chương này chúng tôi trình bày chi tiết các ý tưởng, giải pháp, kết quả nghiên cứu của chúng tôi về mô hình nội dung khóa học, mô hình người học nhằm giải quyết các mục tiêu nghiên cứu của mình. Nghiên cứu mô hình nội dung khóa học, mô hình người học là nghiên cứu việc biểu diễn tri thức của mô hình tạo khóa học thích nghi. Nghiên cứu về cơ chế thích nghi là nghiên cứu các cơ chế suy diễn trên mô hình tri thức để tạo ra khóa học phù hợp với từng người học. Vì vậy chúng tôi giới thiệu các nghiên cứu của mình về mô hình nội dung khóa học, mô hình người học trong cùng một chương. Các nghiên cứu về cơ chế thích nghi được giới thiệu trong chương tiếp theo.

Phần đầu chương trình bày các kết quả nghiên cứu, đóng góp mới trong việc mô hình hóa nội dung khóa học trong mô hình học thích nghi. Đóng góp mới trong việc mô hình nội dung khóa học của chúng tôi là bổ sung tập các nhiệm vụ học tập, để biểu diễn nội dung khóa học gồm tập các khái niệm và nhiệm vụ. Thay vì chỉ biểu diễn nội dung khóa học gồm tập các khái niệm như trong các mô hình nội dung khóa học trong các nghiên cứu khác, chúng tôi đề xuất biểu diễn tập các nhiệm vụ nhằm mục tiêu đưa ra các hướng dẫn người học cách làm thế nào để hoàn thành một nhiệm vụ cụ thể.

Tiếp theo, tác giả trình bày các kết quả nghiên cứu, đóng góp mới trong nghiên cứu về mô hình người học. Một trong những vấn đề quan tâm trong nghiên cứu mô hình người học là lựa chọn, biểu diễn các thuộc tính của người học để xây dựng mô hình người học, là cơ sở cho việc tạo khóa học thích nghi phù hợp với từng người học. Đóng góp mới

trong nghiên cứu, phát triển mô hình người học của chúng tôi là việc biểu diễn các thuộc tính của người học để mô tả thông tin trình độ kiến thức và mục đích, nhu cầu học tập của người học. Trong thông tin trình độ kiến thức, chúng tôi biểu diễn trình độ kiến thức của người học thông qua các biến trạng thái và sử dụng giá trị xác suất để định lượng mức độ hiểu biết của người học, sử dụng mô hình mạng xác suất Bayes để định lượng trình độ kiến thức của người học đối với các khái niệm, nhiệm vụ có quan hệ với nhau. Các giá trị định lượng kiến thức là cơ sở để gợi ý người học cần phải làm thế nào để hoàn thành một nhiệm vụ. Chúng tôi cũng bổ sung một số thuộc tính để biểu diễn thông tin nhu cầu và mục đích học tập của người học, là cơ sở để tạo ra các tiến trình học phù hợp với từng người học.

2.1 Mô hình nội dung học

Phần này trình bày các kết quả nghiên cứu, đóng góp mới của chúng tôi trong việc xây dựng mô hình nội dung học.

Chúng tôi sử dụng hướng tiếp cận bản thể học (Ontology) [49] để biểu diễn mô hình nội dung. Chúng tôi lựa chọn hướng tiếp cận này thay vì sử dụng các phương pháp biểu diễn tri thức khác như: Sử dụng bộ ba giá trị Đối tượng - Thuộc tính - Giá trị, Khung, Logic mờ, Mạng ngữ nghĩa bởi ngoài việc cung cấp bộ từ vựng chung về miền tri thức, bản thể học còn cung cấp mối quan hệ giữa mô tả ràng buộc giữa các từ vựng, kết hợp được các phương pháp biểu diễn tri thức khác nhau để biểu diễn đối tượng, ràng buộc.

Các vấn đề cần xác dịnh đề biểu diễn mô hình nội dung học dựa trên bản thể học gồm có: Xác định các lớp và các đối tượng, các thuộc tính và mối quan hệ giữa chúng. Các yếu tố này được trình bày trong phần kiến trúc của mô hình.

Chúng tôi sử dụng khóa học ***"Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ"*** với nội dung căn cứ trong tài liệu *"Modern Systems Analysis and Design"* [50, 51] cho đối tượng sinh viên thuộc ngành công nghệ thông tin để làm ví dụ cho các các vấn đề nghiên cứu lý thuyết về mô hình nội dung học.

2.1.1 Kiến trúc mô hình nội dung học

2.1.1.1 Các thành phần của mô hình

Chúng tôi đề xuất nội dung môn học gồm thành phần cơ bản: khái niệm và nhiệm vụ. Trước khi giới thiệu chi tiết các thành phần này, chúng tôi trình bày cơ sở sử dụng các thành phần cơ bản nêu trên trong mô hình nội dung học.

Nội dung khóa học bao gồm các khái niệm, vì vậy chúng tôi sử dụng khái niệm để mô hình hóa nội dung. Điều này cũng phù hợp với xu thế nghiên cứu hiện nay trong học thích nghi khi rất nhiều mô hình sử dụng khái niệm là một trong các thành phần mô hình nội dung học [24, 52, 53, 54]. Sự khác biệt trong việc sử dụng khái niệm trong các nghiên cứu là việc xác định độ đo của đơn vị khái niệm. Tùy thuộc vào lĩnh vực nội dung, ứng dụng khác nhau và quan điểm của người thiết kế, độ đo khái niệm khác nhau ví dụ như đơn vị kiến thức [55], các luật [56], ràng buộc [57].

Ngoài các kiến thức người học cần tìm hiểu, nội dung khóa học còn bao gồm các công việc yêu cầu người học thực hiện. Người học cần phải vận dụng các khái niệm đã tìm hiểu được để thực hiện các công việc này, đây cũng là một trong các mục tiêu của môn học. Vì vậy, ngoài các khái niệm, chúng tôi mô hình hóa nội dung khóa học gồm các nhiệm vụ. Ngoài ra, mô hình học thích nghi của chúng tôi có định hướng hướng dẫn người học các bước để có thể hoàn thành được công việc, tìm hiểu được khái niệm, thay vì chỉ đưa ra các khái niệm mà người học cần tìm hiểu như trong các mô hình [10, 12, 23, 42, 47, 57]. Các bước thực hiện này phụ thuộc vào kiến thức của từng người học. Đây cũng là lý do để chúng tôi sử dụng thành phần nhiệm vụ trong mô hình nội dung học.

Trên đây trình bày các cơ sở lựa chọn hai thành phần cơ bản khái niệm và nhiệm vụ để mô hình hóa mô hình nội dung học. Tiếp theo, tác giả giới thiệu các thành phần này.

Khái niệm

Thành phần Khái niệm trong mô hình được chúng tôi định nghĩa:

Định nghĩa 1. Khái niệm là một đơn vị cơ bản trình bày một nội dung cụ thể.

Ví dụ: Trong nội dung khóa học "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ" *Thực thể* là một khái niệm, *Bảng* là một khái niệm.

Trong mô hình nội dung học, khái niệm được hiểu là đơn vị nhỏ nhất của nội dung khóa học, nói cách khác sẽ không tồn tại một khái niệm C_i là một phần của khái niệm C_j nào đó.

Trong định nghĩa đề xuất, chúng tôi xác định độ đo của thành phần khái niệm là "nguyên tử" để thống nhất cho việc xây dựng các khái niệm trong mô hình, khác với các cách tiếp cận đưa ra các đối tượng học trong chuẩn SCORM [20], hay một số cách tiếp cận [55, 56, 57], độ đo của khái niệm phụ thuộc vào quan điểm của người thiết kế. Ví dụ: Theo các cách tiếp cận này, thành phần khái niệm gồm một số nội dung cụ thể, hay có thể chỉ là một hình ảnh, một tệp văn bản,... Thêm vào đó, nhằm tránh được sự

nhập nhằng khi xây dựng mối quan hệ giữa các khái niệm, chúng tôi xem khái niệm là đơn vị kiến thức nhỏ nhất.

Nhiệm vụ

Thành phần Nhiệm vụ trong mô hình được chúng tôi định nghĩa:

Định nghĩa 2. Nhiệm vụ là công việc người học cần thực hiện trong quá trình tham gia khóa học để hoàn thành mục tiêu của môn học.

Ví dụ: Trong khóa học "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ" *Xác định các danh từ* trong bản đặc tả yêu cầu của bài toán là nhiệm vụ, người học cần phải thực hiện công việc này để xác định các thực thể của mô hình cơ sở dữ liệu. *Chuẩn hóa bảng dữ liệu ở dạng chuẩn 3* là nhiệm vụ.

Khác với khái niệm, nhiệm vụ đòi hỏi người học có sự tương tác với hệ thống. Khác với khái niệm *Nhiệm vụ* được định nghĩa bởi Choquet [58], xem xét việc tìm hiểu khái niệm cũng là một nhiệm vụ. Theo cách tiếp cận của chúng tôi, xem nhiệm vụ là bài tập hay một hoạt động học tập yêu cầu người học vận dụng các khái niệm đã tìm hiểu để giải quyết. Thông qua kết quả thực hiện để đánh giá mức độ hoàn thành nhiệm vụ. Ví dụ: Với nhiệm vụ *Xác định các danh từ*, người học cần phải liệt kê được các danh từ trong bản đặc tả yêu cầu. Với nhiệm vụ *Chuẩn hóa bảng dữ liệu ở dạng chuẩn 3*, người học cần phải xác định bảng gồm các trường dữ liệu nào, thuộc tính nào là thuộc tính khóa, từ bảng dữ liệu ở dạng chuẩn 2.

Về cấu trúc, chúng tôi dựa trên mô hình nhiệm vụ được đề xuất bởi Choquet [58]. Các nhiệm vụ được phân cấp, một nhiệm vụ có thể bao gồm nhiều nhiệm vụ khác. Xét khía cạnh mô hình, số lượng các nhiệm vụ và mức độ phân cấp không có giới hạn. Tuy vậy, việc xác định số lượng hữu hạn nhiệm vụ cũng như mức độ phân cấp phụ thuộc vào quan điểm của người thiết kế khóa học. Phân chia các nhiệm vụ càng chi tiết, các bước hướng dẫn người học hoàn thành nhiệm vụ càng chi tiết hơn, tuy nhiên điều đó cũng gây khó khăn trong việc chọn ra các nhiệm vụ với người học. Chúng tôi sẽ phân tích vấn đề này trong phần so sánh, đánh giá mô hình.

Chủ đề

Định nghĩa 3. Chủ đề T là tập các khái niệm và nhiệm vụ trình bày một phần nội dung của khóa học.

Ví dụ: *Thiết kế lược đồ quan hệ thực thể E-R* là một chủ đề của khóa học "Thiết kế

cơ sở dữ liệu quan hệ".

Chúng tôi đề xuất khái niệm *Chủ đề* nhằm giúp cho quá trình thiết kế xây dựng mô hình nội dung khóa học. Tiếp cận theo hướng từ trên xuống, để mô hình hóa nội dung khóa học, người thiết kế xem nội dung khóa học gồm nhiều chủ đề. Với mỗi chủ đề, người thiết kế xác định khái niệm và nhiệm vụ cần thiết giúp người học hoàn thành chủ đề đó.

2.1.2 Thông tin mô tả các thành phần trong mô hình

Phần này chúng tôi trình bày các thuộc tính của đối tượng khái niệm, nhiệm vụ. Mỗi khái niệm, nhiệm vụ trong mô hình được mô tả và phân biệt thông qua một tập các thuộc tính. Tập các thuộc tính được xác định phụ thuộc vào từng mục tiêu cụ thể của khóa học thích nghi. Với mục tiêu xây dựng khóa học thích nghi theo nhu cầu và kiến thức của người học, ngoài các thuộc tính định danh, các thuộc tính của các đối tượng đều tập trung phản ánh hai khía cạnh nhu cầu và kiến thức nêu trên.

2.1.2.1 Thuộc tính của khái niệm

Bảng 2.1: Các thuộc tính cơ bản của Khái niệm

Thuộc tính	Mô tả
Tên	Thuộc tính Tên để định danh khái niệm.
Khái niệm tiên quyết	Danh sách khái niệm tiên quyết của khái niệm.

Với mỗi khái niệm, ngoài các thuộc tính định danh (Bảng 2.1), chúng tôi sử dụng một số thuộc tính. Các thuộc tính này được sử dụng làm cơ sở để thích nghi theo nhu cầu và kiến thức của người học. Để lựa chọn được các khái niệm cũng như xây dựng tiến trình học phù hợp với người học, trong số các thuộc tính mô tả khái niệm cần có thuộc tính mô tả các đặc trưng của người học. Nhằm phản ánh các thông tin nhu cầu, kiến thức người học, chúng tôi sử dụng các thuộc tính sau đây:

- *Thời gian hoàn thành*: Thời gian trung bình để người học hiểu được khái niệm. Thời gian trung bình là thời gian để người học ở trình độ bình thường có thể hiểu được khái niệm, thuộc tính này cũng được sử dụng trong các mô hình [46, 59, 60]. Trong các mô hình này, không trình bày cụ thể độ đo của đơn vị thời gian. Chúng tôi xác định độ đo của thuộc tính là số giờ cần thiết để người học có thể hiểu được khái niệm. Thời gian hoàn thành khái niệm ở đây được hiểu là thời gian để hiểu được khái niệm khi đã hiểu các khái niệm tiên quyết.

  Ví dụ: Trong khóa học "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ", thời gian trung bình để người học hiểu được khái niệm *Thực thể* là 0.2 giờ.

- *Độ khó*: Mức độ đòi hỏi về trình độ đối với người học để hiểu được khái niệm. Chúng tôi cũng sử dụng thang giá trị: *Rất dễ, Dễ, Trung bình, Khó, Rất khó* như cách tiếp cận của V. Carchiolo [59] để đo mức độ khó của khái niệm.

  Ví dụ: Trong khóa học "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ", khái niệm *Thực thể* là khái niệm *Dễ*.

- *Bắt buộc*: Nếu là khái niệm bắt buộc, để hoàn thành khóa học người học phải hiểu khái niệm, trong trường hợp ngược lại, người học không cần thiết phải tìm hiểu khái niệm này.

  Ví dụ: Trong khóa học "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ", khái niệm *Quan hệ* là bắt buộc, khái niệm *Quan hệ 1-1* được xác định là tùy chọn vì khái niệm *Quan hệ 1-1* trình bày chi tiết các kiểu quan hệ giữa các thực thể. Người học có thể không cần tìm hiểu khái niệm này vẫn có thể xác định được mối quan hệ giữa các thực thể. Tuy nhiên để xác định được quan hệ giữa các thực thể, người học cần phải hiểu khái niệm *Quan hệ*.

Ví dụ: Bảng 2.2 mô tả giá trị các thuộc tính của khái niệm *Bảng dữ liệu* trong khóa học "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ"

Bảng 2.2: Các thuộc tính mô tả khái niệm Bảng dữ liệu

Thuộc tính	Giá trị
Tên	Bảng dữ liệu
Khái niệm tiên quyết	Khái niệm thực thể
Thời gian hoàn thành	0.15
Độ khó	Dễ
Bắt buộc	Có

2.1.2.2 Thuộc tính của nhiệm vụ

Các thuộc tính mô tả Nhiệm vụ được được liệt kê trong Bảng 2.3.

Bảng 2.3: Các thuộc tính cơ bản của Nhiệm vụ

Thuộc tính	Mô tả
Tên	Thuộc tính Tên để định danh nhiệm vụ.
Khái niệm tiên quyết	Danh sách các khái niệm cần có để thực hiện nhiệm vụ.
Nhiệm vụ tiên quyết	Danh sách các nhiệm vụ cần phải hoàn thành trước khi thực hiện nhiệm vụ này.
Nhiệm vụ thành phần	Danh sách các nhiệm vụ thành phần của nhiệm vụ này

Ví dụ: Trong khóa học "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ", các thuộc tính nhiệm vụ *"Xác định quan hệ giữa các thực thể"* được mô tả trong Bảng 2.4.

Bảng 2.4: Các thuộc tính của Nhiệm vụ "Xác định quan hệ giữa các thực thể"

Thuộc tính	Giá trị
Tên	Xác định quan hệ giữa các thực thể
Khái niệm tiên quyết	Quan hệ
Nhiệm vụ tiên quyết	Xác định thực thể
Nhiệm vụ thành phần	Liệt kê các động từ, Xác định kiểu quan hệ

2.1.3 Cấu trúc của mô hình

Phần này trình bày quan hệ giữa các thành phần của mô hình nội dung học.

Chúng tôi mô hình hóa nội dung khóa học theo mô hình mạng, bởi tính ưu việt của mô hình (Mục 2.1) và phù hợp với xu thế trong các nghiên cứu hiện nay trong lĩnh vực này. Sử dụng mô hình mạng, nội dung khóa học được mô hình hóa dưới dạng đồ thị kiến thức với các đỉnh của đồ thị là các khái niệm và nhiệm vụ, các cạnh của đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa chúng.

Trong mô hình, chúng tôi xét các quan hệ sau đây: quan hệ giữa các khái niệm, quan hệ giữa các nhiệm vụ, quan hệ giữa nhiệm vụ và khái niệm.

2.1.3.1 Quan hệ giữa các khái niệm

Để xác định mối quan hệ giữa các khái niệm, chúng tôi đề xuất khái niệm *Khái niệm tiên quyết* được nêu trong định nghĩa 4 dưới đây.

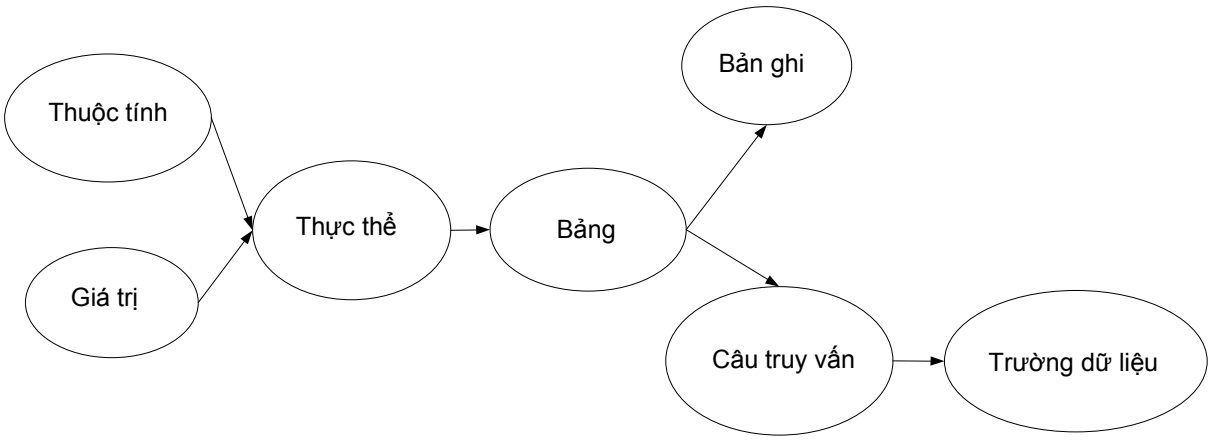
Định nghĩa 4. Khái niệm tiên quyết: Khái niệm C_i được gọi là khái niệm tiên quyết của khái niệm C_j (Ký hiệu $C_i \rightarrow C_j$) khi và chỉ khi để hiểu khái niệm C_j cần phải hiểu khái niệm C_i.

Ví dụ: Khái niệm *Thực thể* là khái niệm tiên quyết của khái niệm *Bảng*

Định nghĩa 4 mô tả quan hệ giữa các khái niệm trong mô hình, chúng tôi chỉ xét quan hệ tiên quyết giữa các khái niệm thay vì xét cả quan hệ thành phần được sử dụng trong một số mô hình [9, 61], bởi trong mô hình của chúng tôi thành phần khái niệm được xem là đơn vị nhỏ nhất.

Các khái niệm được mô hình dưới dạng đồ thị, trong đó các đỉnh của đồ thị là các khái niệm, các cạnh đồ thị thể hiện quan hệ giữa các khái niệm. Ví dụ: một phần quan

hệ giữa các khái niệm trong khóa học minh họa "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ" được biểu diễn trong Hình 2.1.



Hình 2.1: Quan hệ giữa các khái niệm

2.1.3.2 Quan hệ giữa các nhiệm vụ

Để xác định mối quan hệ giữa các nhiệm vụ, chúng tôi đề xuất hai khái niệm *Nhiệm vụ tiên quyết* và *Nhiệm vụ thành phần.*

Định nghĩa 5. Nhiệm vụ tiên quyết: Nhiệm vụ T_i được gọi là nhiệm vụ tiên quyết của nhiệm vụ T_j (Ký hiệu $T_i \rightarrow T_j$) khi và chỉ khi để hoàn thành nhiệm vụ T_j cần phải hoàn thành nhiệm vụ T_i.

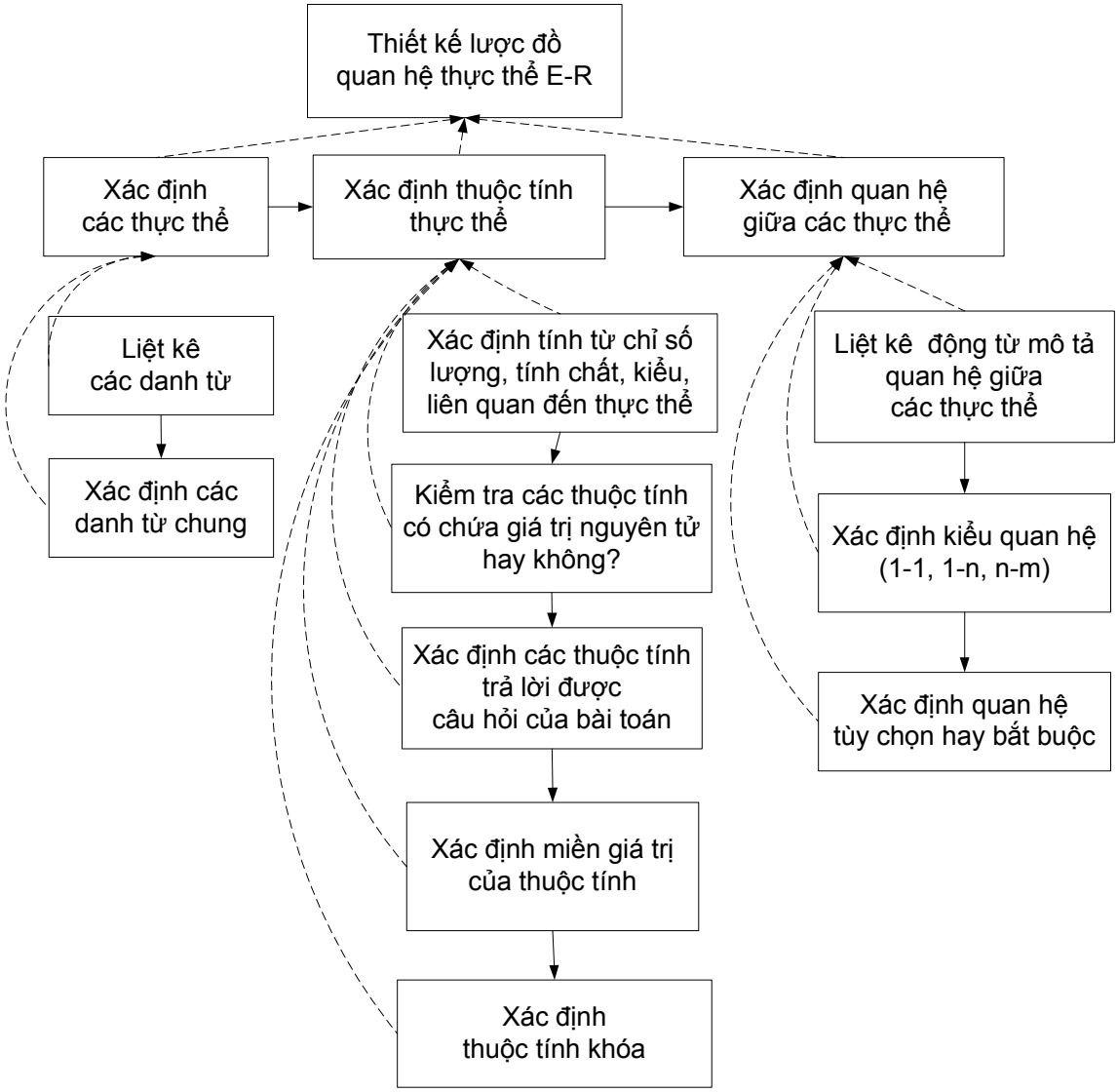
Ví dụ: Trong khóa học "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ", nhiệm vụ *Xác định thực thể* là nhiệm vụ tiên quyết của nhiệm vụ *Xác định mối quan hệ giữa các thực thể.*

Định nghĩa 6. Nhiệm vụ thành phần: Nhiệm vụ T được chia thành các nhiệm vụ T_1, T_2,..., T_n sao cho $T_1 \cup T_2 \cup \ldots \cup T_n = T$ và với $\forall T_i, T_j$ $(i \neq j)$ $T_i \cap T_j = \oslash$. Nhiệm vụ T_i $(i=\overline{1..n})$ được gọi là nhiệm vụ thành phần của nhiệm vụ T.

Ví dụ: Trong khóa học "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ", các nhiệm vụ *Xây dựng truy vấn tạo bảng*, *Xây dựng truy vấn cập nhật dữ liệu*, *Xây dựng truy vấn trích rút thông tin* là một trong các nhiệm vụ thành phần của nhiệm vụ *Thiết kế các bảng dữ liệu.* Một phần quan hệ giữa các nhiệm vụ trong khóa học minh họa "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ" được biểu diễn trong Hình 2.2.

Chúng tôi xét quan hệ thành phần giữa các nhiệm vụ bởi trong mô hình các nhiệm vụ có cấu trúc phân cấp. Hơn nữa, phân rã một nhiệm vụ thành các nhiệm vụ thành phần nhằm cung cấp cho người học chi tiết các bước cần thực hiện để hoàn thành nhiệm

vụ. Khi xét quan hệ này, các nhiệm vụ thành phần độc lập, không có sự phụ thuộc lẫn nhau.



Hình 2.2: Quan hệ giữa các nhiệm vụ

Các nhiệm vụ được mô hình dưới dạng đồ thị, trong đó các đỉnh của đồ thị là các nhiệm vụ, các cạnh đồ thị thể hiện quan hệ giữa các nhiệm vụ. Trong mô hình, quan hệ tiên quyết được biểu diễn mũi tên liền nét, quan hệ thành phần được biểu diễn bởi mũi tên đứt nét.

Các nhiệm vụ thành phần của nhiệm vụ T được thiết kế nhằm hướng dẫn người học các bước để thực hiện được nhiệm vụ T trong trường hợp người học chưa hoàn thành được nhiệm vụ T. Nếu người học đã hoàn thành được nhiệm vụ T, người học không phải thực hiện các nhiệm vụ thành phần của nó. Ví dụ: Nếu người học đã hoàn thành nhiệm vụ *Xác định các thực thể*, người học không cần phải thực hiện các nhiệm vụ thành phần

của nó là *Liệt kê các danh từ, Xác định danh từ chung*. Trong trường hợp ngược lại hệ thống gợi ý người học cần thực hiện hai nhiệm vụ này để có thể hoàn thành được nhiệm vụ *Xác định các thực thể*.

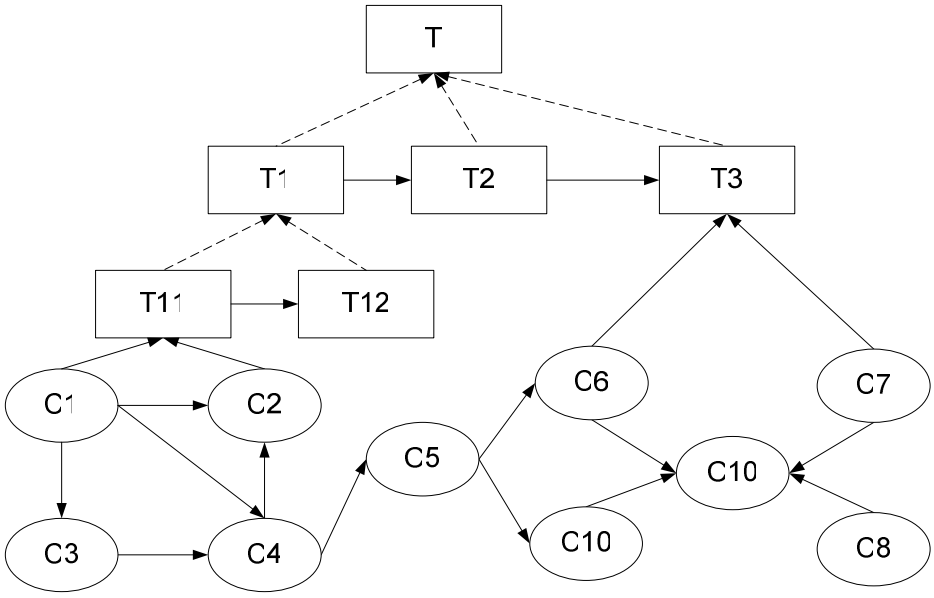
2.1.3.3 Quan hệ giữa khái niệm và nhiệm vụ

Để xác định mối quan hệ giữa khái niệm và nhiệm vụ, chúng tôi đề xuất khái niệm *Khái niệm tiên quyết của nhiệm vụ*.

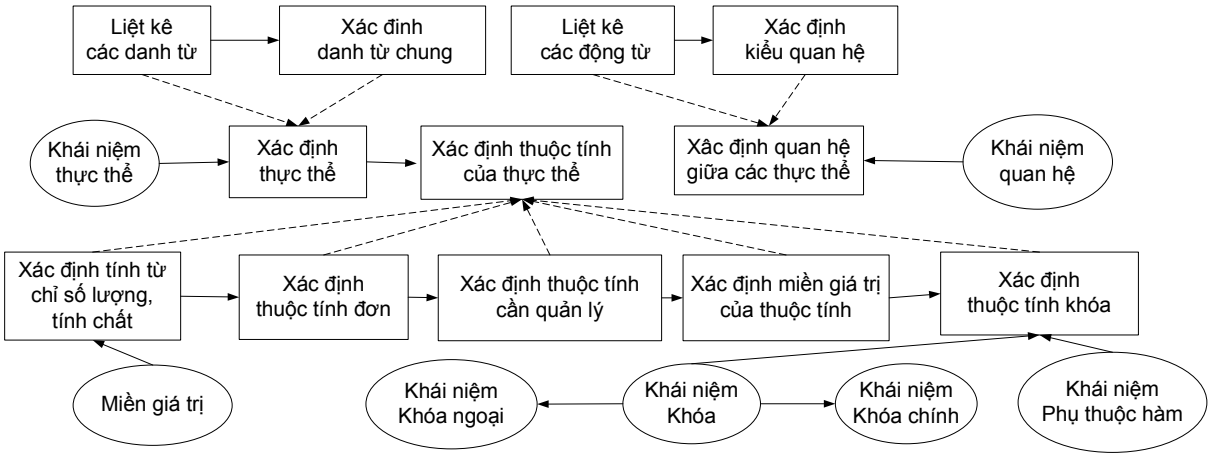
Định nghĩa 7. Khái niệm tiên quyết của nhiệm vụ: Khái niệm C_i được gọi là khái niệm tiên quyết của nhiệm vụ T_j (Ký hiệu $C_i \rightarrow T_j$) khi và chỉ khi để hoàn thành nhiệm vụ T_j cần phải hiểu được khái niệm C_i.

Ví dụ: Trong ví dụ về khóa học minh họa "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ" Khái niệm *Khái niệm thực thể* là khái niệm tiên quyết của nhiệm vụ *Xác định thực thể*.

Thông qua các quan hệ giữa các khái niệm, các nhiệm vụ và giữa khái niệm và nhiệm vụ, nội dung khóa học được mô hình hóa dưới dạng đồ thị. Trong đó đỉnh của đồ thị là các khái niệm (Ký hiệu hình elíp) và nhiệm vụ (Ký hiệu hình chữ nhật), cạnh của đồ thị biểu diễn mối quan hệ tiên quyết (Mũi tên liền nét), mối quan hệ thành phần (Mũi tên đứt nét). Hình 2.3 minh họa một cách hình thức hóa mô hình nội dung khóa học. Xét ví dụ khóa học minh họa "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ", mô hình một phần nội dung của khóa học được biểu diễn như trong Hình 2.4.



Hình 2.3: Mô hình nội dung khóa học



Hình 2.4: Một phần mô hình nội dung khóa học minh họa

2.1.4 So sánh với các mô hình nội dung học khác

Điểm mới trong mô hình nội dung khóa học của chúng tôi là ngoài việc biểu diễn nội dung dưới tập các khái niệm, đã đưa ra tập các nhiệm vụ để biểu diễn nội dung khóa học. Một trong những lý do chúng tôi biểu diễn nội dung khóa học thông qua các nhiệm vụ nhằm giải quyết hạn chế của các mô hình nội dung hiện nay. Các mô hình này đều chưa tập trung vào khía cạnh "Làm thế nào để giải quyết vấn đề?", nói cách khác các mô hình chưa hướng dẫn người học cách để hiểu được một khái niệm, hay các bước để hoàn thành một nhiệm vụ mà mới dừng lại ở việc đề nghị người học nên tìm hiểu khái niệm đó hay không. Ví dụ, đối với mô hình phủ để hiểu được khái niệm C, người học cần phải hiểu các khái niệm C_1, C_2,..., C_n. Trên cơ sở đánh giá mức độ hiểu biết của người học về các khái niệm C_i mà hệ thống đưa ra mức độ hiểu biết của người học về khái niệm C. Tuy nhiên, làm thế nào để người học hiểu được khái niệm C_i, đã không được xem xét trong các mô hình này.

Để hoàn thành một chủ đề, người học cần phải thực các nhiệm vụ T_j^1, T_j^2,..., T_j^m. Xét trường hợp, người học chưa hoàn thành việc thực hiện nhiệm vụ T_j^1. Để có thể hoàn thành được nhiệm vụ T_j^1, người học được hướng dẫn làm các nhiệm vụ T_{j1}^1,...,T_{jk}^1. Tùy thuộc vào trình độ kiến thức của mình, người học được hướng dẫn thực hiện các nhiệm vụ T_{j1}^1,...,T_{jk}^1 hay một số các nhiệm vụ trong số đó.

Ví dụ: Để thiết kế được lược đồ quan hệ thực thể E-R, người học cần *xác định các thực thể*, *định nghĩa các thuộc tính của thực thể*, và *xác định mối quan hệ giữa các thực thể*. Để *xác định được các thực thể*, người học cần *liệt kê các danh từ trong tài liệu đặc tả yêu cầu*, *xác định danh từ chung*,... Nếu người học hoàn thành nhiệm vụ *xác định được các thực thể* người học không phải thực hiện các nhiệm vụ *liệt kê các danh từ trong tài liệu đặc tả yêu cầu*, *xác định danh từ chung*. Trong trường hợp ngược lại, người học được yêu cầu thực hiện các nhiệm vụ *liệt kê các danh từ trong tài liệu đặc tả yêu cầu*, *xác định danh từ chung*.

Đối với các khóa học chỉ có mục tiêu cung cấp các khái niệm thay vì yêu cầu người học vận dụng khái niệm để thực hiện nhiệm vụ nào đó, sẽ khó khăn trong việc xác định nhiệm vụ, đòi hỏi công sức của người thiết kế nội dung khóa học. Mô hình của chúng tôi phù hợp với lớp nội dung trong lĩnh vực công nghệ thông tin, các khóa học yêu cầu người học tìm hiểu các khái niệm và vận dụng nó để thực hiện các bài tập để hoàn thành mục tiêu môn học.

2.2 Mô hình người học

Phần này trình bày các kết quả nghiên cứu, đóng góp mới của chúng tôi trong việc xây mô hình người học. Như đã trình bày (Mục 2.2), mô hình người học bao gồm những giả thiết, thông tin về người học để biểu diễn đặc trưng của người học [22]. Mô hình người học là thành phần quan trọng để xây dựng các khóa học thích nghi, là cơ sở phân lớp các đối tượng người học để đánh giá và xây dựng nội dung học tương ứng cho từng đối tượng người học [62, 63].

Như đã trình bày trong phần đầu chương, đóng góp mới trong nghiên cứu, phát triển mô hình người học của chúng tôi là việc biểu diễn các thuộc tính của người học để mô tả thông tin trình độ kiến thức và mục đích, nhu cầu học tập của người học. Về thông tin trình độ kiến thức, chúng tôi biểu diễn trình độ kiến thức của người học thông qua các biến trạng thái và sử dụng giá trị xác suất để định lượng mức độ hiểu biết của người học, sử dụng mô hình mạng xác suất Bayes để định lượng trình độ kiến thức của người học đối với các khái niệm, nhiệm vụ có quan hệ với nhau. Các giá trị định lượng kiến thức là cơ sở để gợi ý người học cần phải làm thế nào để hoàn thành một nhiệm vụ. Chúng tôi cũng bổ sung một số thuộc tính để biểu diễn thông tin nhu cầu và mục đích học tập của người học, là cơ sở để tạo ra các tiến trình học phù hợp với nhiều mục đích, nhu cầu của từng người học khác nhau thay vì chỉ đưa ra các tiến trình học đáp ứng từng mục đích, nhu cầu riêng lẻ như trong cách tiếp cận của một số mô hình khác [2, 23, 40, 46]. Có nhiều thuộc tính của người học dùng để làm cơ sở thích nghi. Trong phạm vi của luận án, chúng tôi tập trung vào hai khía cạnh của người học để làm cơ sở thích nghi: kiến thức và mục tiêu nhu cầu của người học. Các kết quả mới và đóng góp của chúng tôi trong nghiên cứu mô hình người học là việc lựa chọn và biểu diễn các đặc trưng của người học để làm cơ sở thích nghi theo hai khía cạnh nêu trên.

Các thông tin đặc trưng của người học được biểu diễn thông qua bộ ba giá trị: Đối tượng-Thuộc tính-Giá trị. Chúng tôi biểu diễn các đặc trưng của người học thông qua các nhóm thông tin sau: Định danh người học, Khóa học, Nhu cầu và mục đích học tập, Trình độ kiến thức (Về môn học người học tham gia) [64].

2.2.1 Thông tin định danh người học

Bảng 2.5 liệt kê các thông tin cơ bản để định danh người học.

Bảng 2.5: Thuộc tính định danh người học

STT	Thuộc tính	Mô tả
1	Tên đăng nhập	Tên đăng nhập duy nhất đối với người học dùng để đăng nhập vào hệ thống
2	Mật khẩu	Mật khẩu được cấp kèm với tên đăng nhập phục vụ việc đăng nhập hệ thống
3	Họ và tên	Tên người học
4	Giới tính	Nam/Nữ
5	Tuổi	Số nguyên dương hai chữ số
6	Địa chỉ email	Địa chỉ email của người học

Ví dụ: Thuộc tính định danh về người học được lưu trữ với tệp định dạng xml:

```
<?xml version='1.0' encoding='utf-8'?>
<nguoihoc>
    <dinhdanh>
        <id>1</id>
        <TenDangNhap>anhnv</TenDangNhap>
        <Ten>Nguyen Van A</Ten>
        <Tuoi>25</Tuoi>
        <GioiTinh>Nam</GioiTinh>
        <Email>anhnv@yahoo.com</Email>
    </dinhdanh>
</nguoihoc>
```

2.2.2 Thông tin về khóa học người học tham gia

Hệ thống cung cấp nhiều môn học khác nhau, người học có thể tham gia học nhiều môn học. Bảng 2.6 liệt kê các thuộc tính được thiết kế để lưu trữ các thông tin về khóa học mà người học tham gia.

Bảng 2.6: Các thuộc tính lưu thông tin về môn học mà người học tham gia

STT	Thuộc tính	Mô tả
1	Mã khóa học	Mã khóa học là duy nhất dùng để định danh khóa học người học tham gia
2	Tên Khóa học	Tên khóa học
3	Ngày Tham gia	Thời gian bắt đầu tham gia khóa học

Ví dụ: Thuộc tính định danh khóa học được lưu trữ với tệp định dạng xml:

```
<?xml version='1.0' encoding='utf-8'?>
<nguoihoc>
    <khoahoc>
        <id>01</id>
        <TenKhoaHoc>Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ</TenKhoaHoc>
        <NgayThamGia>25-10-2008</NgayThamGia>
    </khoahoc>
</nguoihoc>
```

2.2.3 Thông tin về trình độ kiến thức của người học

Để biểu diễn thông tin về trình độ kiến thức của người học, chúng tôi xây dựng mô hình dựa trên mô hình phủ (Mục 1.3.2.3). Ứng với mỗi khái niệm, nhiệm vụ trong mô hình nội dung khóa học, mô hình người học lưu trữ giá trị cho biết mức độ hiểu biết của người học về khái niệm, nhiệm vụ đó. Mô hình phủ cho phép đánh giá được mức độ hiểu biết của người học với tất cả các đối tượng trong mô hình nội dung học. Ngoài ra, dựa trên các quan hệ rằng buộc giữa các đối tượng trong mô hình nội dung học, đánh giá mức độ hiểu biết của người học đối với khái niệm, nhiệm vụ được xét trong mối quan hệ giữa chúng thay vì xét các đối tượng độc lập. Đó là các cơ sở để chúng tôi lựa chọn mô hình phủ để biểu diễn thông tin về trình độ kiến thức của người học.

Trong mô hình của mình, chúng tôi sử dụng giá trị xác suất để định lượng mức độ hiểu biết của người học đối với các khái niệm, mức độ hoàn thành của người học đối với các nhiệm vụ. Giá trị xác suất được chúng tôi lựa chọn vì một số lý do sau đây:

- Sự hiểu biết của người học thông qua kết quả việc thực hiện các câu hỏi kiểm tra và các bài tập, nhiệm vụ là nhân tố không chắc chắn, không có sự chính xác tuyệt đối trong việc định giá trị mức độ hiểu biết của người học.

- Giá trị định tính (Tốt, trung bình, kém) hay các giá trị định lượng (Tập số nguyên [0..100]) cho độ chính xác không cao trong việc định lượng các khái niệm, nhiệm vụ có mối quan hệ ràng buộc phụ thuộc. Ví dụ: Xét mối quan hệ $C_i \rightarrow C_j$, với người học U_k có mức độ hiểu biết *Tốt* đối với khái niệm C_i, sẽ khó xác định mức độ hiểu biết khái niệm C_j của người học đó ở mức độ nào khi xét mối quan hệ giữa các khái niệm. Thêm vào đó, các giá trị này hạn chế trong việc phân lớp người học bởi giới hạn của bộ giá trị.

- Việc sử dụng mô hình mạng mô hình hóa nội dung khóa học nhằm xem xét các khái niệm, nhiệm vụ trong mối quan hệ định hướng xây dựng mạng xác suất để

định lượng mức độ hiểu biết của người học đối với khái niệm, nhiệm vụ.

Sau khi lựa chọn giá trị xác suất để biểu diễn trình độ kiến thức của người học đối với khái niệm và nhiệm vụ, cần phải lựa chọn và xây dựng các biến để lưu trữ các giá trị này. Vấn đề đặt ra là lựa chọn các biến như thế nào và số lượng là bao nhiêu để biểu diễn được trình độ kiến thức của người học.

Trong mô hình, ứng với mỗi khái niệm và nhiệm vụ chúng tôi sử dụng biến có hai trạng thái để định lượng trình độ kiến thức của người học vì các lý do được chỉ ra dưới đây:

- Sử dụng mô hình phủ cần có các biến để lưu trữ giá trị cho biết trình độ kiến thức của người học đối với khái niệm, nhiệm vụ. Vì khái niệm và nhiệm vụ là các đối tượng riêng biệt trong mô hình, để phân biệt chúng tôi sử dụng các biến khác nhau.
- Đánh giá trình độ kiến thức của người học đối với khái niệm cần định lượng: Mức độ hiểu biết khái niệm đó của người học; Tương ứng là mức độ người học không hiểu biết về khái niệm đó. Trong mô hình, chúng tôi biểu diễn mỗi mức độ thông qua một trạng thái.
- Tương tự như đối tượng khái niệm trong mô hình, các đối tượng nhiệm vụ cũng cần có các trạng thái để biểu diễn mức độ hoàn thành, chưa hoàn thành nhiệm vụ.

Ứng với mỗi khái niệm C trong mô hình nội dung khóa học, mô hình người học của chúng tôi sử dụng hai trạng thái biểu diễn mức độ hiểu biết khái niệm của người học:

- *not_ acquired*: trạng thái thể hiện người học không tiếp thu được khái niệm C.
- *acquired*: trạng thái thể hiện người học đã tiếp thu được khái niệm C

Tương tự, ứng với mỗi nhiệm vụ T trong mô hình nội dung khóa học, mô hình người học của chúng tôi sử dụng hai trạng thái biểu diễn mức độ hoàn thành của nhiệm vụ của người học:

- *not_finished*: trạng thái biểu diễn người học chưa hoàn thành nhiệm vụ.
- *finished*: trạng thái biểu diễn người học hoàn thành nhiệm vụ.

Ứng với mỗi khái niệm C, *p(C=not_ acquired), p(C=acquired)* là các giá trị xác suất biểu diễn các trạng thái chưa hiểu, hiểu khái niệm C. Ta có:

$$p(C = not_acquired) + p(C = acquired) = 1 \tag{2.1}$$

Tương tự, ứng với mỗi nhiệm vụ T, *p(T=not_finished), p(T=finished)* là các giá trị xác suất biểu diễn các trạng thái chưa hoàn thành, hoàn thành nhiệm vụ T. Ta có:

$$p(T = not_finished) + p(T = finished) = 1 \tag{2.2}$$

Để thống nhất trong trình bày, chúng tôi sử dụng ký hiệu *p(C)* biểu diễn giá trị xác suất ứng với trạng thái *acquired*, *1-p(C)* biểu diễn giá trị xác suất ứng với trạng thái *not_ acquired*. *p(T)* biểu diễn giá trị xác suất ứng với trạng thái *finished*, *1-p(T)* biểu diễn giá trị xác suất ứng với trạng thái *not_finished*.

Chúng tôi ứng dụng mạng xác suất Bayes [65, 66] để định lượng mức độ hiểu biết của người học đối với khái niệm, mức độ hoàn thành việc thực hiện nhiệm vụ của người học. Mạng xác suất Bayes được sử dụng trong mô hình vì các lý do sau đây:

- Mô hình nội dung khóa học được mô hình hóa theo mô hình mạng, xem xét các đối tượng khái niệm, nhiệm vụ trong các mối quan hệ phụ thuộc lẫn nhau. Các khái niệm, nhiệm vụ cùng với quan hệ giữa chúng trong mô hình nội dung hình thành mạng xác suất Bayes nhân quả.

- Giá trị xác suất được dùng để định lượng trình độ kiến thức của người học đối với khái niệm, nhiệm vụ.

- Xét quan hệ $C_i \rightarrow C_j$, mạng xác suất Bayes có cơ chế lập luận chuẩn đoán và cơ chế lập luận tiên đoán giúp định lượng mức độ hiểu biết khái niệm C_i khi có định lượng mức độ hiểu biết khái niệm C_j và ngược lại.

Mạng xác suất Bayes là đồ thị có hướng không có chu trình để định lượng trình độ kiến thức của người học gồm:

- Tập các biến $X = (X_1, X_2, \ldots, X_n)$ trong đồ thị là các khái niệm, nhiệm vụ trong mô hình nội dung học.

- Các cung của đồ thị biểu diễn ràng buộc giữa các biến là mối quan hệ phụ thuộc giữa các khái niệm, nhiệm vụ. Mỗi cung từ đỉnh X tới đỉnh Y trong đồ thị biểu diễn sự ảnh hưởng trực tiếp của biến X đến biến Y. Đỉnh X được gọi là cha của đỉnh Y.

- Tại mỗi đỉnh xây dựng bảng phân phối xác suất có điều kiện của đỉnh đó khi cho trước các cha của nó.

Mọi phân phối xác suất có điều kiện phụ thuộc của các biến được xác định bởi cấu trúc đồ thị của mạng. Tổng quát, với $\forall X_i$ gọi $Pa(X_i)$ là tập các biến cha của X_i, phân phối xác xuất có điều kiện phụ thuộc $P(X_1 = x_1 \wedge \ldots \wedge X_n = x_n)$ ký hiệu $P(X_1, \ldots, X_n)$ được xác định là tích các phân bố địa phương [67]:

$$P(X_1, \ldots, X_n) = \prod_{i=1}^{n} P(X_i | Pa(X_i)) \tag{2.3}$$

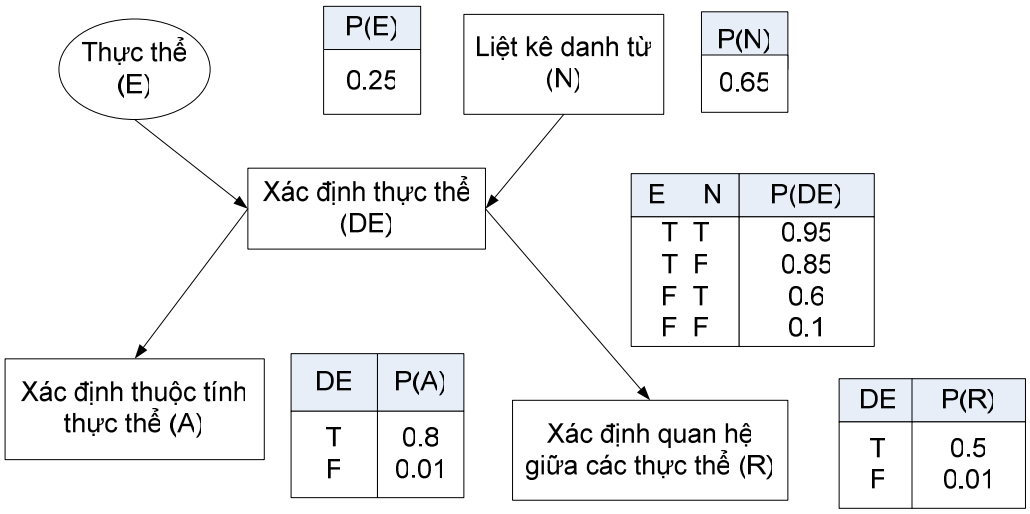
Ví dụ: Trong khóa học minh họa "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ", mạng Bayes mô hình hóa một phần nội dung được minh họa trong Hình 2.5. Xác suất để người học U_i hoàn

thành được nhiệm vụ *Xác định thực thể*, *Xác định thuộc tính thực thể*, *Xác định quan hệ thực thể* mà không hiểu khái niệm *Thực thể* và không hoàn thành nhiệm vụ *Liệt kê danh từ* được tính:

$P(A \wedge R \wedge DE \wedge \neg E \wedge \neg N)$

$= P(A|DE) * P(R|DE) * P(DE|\neg E \wedge \neg N) * P(\neg E)P(\neg N)$

$= 0.80 * 0.50 * 0.10 * 0.75 * 0.45 = 0.0135$



Hình 2.5: Mạng Bayes mô hình hóa một phần nội dung khóa học minh họa

Từ công thức (2.3) tổng quát đối với phân phối xác suất, chúng tôi xác định công thức định lượng trình độ kiến thức của người học đối với khái niệm C_n, và định lượng mức độ hoàn thành nhiệm vụ T_n, thông qua các mệnh đề dưới đây:

Mệnh đề 1: Khái niệm $C_1, C_2, \ldots, C_{n-1}$ là các khái niệm tiên quyết của khái niệm C_n. Khi đó giá trị định lượng trình độ kiến thức của người học đối với khái niệm C_n được xác định theo công thức sau:

$$P(C_n|C_{n-1}, \ldots, C_1) = P(C_n|Pa(C_n)) \text{ với } Pa(C_n) \subseteq \{C_{n-1}, \ldots, C_1\} \tag{2.4}$$

Chứng minh:

Thật vậy, theo định nghĩa xác suất có điều kiện ta có:

$P(C_1, \ldots, C_n) = P(C_n|C_{n-1}, \ldots, C_1) * P(C_{n-1}, \ldots, C_1)$

Tiếp tục triển khai công thức này ta được:

$P(C_1, \ldots, C_n) = P(C_n|C_{n-1}, \ldots, C_1) * P(C_{n-1}|C_{n-2}, \ldots, C_1) * \ldots * P(C_2|C_1) * P(C_1)$

$= \prod_{i=1}^{n} P(C_i|C_{i-1}, \ldots, C_1))$

Từ công thức (2.3) và biến C_n chỉ phụ thuộc vào các nút cha thuộc tập $Pa(C_n))$ ta được $P(C_n|C_{n-1}, \ldots, C_1) = P(C_n|Pa(C_n))$. Điều phải chứng minh.

Mệnh đề 2: Nhiệm vụ $T_1, T_2, \ldots, T_{n-1}$ là các nhiệm vụ tiên quyết, nhiệm vụ thành phần của nhiệm vụ T_n. Khi đó giá trị định lượng mức độ hoàn thành nhiệm vụ T_n được xác định theo công thức sau:

$$P(T_n|T_{n-1}, \ldots, T_1) = P(T_n|Pa(T_n)) \text{ với } Pa(T_n) \subseteq \{T_{n-1}, \ldots, T_1\} \tag{2.5}$$

Chứng minh: Tương tự như chứng minh Mệnh đề 1.

Ví dụ: Mô hình mạng biểu diễn một phần nội dung khóa học minh họa trong Hình 2.5, áp dụng công thức (2.4) ta có: $P(DE|A, E, N, R) = P(DE|E \wedge N) = 0.95$

2.2.4 Thông tin về nhu cầu, mục đích học tập

Trong mô hình người học của mình, chúng tôi xem xét một số nhu cầu và mục đích của người học:

- *Mức độ* : Khi tham gia khóa học, người học có nhu cầu tìm hiểu nội dung ở các mức độ khác nhau: Hiểu, Hiểu và Vận dụng hay Tổng hợp, khái quát hóa. Nhu cầu này là cơ sở để lựa chọn nội dung khóa học phù hợp với từng mức độ đó.

  Ví dụ: Trong khóa học minh họa, với mức yêu cầu là Hiểu, người học cần phải nắm được cái khái niệm trong mô hình nội dung như: *Thực thể, Quan hệ, Khóa, Bảng,...*, ở mức độ Hiểu và vận dụng người học phải hoàn thành các nhiệm vụ như: *Xác định thực thể, Xác định quan hệ, Xác định khóa, Định nghĩa bảng dữ liệu,....*

- *Trình độ* : Khi tham gia khóa học, người học có nhu cầu được tìm hiểu khái niệm, nhiệm vụ phù hợp với trình độ của mình về khóa học.

  Ví dụ: Người học ở các trình độ: Mới bắt đầu, Đã hiểu một số nội dung khóa học, Nắm vững nội dung khóa học.

- *Mục đích học tập*: Xác định mục đích tham gia khóa học của người học là tìm hiểu toàn bộ nội dung khóa học hay một số phần nội dung cụ thể. Nội dung khóa học gồm nhiều chủ đề khác nhau, mỗi chủ đề cung cấp một phần nội dung khóa học. Bên cạnh mục tiêu hoàn thành toàn bộ khóa học, người học có thể lựa chọn tham gia một số chủ đề nhất định.

  Ví dụ: Trong khóa học minh họa "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ" gồm bốn chủ đề lớn: *Thiết kế lược đồ quan hệ thực thể, Xây dựng cơ sở dữ liệu, Chuẩn hóa dữ liệu, Ngôn ngữ truy vấn dữ liệu* , người học có thể lựa chọn tìm hiểu một trong các chủ đề này.

- *Thời gian hoàn thành*: Nhu cầu thời gian của người học để hoàn thành một phần nội dung hay toàn bộ khóa học. Trong học trực tuyến, đơn vị thời gian được tính theo số giờ người học tham gia khóa học. Tuy nhiên, để người học đưa yêu cầu số lượng thời gian để kết thúc khóa học bằng con số cụ thể là khó xác định. Vì vậy, trong mô hình, chúng tôi phân khoảng thời gian thành các mức rời rạc để người học lựa chọn.

  Ví dụ: Trong khóa học minh họa "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ" người học có thể lựa chọn mức độ thời gian: *Rất chậm, Chậm, Bình thường, Nhanh, Rất nhanh.*

- *Cách tiếp cận*: Nhu cầu của người học tiếp cận khóa học theo cách: 1: Lý thuyết-thực hành, 2: Thực hành-Lý thuyết, 3: Kết hợp lý thuyết, thực hành.

Bảng 2.7 liệt kê thuộc tính mô tả thông tin nhu cầu, mục đích học của người học.

Bảng 2.7: Các thuộc tính lưu thông tin nhu cầu, mục đích

STT	Thuộc tính	Giá trị
1	Mức độ	1: Hiểu được các khái niệm, Hiểu và vận dụng các khái niệm, Tổng hợp, khái quát hóa)
2	Trình độ	1: Mới bắt đầu, 2: Đã biết, 3: Nắm vững
3	Thời gian hoàn thành	Rất chậm, Chậm, Bình thường, Nhanh, Rất nhanh
4	Mục đích học tập	Chủ đề phụ thuộc vào từng khóa học
5	Cách tiếp cận khóa học	Lý thuyết- thực hành, Thực hành-Lý thuyết, Kết hợp lý thuyết, thực hành

2.2.5 So sánh với các mô hình người học khác

Điểm khác biệt trong các mô hình người học được mô hình hóa dựa trên mô hình phủ là sử dụng các giá trị để định lượng trình độ kiến thức của người học đối với nội dung khóa học. Sử dụng giá trị nhị phân (Biết, không biết) để định lượng mức độ hiểu biết của người học đối với từng khái niệm. Giá trị nhị phân được sử dụng trong hệ thống học thích nghi [9, 44]. Các mô hình này chưa định lượng được các mức độ hiểu biết khác nhau của người học đối với khái niệm.

Mô hình phủ có trọng số được xây dựng nhằm có thể lượng hóa được nhiều cấp độ hiểu biết của người học đối với các khái niệm. Các hình thức trọng số được sử dụng trong các hệ thống gồm: các giá trị định tính, giá trị định lượng, và giá trị xác suất. Trọng số sử dụng các giá trị định tính gồm các giá trị rời rạc ví dụ: tốt, trung bình, kém được sử dụng trong [54, 68] biểu diễn mức độ hiểu biết của người học đối với các khái niệm. Sử dụng các mô hình định tính này thuận lợi cho việc thích nghi dựa trên luật, cũng như cập nhật mô hình người học, tuy nhiên do hạn chế của tập giá trị rời rạc, không thể phân

lớp được nhiều đối tượng học. Ngoài ra, sử dụng các giá trị rời rạc gặp trở ngại khi định lượng các khái niệm, nhiệm vụ phụ thuộc lẫn nhau.

Trọng số sử dụng các giá trị định lượng gồm tập số nguyên trong miền giá trị nào đó, ví dụ: các giá trị trong khoảng từ 0 đến 100 biểu diễn mức độ hiểu biết của người học về khái niệm [9, 44]. Trọng số sử dụng giá trị xác suất được dùng để biểu diễn mức độ hiểu biết của người học về khái niệm dùng yếu tố không chắc chắn thông qua sử dụng mạng xác suất hoặc logic mờ [25, 45, 69].

Điểm mới trong mô hình người học của chúng tôi là ngoài việc đánh giá mức độ hiểu biết các khái niệm như các tiếp cận của Millán [70], Wei [2], chúng tôi đánh giá mức độ hoàn thành các nhiệm vụ của người học. Dựa trên cơ chế lập luận chuẩn đoán, và tiên đoán của mạng Bayes, đánh giá mức độ hoàn thành các nhiệm vụ là cơ sở để xây dựng các bước hướng dẫn người học cần thực hiện để hoàn thành nhiệm vụ đó.

So với các mô hình trên, mô hình người học của chúng tôi đánh giá mức độ hiểu biết các khái niệm của người học trong các trạng thái khác nhau. Mỗi trạng thái sử dụng giá trị định lượng xác suất. Thông qua việc xây dựng mạng xác suất, định lượng các khái niệm và nhiệm vụ trong mối quan hệ tổng thể của mô hình nội dung học.

2.3 Tổng kết

Chương này trình bày các kết quả nghiên cứu của chúng tôi về các vấn đề cơ bản trong học thích nghi: mô hình nội dung khóa học, mô hình người học. Trong nghiên cứu mô hình nội dung học, chúng tôi đã mô hình hóa nội dung khóa học gồm tập các khái niệm và các nhiệm vụ. Sử dụng mô hình mạng để biểu diễn nội dung khóa học, xem xét các khái niệm, nhiệm vụ trong quan hệ phụ thuộc. Kết quả mới trong nghiên cứu mô hình nội dung học của chúng tôi là đưa vào tập các nhiệm vụ nhằm phục vụ cho mục tiêu lựa chọn các khái niệm, nhiệm vụ có tính chất gợi ý hướng dẫn trong quá trình học tập. Để phục vụ cho việc thích nghi theo mục tiêu và nhu cầu của người học, ngoài các thuộc tính định danh, chúng tôi đã bổ sung các thuộc tính để phục vụ cho cho quá trình lựa chọn, thích nghi nội dung học.

Trong nghiên cứu mô hình người học, chúng tôi quản lý thông tin đặc trưng của người học, là cơ sở cho việc thích nghi theo kiến thức và mục tiêu nhu cầu của người học. Để thích nghi theo kiến thức, chúng tôi sử dụng mô hình phủ biểu diễn mô hình người học. Khi sử dụng mô hình phủ định lượng kiến thức của người học, thay vì sử dụng các giá trị định tính, hay rời rạc hóa chúng tôi đã sử dụng giá trị xác suất bằng cách xây dựng mạng Bayes. Chúng tôi cũng đề xuất sử dụng biến gồm các trạng thái khác nhau để biểu

diễn trình độ kiến thức của người học, là cơ sở để lựa chọn nội dung phù hợp với kiến thức của người học. Ngoài các thông tin về người học để định lượng trình độ kiến thức, trong thông tin mô hình người học còn bao gồm các thuộc tính phục vụ cho việc thích nghi theo mục tiêu và nhu cầu của người học.

Hai vấn đề mô hình nội dung khóa học và mô hình người học là cơ sở tri thức của mô hình học thích nghi, để tạo ra các khóa học thích nghi phù hợp với từng người học, cần xây dựng cơ chế thích nghi. Cơ chế thích nghi lựa chọn các nội dung từ mô hình nội dung khóa học dựa trên thông tin của từng người học được phản ánh trong mô hình người học. Trong chương tiếp theo, tác giả trình bày các đề xuất, đóng góp mới trong việc xây dựng cơ chế thích nghi để tạo ra các khóa học đáp ứng trình độ kiến thức của từng người học cũng như đáp ứng được nhiều mục tiêu và nhu cầu người học.

Chương 3

Cơ chế thích nghi

Chương này trình bày các kết quả nghiên cứu, các đóng góp mới trong việc xây dựng cơ chế thích nghi để tạo các khóa học thích nghi đáp ứng các tiêu chí: thích nghi theo kiến thức nhằm lựa chọn các nhiệm vụ, khái niệm gợi ý cho người học cần phải thực hiện trong quá trình tham gia khóa học; thích nghi theo mục tiêu, nhu cầu của người học nhằm xây dựng tiến trình học đáp ứng các mục tiêu, nhu cầu của người học. Cụ thể:

- Thích nghi theo kiến thức: Mục tiêu của thích nghi theo tiêu chí kiến thức người học là lựa chọn các khái niệm, nhiệm vụ phù hợp với từng người học. Trong quá trình thực hiện, nếu người học chưa hoàn thành nhiệm vụ, người học sẽ được chỉ dẫn các bước, các nhiệm vụ thành phần cần thực hiện để hoàn thành nhiệm vụ đó. Đây là đóng góp mới của chúng tôi trong nghiên cứu cơ chế thích nghi. Quá trình này được thực hiện qua hai giai đoạn: i) Định lượng trình độ kiến thức của người học đối với các khái niệm, mức độ hoàn thành nhiệm vụ; ii) Lựa chọn các khái niệm cần phải tìm hiểu, nhiệm vụ cần phải thực hiện dựa trên luật. Để định lượng trình độ kiến thức, chúng tôi xây dựng mô hình mạng xác suất Bayes, với các cơ chế suy diễn để định lượng được mức độ hiểu biết đối với từng khái niệm, mức độ hoàn thành nhiệm vụ của người học. Các luật thích nghi được áp dụng trên cơ sở giá trị định lượng để lựa chọn các khái niệm, nhiệm vụ người học cần phải tìm hiểu, thực hiện.

- Thích nghi theo mục tiêu, nhu cầu: Để xây dựng tiến trình học đáp ứng nhiều mục tiêu và nhu cầu của người học, chúng tôi đề xuất việc tìm tiến trình học ứng viên đáp ứng từng mục tiêu, nhu cầu của người học được phản ánh trong mô hình người học. Bài toán tìm tiến trình học ứng viên được chúng tôi mô hình hóa thông qua bài toán tìm đường đi thỏa mãn điều kiện cho trước trong đồ thị có hướng có trọng số, với các đỉnh của đồ thị là các khái niệm, nhiệm vụ trong mô hình nội dung khóa học. Ở đây, chúng tôi áp dụng thuật toán A* để tìm đường đi này. Ứng với mỗi mục

tiêu, nhu cầu của người học, mô hình lựa chọn được một tiến trình học ứng viên. Trên cơ sở các tiến trình học ứng viên này, chúng tôi đề xuất thuật toán lựa chọn, xây dựng một tiến trình học phù hợp đáp ứng được tối đa các mục tiêu, nhu cầu của người học. Việc xây dựng tiến trình học đáp ứng nhiều mục tiêu, nhu cầu của người học là đóng góp mới của chúng tôi so với các mô đáp ứng từng nhu cầu riêng rẽ của người học [23, 46, 71].

3.1 Thích nghi theo kiến thức

Mục tiêu của thích nghi theo kiến thức là lựa chọn các khái niệm, nhiệm vụ phù hợp với kiến thức của người học, đồng thời đưa ra các chỉ dẫn trợ giúp người học từng bước để hiểu được khái niệm hay hoàn thành nhiệm vụ thuộc nội dung khóa học.

Giả sử, để hoàn thành nội dung khóa học, người học cần thực hiện các nhiệm vụ $T_1, T_2, \ldots, T_n$, và tìm hiểu các khái niệm $C_1, C_2, \ldots, C_n$. Nếu với kiến thức của mình, người học hoàn thành nhiệm vụ T_i, người học sẽ không cần phải thực hiện các nhiệm vụ thành phần do hệ thống chỉ dẫn để hoàn thành nhiệm vụ T_i. Trong trường hợp chưa hoàn thành nhiệm vụ T_i, hệ thống sẽ hướng dẫn người học cần phải thực hiện một số nhiệm vụ thành phần $T_i^1, T_i^2, \ldots, T_i^m$ để hoàn thành nhiệm vụ T_i, số lượng các nhiệm vụ thành phần cần phải thực hiện phụ thuộc vào từng người học khác nhau. Người học sẽ được chỉ dẫn cần phải thực hiện các hoạt động thành phần $T_i^1, T_i^2, \ldots, T_i^m$ khi và chỉ khi chưa hoàn thành được nhiệm vụ T_i.

Để hoàn thành được nhiệm vụ T_i^k $(k = \overline{1..m})$,người học cần hiểu được một số khái niệm $c_i, c_{i+1}, \ldots, c_j$, là các khái niệm tiên quyết của nhiệm vụ T_i^k, trên cơ sở định lượng kiến thức của từng người học, hệ thống cũng gợi ý cho người học các khái niệm cần tìm hiểu.

Ví dụ: Trong khóa học "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ", người học cần phải hoàn thành nhiệm vụ *Xác định các thực thể*. Nếu người học chưa hoàn thành, người học có thể được yêu cầu thực hiện nhiệm vụ thành phần *Liệt kê các danh từ*, nhiệm vụ tiên quyết *Xác định các danh từ chung* của nhiệm vụ *Xác định các thực thể* ; và tìm hiểu khái niệm *Thực thể* là khái niệm tiên quyết của nhiệm vụ *Xác định các thực thể*. Định lượng trình độ kiến thức của người học đối với các nhiệm vụ và khái niệm này là cơ sở để hệ thống gợi ý, yêu cầu người học nên phải thực hiện các nhiệm vụ, khái niệm đó hay có thể bỏ qua. Ví dụ, nếu giá trị xác suất định lượng trình độ của người học với khái niệm *Thực thể* là *p(Thực thể=acquired)=0.85*, nhiệm vụ *Liệt kê các danh từ* là *p(Liệt kê danh từ=acquired)=0.5*, nhiệm vụ *Xác định các danh từ chung* là *p(Liệt kê danh từ chung=acquired)=0.72*. Hệ thống không yêu cầu người học phải tìm hiểu khái niệm *Thực thể*, mà yêu cầu người học

thực hiện hai nhiệm vụ trên.

Để lựa chọn các khái niệm, nhiệm vụ phù hợp với từng người học khác nhau, chúng tôi đã nghiên cứu, giải quyết các vấn đề sau đây:

- Định lượng trình độ kiến thức của người học trong quá trình tham gia khóa học.
- Lựa chọn các khái niệm, nhiệm vụ phù hợp với người học dựa trên luật.

3.1.1 Định lượng trình độ kiến thức

Chúng tôi sử dụng mô hình mạng Bayes để định lượng được kiến thức của người học đối với khái niệm và nhiệm vụ. Để làm được điều này, chúng tôi thực hiện các công việc sau:

1 Xây dựng mạng Bayes dựa trên mô hình nội dung khóa học.

2 Lập luận trong mạng Bayes để định lượng mức độ hiểu biết khái niệm, hoàn thành nhiệm vụ của người học.

Cụ thể:

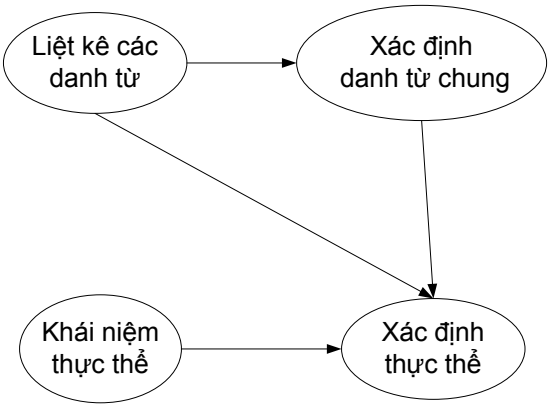
Bước 1: Xây dựng mạng Bayes

Về mô hình, chúng tôi xây dựng mạng Bayes đầy đủ, có nghĩa là cấu trúc của mạng được xác định trước, ứng với mỗi biến trong mạng có bảng phân phối xác suất có điều kiện trong trường hợp cho trước cha của nó. Như đã giới thiệu trong nghiên cứu về mô hình nội dung học (Mục 2.1), và mô hình người học (Mục 2.2), cơ sở để hình thành mạng Bayes là tập các khái niệm, các nhiệm vụ và các mối quan hệ giữa chúng.

Trong xây dựng mô hình mạng Bayes, chúng tôi đồng nhất mối quan hệ nhiệm vụ thành phần với nhiệm vụ tiên quyết, bởi lý do trong cơ chế thích nghi của chúng tôi, các nhiệm vụ thành phần $T_i^1, T_i^2, \ldots, T_i^m$ chỉ được xem xét khi người học không hoàn thành nhiệm vụ T_i. Trong trường hợp, người học chưa hoàn thành nhiệm vụ T_i, các nhiệm vụ thành phần $T_i^1, T_i^2, \ldots, T_i^m$ là các nhiệm vụ tiên quyết của nhiệm vụ T_i, các nhiệm vụ T_i^j (j=$\overline{1..m}$) được xem xét để chỉ dẫn cho người học cần phải hoàn thành để có thể hoàn thành được nhiệm vụ T_i. Nếu người học hoàn thành được một số các nhiệm vụ thành phần trong tập các nhiệm vụ $T_i^1, T_i^2, \ldots, T_i^m$, thì xác suất để hoàn thành nhiệm vụ T_i là cao hơn trong trường hợp người học không hoàn thành các nhiệm vụ thành phần của nhiệm vụ T_i. Vì vậy trong biểu diễn mô hình mạng Bayes, tất cả các quan hệ giữa các nhiệm vụ với nhau xem là mối quan hệ tiên quyết.

Tập các biến trong mạng là tập các khái niệm, nhiệm vụ, các cung biểu diễn mối quan

hệ giữa các khái niệm, các nhiệm vụ, khái niệm và nhiệm vụ như ví dụ minh họa trong Hình 3.1. Khái niệm và nhiệm vụ trong mô hình nội dung học là các đối tượng khác nhau. Trong xây dựng mạng mô hình mạng Bayes, khái niệm và nhiệm vụ là tập các biến của mạng, vì vậy chúng tôi sử dụng ký hiệu elíp để biểu diễn các biến trong mạng. Việc mô hình hóa này phục vụ quá trình định lượng kiến thức của người học đối với từng khái niệm, nhiệm vụ. Việc xác định, phân biệt giữa khái niệm, nhiệm vụ thông qua mô hình nội dung học.



Hình 3.1: Một phần mô hình mạng Bayes cho khóa học "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ"

Sau khi có mô hình mạng, chúng tôi tiến hành xây dựng các bảng phân phối xác suất có điều kiện (Conditional Probability Table - CPT) ứng với các biến trong mô hình. Phương pháp noisy-OR [67] được sử dụng để xây dựng bảng phân phối xác suất. Cơ sở lựa chọn phương pháp này là độ phức tạp cho việc xây dựng bảng phân phối xác suất có điều kiện cho biến có k biến cha là $O(k)$ thay vì $O(2^k)$. Mô hình noisy-OR xác định xác suất biến hỏi mang giá trị *Sai* bằng tích các tham số nhiễu của tất cả các biến bằng chứng mang giá trị *Đúng*. Ví dụ dưới đây minh họa tính toán phân phối xác suất có điều kiện cho biến trong mạng theo phương pháp này.

Bảng 3.1: CPT cho nút Xác định thực thể

CE	DN	DCN	DE	
			Finished	Not_finished
Not_finished	Not_finished	Not_finished	0.0	1.0
Finished	Not_finished	Not_finished	0.3	0.7
Not_finished	Finished	Not_finished	0.6	0.4
Not_finished	Not_finished	Finished	0.7	0.3
Finished	Finished	Not_finished	0.72	0.7*0.4=0.28
Finished	Not_finished	Finished	0.79	0.7*0.3=0.21
Not_finished	Finished	Finished	0.88	0.4*0.3=0.12
Finished	Finished	Finished	0.916	0.7*0.4*0.3=0.084

Ví dụ: Trong khóa học "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ", xét mô hình mạng được biểu

diễn trong Hình 3.1. Giả sử chúng ta định lượng được giá trị xác suất hoàn thành nhiệm vụ *Xác định thực thể (Kí hiệu DE)* phụ thuộc độc lập với từng khái niệm, nhiệm vụ *Khái niệm thực thể(CE), Liệt kê các danh từ(DN), Xác định danh từ chung(DCN)* tương ứng là $p(DE|CE) = 0.3, p(DE|DN) = 0.6, p(DE|DCN) = 0.7$, khi đó các tham số Noisy tương ứng là: $0.7, 0.4, 0.3$. Khi đó phân phối xác suất có điều kiện cho biến *Xác định thực thể(DE)* được xác định trong Bảng 3.1.

Bước 2: Lập luận trong mạng Bayes để định lượng mức độ hiểu biết khái niệm, hoàn thành nhiệm vụ của người học

Mục tiêu của bước này là định lượng mức độ hiểu biết của người học đối với từng khái niệm, nhiệm vụ trong từng giai đoạn người học tham gia khóa học, là cơ sở để thích nghi lựa chọn nội dung phù hợp với từng người học. Chúng tôi sử dụng hai cơ chế lập luận để định lượng mức độ hiểu biết của người học.

- *Lập luận chẩn đoán*: Đi từ kết quả đến nguyên nhân, các biến bằng chứng là các hậu thế của các biến hỏi, được ký hiệu $Q \rightarrow E$, trong đó E là các biến bằng chứng, Q là các biến hỏi. Cơ chế này được dùng trong trường hợp người học không hoàn thành một nhiệm vụ T nào đó, cần xác định giá trị xác suất người học hiểu được các khái niệm tiên quyết, các nhiệm vụ thành phần, nhiệm vụ tiên quyết của nhiệm vụ T. Ví dụ: Trong khóa học minh họa "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ", nếu xác suất người học U_i hoàn thành nhiệm vụ *Định nghĩa các bảng* là 0.4, khi đó cần xác định các giá trị xác suất định lượng mức độ hiểu biết khái niệm *Bảng*, nhiệm vụ *Chuyển đổi thuộc tính thành trường*.

- *Lập luận tiên đoán*: Đi từ nguyên nhân đến kết quả, các biến bằng chứng là tiền thân của biến hỏi, được ký hiệu $E \rightarrow Q$, trong đó E là các biến bằng chứng, Q là các biến hỏi. Cơ chế này được dùng trong trường hợp để xác định giá trị xác suất định lượng mức độ hoàn thành nhiệm vụ khi biết giá trị xác suất định lượng mức độ hoàn thành các khái niệm tiên quyết, nhiệm vụ thành phần. Ví dụ: Trong khóa học minh họa "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ", nếu xác suất người học U_i hiểu được khái niệm *Bảng* là 0.8, hoàn thành nhiệm vụ *Chuyển đổi thuộc tính thành trường* là 0.7, cần xác định giá trị xác suất định lượng mức độ hoàn thành của nhiệm vụ *Định nghĩa các bảng*.

Để thực hiện lập luận trong mạng Bayes, các biến bằng chứng cần được quan sát. Trong mô hình của mình, việc thu thập các biến bằng chứng được tiến hành thông qua các giai đoạn:

- Trước khi tham gia khóa học: Người học được đánh giá số bộ kiến thức về nội dung khóa học thông qua các bài kiểm tra trắc nghiệm. Thông qua bài kiểm tra, định

lượng mức độ hiểu biết của người học đối với một số khái niệm trong mô hình là cơ sở lập luận tiên đoán nêu trên. *Ví dụ*: Trong khóa học "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ", bài kiểm tra có 5 câu hỏi để kiểm tra hiểu biết của người học về khái niệm *Thực thể*. Nếu người học trả lời đúng 3 trong số 5 câu hỏi. Xác suất để người học hiểu khái niệm thực thể là $3/5 = 0.6$.

- Trong khi tham gia khóa học: Thông quả kết quả của thực hiện các nhiệm vụ xác định biến bằng chứng là cơ sở cho trường hợp lập luận chuẩn đoán nêu trên. *Ví dụ*: Trong khóa học "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ", số lượng các *Thực thể* cần xác định từ bản đặc tả yêu cầu là 10. Nếu người học xác định được đúng 3 thực thể. Xác suất để người học hoàn thành nhiệm vụ *Xác định thực thể* là 3/10= 0.3.

Định lượng trình độ kiến thức đối với từng khái niệm được thực hiện từng giai đoạn khi có kết quả thực hiện nhiệm vụ của người học thông qua việc áp dụng các công thức (2.4),(2.5).

Quá trình định lượng mức độ hiểu biết kiến thức của người học được thực hiện theo từng giai đoạn trong suốt quá trình người học tham gia khóa học. Chúng tôi cập nhật các giá trị xác suất của các biến trong mạng sau khi người học có sự tương tác với hệ thống: trả lời câu hỏi kiểm tra, thực hiện các nhiệm vụ. Chúng tôi sử dụng cơ chế này bởi các lý do sau đây:

- Trình độ kiến thức của người học thay đổi trong quá trình học. Tại mỗi giai đoạn người học chỉ có thể tìm hiểu được một phần nội dung khóa học.

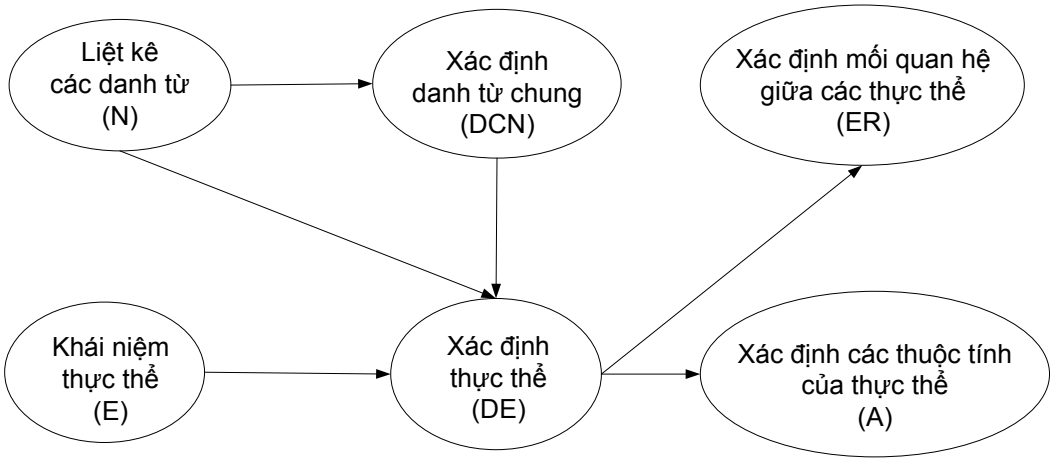
- Không phải cập nhật toàn bộ các biến trong mạng, bởi một phần nội dung khóa học không bao gồm toàn bộ các khái niệm, nhiệm vụ của mô hình. Điều này làm nâng cao hiệu quả tính toán cập nhật mạng.

- Định lượng mức độ hiểu biết của người học sau khi người học thực hiện các nhiệm vụ nhằm mục tiêu lựa chọn các nhiệm vụ, khái niệm để gợi ý người học.

Với mỗi giai đoạn, việc lập luận và cập nhật chỉ xảy ra tại một số biến thay vì tất cả các biến trong mạng. Tổng quát, tại thời điểm t, người học đang thực hiện nhiệm vụ T_i, căn cứ kết quả thực hiện nhiệm vụ xác định được e_i, ta tính được $p(T_i)$. Chỉ thực hiện cập nhật các giá trị $p(T_1|T_i), \ldots, p(T_k|T_i)$ trong đó $T_1, \ldots, T_k$ là các biến cha của T_i.

Ví dụ: Hình 3.2 minh họa một phần mô hình mạng biểu diễn khóa học "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ". Tại thời điểm t, kết quả thực hiện nhiệm vụ *Xác định thực thể* của người học U_i với giá trị xác suất $p(DE)$. Khi đó, chỉ tiến hành tính toán các giá trị xác suất $p(E|DE)$, $p(N|DE)$, $p(DCN|DE)$, không tính các giá trị $p(A|DE)$, $p(ER|DE)$.

Chúng tôi cập nhật mạng Bayes qua từng giai đoạn nhằm nâng cao hiệu quả tính toán.



Hình 3.2: Một phần mô hình mạng Bayes cho khóa học "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ"

Thật vậy, Bảng 3.2 so sánh độ phức tạp tính toán trong trường hợp cập nhật toàn bộ mạng và một phần của mạng có n biến, mỗi biến bị ảnh hưởng bởi tối đa k biến.

Bảng 3.2: Độ phức tạp tính toán

Tiêu chí	Toàn bộ mạng	Một phần mạng
Thời gian thực hiện	$O(2^n)$	$O(k)$
Thời gian tính toán CPT	$O(nk)$	$O(k)$
Thời gian cập nhật	$O(n)$	$O(1)$

3.1.2 Lựa chọn các khái niệm, nhiệm vụ phù hợp với người học dựa trên luật

Bước này, chúng tôi tiến hành lựa chọn các khái niệm, nhiệm vụ chỉ dẫn cho người học cần phải thực hiện cũng như chỉ ra các khái niệm, nhiệm vụ có thể bỏ qua. Người học được phép bỏ qua không phải tìm hiểu khái niệm, hay thực hiện nhiệm vụ nếu người học đã hiểu khái niệm hay hoàn thành nhiệm vụ đó. Cơ sở để xác định người học đã hiểu khái niệm, hoàn thành nhiệm vụ là các giá trị xác suất định lượng mức độ hiểu biết của người học đã được xác định trong bước trên.

Vấn đề đặt ra là với giá trị xác suất là bao nhiêu thì người học được xem là đã hiểu khái niệm và hoàn thành nhiệm vụ. Trong mô hình người học của Millan [70], Wei [2] xem người học hiểu được khái niệm khi giá trị xác suất từ *0.7* đến *1*, không hiểu khái niệm khi giá trị xác suất từ *0* đến *0.3*, và không xác định được khi giá trị trong khoảng *0.3* đến *0.7*. Theo phân tích của chúng tôi, việc lựa chọn ngưỡng trong các mô hình này chưa tốt bởi với việc xác định các giá trị ngưỡng như vậy, các khái niệm được xem là tương đương nhau. Tuy nhiên, các khái niệm trong nội dung khóa học có độ khó khác nhau. Do đó, đánh giá các mức độ hiểu biết của người học cần phải xét đến mức độ khó

của các khái niệm. Trong mô hình của mình, chúng tôi xác định các giá trị này căn cứ vào độ khó của khái niệm và nhiệm vụ. Cụ thể như trình bày trong bảng 3.3.

Bảng 3.3: Giá trị ngưỡng xác định người học hiểu khái niệm/hoàn thành nhiệm vụ

Độ khó của Khái niệm/Nhiệm vụ	*p(C)* hoặc *p(T)*
Rất dễ	[0.90..1]
Dễ	[0.85..1]
Trung bình	[0.75..1]
Khó	[0.70..1]
Rất khó	[0.65..1]

Ví dụ: Trong khóa học "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ", giả sử thông qua giai đoạn định lượng trình độ kiến thức, chúng ta xác định được giá trị xác suất định lượng mức độ hiểu biết các khái niệm *Thực thể*, *Phụ thuộc hàm* của người học U_i tương ứng là: *0.7, 0.75*. Vì khái niệm *Thực thể* có độ khó là *Dễ*, khái niệm *Phụ thụ hàm* có độ khó là *Khó*, nên với các giá trị như vậy, người học được xem là hiểu khái niệm *Thực thể*, nhưng không hiểu khái niệm *Phụ thuộc hàm*.

Quá trình lựa chọn các khái niệm, nhiệm vụ được xác định dựa trên luật, trong mô hình chúng tôi biểu diễn tập luật [72] thích nghi thông qua lô-gíc vị từ [73]. Để biểu diễn các luật thích nghi thông qua lô-gíc vị từ, chúng tôi thực hiện định nghĩa tập các vị từ mô hình hóa nội dung khóa học, mô hình người học và xây dựng các luật thích nghi dựa trên tập các vị từ.

3.1.2.1 Tập vị từ

Với tập các khái niệm $C = \{c_1, c_2, \ldots, c_n\}$, tập các nhiệm vụ $T = \{t_1, t_2, \ldots, t_n\}$, chúng tôi định nghĩa các vị từ biểu diễn mô hình nội dung học, mô hình người học: độ khó của khái niệm, nhiệm vụ; mối quan hệ giữa các khái niệm, nhiệm vụ; giá trị xác suất biểu diễn mức độ hiểu biết khái niệm, mức độ hoàn thành nhiệm vụ của người học; khái niệm, nhiệm vụ người học cần phải tìm hiểu, thực hiện. Cụ thể:

- *difficulty*$(c_i, level)$: Độ khó của khái niệm c_i ở mức độ *level* (Như đã trình bày trong mục Mô hình nội dung học (Mục 2.1), độ khó của khái niệm gồm 05 cấp độ, *level* mang một trong các giá trị sau: 1: Rất dễ, 2: Dễ, 3: Trung bình, 4: Khó, 5: Rất khó)

  Ví dụ: Trong khóa học "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ" *difficulty*(*Thực thể*, *2*) biểu diễn khái niệm *Thực thể* là khái niệm *Dễ*.

- *difficulty*$(t_i, level)$: Độ khó của nhiệm vụ t_i ở mức độ *level*

Ví dụ: *difficulty*(*Xác định Thực thể*, *3*) biểu diễn nhiệm vụ *Xác định Thực thể* có độ khó ở mức *Trung bình*.

- $preq(c_j, c_i)$: Khái niệm c_j là khái niệm tiên quyết của khái niệm c_i

  Ví dụ: *preq(Thực thể, Quan hệ)* biểu diễn khái niệm *Thực thể* là khái niệm tiên quyết của khái niệm *Quan hệ*

- $preq(c_j, t_i)$: Khái niệm c_j là khái niệm tiên quyết của nhiệm vụ t_i

  Ví dụ: *preq(Thực thể, Xác định thực thể)* biểu diễn khái niệm *Thực thể* là khái niệm tiên quyết của nhiệm vụ *Xác định thực thể*

- $preq(t_j, t_i)$: Nhiệm vụ t_j là nhiệm vụ tiên quyết của nhiệm vụ t_i

  Ví dụ: *preq(Xác định Thực thể, Xác định thuộc tính của Thực thể)* biểu diễn nhiệm vụ *Xác định Thực thể* là nhiệm vụ tiên quyết của nhiệm vụ *Xác định thuộc tính của Thực thể*

- $sub(t_j, t_i)$: Nhiệm vụ t_j là nhiệm vụ thành phần của nhiệm vụ t_i

  Ví dụ: *sub(Liệt kê các danh từ, Xác định Thực thể)* biểu diễn nhiệm vụ *Liệt kê các danh từ* là nhiệm vụ thành phần của nhiệm vụ *Xác định thực thể*

- $acquired(c_j, u_i, value)$: Người học u_i có giá trị xác suất định lượng hiểu khái niệm c_j lớn hơn hoặc bằng *value*

  Ví dụ: $acquired(Thực\ thể, u_i, 0.75)$ biểu diễn giá trị xác suất định lượng mức độ hiểu biết khái niệm *Thực thể* của người học u_i là *0.75*

- $finished(t_j, u_i, value)$: Người học u_i có giá trị xác suất định lượng hoàn thành nhiệm vụ t_j lớn hơn hoặc bằng *value*

  Ví dụ: $finished(Xác\ định\ Thực\ thể, u_i, 0.75)$ biểu diễn giá trị xác suất định lượng mức độ hoàn thành nhiệm vụ *Xác định Thực thể* của người học u_i là *0.75*

- $not_acquired(c_j, u_i)$: Người học u_i chưa hiểu khái niệm c_j

  Ví dụ: $not_acquired(Thực\ thể, u_i)$ biểu diễn người học u_i chưa hiểu khái niệm *Thực thể*

- $not_finished(t_j, u_i)$: Người học u_i chưa hoàn thành nhiệm vụ t_j

Ví dụ: $not_finished(Xác\ định\ Thực\ thể, u_i)$ biểu diễn người học u_i chưa hoàn thành nhiệm vụ *Xác định thực thể*

- $obs(c_j, u_i, req)$: Người học u_i cần phải tìm hiểu khái niệm c_j

  Ví dụ: $obs(Phụ\ thuộc\ hàm, u_i, req)$ biểu diễn người học u_i cần phải tìm hiểu khái niệm *Phụ thuộc hàm*

- $obs(t_j, u_i, req)$: Người học u_i cần phải thực hiện nhiệm vụ t_j

  Ví dụ: $obs(Xác\ định\ ràng\ buộc, u_i, req)$ biểu diễn người học u_i cần phải thực hiện nhiệm vụ *Xác định ràng buộc*

- $obs(c_j, u_i, omit)$: Người học u_i có thể bỏ qua khái niệm c_j

  Ví dụ: $obs(Phụ\ thuộc\ hàm, u_i, omit)$ biểu diễn người học u_i có thể bỏ qua không cần tìm hiểu khái niệm *Phụ thuộc hàm*

- $obs(t_j, u_i, omit)$: Người học u_i có thể bỏ qua nhiệm vụ t_j

  Ví dụ: $obs(Xác\ định\ ràng\ buộc, u_i), omit$ biểu diễn người học u_i có thể bỏ qua không cần thực hiện nhiệm vụ *Xác định ràng buộc*

3.1.2.2 Luật thích nghi

Cơ sở để lựa chọn các khái niệm, nhiệm vụ phù hợp với người học là giá trị xác suất định lượng mức độ hiểu biết khái niệm, mức độ hoàn thành nhiệm vụ và độ khó của các khái niệm, nhiệm vụ. Đối với từng người học, việc xác định cần phải tìm hiểu khái niệm c_i, thực hiện nhiệm vụ t_i căn cứ vào tập luật if-then dưới đây:

- Người học không phải tìm hiểu khái niệm nếu giá trị xác suất định lượng xác định người học đã hiểu khái niệm đó.

$$\begin{aligned}
&\exists c_j \forall u_i (acquired(c_j, u_i, 0.95) \wedge difficulty(c_j, 1) \Longrightarrow obs(c_j, u_i, omit)) \\
&\exists c_j \forall u_i (acquired(c_j, u_i, 0.85) \wedge difficulty(c_j, 2) \Longrightarrow obs(c_j, u_i, omit)) \\
&\exists c_j \forall u_i (acquired(c_j, u_i, 0.75) \wedge difficulty(c_j, 3) \Longrightarrow obs(c_j, u_i, omit)) \\
&\exists c_j \forall u_i (acquired(c_j, u_i, 0.70) \wedge difficulty(c_j, 4) \Longrightarrow obs(c_j, u_i, omit)) \\
&\exists c_j \forall u_i (acquired(c_j, u_i, 0.65) \wedge difficulty(c_j, 5) \Longrightarrow obs(c_j, u_i, omit))
\end{aligned} \tag{3.1}$$

- Người học không phải thực hiện nhiệm vụ nếu giá trị xác suất định lượng xác định

người học đã hoàn thành nhiệm vụ đó.

$$\begin{aligned}
&\exists t_j \forall u_i (finished(t_j, u_i, 0.95) \wedge difficulty(t_j, 1) \Longrightarrow obs(t_j, u_i, omit)) \\
&\exists t_j \forall u_i (finished(t_j, u_i, 0.85) \wedge difficulty(t_j, 2) \Longrightarrow obs(t_j, u_i, omit)) \\
&\exists t_j \forall u_i (finished(t_j, u_i, 0.75) \wedge difficulty(t_j, 3) \Longrightarrow obs(t_j, u_i, omit)) \\
&\exists t_j \forall u_i (finished(t_j, u_i, 0.70) \wedge difficulty(t_j, 4) \Longrightarrow obs(t_j, u_i, omit)) \\
&\exists t_j \forall u_i (finished(t_j, u_i, 0.65) \wedge difficulty(t_j, 5) \Longrightarrow obs(t_j, u_i, omit))
\end{aligned} \tag{3.2}$$

- Người học được đề nghị tìm hiểu khái niệm nếu giá trị xác suất định lượng xác định người học chưa hiểu khái niệm đó.

$$\begin{aligned}
&\exists c_j \forall u_i (\neg acquired(c_j, u_i, 0.95) \wedge difficulty(c_j, 1) \Longrightarrow obs(c_j, u_i, req)) \\
&\exists c_j \forall u_i (\neg acquired(c_j, u_i, 0.85) \wedge difficulty(c_j, 2) \Longrightarrow obs(c_j, u_i, req)) \\
&\exists c_j \forall u_i (\neg acquired(c_j, u_i, 0.75) \wedge difficulty(c_j, 3) \Longrightarrow obs(c_j, u_i, req)) \\
&\exists c_j \forall u_i (\neg acquired(c_j, u_i, 0.70) \wedge difficulty(c_j, 4) \Longrightarrow obs(c_j, u_i, req)) \\
&\exists c_j \forall u_i (\neg acquired(c_j, u_i, 0.65) \wedge \text{difficulty}(c_j, 5) \Longrightarrow obs(c_j, u_i, req))
\end{aligned} \tag{3.3}$$

- Người học được đề nghị thực hiện nhiệm vụ nếu giá trị xác suất định lượng xác định người học chưa hoàn thành nhiệm vụ đó.

$$\begin{aligned}
&\exists t_j \forall u_i (\neg finished(t_j, u_i, 0.95) \wedge difficulty(t_j, 1) \Longrightarrow obs(t_j, u_i, req)) \\
&\exists t_j \forall u_i (\neg finished(t_j, u_i, 0.85) \wedge difficulty(t_j, 2) \Longrightarrow obs(c_j, u_i, req)) \\
&\exists t_j \forall u_i (\neg finished(t_j, u_i, 0.75) \wedge difficulty(t_j, 3) \Longrightarrow obs(t_j, u_i, req)) \\
&\exists t_j \forall u_i (\neg finished(t_j, u_i, 0.70) \wedge difficulty(t_j, 4) \Longrightarrow obs(t_j, u_i, req)) \\
&\exists t_j \forall u_i (\neg finished(t_j, u_i, 0.65) \wedge difficulty(t_j, 5) \Longrightarrow obs(t_j, u_i, req))
\end{aligned} \tag{3.4}$$

- Nếu người học đã hiểu khái niệm C, người học được phép không phải tìm hiểu các khái niệm tiên quyết của khái niệm C.

$$\exists c_j \forall c_k (k \neq j) \forall u_i (obs(c_j, u_i, omit) \wedge preq(c_k, c_j) \Longrightarrow (obs(c_k, u_i, omit)) \tag{3.5}$$

- Nếu người học đã hoàn thành nhiệm vụ T, người học được phép không phải thực hiện các nhiệm vụ tiên quyết của nhiệm vụ T.

$$\exists t_j \forall t_k (k \neq j) \forall u_i (obs(t_j, u_i, omit) \wedge preq(t_k, t_j) \Longrightarrow (obs(t_k, u_i, omit)) \tag{3.6}$$

- Nếu người học đã hoàn thành nhiệm vụ T, người học được phép không phải thực hiện các nhiệm vụ thành phần của nhiệm vụ T.

$$\exists t_j \forall t_k (k \neq j) \forall u_i (obs(t_j, u_i, omit) \wedge sub(t_k, t_j) \Longrightarrow (obs(t_k, u_i, omit)) \tag{3.7}$$

- Nếu người học đã hoàn thành nhiệm vụ T, người học được phép không phải tìm hiểu các khái niệm tiên quyết của nhiệm vụ T.

$$\exists t_j \forall c_k \forall u_i (obs(t_j, u_i, omit) \wedge preq(c_k, t_j) \Longrightarrow (obs(c_k, u_i, omit)) \quad (3.8)$$

- Nếu người học chưa hiểu khái niệm C, người học được đề nghị tìm hiểu các khái niệm tiên quyết của khái niệm C.

$$\exists c_j \forall c_k (k \neq j) \forall u_i (not_acquired(c_j, u_i) \wedge preq(c_k, c_j) \Longrightarrow (obs(c_k, u_i, req)) \quad (3.9)$$

- Nếu người học chưa hoàn thành nhiệm vụ T, người học được đề nghị thực hiện các nhiệm vụ tiên quyết của nhiệm vụ T.

$$\exists t_j \forall t_k (k \neq j) \forall u_i (not_finished(t_j, u_i) \wedge preq(t_k, t_j) \Longrightarrow (obs(t_k, u_i, req)) \quad (3.10)$$

- Nếu người học chưa hoàn thành nhiệm vụ T, người học được đề nghị thực hiện các nhiệm vụ thành phần của nhiệm vụ T.

$$\exists t_j \forall t_k (k \neq j) \forall u_i (not_finished(t_j, u_i) \wedge sub(t_k, t_j) \Longrightarrow (obs(t_k, u_i, req)) \quad (3.11)$$

- Nếu người học chưa hoàn thành nhiệm vụ T, người học được đề nghị tìm hiểu các khái niệm tiên quyết của nhiệm vụ T.

$$\exists t_j \forall c_k \forall u_i (not_finished(t_j, u_i) \wedge preq(c_k, t_j) \Longrightarrow (obs(c_k, u_i, req)) \quad (3.12)$$

Ví dụ dưới đây minh họa việc sử dụng các luật để lựa chọn các khái niệm, nhiệm vụ người học cần phải tìm hiểu, thực hiện trong khóa học "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ" với một phần mô hình nội dung được minh họa trong hình 3.2. Giả sử, với người học u_i, thông qua kết quả bài kiểm tra ban đầu xác định *p(Thực thể = acquired)=0.9*, Tại thời điểm t, kết quả thực hiện nhiệm vụ *Xác định thực thể* *p(Xác định thực thể=finished)=0.45*. Điều đó có nghĩa người học chưa hoàn thành nhiệm vụ *Xác định thực thể*. Vấn đề đặt ra là cần lựa chọn những nhiệm vụ, khái niệm nào để chỉ dẫn người học hoàn thành nhiệm vụ. Khi đó người học sẽ được đề nghị thực hiện hai nhiệm vụ *Liệt kê danh từ*, *Xác định danh từ chung*. Thật vậy, ta có:

1 Căn cứ luật (3.4):
$\neg finished$(Xác định thực thể, u_i, 0.75) $\wedge$ *difficulty*(Xác định thực thể, 3)
$\Longrightarrow$ *obs*(Xác định thực thể, u_i, req))

2 Căn cứ luật (3.10),(3.11) và (3.12):
$\Longrightarrow$ *obs*(Liệt kê danh từ, u_i, req)) $\wedge$ *obs*(Xác định danh từ chung, u_i, req))
$\wedge$ *obs*(Thực thể, u_i, req))

3 Căn cứ luật (3.1):
$\Longrightarrow obs(\text{Liệt kê danh từ}, u_i, req)) \wedge obs(\text{Xác định danh từ chung}, u_i, req))$

Thông qua việc áp dụng kết hợp các luật nêu trên, mô hình luôn chỉ ra được các khái niệm, nhiệm vụ mà người học cần phải thực hiện trong từng giai đoạn tham gia khóa học, là cơ sở để đưa ra các chỉ dẫn, gợi ý cho người học làm thế nào để hoàn thành nhiệm vụ.

3.2 Thích nghi theo mục tiêu, nhu cầu

Căn cứ vào mục tiêu, nhu cầu của từng người học, hệ thống lựa chọn tiến trình phù hợp. Tiến trình học được cấu thành bởi các khái niệm, nhiệm vụ và các quan hệ ràng buộc giữa chúng trong mô hình nội dung khóa học. Chúng tôi mô hình hóa bài toán lựa chọn nội dung và tiến trình học dưới bài toán lựa chọn đường đi trong đồ thị kiến thức thỏa mãn điều kiện ràng buộc. Cơ sở để chúng tôi sử dụng mô hình bài toán tìm đường đi căn cứ vào các lý do:

- Mô hình nội dung khóa học được biểu diễn dưới dạng đồ thị, tập các đỉnh là các khái niệm, nhiệm vụ, cung của đồ thị nối các đỉnh biểu diễn sự phụ thuộc lẫn nhau giữa các khái niệm, nhiệm vụ. Quá trình tìm hiểu nội dung khóa học của người học thực chất là quá trình duyệt qua các khái niệm và nhiệm vụ trong đồ thị này.

- Các khái niệm, nhiệm vụ trong mô hình nội dung luôn có các quan hệ phụ thuộc lẫn nhau. Nói cách khác, với cách biểu diễn nội dung khóa học của chúng tôi, không tồn tại các khái niệm và nhiệm vụ đứng cô lập, không có quan hệ với các khái niệm và nhiệm vụ khác. Do đó, đồ thị kiến thức biểu diễn nội dung khóa học là đồ thị liên thông, luôn tồn tại đường đi được hình thành từ các khái niệm và nhiệm vụ trong đồ thị.

Ứng với mỗi nhu cầu và mục tiêu, hình thành các đường đi trong đồ thị kiến thức. Cách tiếp cận tìm tiến trình học trong đồ thị kiến thức phù hợp với mục tiêu, nhu cầu của người học được sử dụng trong các nghiên cứu [46, 59, 71], tuy nhiên trong các nghiên cứu này, kết quả mới chỉ dừng lại ở việc tìm tiến trình phù hợp với từng mục tiêu. Mục tiêu của chúng tôi là lựa chọn đường đi đáp ứng nhiều nhu cầu, mục tiêu của người học. Trong mô hình của mình, chúng tôi đáp ứng các nhu cầu của người học: Kỹ năng, Thời gian hoàn thành, Trình độ như đã trình bày trong phần mô hình người học (Mục 2.2.4). Để làm được điều này, ứng với mỗi tiêu chí trong nhu cầu và mục tiêu của người học chúng tôi lựa chọn tiến trình học phù hợp nhất. Các tiến trình học này là cơ sở để lựa chọn tiến trình học đáp ứng các tiêu chí và nhu cầu của người học. Để hoàn thành mục tiêu, trong mô hình của mình chúng tôi đưa ra và giải quyết hai vấn đề sau:

- Xây dựng tiến trình học ứng viên đáp ứng từng mục tiêu, nhu cầu của người học

- Trên cơ sở tập các tiến trình học ứng viên cho từng mục tiêu nhu cầu, lựa chọn tiến trình học phù hợp nhất đáp ứng các mục tiêu và nhu cầu.

3.2.1 Tiến trình học

Trước khi trình bày cụ thể hai vấn đề nêu trên, chúng tôi đưa ra các khái niệm: đồ thị kiến thức, tiến trình học là cơ sở cho các nghiên cứu tiếp theo trong các định nghĩa 8 và định nghĩa 9 tương ứng.

Định nghĩa 8: Đồ thị kiến thức là đồ thị có hướng G=(V,E) có trọng số với $V = \{v_0, v_1, \ldots, v_n\}$ *là tập các đỉnh,* v_i *thể hiện các khái niệm, nhiệm vụ.* $E = \{e_0, e_1, \ldots, e_n\}$ *là tập các cung,* e_i *thể hiện mối quan hệ giữa các khái niệm, nhiệm vụ. Các cung* e_i *được đánh trọng số* w_i *thể hiện khả năng truy xuất đến đơn vị kiến thức kế tiếp.*

Về bản chất, đồ thị kiến thức chúng tôi định nghĩa trong định nghĩa 8 là biểu diễn mô hình nội dung khóa học có xác định tập các trọng số cho biết sự phụ thuộc giữa các khái niệm, nhiệm vụ theo nhiều tiêu chí khác nhau.

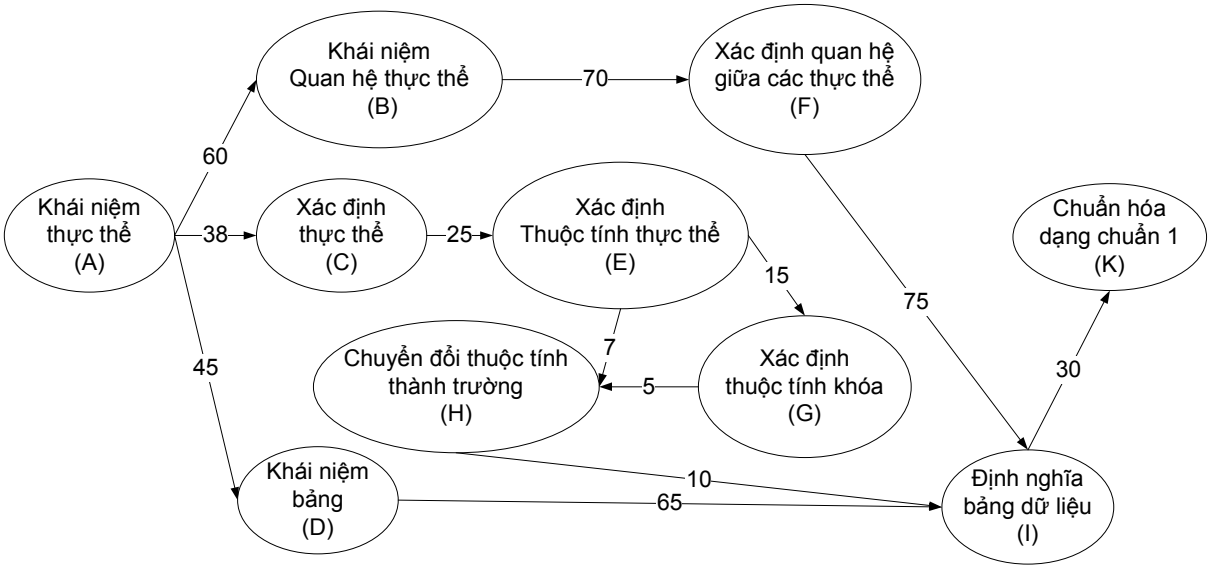
Định nghĩa 9: Tiến trình học là tập các đỉnh $V = \{v_s, v_i, \ldots, v_j, v_e\}$ *thuộc đồ thị kiến thức G = (V,E), biểu diễn những khái niệm, nhiệm vụ mà người học cần tìm hiểu để hoàn thành mục tiêu học tập.*

Ví dụ: Hình 3.3 minh họa một phần đồ thị kiến thức của khóa học "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ". Trong ví dụ này tham số giữa các cung biểu diễn độ khó giữa các khái niệm, nhiệm vụ đó. Với người học đã hiểu khái niệm *Thực thể*, độ khó để hiểu khái niệm *Bảng* là *45*, độ khó để hiểu khái niệm *Quan hệ thực thể* là *60*, độ khó để hiểu khái niệm *Xác định thực thể* là *38*.

Các tiến trình học gồm các khái niệm, nhiệm vụ đáp ứng được mục tiêu hoàn thành nhiệm vụ *Chuẩn hóa dạng chuẩn 1* được liệt kê dưới đây (các chữ cái A,B,...,K được dùng mô tả các đỉnh):

- Tiến trình: $A \rightarrow B \rightarrow F \rightarrow I \rightarrow K$
- Tiến trình: $A \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow H \rightarrow I \rightarrow K$
- Tiến trình: $A \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow G \rightarrow H \rightarrow I \rightarrow K$
- Tiến trình: $A \rightarrow D \rightarrow I \rightarrow K$

Với mỗi mục tiêu nhu cầu t của người học, các cung của đồ thị kiến thức được gán trọng số $W^t = \{w_0^t, w_1 t \ldots, w_m^t\}$ [63]. Làm thế nào để xác định giá trị các trọng số cho



Hình 3.3: Một phần đồ thị kiến thức của khóa học "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ"

biết sự phụ thuộc giữa các khái niệm, nhiệm vụ. Trong các nghiên cứu xác định trọng số biểu diễn sự phụ thuộc giữa các đỉnh trong đồ thị kiến thức [46, 59] đều xác định giá trị của các trọng số chủ yếu dựa vào hai giai đoạn. Ban đầu dựa trên kinh nghiệm của giáo viên, hay người đóng vai trò thiết kế khóa học. Giai đoạn hai, các các giá trị được cập nhật trong quá trình hoạt động của hệ thống thông qua phân tích và thống kê các kết quả thực tế của người học khi tham gia khóa học. Chúng tôi cũng tiếp cận ý tưởng này để xác định giá trị trọng số biểu diễn sự phụ thuộc giữa các khái niệm, nhiệm vụ.

Cơ sở để chúng tôi sử dụng xác định giá trị trọng số biểu diễn sự phụ thuộc giữa các khái niệm, nhiệm vụ là: *Giá trị xác suất biểu diễn khả năng hiểu được một khái niệm của người học, khi đã tìm hiểu được khái niệm tiên quyết.* Tổng quát, khái niệm c_i là khái niệm tiên quyết của khái niệm c_j, khi đó trong đồ thị kiến thức tồn tại đường đi từ c_i đến c_j. Giá trị xác suất $p(c_j|c_i)$ cho biết xác suất người học hiểu khái niệm c_j nếu đã hiểu khái niệm c_i. Căn cứ vào giá trị này, chúng tôi xác định giá trị các trọng số biểu diễn sự phuộc giữa các khái niệm như sau:

Tham số độ khó: Giá trị trọng số của cung nối khái niệm c_i và khái niệm c_j (kí hiệu w_{ij}^d) được hiểu là độ khó để hiểu khái niệm c_j khi biết khái niệm c_i xác định theo công thức:

$$w_{ij}^d = (1 - p(c_j|c_i)) * 100 \tag{3.13}$$

Trong công thức (3.13), xác suất người học hiểu khái niệm c_j khi đã hiểu khái niệm c_i là $p(c_j|c_i)$, suy ra giá trị xác suất người học hiểu khái niệm c_i mà không hiểu khái niệm c_j là *1 - $p(c_j|c_i)$*. giá trị này được chúng tôi xác định là độ khó giữa khái niệm. Giá trị được nhân với 100 để làm tròn trong biểu diễn trọng số.

Ví dụ: Xét khóa học "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ", giả sử giá trị xác suất *p(Khái niệm bảng | Khái niệm thực thể) = 0.55*. Khi đó trọng số biểu diễn mối quan hệ giữa khái niệm *Thực thể* và khái niệm *Bảng* được xác định bằng: *100*(1- 0.55) = 45*. Giá trị này mang ý nghĩa độ khó để hiểu khái niệm *Bảng* khi hiểu khái niệm *Thực thể* là *45*.

Ví dụ: Bảng 3.4 minh họa việc xác định giá trị trọng số biểu diễn tham số độ khó của một phần đồ thị kiến thức của khóa học "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ" được mô tả trong Hình 3.3

Bảng 3.4: Giá trị trọng số biểu diễn sự phụ thuộc về độ khó giữa các khái niệm

c_i	c_j	$p(c_j\|c_i)$	w_{ij}^d
Thực thể	Bảng	0.55	45
Thực thể	Quan hệ	0.40	60
Thực thể	Xác định Thực thể	0.62	38
Xác định thực thể	Xác định thuộc tính	0.75	25
Quan hệ	Xác định Quan hệ	0.3	70
Xác định thuộc tính	Chuyển thuộc tính thành Trường	0.90	10
Xác định thuộc tính	Xác định thuộc tính khóa	0.85	15
Bảng	Định nghĩa bảng dữ liệu	0.35	65
Xác định thuộc tính khóa	Chuyển thuộc tính thành Trường	0.95	5
Chuyển thuộc tính thành Trường	Định nghĩa bảng dữ liệu	0.90	10
Xác định quan hệ giữa các thực thể	Định nghĩa bảng dữ liệu	0.15	85
Định nghĩa bảng dữ liệu	Chuẩn hóa bảng dạng chuẩn 1	0.70	30

Tham số thời gian hoàn thành: Chúng tôi xác định trọng số biểu diễn tham số thời gian căn cứ vào tham số độ khó:

Gọi w_{ij}^d là giá biểu diễn sự phụ thuộc độ khó giữa khái niệm c_i và c_j
D là tổng giá trị độ khó của các cung trong đồ thị kiến thức
T là thời gian để hoàn thành toàn bộ nội dung khóa học
Trọng số biểu diễn sự phụ thuộc tham số thời gian giữa khái niệm c_i và c_j, kí hiệu là w_{ij}^t được tính theo công thức:

$$w_{ij}^t = w_{ij}^d * (T/D) \tag{3.14}$$

Ví dụ: Xét nội dung khóa học được minh họa trong Hình 3.3. Giả sử thời gian để tìm hiểu được *10* khái niệm, nhiệm vụ được biểu diễn là *20* đơn vị thời gian. Khi đó giá trị biểu diễn sự phụ thuộc về thời gian hoàn thành giữa các khái niệm được xác định bởi công thức (3.14): $w_{ij}^t = (w_{ij}^d * (20/458))$, minh họa trong Bảng 3.5.

Sau khi xác định được các trọng số biểu diễn cung nối các đỉnh trong đồ thị kiến thức, chi phí để hoàn thành tiến trình học xét theo một tiêu chí, được chúng tôi định nghĩa:

Định nghĩa 10: Chi phí F cho tham số t (ký hiệu F_t) để hoàn thành tiến trình học là

Bảng 3.5: Giá trị trọng số biểu diễn sự phụ thuộc về thời gian giữa các khái niệm

c_i	c_j	w_{ij}^d	w_{ij}^t
Thực thể	Bảng	45	1.96
Thực thể	Quan hệ	60	2.62
Thực thể	Xác định Thực thể	38	1.65
Xác định thực thể	Xác định thuộc tính	25	1.09
Quan hệ	Xác định Quan hệ	70	3.05
Xác định thuộc tính	Chuyển thuộc tính thành Trường	10	0.43
Xác định thuộc tính	Xác định thuộc tính khóa	15	0.65
Bảng	Định nghĩa bảng dữ liệu	65	2.83
Xác định thuộc tính khóa	Chuyển thuộc tính thành Trường	5	0.22
Chuyển thuộc tính thành Trường	Định nghĩa bảng dữ liệu	10	0.44
Xác định quan hệ giữa các thực thể	Định nghĩa bảng dữ liệu	85	3.71
Định nghĩa bảng dữ liệu	Chuẩn hóa bảng dạng chuẩn 1	30	1.31

tổng giá trị các trọng số của các cung nối các đỉnh có mặt trong tiến trình học đó. Với tiến trình học là tập các đỉnh $V = \{v_s, v_i, \ldots, v_j, v_e\}$*, tập trọng số* w^t

$$F_t = \sum_{i=s}^{e} w_i^t \tag{3.15}$$

Bảng 3.6: Chi phí của tiến trình học theo từng tiêu chí

Tiến trình học	F_d	F_t
$A \to B \to F \to I \to K$	235	10.69
$A \to C \to E \to H \to I \to K$	110	4.92
$A \to C \to E \to G \to H \to I \to K$	123	5.36
$A \to D \to I \to K$	140	6.1

Ví dụ: Với nội dung khóa học minh họa trong Hình 3.3, giả sử người học hiểu được khái niệm *Thực thể (A)*, mục tiêu là hoàn thành nhiệm vụ *Chuẩn hóa dạng chuẩn 1 (K)*, theo công thức (3.15) chúng ta xác định được chi phí cho các tiến trình học xuất phát từ khái niệm *Thực thể (A)* đến nhiệm vụ *Chuẩn hóa dạng chuẩn 1*. Chi phí của các tiến trình được trình bày trong Bảng 3.6.

3.2.2 Xây dựng tiến trình học ứng viên

Trước khi trình bày các đề xuất về qui trình xây dựng tiến trình học ứng viên. Chúng tôi định nghĩa tiến trình học ứng viên:

Định nghĩa 11: Tiến trình học ứng viên đáp ứng tiêu chí w^x *trong số các tiến trình học* $V = \{v_s, v_i, \ldots, v_j, v_e\}$ *là tiến trình học thỏa mãn điều kiện:*

$$\sum_{i=s}^{e} w_i^x \to \min \quad \text{hoặc} \quad \sum_{i=s}^{e} w_i^x \to \max \tag{3.16}$$

Quá trình xây dựng tiến trình học ứng viên là quá trình tìm đường đi trong đồ thị kiến thức từ khái niệm, nhiệm vụ mở đầu đến khái niệm, nhiệm vụ mục tiêu. Chúng tôi lựa chọn và sử dụng các thuật toán tìm kiến trên đồ thị để tìm đường đi. Trong số các thuật toán tìm kiếm trên đồ thị, chúng tôi lựa chọn thuật toán tìm kiếm theo kinh nghiệm A* [74]. Chúng tôi lựa chọn áp dụng thuật toán A* để tìm tiến trình học ứng viên bởi các lý do sau đây:

- Bài toán xây dựng tiến trình học ứng viên là bài toán tối ưu tìm kiếm đường đi đến một nút đích (Khái niệm, nhiệm vụ) trong đồ thị kiến thức thỏa mãn điều kiện đích.

- Việc đánh giá, xếp loại từng đỉnh trong đồ thị với ước lượng về đường đi tốt nhất qua đỉnh đó cần đánh giá theo kinh nghiệm (Đánh giá chi phí biểu diễn sự phụ thuộc từng thuộc tính giữa các khái niệm, nhiệm vụ chủ yếu dựa vào kinh nghiệm của giáo viên, hay người thiết kế nội dung khóa học).

- Thuật toán A* luôn tìm được lời giải nếu bài toán có lời giải, nói cách khác thuật toán A* là thuật toán đầy đủ [74].

- Chỉ xét tập khái niệm, các nhiệm vụ T_i. Các nhiệm vụ thành phần T_i^j của nhiệm vụ T_i không xem xét trong việc thích nghi theo mục tiêu, nhu cầu của người học. Vì vậy chắc chắn tìm được đường đi tối ưu.

Trong khuôn khổ luận án, chúng tôi không giới thiệu lại thuật toán A*, mà tập trung trình bày ứng dụng thuật toán A* trong việc tìm tiến trình học ứng viên. Để tìm đường đi ngắn nhất, thuật toán A* lưu trữ tập đường đi chưa hoàn chỉnh bắt đầu từ đỉnh xuất phát. Ý tưởng thuật toán sử dụng hàng đợi ưu tiên lưu trữ tập đường đi. Thứ tự ưu tiên xét các các đường đi chưa hoàn chỉnh qua đỉnh x trong đồ thị được quyết định thông qua hàm:

$$f(x) = g(x) + h(x) \tag{3.17}$$

Với g(x): chi phí của đường đi qua đỉnh x đến thời điểm hiện tại
h(x): chi phí nhỏ nhất (đánh giá theo kinh nghiệm) để đến đích từ đỉnh x

Vấn đề cần giải quyết là xác định hàm kinh nghiệm *h(x)*. Hàm *h(x)* được lựa chọn phù hợp với từng bài toán, từng không gian trạng thái tìm kiếm. Các nghiên cứu của Rusell [67], Hart [75] đã chứng minh: Hàm h là hàm thu nạp được (admissible) nếu với $\forall v, v'$ trong đó v là đỉnh cha của v' có $h(v) \leq g(v') - g(v) + h(v')$.

Để phù hợp với bài toán tìm kiếm của mình, chúng tôi thực hiện lựa chọn xác định giá trị của hàm *h(x)*. Cơ sở để chúng tôi xác định hàm *h(x)* là xác suất để hiểu khái niệm

hay hoàn thành mục tiêu (ký hiệu *target*) khi hiểu khái niệm hay hoàn thành nhiệm vụ x. Cụ thể, hàm *h(x)* được xác định thông qua mệnh đề dưới đây:

Mệnh đề 3:Hàm h(x) xác định chi phí nhỏ nhất để hiểu được khái niệm hay hoàn thành nhiệm vụ mục tiêu target, khi người học đã hiểu khái niệm hay hoàn thành nhiệm vụ x được tính theo công thức:

$$h(x) = (1 - p(target|x)) * 100 \tag{3.18}$$

Trong công thức (3.18), $p(target|x)$ cho biết xác suất để hiểu được khái niệm hay hoàn thành nhiệm vụ *target* khi hiểu khái niệm hay hoàn thành nhiệm vụ x. Chúng tôi nhân giá trị *100* để làm tròn số trong quá trình tính toán.

Tiếp theo chúng tôi chứng minh hàm *h(x)* được định nghĩa như trong công thức (3.18) là hàm thu nạp được.

Chứng minh:
Xét trường hợp, quan hệ phụ thuộc giữa đỉnh $A \rightarrow B$ với A là đỉnh xuất phát, B là đỉnh đích. Ta có:

$g(A) = 0$ vì A là đỉnh xuất phát
$h(A) = (1 - p(B)) * 100$ theo theo công thức (3.18)
$g(B) = (1 - p(B)) * 100$ theo công thức (3.13)
$h(B) = 0$ vì B là đỉnh đích.

Do đó: $g(B) - g(A) + h(B) = (1 - p(B)) * 100$
Rõ ràng $h(A) \leq g(B) - g(A) + h(B)$

Xét trường hợp quan hệ phụ thuộc giữa các đỉnh $A \rightarrow B \rightarrow C$ với A là đỉnh xuất phát, C là đỉnh đích. Ta có:

$g(A) = 0$ vì A là đỉnh xuất phát
$h(A) = (1 - p(C)) * 100$ theo theo công thức (3.18)
$g(B) = (1 - p(B)) * 100$ theo công thức (3.13)
$h(B) = (1 - p(C)) * 100$ theo theo công thức (3.18)

Do đó:

$f(A) = g(A) + h(A) = (1 - p(C)) * 100$
$f(B) = g(B) + h(B) = (1 - p(B)) * 100 + (1 - p(C)) * 100$

Dựa vào mạng Bayes biểu diễn đồ thị kiến thức, chúng ta xác định được giá trị các hàm $f(A)$ và $f(B)$. Để bảo đảm $f(A) \leq f(B)$, giá trị $f(B) = max(f(A), g(B) + h(B))$ khi đó $h(A) = f(A) - g(A) \leq g(B) + h(B) - g(A)$.

Tổng quát với quan hệ phụ thuộc giữa các đỉnh trong đồ thị $C_1 \rightarrow C_2 \rightarrow \ldots \rightarrow C_n$ với C_1 là đỉnh xuất phát, C_n là đỉnh đích, C_i là đỉnh cha của C_j. Áp dụng các công thức (3.13), (3.18), chúng ta luôn xác định được các giá trị:$f(C_i)$, $g(C_j)+h(C_j)$. Giá trị $f(C_j)$ được chọn $= max(f(C_i), g(C_j) + h(C_j)))$. Khi đó hàm h được xác định theo công thức (3.18) là hàm thu nạp được.

Bảng 3.7: Giá trị *h(i)* của các đỉnh i tương ứng trong đồ thị Hình 3.3

c_i	*h(i)*
Khái niệm Thực thể (A)	99.9
Khái niệm Quan hệ (B)	96.6
Xác định thực thể (C)	99.3
Khái niệm Bảng (D)	96.7
Xác định thuộc tính (E)	99.9
Xác định quan hệ giữa các thực thể (F)	57.5
Xác định thuộc tính khóa (G)	97.6
Chuyển thuộc tính thành Trường (H)	52.5
Định nghĩa bảng dữ liệu (I)	30
Chuẩn hóa bảng dạng chuẩn 1 (K)	0

Ví dụ: Xét đồ thị kiến thức được minh họa trong Hình 3.3, giả sử với đích là đỉnh *Chuẩn hóa dạng chuẩn 1(K)*. Khi đó giá trị hàm h của các đỉnh trong đồ thị được xác định: Xét đỉnh *Định nghĩa bảng dữ liệu (I)* có $h(I) = (1 - p(K)) * 100 = (1 - 0.7) * 100 = 30$ (tham chiếu giá trị $p(K)$ trong bảng 3.4), xét đỉnh *Xác định quan hệ thực thể(F)* có $p(K|F) = p(F = \text{acquried} \wedge K = \text{acquired} \wedge I = not_acquired) = p(F) * p(K|\neg I) * p(\neg I) = 1 * 0.05 * 0.85 = 0.0425$, suy ra $h(F) = (1 - 0.0085) * 100 = 57.5$. Tương tự, Bảng 3.7 mô tả giá trị hàm *h(i)* ứng với các đỉnh trong ví dụ này.

Quá trình tìm kiếm tiến trình học ứng viên được thực hiện bằng thuật toán tìm kiếm A*. Input:

- Đồ thị kiến thức: Tập các khái niệm, nhiệm vụ trong mô hình nội dung khóa học.
- Giá trị trọng số (hàm g) ứng với từng tiêu chí được tính theo các công thức (3.13),(3.14).
- Giá trị hàm h được tính theo công thức (3.18)
- Khái niệm, nhiệm vụ mục tiêu.

Output:

- Tiến trình học ứng viên cho từng tiêu chí và giá trị chi phí tương ứng

Ví dụ: Áp dụng thuật toán A* tìm tiến trình học ứng viên cho tiêu chí độ khó cho đồ thị kiến thức minh họa trong hình 3.3, căn cứ giá trị hàm *g(x)* cho tham số độ khó (Bảng 3.4), và giá trị hàm *h(x)*(Bảng 3.6).

- Bước 1. Xét các đỉnh con của đỉnh A, chúng ta có:
  $f(B) = 60 + \ 96.6 = 156.6$
  $f(C) = 38 + 99.3 = 137.3$
  $f(D) = 45 + 96.7 = 141.7$
  Đỉnh C được chọn vì $f(C) = min(f(B), f(C), f(D))$

- Bước 2. Xét các đỉnh con của đỉnh C, chúng ta có:
  $f(E) = (38 + 25) + 99.9 = 162.9$
  Đỉnh E được chọn vì E là đỉnh duy nhất

- Bước 3. Xét các đỉnh con của đỉnh E, chúng ta có:
  $f(G) = (38 + 25 + 15) + 97.6 = 175.6$
  $f(H) = (38 + 25 + 7) + 52.5 = 122.5$
  Đỉnh H được chọn vì $f(H) = min(f(G), f(H))$

- Bước 4. Xét các đỉnh con của đỉnh H, chúng ta có:
  $f(I) = (38 + 25 + 7 + 10) + 52.5 = 132.5$
  Đỉnh I được chọn vì I là đỉnh duy nhất

- Bước 5 xét các đỉnh con của I, chúng ta có: $f(K) = (38 + 25 + 7 + 10) + 30 = 110$
  Đỉnh K được chọn vì K là đỉnh đích.

Thuật toán A* cho kết quả là tiến trình học đi qua các đỉnh: $A \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow H \rightarrow I \rightarrow K$

Độ phức tạp của thuật toán tìm kiếm A* phụ thuộc vào đánh giá kinh nghiệm. Theo kết quả nghiên cứu của Rusell [67], Hart [75], độ phức tạp của thuật toán là hàm đa thức nếu hàm kinh nghiệm *h(x)* thỏa mãn điều kiện: $|h(x) - h^*(x)| \leq O(logh^*(x))$ với *h*(x)* là hàm cho kết quả chi phí chính xác đi từ đỉnh x tới đích.

3.2.3 Xây dựng tiến trình học từ tập tiến trình học ứng viên

Mục tiêu của giai đoạn này là xây dựng tiến trình học đáp ứng tối đa mục tiêu và nhu cầu của người học từ tập tiến trình học ứng viên đáp ứng cho mỗi mục tiêu, nhu cầu đã được xác định trong bước trên. Căn cứ tập tiến trình học ứng viên, chúng tôi đề xuất phương án xây dựng tiến trình học dựa vào xác suất có mặt của các đỉnh trong tiến trình học ứng viên và quan hệ giữa các đỉnh trong đồ thị kiến thức.

Xác suất có mặt của mỗi đỉnh trong tiến trình học được sử dụng là cơ sở để xây dựng tiến trình học vì: Với một khái niệm c_i hay nhiệm vụ t_j thuộc nhiều tiến trình học ứng viên,

việc hiểu khái niệm c_i hay hoàn thành nhiệm vụ t_j là cơ sở để đáp ứng được nhiều tiêu chí trong tập mục tiêu và nhu cầu của người học. Thật vậy, giả sử khái niệm c là khái niệm tiên quyết của các khái niệm $C = \{c_1, \ldots, c_m\}$ chúng ta cần lựa chọn khái niệm thuộc tập này, giả sử tồn tại khái niệm c_i thuộc k tiến trình học ứng viên $path_1, \ldots, path_k$. Khi đó để thỏa mãn k tiêu chí người học cần phải hiểu khái niệm c_i. Nếu với $\forall c_j \in C(i \neq j)$ mà c_j tồn tại trong k'(k' $\leqslant$ k) tiến trình học ứng viên thì khái niệm c_i được lựa chọn. Sự phụ thuộc quan hệ giữa các đỉnh được xét, trong trường hợp k' = k. Khi đó căn cứ để lựa chọn c_i hoặc c_j là xác suất hiểu được khái niệm mục tiêu nếu hiểu khái niệm c_i hoặc c_j.

Gọi $Path = \{path_1, path_2, \ldots, path_m\}$ là tập các tiến trình học ứng viên cho m tiêu chí, với $path_j(j = \overline{1..m})$ là tiến trình học ứng viên cho tiêu chí j, $path_j = \{c_i, \ldots, c_k\}$ gồm các khái niệm và nhiệm vụ thuộc mô hình nội dung học. Trên cơ sở tập các tiến trình học, chúng tôi xác định xác suất có mặt của khái niệm c_i trong tiến trình học. Gọi $p(c_i)$ là giá trị xác suất có mặt của khái niệm c_i trong tiến trình học, $p(c_i)$ được xác định theo công thức:

$$p(c_i) = \frac{|c_i|}{m} \tag{3.19}$$

Với $|c_i|$: số lượng khái niệm c_i có mặt trong các tiến trình học ứng viên

Ví dụ: Với đồ thị kiến thức khóa học "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ" được mô tả trong hình 3.3. Giả sử, tập các tiến trình học ứng viên là các tiến trình:

- Tiến trình: $A \rightarrow B \rightarrow F \rightarrow I \rightarrow K$
- Tiến trình: $A \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow H \rightarrow I \rightarrow K$
- Tiến trình: $A \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow G \rightarrow H \rightarrow I \rightarrow K$
- Tiến trình: $A \rightarrow D \rightarrow I \rightarrow K$

Khi đó, xác định được $p(B) = 1/4 = 0.25; p(C) = 2/4 = 0.5; p(E) = 2/4 = 0.5; \ldots; p(I) = 4/4 = 1$

Từ công thức (3.19), nhận thấy $0 \leq p(c_i) \leq 1$ ($p(c_i) = 0$ trong trường hợp khái niệm c_i không xuất hiện trong bất cứ tiến trình học nào, và ngược lại $p(c_i) = 1$ khi khái niệm c_i có mặt trong tất cả các tiến trình học).

Chúng tôi xây dựng thuật toán *Xây dựng tiến trình học* để lựa chọn tiến trình học:

Input:

- Đồ thị kiến thức: $G = (V, E)$: Trong đó V là tập các đỉnh, E là tập các cạnh
- Khái niệm mục tiêu: c_t

- Khái niệm xuất phát: c_s

- Xác suất có mặt trong tiến trình học của các khái niệm, nhiệm vụ được tính theo công thức (3.19).

Output:

Danh sách các khái niệm thuộc tiến trình học L

Begin

L={c_s};

Khởi tạo hàng đợi Q rỗng

Add(c_s, Q);

While $c_t \notin L$ do

Begin

c_v = Select(Remove(Q));

$L = L \cup \{c_v\}$;

Add(c_v, Q);

End;

End.

Độ phức tạp của thuật toán: $O(|V| + |E|)$ với $|V|$: số lượng các khái niệm, nhiệm vụ; $|E|$: số lượng các cạnh biểu diễn sự phụ thuộc giữa các khái niệm, nhiệm vụ. Thật vậy trong trường hợp xấu nhất, tất cả các khái niệm, nhiệm vụ của đồ thị kiến thức được xét.

Chứng minh tính đúng đắn của thuật toán *Xây dựng tiến trình học*. Thật vậy, với việc sử dụng hàng đợi Q, các đỉnh được thêm vào hàng đợi trước sẽ được duyệt trước. Trong mỗi vòng lặp (Khi đỉnh đích chưa được xét), hàm *Select* lựa chọn đỉnh c_v có giá trị xác suất có mặt trong tiến trình học lớn nhất là đỉnh kề với đỉnh đang xét và thêm vào hàng đợi. Bước tiếp theo, đỉnh c_v được xét vì c_v là đầu của hàng đợi. Bước lặp thực hiện cho đến khi đỉnh đích ở đầu hàng đợi. Vì mỗi bước lựa chọn của hàm *Select* chọn ra đỉnh kề với đỉnh đang xét, nên tập L là các đỉnh thuộc đường đi từ đỉnh nguồn tới đỉnh đích.

Hàm Select(c) lựa chọn khái niệm có giá trị xác suất có mặt trong tiến trình học là lớn nhất trong tập các khái niệm có khái niệm c là khái niệm tiên quyết.

Function Select(c)

Begin

C ={$\oslash$};

For each $c_j \in V$ do

If $c \rightarrow c_j$ then (c là khái niệm tiên quyết của c_j)

$C = C \cup c_j$;

Select $c_i \in C$ that $p(c_i) \rightarrow max$;

If $|c_i| \geqslant 2$ then (tồn tại 2 hay nhiều khái niệm có cùng giá trị xác suất cao nhất)

Select c_i that $p(c_t|c_i) \rightarrow max$;

return c_i;

End.

Ví dụ: Xét đồ thị kiến thức minh họa trong hình 3.3, với khái niệm xuất phát A, khái niệm mục tiêu K. Giả sử chúng ta tìm được các tiến trình học ứng viên:

- Tiến trình: $A \rightarrow B \rightarrow F \rightarrow I \rightarrow K$
- Tiến trình: $A \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow H \rightarrow I \rightarrow K$
- Tiến trình: $A \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow G \rightarrow H \rightarrow I \rightarrow K$
- Tiến trình: $A \rightarrow D \rightarrow I \rightarrow K$

Áp dụng công thức (3.19), chúng ta có xác suất có mặt trong tiến trình học: *p(A) = 1*; *p(B)= 0.25*, *p(C)= 0.5*, *p(D)= 0.25*, *p(E)= 0.5*, *p(F) = 0.25*, *p(G) = 0.25*, *p(H) = 0.5*, *p(I)=1*, *p(K)=1*.

Áp dụng thuật toán tiến trình học được thực hiện như sau:

Bước 1. L = {A}

Bước 2. Vì $K \notin L$, thực hiện xét các đỉnh *B, C, D* có A là khái niệm tiên quyết

$max(p(B), p(C), p(D))$ bằng $p(C)$.

Có: $L = \{A, C\}$

Bước 3. Vì $K \notin L$ thực hiện xét E có C là khái niệm tiên quyết

$max(p(E))$ bằng $p(E)$

Có: $L = \{A, C, E\}$

Bước 4. Vì $K \notin L$ thực hiện xét các đỉnh G, H có E là khái niệm tiên quyết

$max(p(G), p(H))$ bằng $p(H)$

Có: $L = \{A, C, E, H\}$

Bước 5. Vì $K \notin L$ thực hiện xét đỉnh I có H là khái niệm tiên quyết

$max(p(I))$ bằng $p(I)$

Có: $L = \{A, C, E, H, I\}$

Bước 6. Vì $K \notin L$ thực hiện xét đỉnh K có I là khái niệm tiên quyết

$max(p(K))$ bằng $p(K)$

Có: $L = \{A, C, E, H, I, K\}$

Bước 7. $K \in L$, thuật toán dừng. Chúng ta có tiến trình học: A $\rightarrow C \rightarrow E \rightarrow H \rightarrow I \rightarrow K$.

3.3 So sánh với các mô hình khác

Các mô hình đã khảo cứu trong luận án [9, 23, 42, 47] chưa xem xét việc thích nghi các nhiệm vụ học tập cũng như hướng dẫn người học các bước làm thế nào để hoàn thành

khái niệm, nhiệm vụ đó. Cơ chế thích nghi theo kiến thức của chúng tôi không chỉ lựa chọn các khái niệm, nhiệm vụ mà người học không cần phải thực hiện dựa trên kiến thức mà còn chỉ ra cho người học các khái niệm, nhiệm vụ người học cần phải tìm hiểu. Các khái niệm, nhiệm vụ này có tính chất gợi ý, hướng dẫn người học các bước để có thể hiểu được khái niệm, hoàn thành nhiệm vụ.

Cơ chế thích nghi theo kiến thức được thực hiện trong toàn bộ quá trình người học tham gia khóa học, nhằm đưa ra các chỉ dẫn, gợi ý cho người học trong từng giai đoạn, từng bước tìm hiểu khái niệm, nhiệm vụ. Việc thích nghi được thực hiện thông qua luật dựa trên kết quả định lượng mức độ hiểu biết của người học. Cơ chế thích nghi này phản ánh được quá trình thay đổi về trình độ kiến thức trong quá trình học tập. Thêm vào đó, việc cập nhật kiến thức của người học qua từng gian đoạn cũng nâng cao hiệu quả tính toán so với việc cập nhật toàn bộ mô hình người học trong cùng một thời điểm.

So với cơ chế lựa chọn tiến trình học dựa vào một ràng buộc của Zhao [46], cơ chế của chúng tôi không những cho phép người học có thể tham gia khóa học theo các tiến trình học được xây dựng đáp ứng một tiêu chí mà còn cho phép người học tham gia khóa học theo tiến trình học tối ưu đáp ứng nhiều nhu cầu. Chúng tôi cũng đề xuất xây dựng giá trị trọng số biểu diễn sự phụ thuộc giữa các khái niệm, nhiệm vụ trong đồ thị kiến thức dựa trên cơ sở đánh giá mức độ hiểu biết giữa các khái niệm có quan hệ phụ thuộc thay vì chỉ dựa vào kinh nghiệm của giáo viên hay người thiết kế khóa học như cách tiếp cận trong các mô hình [46, 59, 71].

3.4 Tổng kết

Chương này đã trình bày các kết quả nghiên cứu của chúng tôi trong xây dựng cơ chế thích nghi để tạo khóa học phù hợp với trình độ kiến thức, mục tiêu, nhu cầu của từng người học khác nhau.

Trong cơ chế thích nghi theo tiêu chí kiến thức, chúng tôi đã sử dụng mạng xác suất Bayes định lượng trình độ kiến thức của người học đối với từng khái niệm, nhiệm vụ trong mô hình nội dung học. Sử dụng cơ chế suy diễn của mạng Bayes để định lượng xác suất hiểu khái niệm, hoàn thành nhiệm vụ của người học khi định lượng được mức độ hiểu biết của các khái niệm, nhiệm vụ tiên quyết và ngược lại. Quá trình lựa chọn nội dung được dựa trên tập luật thích nghi, thông qua tập luật này, mô hình lựa chọn các khái niệm, nhiệm vụ người học cần phải thực hiện trong quá trình tham gia khóa học. Với các nhiệm vụ mà người học chưa hoàn thành, mô hình đưa ra các nhiệm vụ thành phần có tính chỉ dẫn, gợi ý người học cần phải thực hiện để hoàn thành được nhiệm vụ đó.

Để thích nghi theo nhiều mục tiêu, nhu cầu người học. Chúng tôi kết hợp sử dụng thuật toán tìm kiếm trong lý thuyết đồ thị và mạng xác suất Bayes để xây dựng tiến trình học phù hợp với từng người học. Trong quá trình nghiên cứu, tìm giải pháp xây dựng tiến trình học, chúng tôi đề xuất việc xây dựng tập giá trị xác định trọng số biểu diễn sự phụ thuộc giữa các khái niệm, nhiệm vụ.

Chương 4

Mô hình tạo khóa học thích nghi ACGS

Chương 2 và chương 3 của luận án đã trình bày các kết quả chính của luận án trong nghiên cứu phát triển mô hình nội dung học, mô hình người học, cơ chế thích nghi. Các nghiên cứu trong các vấn đề cơ bản trong học thích nghi này là cơ sở để chúng tôi đề xuất mô hình tạo khóa học thích nghi ACGS (Adaptive Course Generation System) [62].

Phần đầu chương này trình bày việc áp dụng kết quả nghiên cứu các vấn đề cơ bản trong học thích nghi trong việc đề xuất và triển khai mô hình tạo khóa học thích nghi. Mô hình ACGS được công bố lần đầu tiên tại hội nghị IEEE Sixth International Conference on Computers and Information Technology, Seoul, Hàn Quốc vào tháng 09 năm 2006. Kết quả này được trích dẫn trong 03 công trình đã công bố của các tác giả khác (Theo thống kê trên trang tìm kiếm Google.com). Cho đến thời điểm hoàn thành luận án này, các thành phần cấu thành mô hình đã được cải tiến và được trình bày trong các công trình mà chúng tôi đã công bố.

Phần tiếp theo, trình bày các bước phân tích, thiết kế, cài đặt và triển khai mô hình ACGS. Trên cơ sở phân tích hoạt động của hệ thống, luận án trình bày thiết kế hệ thống ACGS bằng phương pháp phân tích thiết kế hướng đối tượng. Dựa trên bản thiết kế, tác giả tiến hành cài đặt hệ thống thử nghiệm tạo nguyên mẫu gồm một số chức năng chính của mô hình ACGS cho khóa học minh họa "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ".

Phần cuối chương, chúng tôi đưa ra các đánh giá kết quả khi thử nghiệm hệ thống.

4.1 Mô hình tạo khóa học thích nghi ACGS

4.1.1 Cơ sở đề xuất mô hình

Chúng tôi đề xuất mô hình trên cơ sở các nghiên cứu do Brusilovsky [1] đề xuất. Theo kết quả nghiên cứu này, hệ thống thích nghi được cấu thành bởi các thành phần cơ bản như minh họa trong hình 1.1. Có thể nhận xét: kết quả của Brusilovsky là cơ sở cho hầu hết các nghiên cứu về học thích nghi, tính cho đến thời điểm này.

Kết quả nghiên cứu cho thấy hệ thống học thích nghi nhất thiết phải có các thành phần cơ bản: Mô hình người học, Mô hình nội dung khóa học, và Cơ chế thích nghi.

Cách tiếp cận nghiên cứu của chúng tôi cũng như nhiều tác giả khác là nghiên cứu cải tiến các thành phần cơ bản của mô hình nhằm mục tiêu nâng cao hiệu quả trong việc thiết kế xây dựng mô hình người học, mô hình nội dung học và cơ chế thích nghi.

Điểm mới của mô hình học thích nghi ACGS mà chúng tôi đề xuất được thể hiện trong từng thành phần cơ bản của mô hình như đã trình bày trong các chương 2 và 3. Cụ thể:

- *Mô hình người học*: Chúng tôi đã đề xuất dùng mô hình phủ sử dụng giá trị xác suất để định lượng trình độ kiến thức của người học. Sử dụng mô hình mạng xác suất Bayes để định lượng trình độ kiến thức của người học đối với các khái niệm, nhiệm vụ được xét trong mối quan hệ phụ thuộc lẫn nhau thay vì xem xét các khái niệm, nhiệm vụ một cách độc lập.

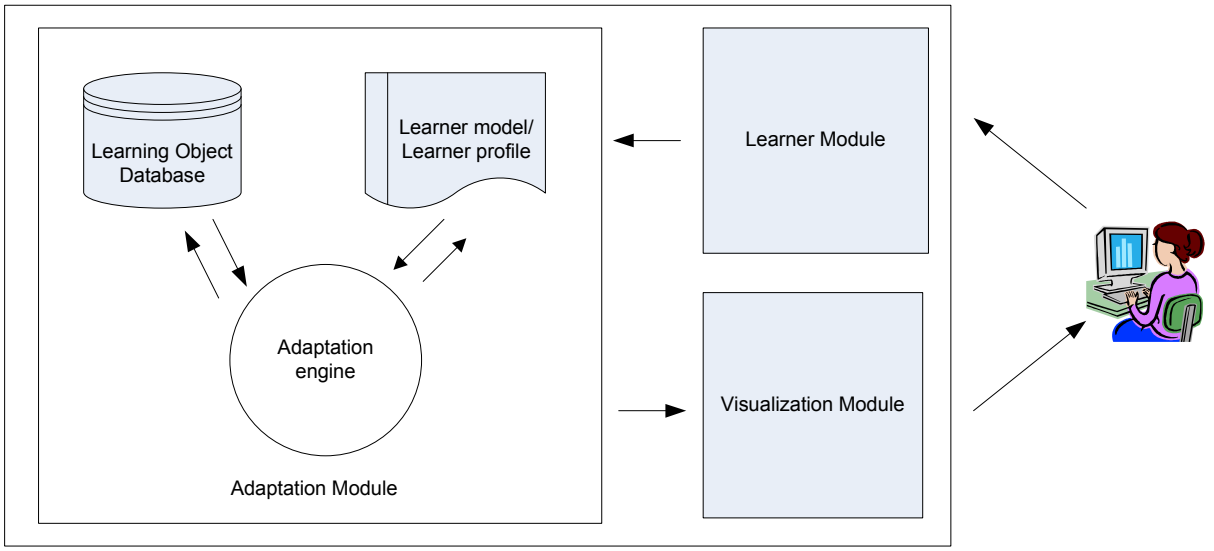
- *Mô hình nội dung học*: Chúng tôi đã đề xuất bổ sung tập các nhiệm vụ để mô hình hóa nội dung khóa học gồm tập các khái niệm và nhiệm vụ. Các nhiệm vụ là cơ sở để hệ thống thích nghi đưa ra các chỉ dẫn cho từng người học làm thế nào để hoàn thành nhiệm vụ. Mô hình hóa nội dung khóa học thông qua các nhiệm vụ để giải quyết lớp các khóa học có nội dung không chỉ cung cấp các khái niệm thuần túy mà còn yêu cầu người học vận dụng chúng để hoàn thành các bài tập.

- *Cơ chế thích nghi*: Chúng tôi xây dựng tiến trình học đáp ứng được nhiều mục tiêu, nhu cầu của từng người học cùng một lúc thay vì đáp ứng từng mục tiêu riêng rẽ. Mô hình của chúng tôi ngoài việc đưa ra các khái niệm người học cần phải tìm hiểu, còn gợi ý các bước làm thế nào để hoàn thành một nhiệm vụ, khi người học chưa hoàn thành nhiệm vụ này, hệ thống sẽ chỉ dẫn cho người học các nhiệm vụ cần phải làm để có thể hoàn thành được nhiệm vụ đó.

4.1.2 Kiến trúc và quy trình hoạt động của mô hình

4.1.2.1 Kiến trúc mô hình

Kiến trúc của mô hình hệ thống ACGS được minh họa trong hình 4.1 gồm ba mô-đun chính: mô-đun quản lý người học (Learner Module), mô-đun thích nghi (Adaptation Module), và mô-đun quản lý hiện thị (Visualization Module).



Hình 4.1: Mô hình hệ thống ACGS

Mô-đun quản lý người học: Mô-đun Quản lý người học được thiết kế nhằm quản lý mô hình người học (Mục 2.2) bao gồm thuộc tính đặc trưng của người học dùng làm cơ sở để thích nghi, thông tin của mỗi người học được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu. Mô-đun thực hiện việc đánh giá, phân loại ban đầu về người học thông qua các câu hỏi điều tra, các câu hỏi trắc nghiệm. Thực hiện cập nhật thông tin người học khi người học có sự tương tác với hệ thống (Làm các bài kiểm tra, thực hiện các bài tập).

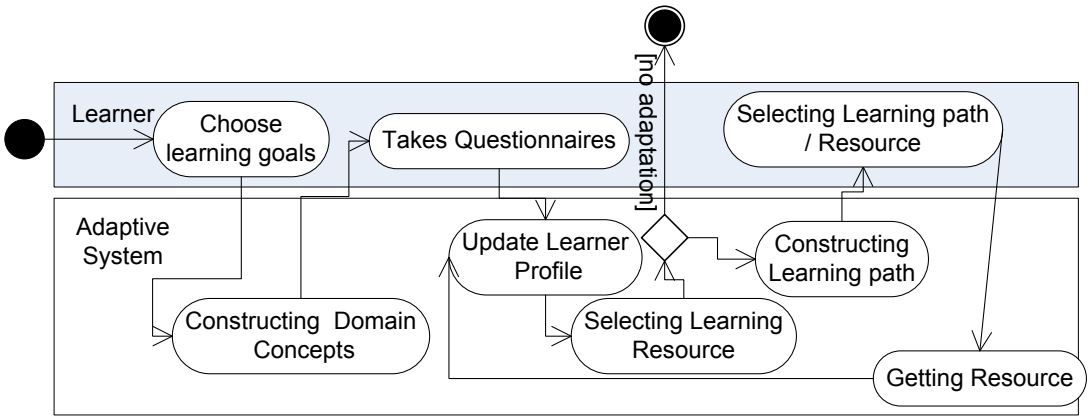
Mô-đun thích nghi: Mô-đun được cấu thành bởi: Cơ sở dữ liệu nội dung khóa học, Cơ sở dữ liệu thông tin của từng người học, Thành phần xử lý thích nghi thực hiện việc lựa chọn nội dung học. Cơ sở dữ liệu nội dung khóa học, ngoài việc lưu trữ nội dung khóa học là khái niệm và nhiệm vụ được mô hình hóa như đã trình bày trong phần Mô hình nội dung học (Mục 2.1), còn cung cấp công cụ quản lý và cập nhật các câu hỏi kiểm tra kiến thức, các bài tập. Cơ sở dữ liệu thông tin của từng người học lưu trữ kết quả cập nhật các thuộc tính của người học do mô-đun Quản lý người học thực hiện. Thành phần xử lý thích nghi thực hiện việc lựa chọn các nội dung học dựa trên các thông tin đặc trưng của từng người học.

Mô-đun hiển thị nội dung khóa học: Quản lý việc kết xuất nội dung khóa học trên nền

giao diện web cung cấp cho người dùng. Sử dụng các kỹ thuật xây dựng học thích nghi, dùng các biểu tượng, ẩn các liên kết trỏ đến các nội dung người học có thể bỏ qua trong quá trình tham gia khóa học.

4.1.2.2 Quy trình hoạt động

Quy trình hoạt động của hệ thống được mô tả trong hình 4.2.



Hình 4.2: Quy trình hoạt động

Xác định mục tiêu học tập (Choose Learning Goals): Người học được yêu cầu cho biết mục tiêu khi tham gia khóa học, mục tiêu của người học có thể hoàn thành toàn bộ khóa học, hay tìm hiểu một phần kiến thức của khóa học. Trong bước này, người học cũng đưa ra các nhu cầu của mình, ví dụ: thời gian muốn kết thúc khóa học, mức độ khó của nội dung, học ở mức độ để hiểu, phân tích, hay tổng hợp, hay khái niệm, nhiệm vụ mục tiêu cần tìm hiểu,...

Xây dựng nội dung học (Constructing Domain Concepts): Căn cứ vào mục tiêu học tập của người học, hệ thống xác định phạm vi nội dung học. Mô hình nội dung học (Mục 2.1) là đồ thị kiến thức gồm tập hợp các khái niệm, nhiệm vụ học tập.

Người học thực hiện các câu hỏi kiểm tra, thăm dò (Takes Questionnaires): Giai đoạn này hệ thống sử dụng các bảng câu hỏi thăm dò, các câu hỏi trắc nghiệm, các bài tập kiểm tra để xác định các thông tin về người học: xác định lại nhu cầu của người học, trình độ kiến thức của người học về những nội dung học người học muốn tham gia làm cơ sở cho việc lựa chọn nội dung học phù hợp.

Cập nhật thông tin người học (Update Learner Profile): Thông tin về mỗi người học được hệ thống lưu giữ, các thông tin trong mô hình người học được lưu trữ giai đoạn này. Quá trình cập nhật thông tin người học diễn ra thường xuyên trong suốt quá trình người

học tham gia khóa học, khi người học có sự tương tác với hệ thống (Làm các bài kiểm tra, thực hiện các bài tập).

Lựa chọn nội dung học (Selecting Learning Resources): Lựa chọn các nội dung học phù hợp người học căn cứ vào kiến thức của người học. Trên cơ sở định lượng mức độ hiểu biết của người học đối với từng khái niệm, nhiệm vụ, cơ chế thích nghi theo kiến thức (Mục 3.1)được sử dụng để lựa chọn, và đưa ra các gợi ý nhằm hướng dẫn người học các khái niệm, nhiệm vụ cần tìm hiểu.

Xây dựng các tiến trình học (Constructing Learning Path): Cơ chế thích nghi theo mục tiêu, nhu cầu (Mục 3.2) được sử dụng trong bước này nhằm lựa chọn tiến trình học phù hợp với nhu cầu người học. Kết hợp với các kỹ thuật xây dựng khóa học thích nghi như ẩn các liên kết nội dung không phù hợp, đưa các chú giải trong mỗi liên kết nội dung để trợ giúp người học,...

4.2 Hệ thống ACGS

4.2.1 Mục tiêu của hệ thống

Hệ thống ACGS nhằm xây dựng một hệ thống học tập trực tuyến dựa trên công nghệ web cho các môn học thuộc nhiều lĩnh vực. Đối với giáo viên và người thiết kế khóa học, hệ thống cung cấp công cụ cho phép thiết kế khóa học thích nghi. Để thiết kế khóa học, hệ thống cho phép người thiết kế thực hiện các công việc:

- Khai báo nội dung khóa học
- Xây dựng tập câu hỏi thăm dò để phân loại sơ bộ người học, xây dựng tập câu hỏi kiểm tra kiến thức của người học dựa trên nội dung khóa học
- Xây dựng cơ chế thích nghi để tạo ra các nội dung học phù hợp với từng người học.

Đối với người học, ngay sau khi đăng nhập thành công người học sẽ được lựa chọn môn học mà mình muốn tham gia. Hệ thống sẽ cung cấp cho người học toàn bộ nội dung khóa học mà người học đã chọn tham gia, đồng thời yêu cầu người học trả lời các câu hỏi thăm dò cũng như câu hỏi kiểm tra kiến thức về môn học mà người học đã chọn, đây là cơ sở để hệ thống xác định được nhu cầu và kiến thức của người học liên quan đến môn học. Trên cơ sở nhu cầu và kiến thức của người học và dựa vào cơ chế thích nghi do người thế kế khóa học. Trong quá trình học, hệ thống cũng cung cấp các chỉ dẫn nhằm hướng dẫn người học các bước làm thế nào để hoàn thành được khóa học.

4.2.2 Các chức năng chính

4.2.2.1 Khai báo nội dung khóa học

Chức năng khai báo nội dung khóa học cho phép giáo viên hoặc người thiết kế khóa học khai báo nội dung khóa học bao gồm các khái niệm, các nhiệm vụ học tập. Khai báo mối quan hệ giữa các khái niệm, nhiệm vụ học tập cũng như mối quan hệ giữa khái niệm và các nhiệm vụ học tập. Đối với mỗi khái niệm hay nhiệm vụ, người thiết kế khóa học cần khai báo đầy đủ các thuộc tính của chúng.

4.2.2.2 Xây dựng tập câu hỏi thăm dò, điều tra

Chức năng cho phép người dùng có quyền thiết kế khóa học thực hiện khai báo các câu hỏi liên quan đến nội dung môn học nhằm bước đầu phân loại người học. Các câu hỏi trong phần này nhằm thu được các thông tin sơ bộ về nhu cầu của người học, cũng như một số phần kiến thức có tính chất cơ bản của người học.

4.2.2.3 Xây dựng tập câu hỏi kiểm tra kiến thức

Chức năng cho phép người thiết kế khóa học khai báo các câu hỏi dạng trắc nghiệm để kiểm tra kiến thức của người học liên quan trực tiếp đến nội dung khóa học. Tập câu hỏi này là cơ sở để đánh giá sự hiểu biết của người học về môn học trước khi người học tham gia vào khóa học.

4.2.2.4 Khai báo bài tập

Chức năng cho phép khái báo các bài tập liên quan đến nội dung môn học, các bài tập này là cơ sở đánh giá mức độ hoàn thành khóa học của người học. Ngoài ra thông qua các bài tập này, hệ thống sẽ cung cấp các bước nhằm hướng dẫn người học làm thế nào để hoàn thành bài tập đó.

4.2.2.5 Xây dựng cơ chế thích nghi

Chức năng này cho phép người thiết kế khóa học đưa ra cơ chế thích nghi phù hợp với từng nội dung và mục tiêu của môn học. Cơ chế thích nghi bao gồm cơ chế thích nghi theo nhu cầu, mục tiêu và thích nghi theo trình độ kiến thức của người học. Cơ chế thích nghi theo nhu cầu, mục tiêu là việc lựa chọn các tiến trình học phù hợp nhất từ mô hình nội dung. Việc thích nghi theo trình độ kiến thức được thực hiện dựa trên luật để đưa ra các nhiệm vụ phù hợp nhằm hướng dẫn người học từng bước để hoàn thành nội dung khóa học.

4.2.2.6 Cập nhật thông tin người học

Mọi thông tin về người học được cập nhật trong suốt tiến trình học tập mỗi khi có sự kiện tương tác giữa người học và hệ thống. Thông tin của người học là cơ sở cho việc lựa chọn các nội dung học phù hợp với người học.

4.2.2.7 Cung cấp nội dung học phù hợp với người học

Chức năng này sẽ hiển thị các nội dung học được lựa chọn phù hợp với người học thông qua cơ chế thich nghi dựa trên các kỹ thuật xây dựng khóa học thích nghi.

4.2.2.8 Trả lời các câu hỏi

Chức năng cho phép người học trả lời các câu hỏi thăm dò, các câu hỏi kiểm tra trắc nghiệm kiến thức và thực hiện các bài tập. Sau khi đăng nhập thành công, và lựa chọn nội dung học, người học được hệ thống yêu cầu trả lời các câu hỏi (Người học có thể bỏ qua bước này). Kết quả thu được từ phía người học là cơ sở cho việc xây dựng profile của người học.

4.3 Môn học thử nghiệm

Chúng tôi sử dụng khóa học ***"Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ"*** cho đối tượng sinh viên thuộc ngành công nghệ thông tin để minh họa cho các vấn đề nghiên cứu lý thuyết và mô hình. Chủ đề này được chọn lựa trong số rất nhiều nội dung môn học bởi một số lý do sau đây:

- Trong lĩnh vực nghiên cứu về học thích nghi, hiện chưa xây dựng nội dung khóa học chuẩn để làm dữ liệu thử nghiệm cho các nghiên cứu. Hiện nay, các nghiên cứu đều lựa chọn nội dung để minh họa dựa trên một số cơ sở khác nhau.

- Cơ sở dữ liệu là môn học bắt buộc thuộc khối kiến thức cơ sở của ngành vì vậy có đối tượng phục vụ đông đảo.

- Theo quan điểm của chúng tôi, môn học đã hình thành qui trình phân tích thiết kế cho một lớp các bài toán quản lý. Vì thế, thuận lợi trong việc xây dựng minh họa cho các nhiệm vụ học tập (là một trong những mục tiêu nghiên cứu của chúng tôi) so với các khóa học ngôn ngữ lập trình (C/C++, Java,...) đã được chọn làm ví dụ minh họa trong một số hệ thống [2, 40] do với mỗi bài toán cần giải, cần có các giải pháp khác nhau.

Tham gia vào khóa học, người học có nhiệm vụ thiết kế cơ sở dữ liệu từ bản tài liệu phân tích đặc tả yêu cầu một bài toán cụ thể trong thực tế. Để có thể thiết kế cơ sở dữ liệu từ tài liệu phân tích, người học cần thực hiện các công việc chính:

- Thiết kế lược đồ quan hệ thực thể

- Xây dựng các bảng cơ dữ liệu

- Chuẩn hóa dữ liệu

- Xây dựng các truy vấn dữ liệu

Nội dung khóa học cung cấp cho người học các kiến thức liên quan đến cơ sở dữ liệu (ví dụ: thực thể, quan hệ, ràng buộc, phụ thuộc hàm, bảng, bản ghi, khóa, truy vấn v. . .v) và các công việc cần thực hiện để hoàn thành các công việc chính nêu trên. Khi hoàn thành khóa học, người học biết cách thiết kế cơ sở dữ liệu cho một bài toán quản lý trong thực tế. Khóa học giúp người học hiểu các khác niệm liên quan và các bước để thiết kế cơ sở dữ liệu. Trong quá trình tham gia khóa học, nội dung cũng như tiến trình của khóa học phụ thuộc vào từng chủ thể người học. Do vậy, mỗi người học tham gia vào khóa học sẽ có tiến trình học và nội dung học khác nhau.

Trên phương diện mô hình, nội dung khóa học không bị giới hạn. Nội dung khóa học phụ thuộc vào mục tiêu khóa học, và quan điểm của người thiết kế nội dung học. Nội dung khóa học trình bày ở đây chỉ nhằm minh họa cho các nghiên cứu, không phải là nội dung hoàn chỉnh của khóa học. Căn cứ nội dung được giới thiệu trong tài liệu *"Modern Systems Analysis and Design"* [50, 51], chúng tôi xây dựng nội dung cho khóa học minh họa gồm 34 nhiệm vụ và 24 khái niệm được liệt kê trong Bảng 4.1, 4.2 tương ứng. Theo quan điểm chúng tôi, với số lượng các khái niệm và nhiệm vụ như vậy, đủ cho người học hoàn thành được mục tiêu khóa học đặt ra và minh họa cho các nghiên cứu của mình.

4.3.1 Tập khái niệm, nhiệm vụ học tập

Bảng 4.1: Tập khái niệm của môn học Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ

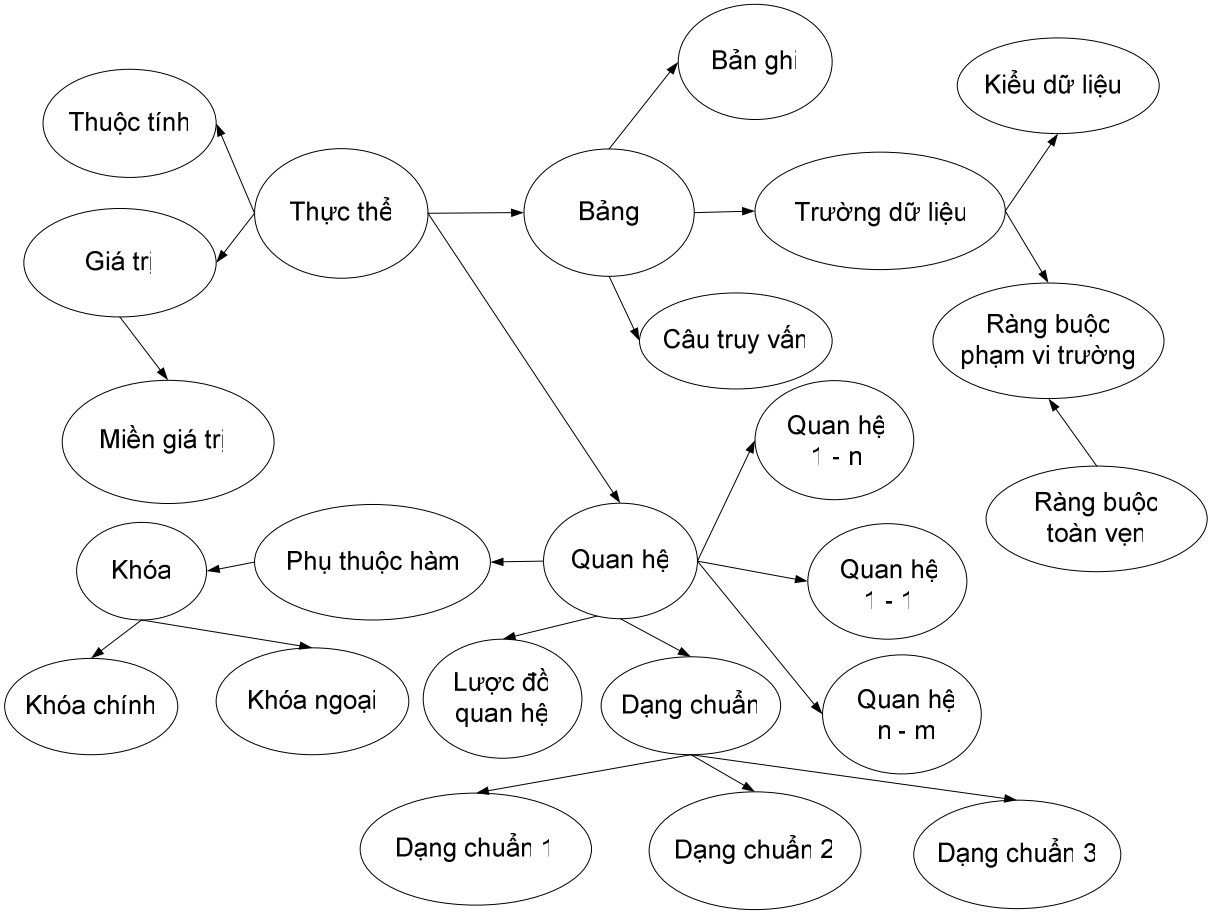
STT	Khái niệm	STT	Khái niệm
1	Thực thể	13	Bảng
2	Thuộc tính	14	Bản ghi
3	Giá trị	15	Trường dữ liệu
4	Miền giá trị	16	Kiểu dữ liệu
5	Phụ thuộc hàm	17	Ràng buộc toàn vẹn
6	Khóa	18	Ràng buộc mức trường
7	Khóa chính	19	Dạng chuẩn
8	Khóa ngoại	20	Dạng chuẩn 1
9	Quan hệ	21	Dạng chuẩn 2
10	Quan hệ 1-1	22	Dạng chuẩn 3
11	Quan hệ 1-n	23	Ngôn ngữ SQL
12	Quan hệ n-m	24	Lược đồ quan hệ

Bảng 4.2: Tập các nhiệm vụ của môn học Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ

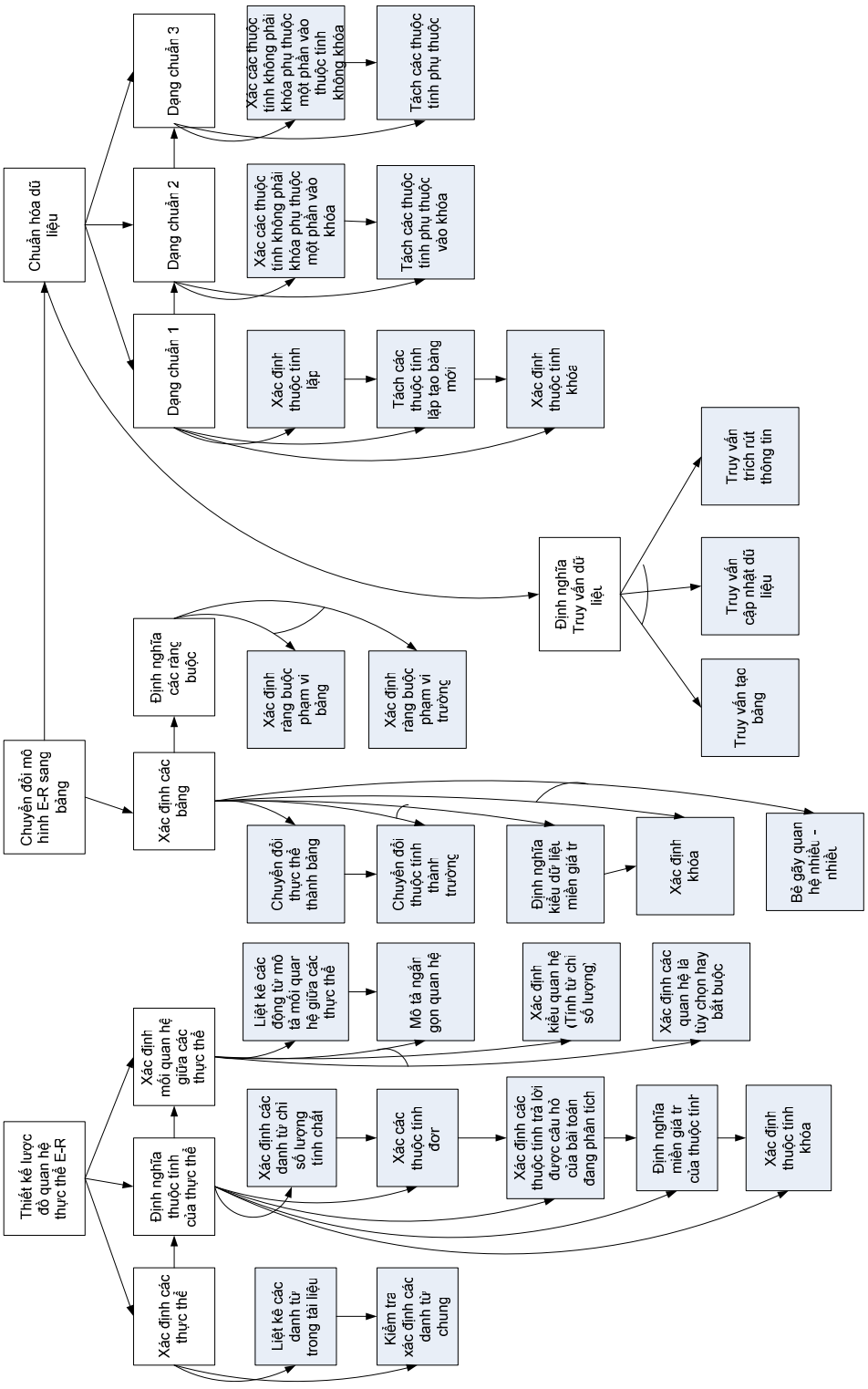
STT	Nhiệm vụ	STT	Nhiệm vụ
1	Thiết kế các lược đồ quan hệ	18	Chuyển đổi các thuộc tính thành trường
2	Xác định các thực thể E-R	19	Xác định khóa
3	Liệt kê các danh từ	20	Bẻ gãy quan hệ nhiều nhiều
4	Xác định danh từ chung	21	Xác định các ràng buộc
5	Định nghĩa các thuộc tính của thực thể	22	Xác định các ràng buộc mức bảng
6	Liệt kê các danh từ chỉ số đếm, tính chất	23	Xác định các ràng buộc mức trường
7	Xác các thuộc tính đơn	24	Chuẩn hóa dữ liệu
8	Kiểm tra thuộc tính có trả lời được câu hỏi của bài toán hay không?	25	Tách các thuộc lặp
9	Xác định miền giá trị	26	Tạo bảng mới
10	Xác định thuộc khóa	27	Xác định khóa của bảng
11	Xác định mối quan hệ giữa các thực thể	28	Xác định thuộc tính không phải khóa phụ thuộc một phần vào khóa
12	Liệt kê các động từ mô tả quan hệ giữa các thể	29	Tách các thuộc tính phụ thuộc vào khóa
13	Mô tả ngắn gọn mối quan hệ giữa các thể	30	Xác định thuộc tính không phải khóa phụ thuộc một phần thuộc tính không phải khóa
14	Đánh dấu các số đếm biểu thị số lượng trong các mối quan hệ	31	Tách các thuộc tính phụ thuộc tạo bảng mới
15	Xác định các quan hệ có tính chất không bắt buộc	32	Xây dựng các câu truy vấn tạo bảng
16	Chuyển đổi mô hình E-R sang bảng dữ liệu	33	Xây dựng các câu truy vấn cập nhật dữ liệu
17	Chuyển đổi thực thể thành bảng	34	Xây dựng các câu truy vấn trích rút thông tin

4.3.2 Quan hệ giữa cái khái niệm, nhiệm vụ của môn học thử nghiệm

Quan hệ giữa các khái niệm và nhiệm vụ của môn học "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ" thể hiện thông qua quan hệ tiên quyết giữa các khái niệm, nhiệm vụ và quan hệ phụ thuộc giữa các khái niệm và nhiệm vụ. Hình 4.3 mô tả quan hệ tiên quyết giữa các khái niệm của môn học thử nghiệm (Chiều mũi tên mô tả khái niệm tiên quyết, ví dụ: *Thực thể* là khái niệm tiên quyết của khái niệm *Bảng*). Hình 4.4 mô tả quan hệ giữa các nhiệm vụ (Mũi tên có hướng mô tả các nhiệm vụ tuần tự, các nhiệm vụ có thể thực hiện song song được biểu diễn bằng ký hiệu nối giữa hai mũi tên).



Hình 4.3: Mối quan hệ giữa các khái niệm



Hình 4.4: Quan hệ giữa các nhiệm vụ

Bảng 4.3: Quan hệ giữa nhiệm vụ và khái niệm

Nhiệm vụ	Khái niệm
Xác định các thực thể	Khái niệm thực thể
Định nghĩa các thuộc tính của thực thể	Thuộc tính Giá trị Miền giá trị
Xác định thuộc tính khóa	Phụ thuộc hàm Khóa Khóa chính Khóa ngoại
Xác định quan hệ giữa các thực thể	Quan hệ Quan hệ một - một Quan hệ một - nhiều Quan hệ nhiều - nhiều
Định nghĩa các bảng	Bảng Bản ghi Trường dữ liệu Giá trị Miền giá trị
Xác định các ràng buộc	Ràng buộc toàn vẹn Ràng buộc phạm vi bảng Ràng buộc phạm vi trường
Chuẩn hóa dữ liệu	Dạng chuẩn Dạng chuẩn 1 Dạng chuẩn 2 Dạng chuẩn 3
Xây dựng câu truy vấn	Ngôn ngữ SQL Truy vấn tạo bảng Truy vấn cập nhật dữ liệu Truy vấn trích rút thông tin

4.4 Phân tích thiết kế hệ thống ACGS

4.4.1 Mô hình ca sử dụng

Các tác nhân của hệ thống gồm có:

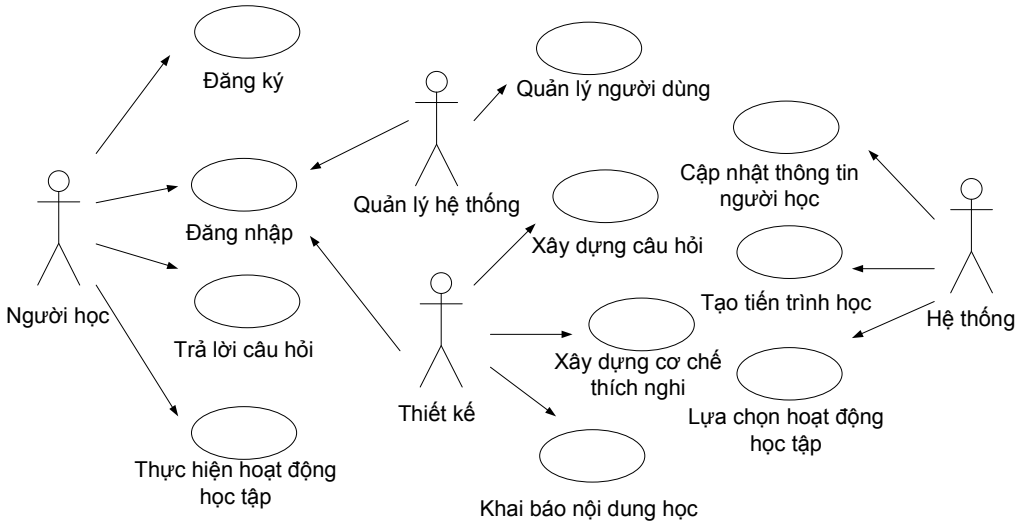
Người học: Tác nhân người học đóng vai trò trung tâm của hệ thống. Khi tham gia hệ thống, người học có nhiệm vụ thực hiện các yêu cầu của hệ thống như thực hiện các câu hỏi kiểm tra, làm các bài tập, tìm hiểu các nội dung và thực hiện các nhiệm vụ do hệ thống hướng dẫn.

Thiết kế khóa học: Người thiết kế khóa học tham gia vào hệ thống để cập nhật nội dung học, xây dựng hệ thống bài tập, câu hỏi kiểm tra đánh giá người học. Ngoài ra,

người thiết kế thực hiện xây dựng cơ chế thích nghi để lựa chọn nội dung học phù hợp với người học.

Quản trị hệ thống: Quản trị hệ thống tham gia hệ thống với vai trò quản lý người dùng và cấp phát quyền sử dụng các chức năng của hệ thống cho các người dùng trong hệ thống.

Hệ thống: Hệ thống dựa trên các thuộc tính của người học và cơ chế thích nghi, thực hiện việc lựa chọn các nội dung học phù hợp. Các chức năng chính của hệ thống bao gồm cập nhật profile của người học,xây dựng tiến trình và lựa chọn các nội dung học, hiển thị tiến trình và nội dung phù hợp với người học. Phân tích các ca sử dụng chính của tác nhân hệ thống và người thiết kế được trình bày trong Phụ lục A.



Hình 4.5: Mô hình ca sử dụng

4.5 Thử nghiệm

Trong phần này trình bày qui trình và các kết quả thử nghiệm mô hình chúng tôi đã xây dựng. Chúng tôi tiến hành thử nghiệm hệ thống nhằm khẳng định tính đúng đắn của mô hình cũng như cho thấy mô hình có thể hoàn thiện để áp dụng triển khai thực tế. Trong phạm vi luận án, chúng tôi không tiến hành so sánh sự khác biệt giữa mô hình này khi áp dụng trong học trực tuyến và học truyền thống bởi mục tiêu nghiên cứu của chúng tôi là nghiên cứu, cải tiến các hệ thống học thích nghi trong học trực tuyến.

Thêm vào đó, chúng tôi cũng thử nghiệm trên dữ liệu nội dung khóa học của một số hệ thống học thích nghi mà chúng tôi đã khảo cứu, để so sánh, đánh giá mục tiêu nghiên cứu mà chúng tôi đã đề ra. Các hệ thống học thích nghi mà chúng tôi khảo cứu chưa mô

hình hóa nội dung khóa học thông qua các khái niệm và nhiệm vụ mà chỉ mô hình nội dung khóa học thông qua các khái niệm.

4.5.1 Qui trình thử nghiệm

Chúng tôi thử nghiệm hệ thống ACGS và đánh giá các kết quả thử nghiệm theo qui trình sau:

1 Xây dựng mạng xác suất Bayes dựa trên mối quan hệ giữa các khái niệm, nhiệm vụ.

2 Đánh giá kiến thức của người học về môn học trước khi thực hiện các nhiệm vụ thông qua việc trả lời các câu hỏi.

3 Đánh giá kiến thức của người học trong qúa trình học tập thông qua kết quả thực hiện các nhiệm vụ học tập.

4 Sử dụng cơ chế thích nghi, đưa ra các nhiệm vụ, khái niệm người học không nhất thiết phải tham gia tìm hiểu dựa trên các giá trị định lượng kiến thức và mô hình nội dung học.

5 Phân tích, so sánh sự khác biệt về tiến trình học, nhiệm vụ của từng người học để đánh giá mức độ chính xác của mô hình thử nghiệm. So sánh kết quả trong việc định lượng kiến thức với mô hình khác.

Trong qui trình thử nghiệm, chúng tôi giả lập dữ liệu đầu vào cho bước 2 và 3. Chúng tôi sử dụng dữ liệu giả lập bởi một số lý do sau đây:

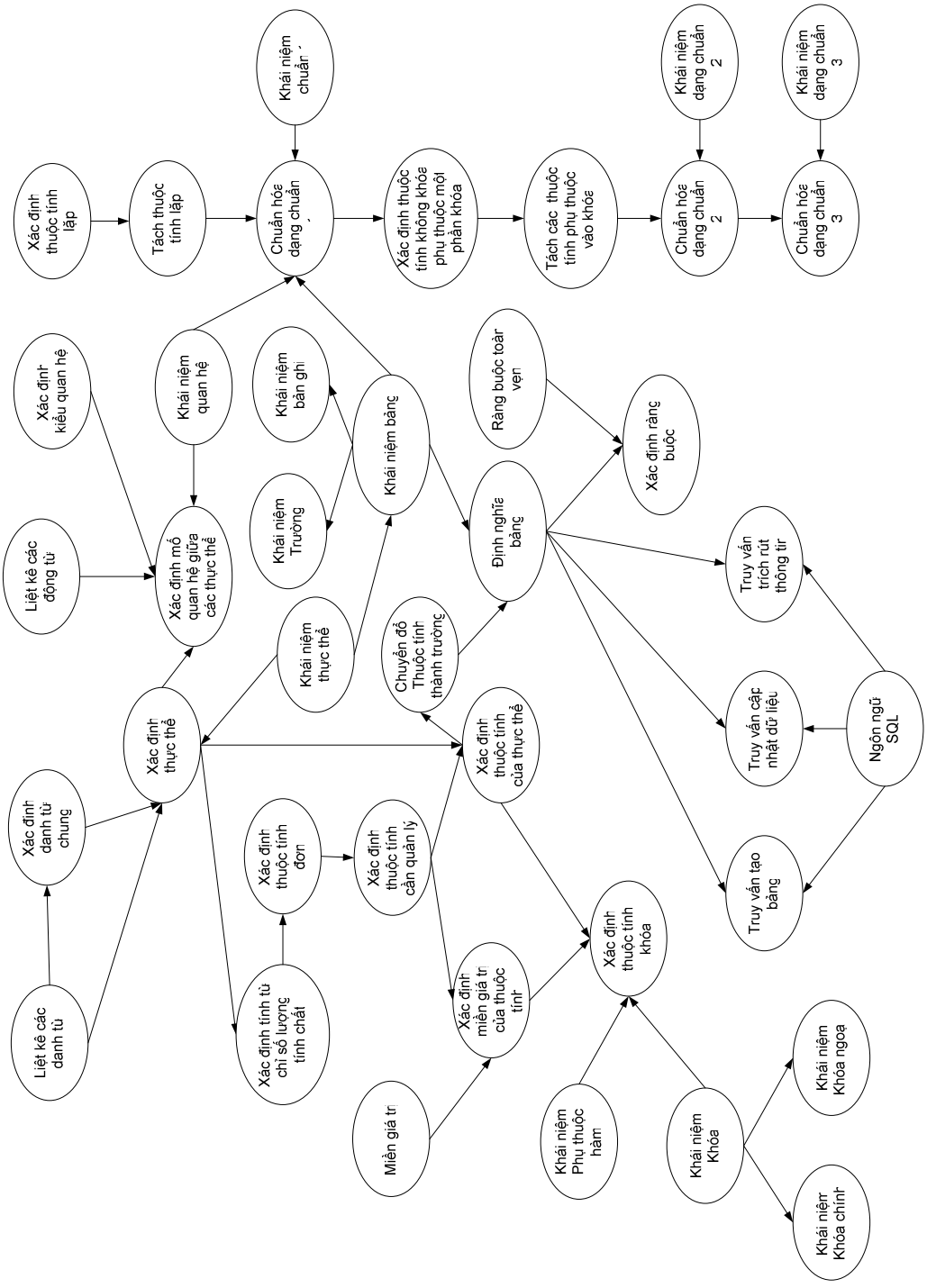
- Khó khăn trong việc đưa mô hình vào triển khai thực tế khi chưa có tính pháp lý cũng như sự thẩm định để có thể áp dụng thực tế. Chúng tôi có thể sử dụng sự tình nguyện của sinh viên sử dụng hệ thống. Tuy nhiên trong trường hợp này kết quả trả lời của họ không đúng với cách mà họ trả lời khi tham gia khóa học thực tế.

- Cần số lượng người dùng đủ lớn (khoảng trên 500 người học), do đó khó khăn trong việc tìm kiếm sinh viên tham gia thử nghiệm.

4.5.2 Xây dựng mạng xác suất cho khóa học thử nghiệm

4.5.2.1 Mô hình mạng xác suất

Chúng tôi xây dựng mạng Bayes gồm 40 nút như mô tả trong hình 4.6. Mối quan hệ giữa các nút mô tả mối quan hệ tiên quyết giữa các khái niệm, giữa các nhiệm vụ, cũng như giữa các khái niệm và nhiệm vụ, và ngược lại.



Hình 4.6: Mạng xác suất cho mô hình nội dung của khóa học thử nghiệm

4.5.2.2 Xây dựng bảng phân phối xác suất có điều kiện cho các biến

Như đã trình bày trong phần Cơ chế thích nghi (Mục 3.1), bảng phân phối xác suất của mỗi nút được xây dựng dựa vào kinh nghiệm của giáo viên kết hợp với mô hình noisy-OR. Tiếp theo, chúng tôi minh họa giá trị bảng phân phối xác suất cho các nút *Khái niệm thực thể(CE), Xác định thực thể(DE), Liệt kê các danh từ(DN), Xác định danh từ chung(DCN).* Chi tiết các bảng phân phối xác suất cho các nút trong mô hình được trình bày trong phụ lục B.

Bảng 4.4: CPT cho nút Khái niệm thực thể

CE	
Acquired	Not - Acquired
0.5	0.5

Bảng 4.5: CPT cho nút Liệt kê các danh từ

DN	
Finished	Not - finished
0.5	0.5

Bảng 4.6: CPT cho nút Xác định danh từ chung

Nút cha	Nút con	
DN	DCN	
	Finished	Not - finished
Finished	0.8	0.2
Not-finised	0.05	0.95

Bảng 4.7: CPT cho nút Xác định thực thể

CE	DN	DCN	DE	
			Finished	Not_finished
Not_finished	Not_finished	Not_finished	0.0	1.0
Finished	Not_finished	Not_finished	0.3	0.7
Not_finished	Finished	Not_finished	0.6	0.4
Not_finished	Not_finished	Finished	0.7	0.3
Finished	Finished	Not_finished	0.72	0.7*0.4=0.28
Finished	Not_finished	Finished	0.79	0.7*0.3=0.21
Not_finished	Finished	Finished	0.88	0.4*0.3=0.12
Finished	Finished	Finished	0.916	0.7*0.4*0.3=0.084

4.5.3 Đánh giá kiến thức của người học thông qua trả lời các câu hỏi

Để đánh giá sơ bộ kiến thức của người học về môn học, hệ thống cung cấp một số câu hỏi dưới dạng trắc nghiệm để kiểm tra kiến thức của người học. Thông qua các câu hỏi trắc nghiệm này, người học sẽ được phân loại sơ bộ ở các mức khác nhau và là cơ sở cho việc thích nghi nội dung học ở mức ban đầu. Các câu hỏi chủ yếu dùng để kiểm tra sự hiểu biết của người học về khái niệm. Số lượng các câu hỏi không bao trùm toàn bộ đồ thị khái niệm mà chỉ kiểm tra một số khái niệm tiên quyết. Số lượng câu hỏi nên trong khoảng 20 đến 25 câu, tránh sử dụng quá nhiều gây nhàm chán cho người học.

Các câu hỏi kiểm tra sơ bộ kiến thức của khóa học thử nghiệm được trình bày trong phần Phụ lục C.

4.5.4 Đánh giá kiến thức của người học trong quá trình học

Mục đích của khóa học là từ bản phân tích yêu cầu của bài toán, người học xây dựng được cơ sở dữ liệu để quản lý và đáp ứng yêu cầu bài toán. Để hoàn thành được mục đích này, hệ thống cung cấp các bài tập để người học thông qua các đó mà đạt được yêu cầu của bài toán. Kết quả thực hiện các bài tập là cơ sở để đánh giá, lựa chọn các nhiệm vụ phù hợp với từng người học.

Trong khóa học thử nghiệm, hệ thống sử dụng bài tập có nội dung: *Cơ sở bán hàng HÀNG THẬT chuyên cung cấp các thiết bị vệ sinh chính hãng đến từ các nhãn hàng nổi tiếng trên thị trường: ToTo, Linax, ... HÀNG THẬT nhận nguồn hàng từ các nhà cung cấp để phục vụ bán sỉ và bán lẻ. Hoạt động nhập hàng được ghi chép thông qua hóa đơn mua hàng gồm các thông tin chính Ngày nhập hàng, Nhà cung cấp, Tên mặt hàng, Số lượng, Đơn giá. Hóa đơn bán hàng ghi chép các hoạt động bán hàng của của cơ sở gồm các thông tin chính Khách hàng, Ngày mua hàng, Mặt hàng, Số lượng, Đơn giá. Với các khách hàng tin cậy, cơ sở cho phép được nợ tiền hàng và mỗi lần thanh toán được ghi chép trong hóa đơn thanh toán. Cơ sở cũng hạch toán các khoản chi phí phát sinh trong quá trình mua và bán hàng. Yêu cầu xây dựng cơ sở dữ liệu quan hệ để quản lý hoạt động kinh doanh của HÀNG THẬT mục tiêu theo dõi được các hoạt động: bán hàng, mua hàng, thanh toán, chi phí và hạch toán kinh doanh.*

Người học được hướng dẫn từng bước để hoàn thành được bài tập. Tùy vào kết quả thực hiện ở mỗi bước, hệ thống quyết định đưa ra các nhiệm vụ có tính gợi ý hướng dẫn người học thực hiện bước đó hay không? Các nhiệm vụ cơ bản đề hoàn thành bài tập được trình bày trong phụ lục D.

Ví dụ, trong nhiệm vụ xác định thực thể, nếu người học chỉ xác định được một thực thể là *Hóa đơn*, chứng tỏ người học có thể chưa hiểu khái niệm thực thể, khi đó người học sẽ phải học khái niệm thực thể, đồng thời hệ thống sẽ gợi ý, hướng dẫn người học làm công việc *Liệt kê các danh từ*.

4.5.5 Sử dụng cơ chế thích nghi lựa chọn các khái niệm, nhiệm vụ

Trên cơ sở đánh giá kiến thức của người học và các kết quả thực hiện các nhiệm vụ trong quá trình học tập. Giá trị định lượng mức độ hiểu biết, hoàn thành nhiệm vụ của các khái niệm dựa được tính toán lại căn cứ vào sự phụ thuộc giữa chúng thông qua mô hình mạng xác suất. Dựa vào các luật thích nghi, các khái niệm hay nhiệm vụ mà người học không cần phải tìm hiểu, sẽ được đánh dấu.

4.5.6 Dữ liệu thử nghiệm và kết quả

Chúng tôi sử dụng tập dữ liệu thử nghiệm với 500 người học khác nhau. Giá trị định lượng kiến thức ban đầu của người học và kết quả thực hiện các nhiệm vụ học tập của người học được lưu trữ trong tệp dữ liệu dạng *.txt.

Với mỗi người học, kết quả đánh giá mức độ hiểu biết ban đầu của người học thông qua việc trả lời các câu hỏi được lưu trong các tệp Quser01.txt, Quser02.txt,. . ., Quser500.txt tương ứng. Trong mỗi tệp này, định lượng mức độ hiểu biết của người học về các khái niệm được lưu dưới định dạng *conceptid*:*value* trong đó *conceptid* là định danh của khái niệm trong mô hình nội dung học. *value* có giá trị trong khoảng [0. . .100] cho biết giá trị xác suất định lượng mức độ hiểu biết các khái niệm. Trong trường hợp người học không trả lời một số câu hỏi, do đó hệ thống không đánh giá được mức độ hiểu biết của một khái niệm nào đó, *value* có giá trị: *.

Ví dụ:
18:100%; 10:; 21:50%; 20:*; 23:*; 12:*; 14:*; 15:0% 16:100%; 34:0%; 39:50%; 40:*; 22:0%; 25:50%; 26:*; 27:*; 28:**
là kết quả việc đánh giá mức độ hiểu biết ban đầu của user02, kết quả đánh giá ban đầu cho thấy:

- User02 đã hiểu được các khái niệm *18* (Khái niệm thực thể), *6* (Khái niệm khóa ngoại) (có xác suất p(acquired)=100%).
- Xác suất User02 hiểu các khái niệm *21,15,39,50* p(acquired)=*50%*
- User02 chưa hiểu các khái niệm *15,34,22* (có xác suất p(acquired)=*0%*)

- Các khái niệm *10,20,23,12,14,26,27,28* chưa được đánh giá do người học đã không trả lời một số câu hỏi liên quan đến các khái niệm này.

Kết quả định lượng mức độ hoàn thành các nhiệm vụ cũng như hiểu biết các khái niệm của người học trong qúa trình tham gia khóa học được lưu trong các tệp Auser01.txt, Auser02.txt, *ldots*, Quser500.txt tương ứng. Trong mỗi tệp, giá trị xác suất định lượng mức độ hoàn thành thực hiện các nhiệm vụ được lưu trên từng dòng có định dạng *taskid:value*. Trong đó *taskid* là định danh của nhiệm vụ trong mô hình nội dung học. Giá trị *value* trong khoảng [0...100] cho biết giá trị xác suất định lượng mức độ hoàn thành việc thực hiện các nhiệm vụ.

Ví dụ:
3:75.0

1:10.0
18:20.0
2:50.0
Các dòng dữ liệu trên là một phần kết quả thực hiện các nhiệm vụ của user01. Dòng thứ nhất cho biết kết quả đánh giá việc thực hiện nhiệm vụ *3 - Xác định các thực thể* là 75%. Và các công việc liên quan là: *1 - Liệt kê các danh từ*, *2 - Xác định danh từ chung* và *18 - Tìm hiểu khái niệm thực thể* có kết quả là 10%, 20% và 50% tương ứng.

Giá trị xác suất định lượng kiến thức, mức độ hoàn thành nhiệm vụ của người học thông qua việc đánh giá và mối quan hệ giữa các khái niệm, nhiệm vụ được cập nhật trong qúa trình người học tham gia khóa học qua nhiều giai đoạn thực hiện các nhiệm vụ được lưu thành nhiều tệp kết quả khác nhau ứng với từng giai đoạn. Sau mỗi nhiệm vụ người học thực hiện, mô hình tính toán lại các giá trị xác suất cho biết mức độ hiểu biết khái niệm và hoàn thành nhiệm vụ. Trong khóa học thử nghiệm này, có tối đa 24 quá trình cập nhật các giá trị này. Các kết quả dưới đây là một phần việc định lượng mức độ hiểu biết các khái niệm, mức độ hoàn thành các nhiệm vụ sau khi người học có xác suất là 75% khi thực hiện nhiệm vụ *3 - Xác định các thực thể*.
1: 89.656624
2: 91.02828
18: 87.185616
3: 91.8585
...

Các giá trị này được cập nhật trong cơ sở dữ liệu, căn cứ vào giá trị này các luật thích nghi được áp dụng để gợi ý người học có thể bỏ qua một số khái niệm hay nhiệm vụ. Dữ liệu thử nghiệm và kết quả của một số người dùng được trình bày trong phần phụ lục E

4.5.7 Phân tích và đánh giá kết quả thử nghiệm mô hình

Kết quả thử nghiệm cho thấy, với trình độ kiến thức khác nhau, người học được hệ thống gợi ý tìm hiểu các khái niệm, thực hiện nhiệm vụ khác nhau, người học không cần phải tìm hiểu đầy đủ các khái niệm, thực hiện tất cả các nhiệm vụ của khóa học. Trong quá trình thực hiện các nhiệm vụ, tùy thuộc mức độ hoàn thành nhiệm vụ người học sẽ được hệ thống chỉ dẫn tập các nhiệm vụ cần phải làm để hoàn thành được nhiệm vụ này.
Dựa trên các kết quả của việc thử nghiệm, chúng tôi phân tích, thông kê trên một số tiêu chí:

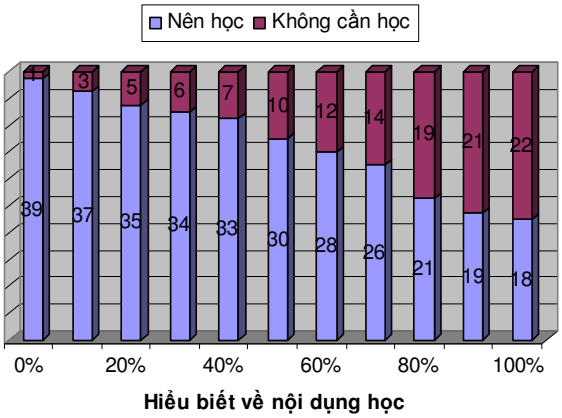
- Sự phụ thuộc giữa kiến thức của người học về nội dung học trước khi tham gia khóa học và số lượng kiến thức, nhiệm vụ hệ thống sẽ gợi ý người học tìm hiểu.
- Sự phụ thuộc giữa kết quả thực hiện các nhiệm vụ với số lượng kiến thức người học cần phải tìm hiểu.
- Khảo sát sự biến thiên giá trị xác suất hoàn thành của các nhiệm vụ, khái niệm liên quan.

Chúng tôi thực hiện khảo sát, thống kê trên các tiêu chí trên sau khi thực hiện thử nghiệm với 500 người học khác nhau vì: Hệ thống của chúng tôi nhằm lựa chọn các khái niệm, nhiệm vụ phù hợp với trình độ kiến thức của người học. Kết quả thử nghiệm cho từng người học đã cho thấy người học có kiến thức khác nhau, các khái niệm, nhiệm vụ cần phải tìm hiểu khác nhau. Hai tiêu chí đầu dùng để thống kê số lượng các khái niệm, nhiệm vụ cần tìm hiểu với kiến thức của người học. Tiêu chí thứ ba để khảo sát sự phụ thuộc giá trị định lượng mức độ hoàn thành nhiệm vụ với các nhiệm vụ thành phần, để thấy được sự cần thiết dùng mô hình xác suất để định lượng.

4.5.7.1 Sự phụ thuộc giữa kiến thức của người học về nội dung học trước khi tham gia khóa học với số lượng kiến thức, nhiệm vụ hệ thống sẽ gợi ý người học tìm hiểu

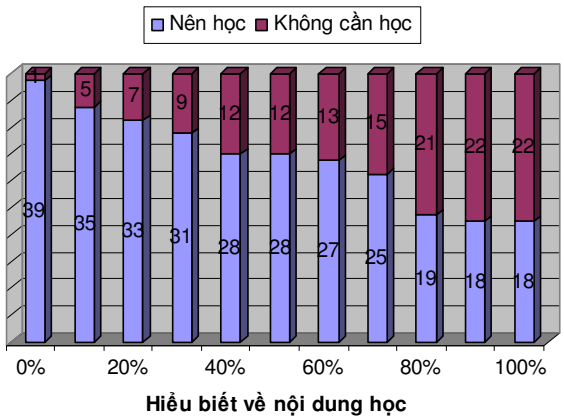
Trong hình 4.7, biểu đồ thống kê sự phụ thuộc giữa số lượng khái niệm, nhiệm vụ người học cần phải học và có thể bỏ qua với mức độ hiểu biết về nội dung học thông qua việc trả lời câu hỏi. Hiểu biết về nội dung học được đánh giá theo tỷ lệ phần trăm, với ý nghĩa: nếu mức độ hiểu biết là 0% có nghĩa người học chưa có hiểu biết về nội dung học trước khi tham gia, hoặc không tiến hành việc trả lời các câu hỏi. Tương tự, nếu mức độ hiểu biết là 40% có nghĩa người đó đã hiểu được 40% trong số các khái niệm mà hệ thống đưa ra để đánh giá ban đầu.

Kết quả thử nghiệm cho kết luận: *số lượng các khái niệm, nhiệm vụ mà người học được phép bỏ qua tỷ lệ thuận với mức độ hiểu biết của người học*, điều này phù hợp với mô hình



Hình 4.7: Sự phụ thuộc giữa khái niệm cần phải học với kiến thức

hệ thống. Xem biểu đồ, ở mức độ hiểu biết 100%, hệ thống vẫn yêu cầu người tìm hiểu hoặc thực hiện 18 khái niệm, nhiệm vụ do số lượng câu hỏi không đủ để đánh giá được toàn bộ kiến thức của nội dung học và việc đánh giá mức độ hoàn thành nhiệm vụ phải được đánh giá thực tế thông qua kết quả thực hiện.



Hình 4.8: Sự phụ thuộc giữa khái niệm cần phải học với mức độ hiểu biết kiến thức

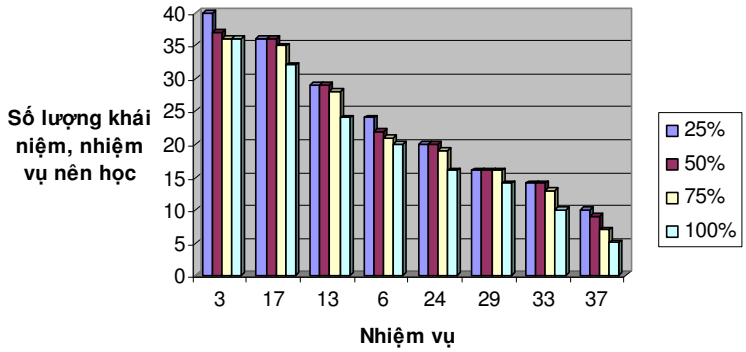
Trong hình 4.8 biểu đồ cũng thống kê sự phụ thuộc giữa các số lượng, nhiệm vụ người học cần phải học và có thể bỏ qua với mức độ hiểu biết về nội dung học. Khác với thống kê trong biểu đồ 4.7, trong biểu đồ này, với mức hiểu biết 10% có nghĩa người học hiểu được hoàn toàn 10% trong số khái niệm hệ thống đưa ra đánh giá, 90% số khái niệm còn lại người học hiểu được 50%. Tương tự, với các mức 20%, ..., 100% có nghĩa người học hiểu được hoàn toàn 20%, ..., 100% trong số khái niệm và 80%, ...,0% số khái niệm còn lại người học hiểu được 50%. Kết quả thử nghiệm cho kết luận: *số lượng các khái niệm, nhiệm vụ mà người học được phép bỏ qua tỷ lệ thuận với mức độ hiểu biết của người học.*

4.5.7.2 Sự phụ thuộc kết quả thực hiện các nhiệm vụ với số lượng kiến thức người học cần phải tìm hiểu

Luận án thống kê số lượng khái niệm, nhiệm vụ mà người học cần phải tìm hiểu thông qua kết quả thực hiện các nhiệm vụ của nội dung học. Trong mỗi nhiệm vụ, tiến hành xem xét sự phụ thuộc ở các mức độ xác suất 25%, 50%, 75%, và 100% hoàn thành mỗi nhiệm vụ. Các nhiệm vụ được thống kê gồm:

- 3: Xác định thực thể
- 17: Xác định thuộc tính thực thể
- 13: Xác định thuộc tính khóa
- 6: Xác định mối quan hệ giữa các thực thể
- 24: Định nghĩa các bảng dữ liệu
- 29: Xác định ràng buộc
- 33: Chuẩn hóa dạng chuẩn 1
- 37: Chuẩn hóa dạng chuẩn 2

Biểu đồ hình 4.9 thống kê kết quả sự phụ thuộc giữa số lượng khái niệm, nhiệm vụ cần phải học với mức độ hoàn thành các nhiệm vụ. Xem trên biểu đồ, nếu xác suất người học



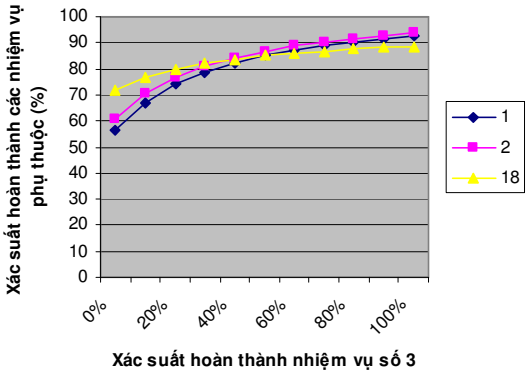
Hình 4.9: Sự phụ thuộc giữa khái niệm cần phải học với mức độ hoàn thành nhiệm vụ

hoàn thành nhiệm vụ *3: Xác định thực thể* dưới 75%, người học sẽ phải tìm hiểu và thực hiện 38-40 khái niệm, nhiêm vụ. Cụ thể, người học sẽ phải thực hiện các nhiệm vụ: *Liệt kê danh từ*, *Xác định danh từ chung*, và tìm hiểu *Khái niệm thực thể*. Trong trường hợp ngược lại, nếu xác suất 75% trở lên, người học không cần phải tìm hiểu các nhiêm vụ, khái niệm nêu trên. Kết quả thống kê cho kết luận: *số lượng các khái niệm, nhiệm vụ mà người học cần phải tìm hiểu tỷ lệ nghịch với mức độ hoàn thành các nhiệm vụ.*

4.5.7.3 Khảo sát sự biến thiên giá trị xác suất hoàn thành của các khái niệm, nhiệm vụ liên quan

Trong phần này, luận án khảo sát sự biến thiên giá trị xác suất hoàn thành các khái niệm nhiệm vụ liên quan. Nếu $X \rightarrow E$, trong đó X là biến hỏi, E là biến bằng chứng. Luận án khảo sát sự phụ thuộc giá trị xác suất của biến hỏi X vào độ biến thiên xác suất của biến bằng chứng E, cho một số nhiệm vụ khái niệm.

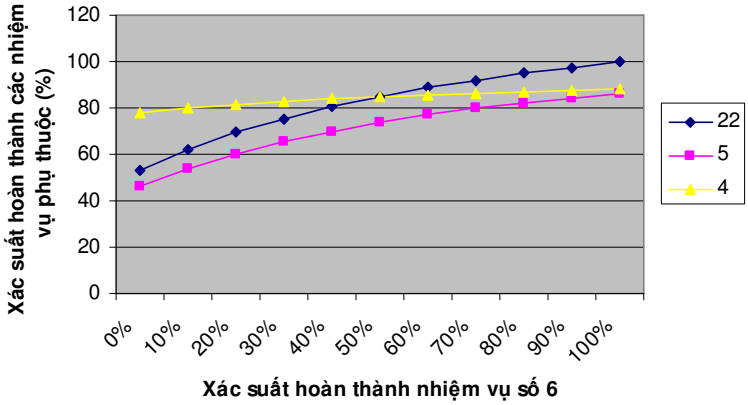
Biểu đồ hình 4.10 cho kết quả khảo sát sự biến thiên mức độ xác suất của biến bằng



Hình 4.10: Biến thiên xác suất hoàn thành của các khái niệm, nhiệm vụ

chứng Nhiệm vụ *3: Xác định thực thể* với các biến hỏi: nhiệm vụ *1: Liệt kê danh từ*, *2: Xác định danh từ chung*, và khái niệm *18: Khái niệm thực thể*.

Biểu đồ hình 4.11 cho kết quả khảo sát sự biến thiên mức độ xác suất của biến bằng



Hình 4.11: Biến thiên xác suất hoàn thành của các khái niệm, nhiệm vụ

chứng Nhiệm vụ *6: Xác định mối quan hệ giữa các thực thể* với các biến hỏi: nhiệm vụ *22: Khái niệm quan hệ*, *2: Liệt kê các động từ*, và khái niệm *5: Xác định kiểu quan hệ*.

Kết quả khảo sát cho kết luận *xác suất định lượng mức độ hoàn thành một nhiệm vụ có sự phụ thuộc chặt chẽ vào các nhiệm vụ, khái niệm tiên quyết của nó*. Đây là cơ sở để cho phép người học có thể bỏ qua một nhiệm vụ, khái niệm hay không. Việc sử dụng

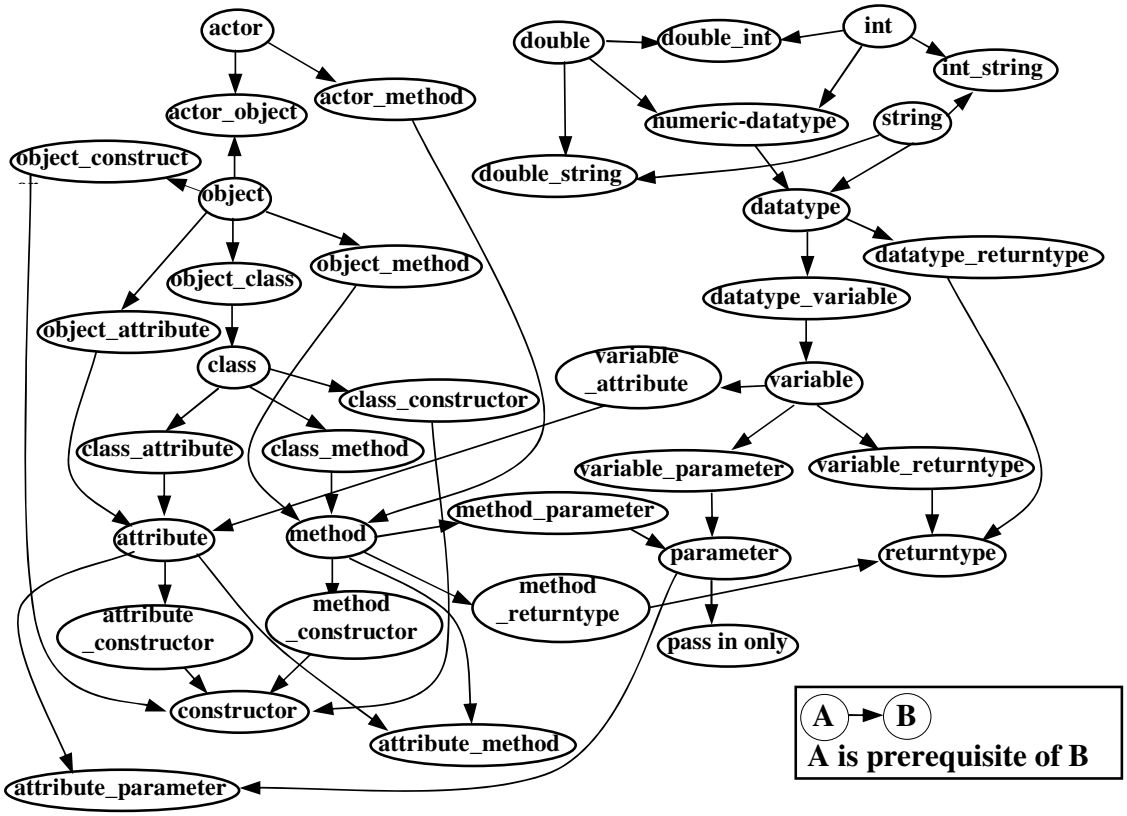
mạng xác suất để định lượng các mức biên thiên này có độ chính xác cao hơn khi sử dụng các giá trị định tính hay rời rạc.

4.5.7.4 Thử nghiệm sử dụng nội dung khóa học của một số hệ thống học thích nghi đã khảo cứu

Trong phần này, chúng tôi trình bày việc sử dụng nội dung các khóa học của một số hệ thống học thích nghi để làm nội dung khóa học thử nghiệm cho hệ thống ACGS. Mô hình nội dung của các khóa học này được mô hình hóa thông qua các khái niệm. Với các mô hình nội dung này, hệ thống của chúng tôi không những lựa chọn được các khái niệm phù hợp với kiến thức người học, mà còn chỉ dẫn người học các khái niệm cần phải tìm hiểu trong số các khái niệm tiên quyết của khái niệm đó trong trường hợp người học chưa hiểu được khái niệm đó.

Nội dung khóa học lập trình hướng đối tượng, trong mô hình của Wei và Blank [2]

Khóa học lập trình hướng đối tượng được Wei và Blank thiết kế gồm 38 khái niệm như minh họa trong hình 4.12, mối quan hệ các giữa các khái niệm là khái niệm tiên quyết.



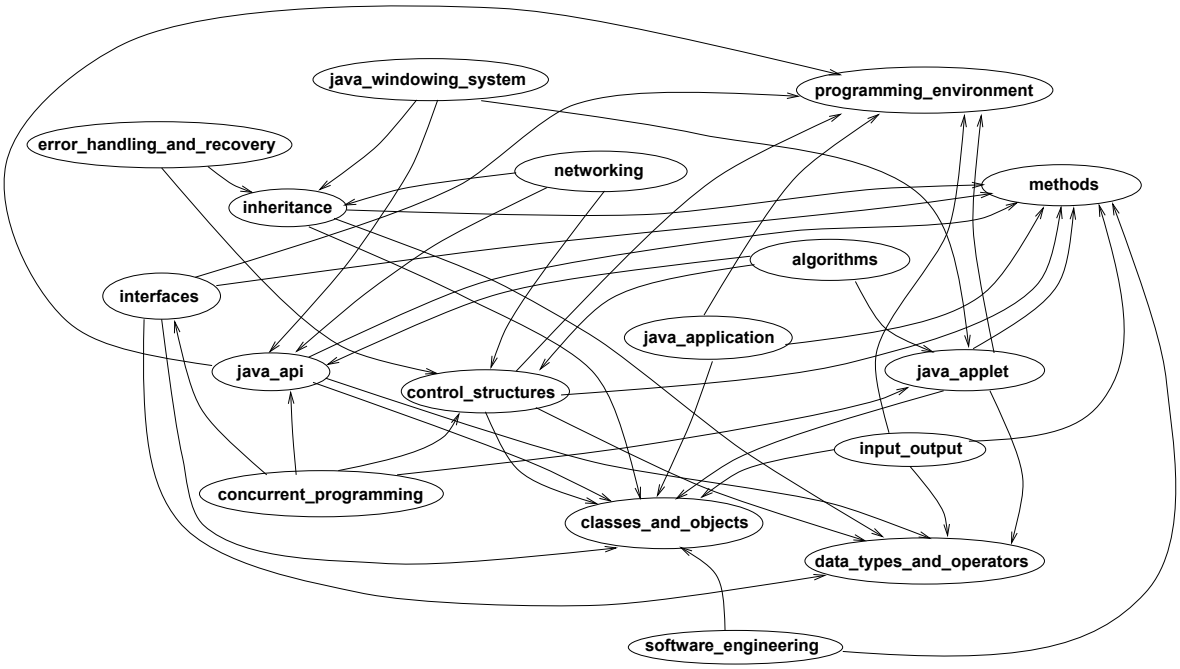
Hình 4.12: Mô hình nội dung khóa học của Wei (nguồn [2])

Chúng tôi sử dụng mô hình khóa học này để thử nghiệm việc lựa chọn khái niệm theo trình độ kiến thức của người học, cũng như chỉ dẫn người học làm thế nào để hiểu một khái niệm. Để thử nghiệm chúng tôi tiến hành áp dụng qui trình thử nghiệm đã giới thiệu

ở trên. Kết qủa thử nghiệm (Phụ lục E, Bảng E.1 và E.2) cho thấy mô hình của chúng tôi hoạt động tốt với tập nội dung trên, lựa chọn được các khái niệm phù hợp với người học.

Nội dung khóa học lập trình java, trong mô hình của Henze [3]

Nội dung khóa học do Henze đề xuất gồm 289 khái niệm. Sử dụng thử nghiệm cho mô hình của mình, chúng tôi chỉ dùng các khái niệm được minh họa trong hình 4.13.



Hình 4.13: Mô hình nội dung khóa học của Henze (nguồn [3])

Kết qủa thử nghiệm (Phụ lục E, Bảng E.3) cho thấy mô hình của chúng tôi hoạt động tốt với tập nội dung trên, lựa chọn được các khái niệm phù hợp với người học. Khi đánh giá trình độ kiến thức của người học đối với một khái niệm cụ thể, nếu kết quả định lượng cho thấy người học chưa hiểu khái niệm, hệ thống chỉ dẫn cho người học các khái niệm cần phải tìm hiểu để hiểu khái niệm này.

Kết quả thử nghiệm cho thấy mô hình của chúng tôi áp dụng được với các mô hình nội dung khóa học có mô hình nội dung gồm các thành phần và xem xét mối quan hệ giữa chúng. Tuy vậy, mục tiêu mà chúng tôi đặt ra là cải tiến các mô hình hiện nay thay vì chỉ lựa chọn khái niệm, xây dựng tiến trình học phù hợp với từng người học mà còn hướng dẫn người học làm thế nào để hiểu được khái niệm, hoàn thành nhiệm vụ. Do cách tiếp cận, xây dựng mô hình nội dung khóa học khác nhau, nên khi sử dụng nội dung khóa học của các mô hình trên đây cho thử nghiệm để có tính so sánh, chưa thấy rõ được tính

ưu việt của việc đưa ra các hướng dẫn "Làm thế nào?" để hoàn thành nhiệm vụ trong mô hình của chúng tôi.

4.6 Tổng kết

Chương này đã trình bày việc sử dụng các kết quả nghiên cứu của mình trong mô hình nội dung khóa học, mô hình người học và cơ chế thích nghi, để đề xuất mô hình hệ thống học thích nghi ACGS. Mô hình ACGS của chúng tôi hướng đến mục tiêu xây dựng các khóa học đáp ứng nhiều mục tiêu, yêu cầu của người học. Đối với tiêu chí kiến thức, ngoài việc lựa chọn các khái niệm, nhiệm vụ phù hợp với từng người học, hệ thống còn cung cấp chỉ dẫn cho người học các nhiệm vụ cần phải thực hiện để hoàn thành nhiệm vụ nào đó. Chúng tôi cũng đã trình bày các bước thực hiện khi triển khai thử nghiệm hệ thống Adaptive Course Generation System. Thêm vào đó, luận án cũng đưa ra qui trình thử nghiệm. Các kết quả của mỗi bước trong quá trình xây dựng hệ thống được trình bày chi tiết trong phần Phụ lục E. Hệ thống được xây dựng thử nghiệm cho một phần trong kết quả nghiên cứu của mô hình ACGS, tuy vậy với việc thử nghiệm cho tiêu chí thích nghi theo kiến thức, các kết quả thử nghiệm bước đầu cho kết luận mong muốn của mô hình: việc lựa chọn khái niệm, nhiệm vụ dựa trên kiến thức của người học. Hệ thống không những lựa chọn các khái niệm, phù hợp với người học mà còn gợi ý, hướng dẫn các nhiệm vụ người học nên tìm hiểu trong suốt quá trình tham gia khóa học.

Kết luận

Trong phần này, chúng tôi tổng kết, đánh giá các kết quả, các đóng góp đã đạt được về mặt lý thuyết, thực tiễn trong quá trình thực hiện luận án, cũng như phương hướng để hoàn thiện kết quả nghiên cứu trong thời gian tới.

Với kết quả nghiên cứu đã đạt được, luận án của chúng tôi đã hoàn thành được mục tiêu nghiên cứu đề ra là nghiên cứu, cải tiến xây dựng mô hình học thích nghi đáp ứng nhiều mục tiêu, nhu cầu của người học. Các kết quả nghiên cứu của chúng tôi đã có đóng góp nhất định trong việc cải tiến, nâng cao hiệu quả mô hình học thích nghi, đáp ứng tốt hơn các nhu cầu của người học tham gia đào tạo điện tử.

Kết quả của luận án

Với mục tiêu nghiên cứu mô hình người học trong xây dựng hệ thống học thích nghi theo nhu cầu người học trong đào tạo điện tử, luận án đã đạt được các kết quả sau:

1 Tổng quan các kết quả nghiên cứu đã đạt được trong lĩnh vực học thích nghi. Các phương pháp và kỹ thuật xây dựng mô hình và hệ thống học thích nghi trong đào tạo điện tử. Trên cơ sơ đó, chúng tôi đã đề xuất các vấn đề cần phải nghiên cứu trong lĩnh vực học thích nghi. Chúng tôi cũng đã thực hiện khảo cứu, đánh giá một số hệ thống học thích nghi. Trên cơ sở phân tích, so sánh chỉ ra vấn đề còn tồn tại để hình thành mục tiêu nghiên cứu.

2 Trong nghiên cứu phát triển mô hình người học, sau khi nghiên cứu các mô hình người học đang được sử dụng phổ biến hiện nay, chúng tôi ứng dụng mô hình phủ cho việc xây dựng mô hình người học. Khi sử dụng mô hình phủ để định lượng kiến thức của người học chúng tôi đã sử dụng các giá trị xác suất để định lượng kiến thức người học bằng cách ứng dụng mạng Bayes thay vì sử dụng các giá trị định tính, hay rời rạc hóa. Các kết quả này đã công bố trong [64, 76, 77].

   Cập nhật mô hình người học theo từng giai đoạn. Trong mỗi giai đoạn, chỉ định

lượng và cập nhật mức độ hiểu biết của người học đối với các khái niệm, nhiệm vụ liên quan mỗi khi người học tương tác với hệ thống (trả lời câu hỏi, thực hiện bài tập). Đề xuất này nâng cao hiệu quả tính toán và độ chính xác so với cách cập nhật toàn bộ các giá trị biểu diễn mức độ hiểu biết các khái niệm, hoàn thành nhiệm vụ trong mô hình nội dung học.

3 Trong nghiên cứu xây dựng mô hình nội dung học, chúng tôi đã xây dựng mô hình nội dung gồm tập các khái niệm và nhiệm vụ học tập. Việc xây dựng tập các nhiệm vụ học tập nhằm trả lời câu hỏi làm thế nào để tiếp thu được kiến thức, sau khi đã lựa chọn được các kiến thức phù hợp. Thông qua các nhiệm vụ học tập, người học được chỉ dẫn, gợi ý cần thực hiện các khái niệm, nhiệm vụ phù hợp với kiến thức của mình để hoàn thành khóa học. Kết quả này đã được công bố trong [77].

4 Xây dựng cơ chế thích nghi theo tiêu chí mục tiêu và nhu cầu của người học, chúng tôi lựa chọn và xây dựng tiến trình học phù hợp với nhiều mục tiêu, nhu cầu của người học. Với mỗi mục tiêu, nhu cầu của người học, chúng tôi xây dựng mô hình lựa chọn tiến trình học tương ứng phù hợp với từng người học. Căn cứ vào các tiến trình học ứng viên, mạng xác suất Bayes được sử dụng để định lượng xác suất có mặt của khái niệm, nhiệm vụ trong tiến trình học. Là cơ sở lựa chọn các nội dung xây dựng tiến trình học phù hợp nhất đáp ứng tối đa các tiêu chí. Kết quả được công bố trong [76].

5 Xây dựng cơ chế thích nghi theo kiến thức người học, chúng tôi sử dụng mạng xác suất Bayes để định lượng kiến thức người học. Mạng Bayes được xây dựng dựa trên mô hình nội dung học gồm tập các khái niệm và nhiệm vụ để định lượng mức độ hiểu biết của người học về các khái niệm, nhiệm vụ. Các giá trị này là cơ sở để lựa chọn nội dung học phù hợp với kiến thức của người học nhằm hướng dẫn người học làm thế nào để hiểu được khái niệm hay hoàn thành nhiệm vụ. Đây là kết quả mới của luận án, được công bố trong [77].

   Dựa trên các giá trị định lượng mức độ hiểu biết của người học đối với các khái niệm, nhiệm vụ trong mô hình nội dung học, các luật thích nghi được sử dụng để gợi ý cho người học các khái niệm, nhiệm vụ mà họ có thể bỏ qua trong quá trình tham gia khóa học. Kết quả được công bố trong [72].

6 Đề xuất mô hình Adaptive Course Generation System trên cơ sở phương pháp của Brusilovsky đề xuất [1]. Trong mỗi thành phần của hệ thống, luận án đã phát triển các kết quả mới trong việc: Xây dựng mô hình nội dung học, Xây dựng mô hình

người học, và Cơ chế thích nghi. Mô hình lần đầu được công bố trong [62]. Các kết quả cải tiến mô hình được trình bày xuyên suốt trong tất các các nghiên cứu của chúng tôi [62, 63, 72, 76, 77].

Thông qua các kết quả đạt được trong việc nghiên cứu mô hình, kỹ thuật và phương pháp xây dựng khóa học thích nghi theo nhu cầu người học, luận án đã đề xuất một qui trình xây dựng khóa học thích nghi gồm các bước:

- Xây dựng mô hình nội dung học
- Xây dựng mô hình người học
- Kiểm tra, đánh giá người học
- Xây dựng tiến trình học phù hợp với mục tiêu, nhu cầu của người học
- Lựa chọn các khái niệm, nhiệm vụ để hướng dẫn người học hoàn thành mục tiêu, nhu cầu học tập

7 Phân tích, thiết kế, cài đặt và thử nghiệm mô hình. Xây dựng dữ liệu nội dung khóa học thử nghiệm, các câu hỏi kiểm tra, xây dựng mô hình mạng Bayes, bảng phân phối xác xuất có điều kiện của nút trong mô hình. Xây dựng tập trọng số biểu diễn sự phụ thuộc giữa các khái niệm, nhiệm vụ đối với từng tiêu chí. Thử nghiệm hệ thống với dữ liệu của 500 người học khác nhau. Phân tích sự phụ thuộc giữa kiến thức của người học với số lượng kiến thức cần tìm hiểu, phân tích sự phụ thuộc kết quả thực hiện các nhiệm vụ với số lượng kiến thức người học cần tìm hiểu. So sánh kết quả định lượng kiến thức, so sánh hiệu quả về thời gian thực hiện so với các mô hình khác.

Đóng góp chính của luận án

Lý thuyết

- Mô hình hóa nội dung khóa học gồm tập các khái niệm và nhiệm vụ. Đưa ra các định nghĩa khái niệm, nhiệm vụ. Trên cơ sở đó, định nghĩa các mối quan hệ: quan hệ giữa các khái niệm, quan hệ giữa các nhiệm vụ và quan hệ giữa khái niệm và nhiệm vụ. Các định nghĩa này là cơ sở cho các nghiên cứu tiếp theo trong xây dựng mô hình người học và cơ chế thích nghi.

- Xây dựng các công thức đánh giá mức độ mức độ hiểu biết của người học đối với khái niệm (Mệnh đề 1), mức độ hoàn thành đối với nhiệm vụ (Mệnh đề 2).

- Xây dựng cơ chế thích nghi lựa chọn tiến trình học đáp ứng nhiều nhu cầu phù hợp với từng người học. Với mỗi nhu cầu, một tiến trình học ứng viên được lựa chọn

dựa trên thuật toán tìm kiếm A*. Xây dựng hàm đánh giá theo kinh nghiệm *h(x)* dựa trên giá trị xác suất hiểu được khái niệm hay hoàn thành nhiệm vụ mục tiêu khi hiểu khái niệm hay hoàn thành nhiệm vụ x (Mệnh đề 3). Đề xuất thuật toán *Xây dựng tiến trình học* để xây dựng tiến trình học đáp ứng nhiều nhu cầu dựa trên các tiến trình học ứng viên.

- Xây dựng cơ chế thích nghi theo kiến thức người học, căn cứ vào giá trị xác suất định lượng mức độ hiểu biết khái niệm, mức độ hoàn thành nhiệm vụ. Tập luật thích nghi gồm 12 luật được đề xuất để lựa chọn khái niệm, nhiệm vụ phù hợp với kiến thức của người học.

Công nghệ

- Đề xuất mô hình Adaptive Course Generation System tạo khóa học thích nghi theo nhu cầu, mục tiêu và kiến thức của từng người học.

- Đề xuất qui trình xây dựng khóa học thích nghi gồm các bước: Xây dựng mô hình nội dung học; Xây dựng mô hình người học; Kiểm tra, đánh giá người học; Xây dựng tiến trình học phù hợp với mục tiêu, nhu cầu của người học; Lựa chọn các khái niệm, nhiệm vụ để hướng dẫn người học hoàn thành mục tiêu, nhu cầu học tập.

Hướng nghiên cứu tiếp theo

Cơ sở để thích nghi theo kiến thức là các giá trị định lượng mức độ hiểu biết các khái niệm của người học trong quá trình tham gia khóa học. Giá trị định lượng ban đầu được xác định thông qua: các câu hỏi kiểm tra, kết quả thực hiện các bài tập, nhiệm vụ. Trong khuôn khổ của luận án, chúng tôi chưa đi sâu nghiên cứu việc xây dựng các câu hỏi, bài tập để đánh giá kiến thức của người học.

Để khắc phục, trong các nghiên cứu tiếp theo, chúng tôi tập trung xây dựng mô hình đánh giá, phân loại người học để tăng hiệu quả việc lựa chọn nội dung học tập cho từng người học. Với mỗi người học mới, sau khi đánh giá, thay vì tính toán định lượng mức độ hiểu biết đối với từng khái niệm, hệ thống sẽ hướng đến việc tìm tiến trình học trong những nhóm người dùng đã tham gia khóa học trước đó có kết quả đánh giá tương đương, để cung cấp cho người học mới này. Mục tiêu xa hơn là hướng đến việc xây dựng hoàn chỉnh hệ thống ACGS để có thể áp dụng thực tế.

Danh mục các công trình khoa học của tác giả liên qua đến luận án

1 **Nguyen Viet Anh**, Nguyen Viet Ha, Ho Si Dam (2009),Developing Adaptive Hypermedia System Based on Learning Design Level B with Rules for Adaptive Learning Activities. *VNU, Journal of Science, (Natural Sciences and Technology* Vol 25(1),p:1-12.

2 **Nguyen Viet Anh**, Do Hoang Kien, Ho Si Dam (2008), Applying Collaborative E-learning to Develop a Question - Answering System. *Journal of Research and Development on Information Communications Technology*, 20(3),p:5–12.

3 **Viet Anh Nguyen**, Viet Ha Nguyen, Si Dam Ho, Hitoshi Sasaki (2008), Bayesian Network Student Model for Adapting Learning Activity Tasks in Adaptive Course Generation System. *In Proceeding of Technology Enhanced Learning Conference (TeLearn)*, Hanoi, Vietnam.

4 **Nguyen Viet Anh**, Nguyen Viet Ha, Ho Si Dam (2008), Contructing a Bayesian Belief Network to Generate Learning Path in Adaptive Hypermedia System. *Journal of Computer Science and Cybermetics*, 24 (1)p:12–19.

5 **Anh Nguyen Viet**, Dam Ho Si (2006), ACGS: Adaptive Course Generation System - an Efficient Approach to Build E-learning Course. *In Proceedings of the IEEE Sixth International Conference on Computers and Information Technology*, Seoul, Korea, p:259–265.

6 **Anh Nguyen Viet**, Dam Ho Si (2006), Applying Weighted Learning Object to Build Adaptive Course in E-learning. *In Learning by Effective Utilization of Technologies: Facilitating Intercultural Understanding, Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, volume 151, p: 647–648.

Tài liệu tham khảo

[1] Brusilovsky, P. (1996), Methods and Techniques of Adaptive Hypermedia. *User Modeling and User Adapted Interaction*, 6, 87–129. [cited at p. vii, 2, 12, 13, 14, 73, 99]

[2] Wei, F. and D.Blank, G. (2006), Student Modeling with Atomic Bayesian Networks. *Proceedings of International Conference in Intellegent Tutoring System, LNCS 4053*, pp. 491–502. [cited at p. vii, 37, 45, 53, 78, 95]

[3] Henze, N. (2000), *Adaptive Hyperbooks: Adaptation for Project-Based Learning Resources*. Ph.D. thesis, Vom Fachbereich Mathematik und Informatik der Universitat Hannover. [cited at p. vii, 96]

[4] Vassileva, J. (1998), DCG + GTE: Dynamic Courseware Generation with Teaching Expertise. *Instructional Science*, 26, 317–332. [cited at p. 2, 13, 21]

[5] Kaplan, C., Fenwick, J., and Chen, J. (1993), Adaptive Hypertext Navigation Based on User Goals and Context. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 3(3), 193–220. [cited at p. 2]

[6] Gilbert, J. and Han, C. (1999), Arthur: Adapting Instruction to Accommodate Learning Style. *Proceedings of WebNet'99, World Conference of the WWW and Internet, Honolulu, HI*, pp. 433–438. [cited at p. 2]

[7] Paolucci, R. (1998), Hypermedia and Learning: The Relationship of Cognitive Style and Knowledge Structure. *Proceedings of EdMedia*. [cited at p. 2, 18]

[8] Kubes, T. (2007), *Application of Hypermedia Systems in E-learning*. Master's thesis, Faculty of Electrical Engineering, Czech Technical University in Prague. [cited at p. 3, 13, 21]

[9] Bra, P. and Ruiter, J. (2001), Aha! Adaptive Hypermedia for All. *Proceedings of World Conference of the WWW and Internet. AACE*, pp. 262–268. [cited at p. 3, 13, 20, 32, 44, 45, 70]

[10] Bra, P. D., Aerts, A., Smits, D., and Stash, N. (2002), Aha! version 2.0: More Adaptation Flexibility for Authors. *Proceedings of World Conference on E-Learning*. [cited at p. 3, 28]

[11] Eklund, J., Brusilovsky, P., and Schwarz, E. (1997), Adaptative Textbooks on the WWW. *Proceedings of AUSWEB97, The Third Australian Conference on the World Wide Web, Queensland, Australia, July 5-9*, pp. 186–192. [cited at p. 3]

[12] Brusilovsky, P. (2004), Knowledgetree: A Distributed Architecture for Adaptive E-learning. *Proceedings of The 13th International World Wide Web Conference*. [cited at p. 3, 28]

[13] Henze, N. and Nejdl, W. (1999), Bayesian Modeling for Adaptive Hypermedia Systems. *In ABIS 99, 7. GI-Workshop Adaptivitat und Benutzermodellierung in interaktiven Softwaresystemen (Magdeburg, Sept. 1999)*. [cited at p. 3]

[14] Li, Y. and Huang, R. (2006), Dynamic Composition of Curriculum for Personalized E-learning. *Learning by Effective Utilization of Technologies: Facilitating Intercultural Understanding, Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, vol. 151. [cited at p. 3]

[15] Horton, W. (2000), *Designing Web-Based Training*. John Wiley & Sons, Inc. [cited at p. 8]

[16] Infobase, C., E-learning Concepts. `http://www.infobase.co.in/`. [cited at p. 8]

[17] Center, M., E-learning Concepts. `http://www.masie.com/`. [cited at p. 8]

[18] Boyle, J. (2003), Web-based Training Overview. Website, `http://coe.sdsu.edu/eet/articles/webbtraining/start.htm`. [cited at p. 9]

[19] Wikipedia (2008), Learning Management System. Website, `http://en.wikipedia.org/wiki/Learning_management_system`. [cited at p. 9]

[20] Wikipedia (2007), SCORM. Website, `http://en.wikipedia.org/wiki/SCORM`. [cited at p. 9, 28]

[21] Passardiere, B. D. L. and Dufresne, D. (1992), Adaptive Navigational Tools for Educational Hypermedia. *Proceedings of ICCAL 1992*, pp. 555–567. [cited at p. 12]

[22] Fink, J., Kobsa, A., and Nill, A. (1996), User-oriented Adaptivity and Adaptability in the Avanti Project. Tech. rep., Eindhoven University of Technology, Netherlands, `http://wwwis.win.tue.nl/ah/`. [cited at p. 12, 16, 37]

[23] Brusilovsky, P., Schwarz, E., and Weber, G. (1996), Elm-art: An Intelligent Tutoring System on the World Wide Web. *Proceedings of the Third International Conference, ITS*. [cited at p. 13, 17, 20, 21, 22, 28, 37, 48, 70]

[24] Hockemeyer, C., Held, T., and D.Albert (1998), Rath a Relational Adaptive Tutoring Hypertext www-environment Based on Knowledge Space Theory. *Proceedings of CALISCE'98, 4th International conference on Computer Aided Learning and Instruction in Science and Engineering*, pp. 417–423. [cited at p. 13, 18, 20, 28]

[25] Specht, M. and Klemke, R. (2001), ALE - Adaptive Learning Environment. *Proceedings of WebNet'2001, World Conference of the WWW and Internet. AACE*, pp. 1155–1160. [cited at p. 13, 20, 45]

[26] Eklund, J. and P.Brusilovsky (1998), The Value of Adaptivity in Hypermedia Learning Environments: A short review of empirical evidence. Website, `http://wwwis.win.tue.nl/ah98/Eklund.html`. [cited at p. 15]

[27] Bra, P. D. and Calvi, L. (1998), AHA: a Generic Adaptive Hypermedia System. *Proceedings of the 2nd Workshop on Adaptive Hypertext and Hypermedia*, pp. 5–12. [cited at p. 16, 18]

[28] Eklund, J. and Sawers, J. (1996), Customising Web-based Course Delivery in West with Navigation Support. *Proceedings of WebNet96, San Francisco*, October, pp. 534–535. [cited at p. 16]

[29] Rich, E. (1989), *User Models in Dialog Systems*, chap. Stereotypes and User Modeling. Springer Verlag. [cited at p. 17]

[30] Kobsa, A. (1993), *Adaptive User Interfaces: Principles and Practice*, chap. User modeling: Recent Work, Prospects and Hazards. North-Holland: Amsterdam. [cited at p. 17]

[31] Kass, R. and Stadnyk, I. (1992), Using User Models to Improve Organizational Information. *Proceedings of the 3rd International Workshop on User Modeling*. [cited at p. 17]

[32] Eklund, J. (1995), Cognitive Models for Structuring Hypermedia and Implications for Learning from The World Wide Web. *Proceedings of AusWeb*. [cited at p. 17]

[33] Ottmann, T. and Tomek, I. (1998), Proceedings of edmedia/ ed-telecom 98. *World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia & World Conference on Educational Telecommunications*. [cited at p. 18]

[34] Brusilovsky, P. and Bra, P. D. (1998), Second Workshop on Adaptive Hypertext and Hypermedia. website, eindhoven University of Technology, NL available at `http://wwwis.win.tue.nl/ah98/Proceedings.html`. [cited at p. 19]

[35] Brusilovsky, P. and Milln, E. (2007), *User Models for Adaptive Hypermedia and Adaptive Educational Systems*, pp. 3–53. The Adaptive Web, LNCS 4321 Springer-Verlag Berlin Heidelberg. [cited at p. 19]

[36] Carro, R., Pulido, E., and Rodrguez, P. (1992), Dynamic Generation of Adaptive Internet-based Courses. *Journal of Network and Computer Applications*, 22, 4, 249–257. [cited at p. 19]

[37] Kumar, A. (2006), A Scalable Solution for Adaptive Problem Sequencing and Its Evaluation. Wade, V., Ashman, H., and Smyth, B. (eds.), *Proc. of 4th International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems (AH'2006)*, vol. 4018 of *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 161–171, Springer Verlag. [cited at p. 19]

[38] Sosnovsky, S. and Brusilovsky, P. (2005), Layered Evaluation of Topic-based Adaptation to Student Knowledge. *Proceeding of Fourth Workshop on the Evaluation of Adaptive Systems at 10th International User Modeling Conference, UM 2005*, pp. 47–56. [cited at p. 19]

[39] Steinacker, A., Faat, A., Seeberg, C., Rimac, I., Hrmann, S., Saddik, A., and Steinmetz, R. (2001), Medibook: Combining Semantic Networks with Metadata for Learning Resources to Build a Web Based Learning System. *Proceedings of ED-MEDIA'2001 - World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications. AACE (2001)*, pp. 1790–1795. [cited at p. 20]

[40] Henze, N. and Nejdl, W. (1999), Adaptivity in the KBS Hyperbook System. *2nd Workshop on Adaptive Systems and User Modeling on the WWW (Toronto, Canada, May 1999)*. [cited at p. 20, 24, 37, 78]

[41] Aroyo, L. and Dicheva, D. (2001), Concept-based Approach to Support Learning in a Web-based Support Environment. *In Proceeding of AIED' 2001*, pp. 1–12, IOS Press. [cited at p. 20]

[42] Henze, N. and Nejdl, W. (2001), Adaptation in Open Corpus Hypermedia. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 12 (4), 325–350. [cited at p. 20, 21, 28, 70]

[43] Prentzas, J., Hatzilygeroudis, I., and J.Garofalakis (2002), A Web-based Intelligent Tutoring Systems Using Hybrid Rules as Its Representation Basis. *Proc. of 6th International Conference on Intelligent Tutoring Systems (ITS'2002).Lecture Notes in Computer Science, Vol. 2363. Springer-Verlag (2002)*, pp. 119–128. [cited at p. 20]

[44] Brusilovsky, P., Eklund, J., and Schwarz, E. (1998), Web-based Education for All: A Tool for Developing Adaptive Courseware. Thistewaite, H. A. P. (ed.), *Proceedings of Seventh International World Wide Web Conference*, vol. 30, pp. 291–300. [cited at p. 20, 44, 45]

[45] Henze, N. and Nejdl, W. (1999), Student Modeling for KBS Hyperbook System Using Bayesian Networks. Tech. rep., Technical report, University of Hannover,, available online at http://www.kbs.uni-hannover.de/paper/99/adaptivity.html. [cited at p. 20, 45]

[46] Zhao, C. and Wan, L. (2006), A Shortest Learning Path Selection Algorithm in E-learning. *Proceedings of the Sixth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2006)*. [cited at p. 21, 30, 37, 48, 59, 61, 71]

[47] Brusilovsky, P., Schwarz, E., and G.Weber (1996), A Tool for Developing Adaptive Electronic Textbooks on WWW. *Proceedings of WebNet'96 - World Conference of the Web Society*. [cited at p. 22, 28, 70]

[48] Bra, P. (1996), Teaching Hypertext and Hypermedia Through the Web. *Proceedings of WebNet 96 World Conference*. [cited at p. 23]

[49] Gasevic, D., Djuric, D., and Devedzic, V. (2006), *Model Driven Architecture and Ontology Development*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. [cited at p. 27]

[50] Hoffer, J. A., George, J. F., and Valacich, J. S. (1998), *Modern Systems Analysis and Design*, chap. Designing Database: Logical Data Modeling, pp. 599–640. Addison Wesley. [cited at p. 27, 79]

[51] Hoffer, J. A., George, J. F., and Valacich, J. S. (1998), *Modern Systems Analysis and Design*, chap. Designing Physical Files and Database, pp. 641–682. Addison Wesley. [cited at p. 27, 79]

[52] da Silva, D. P., Durm, R., Duval, E., and H.Olivie (1998), Concepts and Documents for Adaptive Educational Hypermedia: a Model and a Prototype. *Proceedings of Second Adaptive Hypertext and Hypermedia Workshop at the Ninth ACM International Hypertext Conference Hypertext'98. Eindhoven University of Technology*, pp. 35–43. [cited at p. 28]

[53] Henze, N., Nejdl, W., and Wolpers., M. (1999), Modeling Constructivist Teaching Functionality and Structure in the KBS Hyperbook System. *Proceedings of AIED99 Workshop on Ontologies for Intelligent Educational Systems*. [cited at p. 28]

[54] Papanikolaou, K., Grigoriadou, M., Kornilakis, H., and Magoulas, G. (2003), Personalising the Interaction in a Web-based Educational Hypermedia System: the case of inspire. *User Modeling and User Adapted Interaction*, 13, 3, 213–267. [cited at p. 28, 44]

[55] Oberlander, J., M.O'Donell, C.Mellish, and A.Knott (1998), Conversation in the Museum: Experiments in Dynamic Hypermedia with the Intelligent Labeling Explorer. *The New Review of Multimedia and Hypermedia*, 4, 11–32. [cited at p. 28]

[56] Ritter, S. (1997), Pat Online: A Model-tracing Tutor on the World-wide Web. *Proceedings of 8th World Conference on Artificial Intelligence in Education*, pp. 11–17. [cited at p. 28]

[57] Mitrovic, A. (2003), An Intellignet SQL Tutor on the Web. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 13, 173–197. [cited at p. 28]

[58] Choquet, C., Danna, F., Tchounikine, P., and Trichet, F. (1998), Modeling the Knowledge-based Components of a Learning Environment within the task/method paradigm. *Proceedings Intellegent Tutoring System Conference*, vol. 1542 of *LNCS*, pp. 56–65. [cited at p. 29]

[59] Carchiolo, V., Longheu, A., and Malgeri, M. (2002), Adaptive Formative Paths in a Web-based Learning Environment. *Educational Technology & Society*, 4, 64–75. [cited at p. 30, 31, 59, 61, 71]

[60] Karampiperis, P. and Sampson, D. (2004), Adaptive Learning Object Selection in Intelligent Learning Systems. *Interactive Learning Research*, 15, 389–407. [cited at p. 30]

[61] Trella, M., C.Carmona, and Conejo, R. (2005), Medea: an Open Service-based Learning Platform for Developing Intelligent Educational Systems for the Web. *Proceedings of Workshop on Adaptive Systems for Web-based Education at 12th International Conference on Artificial Intelligence in Education*. [cited at p. 32]

[62] Anh, N. V. and Ho, S. D. (2006), ACGS: Adaptive Course Generation System - an Efficient Approach to Build E-learning Course. *Proceedings of the IEEE Sixth International Conference on Computers and Information Technology*, pp. 259–265. [cited at p. 37, 72, 100]

[63] Anh, N. V. and Ho, S. D. (2006), Applying Weighted Learning Object to Build Adaptive Course in E-learning. *Learning by Effective Utilization of Technologies: Facilitating Intercultural Understanding, Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, vol. 151, pp. 647–648. [cited at p. 37, 60, 100]

[64] Anh, N. V., Kien, D. H., and Dam, H. S. (2008), Applying Collaborative E-learning to Develop a Question - Answering System. *Journal of Research and Development on Information & Communications Technology*, 20, 5–12. [cited at p. 37, 98]

[65] Korb, K. B. and Nicholson, A. E. (2004), *Bayesian Artificial Intelligence*. CHAPMAN and HALL/CRC. [cited at p. 41]

[66] Pearl, J. (1988), *Probabilistic Reasoning in Expert Systems: Networks of Plausible Inference*. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, Inc. [cited at p. 41]

[67] Russell, S. J. and Norvig, P. (2003), *Artificial Intelligence a Modern Approach*, chap. Probabilistic Reasoning Sytems, pp. 436–470. Pearson Education. [cited at p. 41, 50, 64, 67]

[68] Brusilovsky, P. and Anderson, J. (1998), Act-r Electronic Bookshelf: an Adaptive System for Learning Cognitive Psychology on the Web. *In Proceedings of WebNet'98, World Conference of the WWW, Internet, and Intranet. AACE*, pp. 92–97. [cited at p. 44]

[69] Ardissono, L., Console, L., and Torre, I. (2001), An Adaptive System for the Personalised Access to News. *AI Communications*, 14, 129–147. [cited at p. 45]

[70] MILLALN, E. and PELREZ-DE-LA-CRUZ, J. (2002), A Bayesian Diagnostic Algorithm for Student Modeling and Its Evaluation. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 12, 281–330. [cited at p. 45, 53]

[71] Pirrone, R., Pilato, G., Rizzo, R., and Russo, G. (2005), Learning Path Generation by Domain Ontology Transformation. *AI*IA, LNAI 3673*, pp. 359–369. [cited at p. 48, 59, 71]

[72] Anh, N. V., Ha, N. V., and Dam, H. S. (2009), Developing Adaptive Hypermedia System Based on Learning Design Level B with Rules for Adaptive Learning Activities. *Journal of Natural Science, Vietnam Nation University*, 25(1), 1–12. [cited at p. 54, 99, 100]

[73] Kiefer, M., Lausen, G., and Wu, J. (1995), Logical Foundations of Object-oriented and Frame-based Languague. *Journal of ACM*, 42, 741–843. [cited at p. 54]

[74] Russell, S. J. and Norvig, P. (1995), *Artificial Intelligence A Modern Approach*, chap. Informed Searched Methods, pp. 92–121. Prentice Hall, Upper Saddle River. [cited at p. 64]

[75] Hart, P. E., Nilsson, N. J., and Raphael, B. (1968), A Formal Basis for the Heuristic Determination of Minimum Cost Paths. *IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics SSC4*, 2, 100–107. [cited at p. 64, 67]

[76] Anh, N. V., Ha, N. V., and Dam, H. S. (2008), Contructing a Bayesian Belief Network to Generate Learning Path in Adaptive Hypermedia System. *Journal of Computer Science and Cybermetics*, 24 (1), 12–19. [cited at p. 98, 99, 100]

[77] Anh, N. V., Nguyen, V. H., Ho, S. D., and Sasaki, H. (2008), Bayesian Network Student Model for Adapting Learning Activity Tasks in Adaptive Course Generation System. *Proceeding of Technology Enhanced Learning Conference (TeLearn).* [cited at p. 98, 99, 100]

Phụ lục

Phụ lục A

Phân tích thiết kế chi tiết một số ca sử dụng

Phân tích chi tiết một số ca sử dụng

Người học trả lời câu hỏi

Tác nhân: Người học

Mục đích sử dụng: Cho phép người học trả lời các câu hỏi điều tra, các câu hỏi kiểm tra kiến thức và thực hiện các bài tập.

Mô tả chung: Sau khi đăng nhập thành công, người học tiến hành trả lời các câu hỏi điều tra, câu hỏi trắc nghiệm kiểm tra kiến thức,làm các bài tập liên quan đến môn học. Kết quả các bài kiểm tra được lưu trữ và làm cơ sở cho việc cập nhật LearnerProfile.

Lớp dữ liệu:

- Lớp dữ liệu *Câu hỏi* lưu trữ tập câu hỏi điều tra và kiểm tra kiến thức của môn học.
- Lớp dữ liệu *Trả lời* lưu trữ các phương án trả lời các câu hỏi của từng người học.

Lớp giao diện:

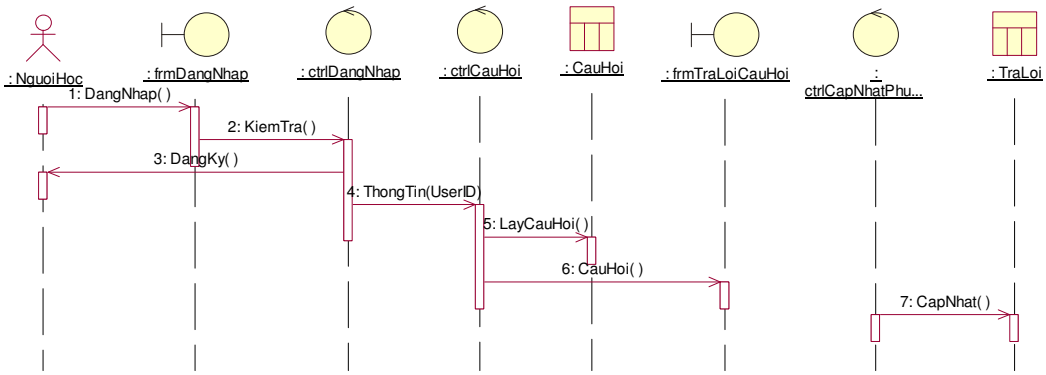
- Lớp giao diện *Đăng nhập* cung cấp cho người dùng giao diện nhập tên đăng ký và mật khẩu để truy cập hệ thống.
- Lớp giao diện *Trả lời* câu hỏi cung cấp cho người học thực hiện việc trả lời các câu hỏi điều tra, các câu hỏi trắc nghiệm kiểm tra kiến thức và thực hiện các bài tập.

Lớp điều khiển:

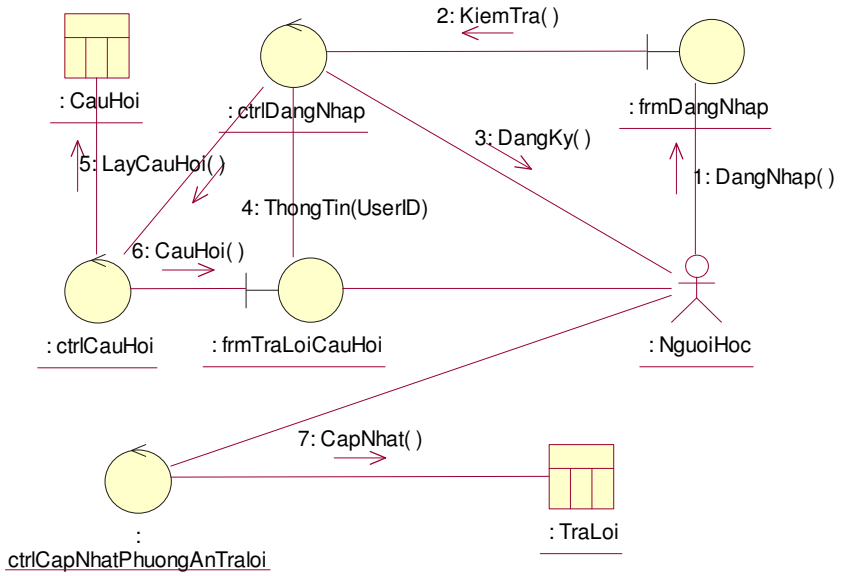
- Lớp điều khiển *Đăng nhập* tiến hành kiểm tra tài khoản của người dùng, nếu người dùng đăng nhập thành công cho phép người dùng sử dụng các chức năng của hệ thống, trong

trường hợp người dùng không đăng nhập được (chưa có tài khoản) lớp điều khiển đề nghị người dùng đăng ký tài khoản mới.

- Lớp điều khiển *Câu hỏi* truy vấn các câu hỏi liên quan đến nội dung học và đề nghị người học trả lời.



Hình A.1: Biểu đồ tuần tự ca sử dụng Người học trả lời câu hỏi



Hình A.2: Biểu đồ cộng tác ca sử dụng Người học trả lời câu hỏi

Hình A.1 và hình A.2 mô tả biểu đồ tuần tự và cộng tác các hoạt động trong ca sử dụng dụng Người học và trả lời câu hỏi:

1. Người sử dụng đăng nhập hệ thống
2. Hệ thống kiểm tra tài khoản người dùng, tài khoản hợp lệ, thực hiện bước 4
3. Người dùng đăng ký một tài khoản mới
4. Hệ thống lưu thông tin định danh người dùng

5. Hệ thống truy vấn lớp dữ liệu câu hỏi liên quan đến môn học
6. Hiển thị câu hỏi thông qua lớp giao diện Trả lời để người học đưa ra các phương án trả lời
7. Hệ thống cập nhật các kết quả trả lời của người dùng

Khai báo nội dung học

Tác nhân: Người thiết kế

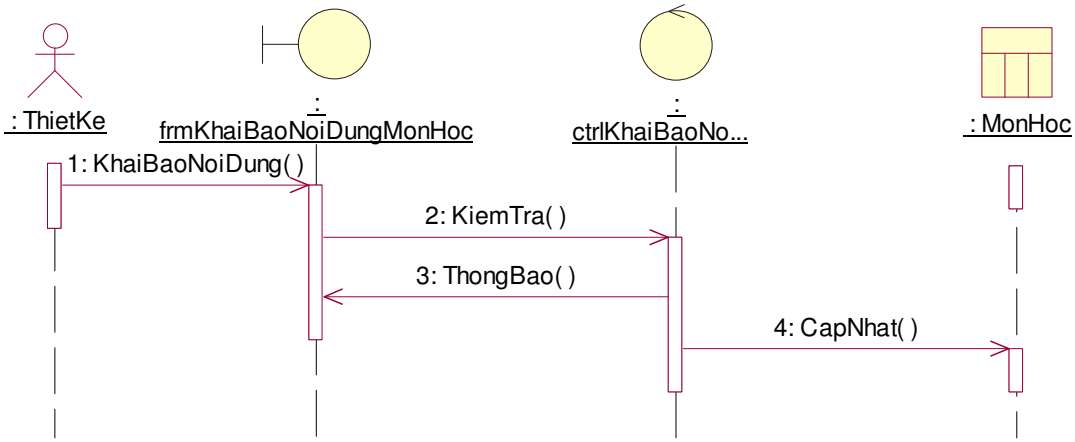
Mục đích sử dụng: Cho phép người học khai báo nội dung môn học.

Mô tả chung: Hệ thống cung cấp cho người đóng vai trò thiết kế khai báo nội dung môn học: Gồm tập hợp các khái niệm, các hoạt động học tập, các thuộc tính của khái niệm, các hoạt động học tập, quan hệ giữa chúng. Thêm vào đó người thiết kế cũng xác định nội dụng cho các khái niệm và hoạt động. Nội dung của môn học được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu.

Lớp dữ liệu: Lớp dữ liệu *Môn học* lưu trữ nội dung môn học.

Lớp giao diện: Lớp giao diện *Khai báo nội dung môn học* cung cấp giao diện cho phép người thiết kế khai báo môn học.

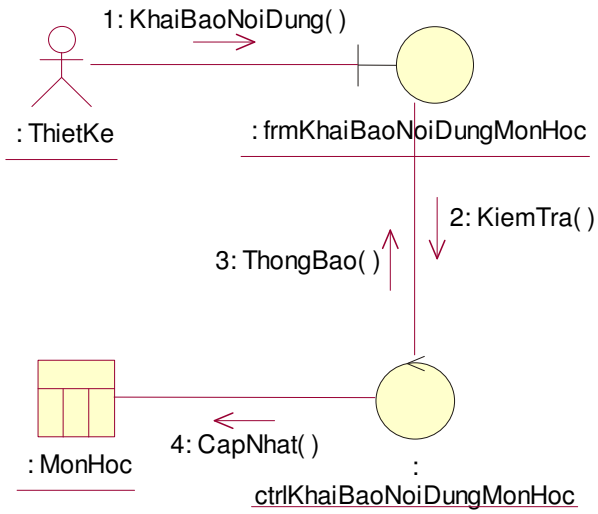
Lớp điều khiển: Lớp điều khiển *Khai báo nội dung môn học* tiến hành cập nhật nội dung môn học.



Hình A.3: Biểu đồ tuần tự ca sử dụng Khai báo nội dung môn học

Hình A.3 và hình A.4 mô tả biểu đồ tuần tự và cộng tác các hoạt động trong ca sử dụng dụng Khai báo nội dung môn học:

1. Người thiết kế khai báo nội dung môn học



Hình A.4: Biểu đồ cộng tác ca sử dụng Khai báo nội dung môn học

2. Hệ thống kiểm tra tính đúng đắn các thành phần nội dung môn học.
3. Thông báo phản hồi
4. Cập nhật nội dung môn học vào lớp dữ liệu Môn học

Xây dựng cơ chế thích nghi

Tác nhân: Người thiết kế

Mục đích sử dụng: Cho phép người thiết kế khai báo các luật để lựa chọn nội dung và tiến trình học phù hợp với người học.

Mô tả chung: Căn cứ vào nội dung khóa học, người thiết kế xây dựng các tập luật làm cơ sở để hệ thống thực hiện việc lựa chọn nội dung, xây dựng tiến trình học, hoạt động học phù hợp với người học.

Lớp dữ liệu: Lớp dữ liệu *Luật thích nghi* lưu trữ tập luật thích nghi đối với mỗi môn học cụ thể.

Lớp giao diện: Lớp giao diện *Xây dựng Cơ chế thích nghi* cho phép người thiết kế khai báo tập luật.

Lớp điều khiển: Lớp điều khiển *Xây dựng Cơ chế thích nghi* thực hiện việc cập nhật tập luật thích nghi.

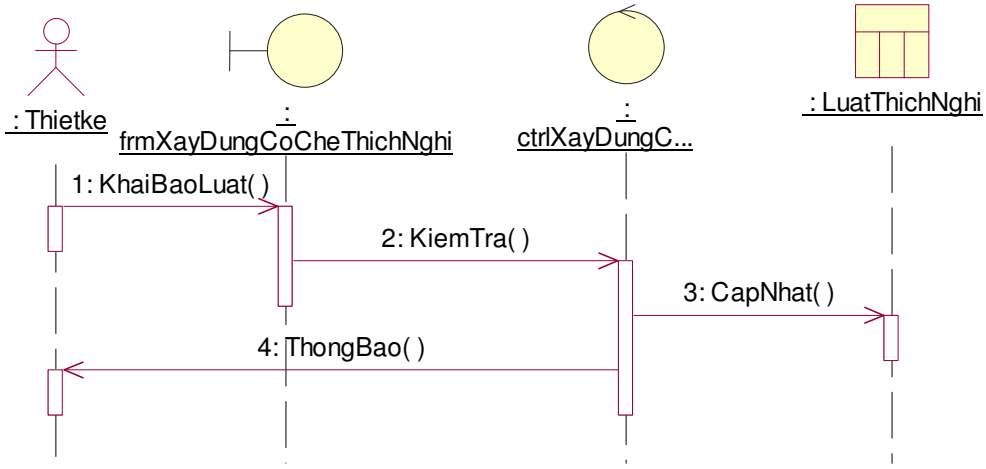
Hình A.5 và hình A.6 mô tả biểu đồ tuần tự và cộng tác các hoạt động trong ca sử dụng dụng Xây dựng cơ chế thích nghi:

1. Người thiết kế khai báo luật thích nghi.

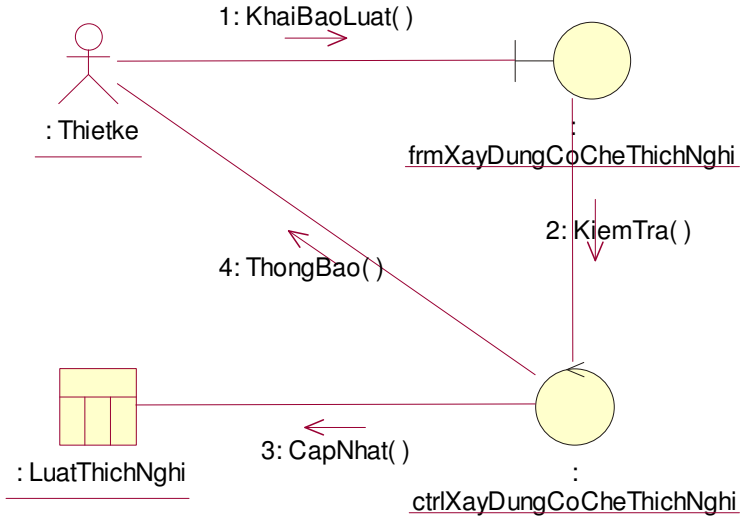
2. Hệ thống kiểm tra tính đúng đắn các luật.

3. Thông báo phản hồi.

4. Cập nhật nội dung tập luật.



Hình A.5: Biểu đồ tuần tự ca sử dụng Xây dựng cơ chế thích nghi



Hình A.6: Biểu đồ cộng tác ca sử dụng Xây dựng cơ chế thích nghi

Cập nhật thông tin người học

Tác nhân: Hệ thống

Mục đích sử dụng:Hệ thống thực hiện cập nhật thông tin về người học mỗi khi người học tương tác với hệ thống, thông tin về người học được lưu trữ trong profile tương ứng làm cơ sở cho việc thích nghi lựa chọn nội dung và hoạt động học.

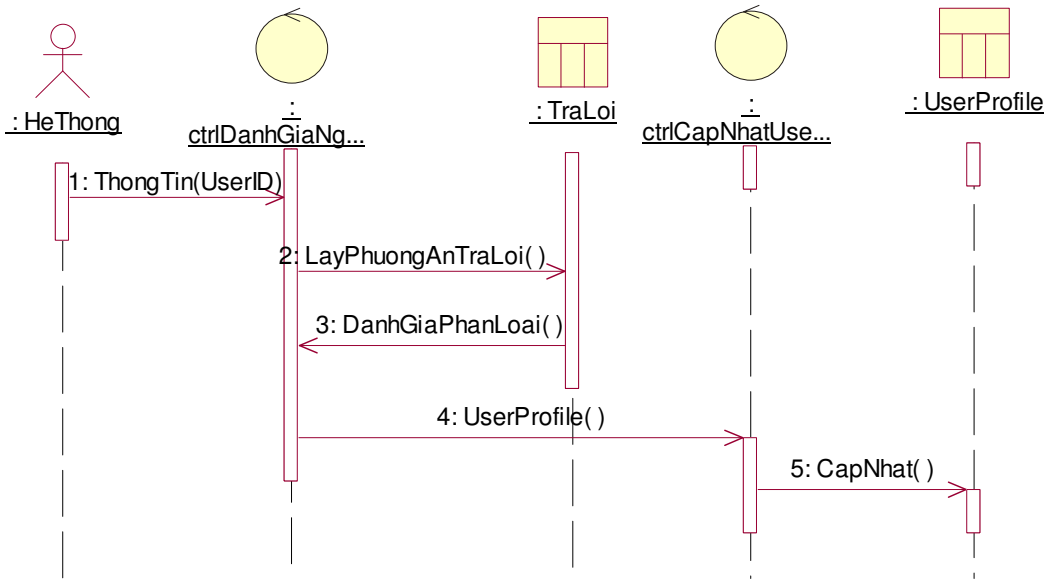
Mô tả chung: Hệ thống thực hiện cập nhật các thông tin về người học trong profile tương ứng mỗi khi người học có tương tác với hệ thống như trả lời các câu hỏi thăm dò, thực hiện các câu

hỏi kiểm tra, làm các bài tập, và duyệt các nội dung học tập.

Lớp dữ liệu: Lớp dữ liệu *UserProfile* lưu trữ các thông tin về người học.

Lớp điều khiển:

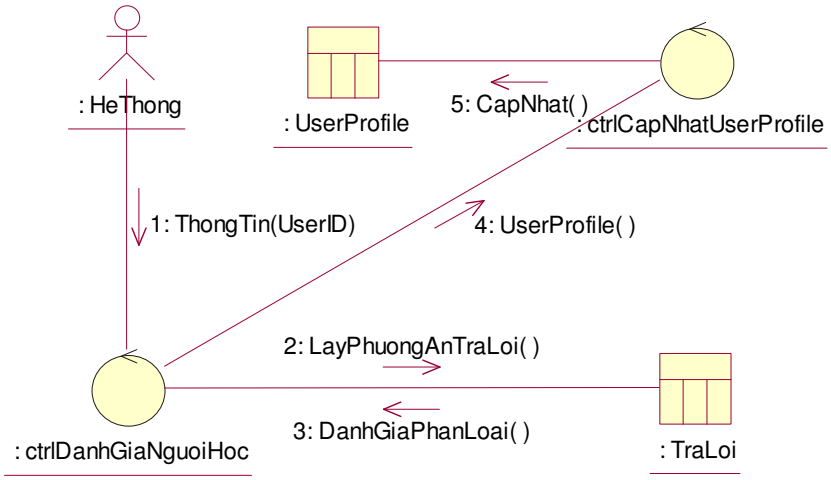
- Lớp điều khiển *Đánh Giá Người học* tiến hành đánh giá, phân loại nhu cầu của người học cũng như trình độ kiến thức của người học trên cơ sở các kết quả trả lời của người học khi tham gia trả lời các câu hỏi.
- Lớp điều khiển *Cập nhật UserProfile* thực hiện cập nhật thông tin về người học, nếu người học chưa tham gia hệ thống, lớp điều khiển tạo mới UserProfile để lưu trữ thông tin người học.



Hình A.7: Biểu đồ tuần tự ca sử dụng Cập nhật UserProfile

Hình A.7 và hình A.8 mô tả biểu đồ tuần tự và cộng tác các hoạt động trong ca sử dụng dụng Cập nhật UserProfile:

1. Hệ thống định danh người học
2. Hệ thống truy vấn các kết quả trả lời của người học từ lớp dữ liệu Trả lời
3. Hệ thống thực hiện việc đánh giá kiến thức về môn học của người học trên cơ sở các kết quả trả lời.
4. Sự hiểu biết các khác niệm, mức độ hoàn thành các hoạt động của môn học của người học được đánh giá lại.
5. Hệ thống cập nhật UserProfile.



Hình A.8: Biểu đồ cộng tác ca sử dụng Cập nhật UserProfile

Ca sử dụng Tạo tiến trình học

Tác nhân: Hệ thống

Mục đích sử dụng: Xây dựng tiến trình học phù hợp với nhu cầu, mục tiêu của người học trên cơ sở đánh giá mô hình người học.

Mô tả chung: Căn cứ vào việc phân loại, đánh giá người học, với mỗi mục tiêu của người học, hệ thống thực hiện xây dựng tiến trình học phù hợp với từng mục tiêu của người học bằng cách lựa chọn các nội dung học phù hợp trong mô hình nội dung học là tập các khái niệm, các hoạt động học tập. Bước tiếp theo, hệ thống tiến hành xây dựng một tiến trình học nhằm đáp ứng tốt nhất các mục tiêu và gợi ý cho người học tiếp cận môn học theo tiến trình này.

Lớp dữ liệu:

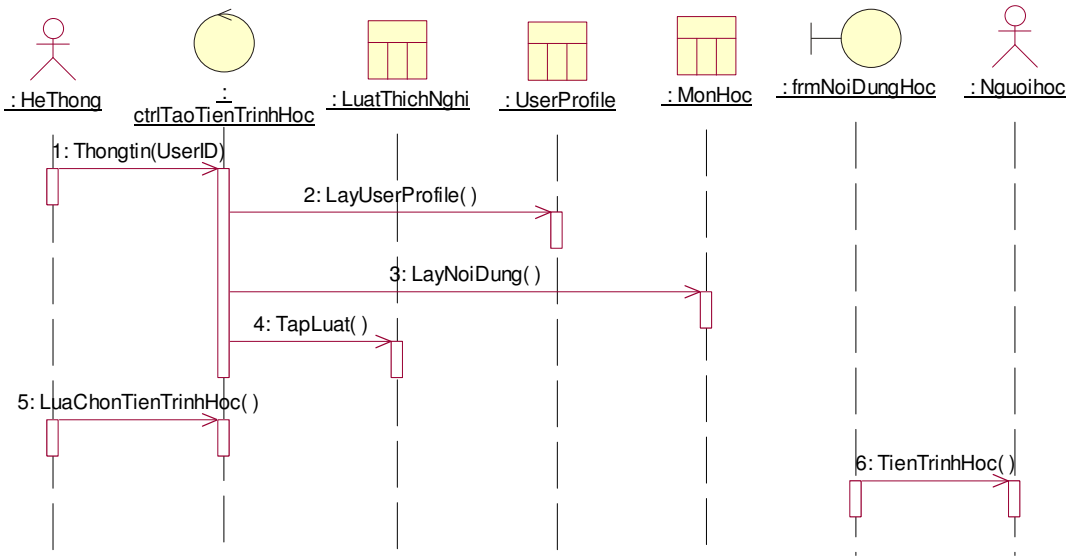
- Lớp dữ liệu UserProfile lưu trữ các thuộc tính của của người học.
- Lớp dữ liệu Môn học lưu trữ nội dung môn học
- Lớp dữ liệu Luật thích nghi lưu trữ tập luật thích nghi

Lớp giao diện: Lớp giao diện *Nội dung học* hiển thị tiến trình học phù hợp cho từng người học.

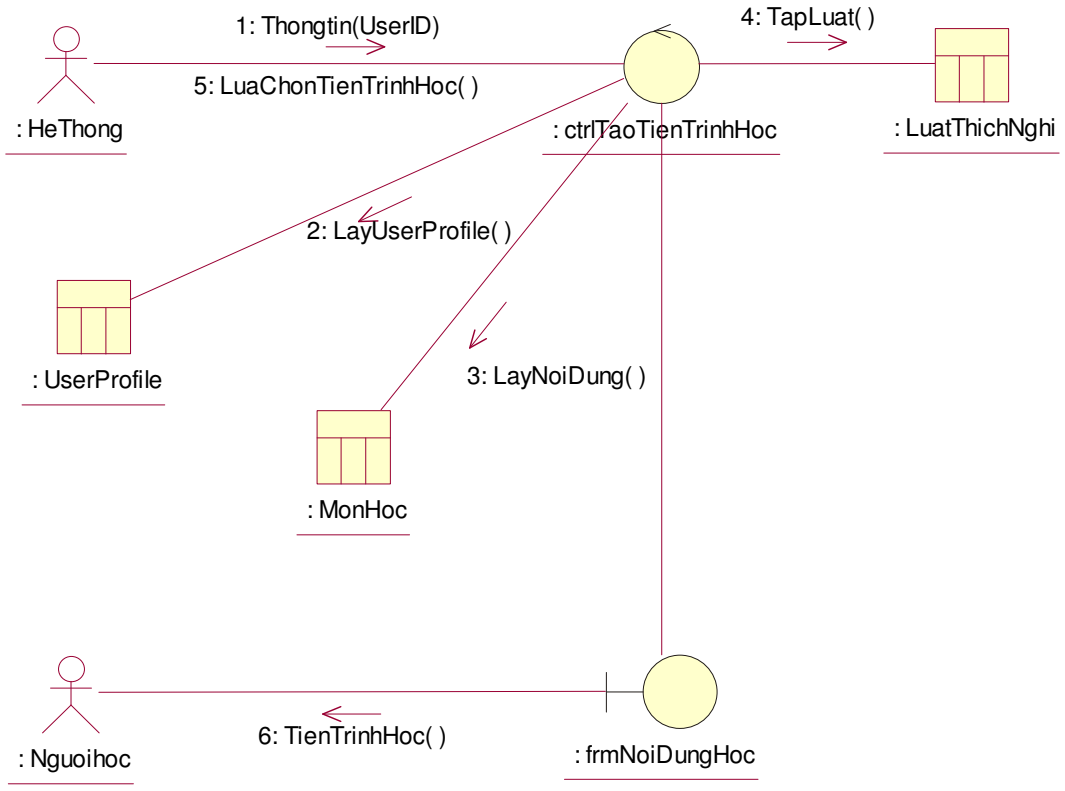
Lớp điều khiển: Lớp điều khiển *Tạo tiến trình học* thực hiện các thuật toán xây dựng tiến trình học phù hợp để lựa chọn các nội dung học phù hợp cho từng người học.

Hình A.9 và hình A.10 mô tả biểu đồ tuần tự và cộng tác các hoạt động trong ca sử dụng dụng Tạo tiến trình học:

1. Hệ thống định danh người học
2. Hệ thống truy vấn thông tin về người học từ lớp dữ liệu UserProfile



Hình A.9: Biểu đồ tuần tự ca sử dụng Tạo tiến trình học



Hình A.10: Biểu đồ cộng tác ca sử dụng Tạo tiến trình học

3. Hệ thống truy vấn nội dung môn học.
4. Hệ thống truy vấn tập luật thích nghi.
5. Hệ thống tiến hành xây dựng tiến trình học trên cơ sở thông tin người học, nội dung môn học, tập luật thích nghi.
6. Hệ thống hiện thị tiến trình, nội dung học phù hợp với người học.

Lựa chọn hoạt động học

Tác nhân: Hệ thống

Mục đích sử dụng: Lựa chọn các hoạt động phù hợp để hướng dẫn người học hoàn thành một nội dung học cụ thể của môn học.

Mô tả chung: Căn cứ các kết quả kiểm tra, thực hiện các bài tập của người học được lưu trữ trong UserProfile, hệ thống gợi ý các hoạt động người học cần phải thực hiện.Các hoạt động này được lựa chọn từ tập các hoạt động học tập mà người thiết kế khai báo trong qúa trình xây dựng nội dung học.

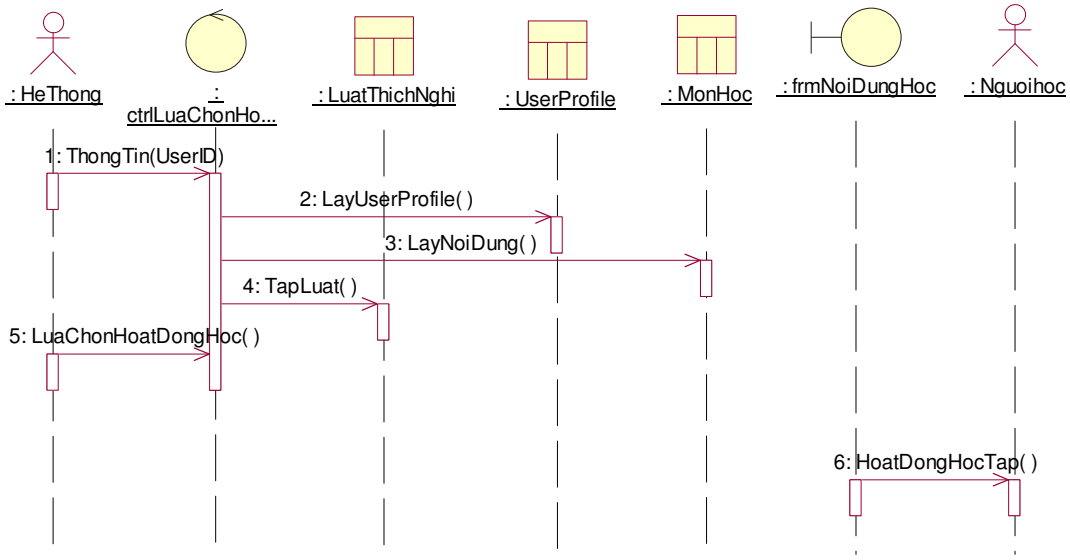
Lớp dữ liệu:

- Lớp dữ liệu UserProfile lưu trữ các thuộc tính của của người học.
- Lớp dữ liệu Môn học lưu trữ nội dung môn học
- Lớp dữ liệu Luật thích nghi lưu trữ tập luật thích nghi

Lớp giao diện: Lớp giao diện Nội dung học hiển thị hoạt động học phù hợp cho từng người học.

Lớp điều khiển: Lớp điều khiển Lựa chọn hoạt động học tập thực hiện các thuật toán để lựa chọn các hoạt động học phù hợp cho từng người học.

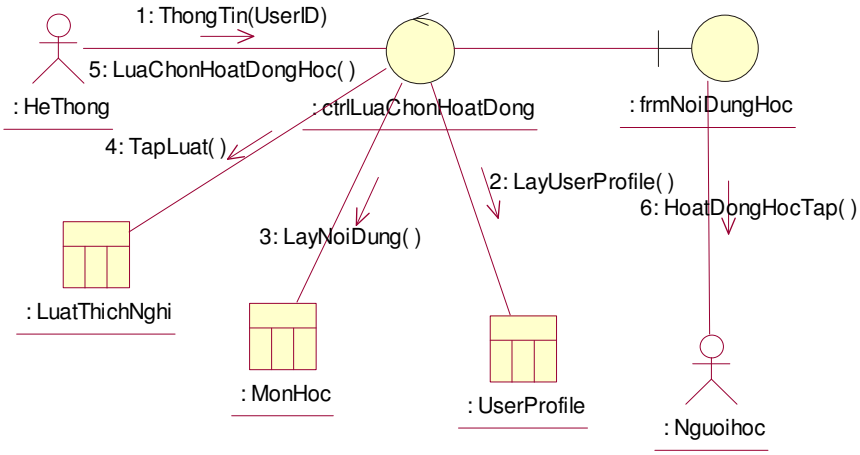
Hình A.11 và hình A.12 mô tả biểu đồ tuần tự và cộng tác các hoạt động trong ca sử dụng



Hình A.11: Biểu đồ tuần tự ca sử dụng Lựa chọn hoạt động học tập

dụng Lựa chọn hoạt động học tập:

1. Hệ thống định danh người học



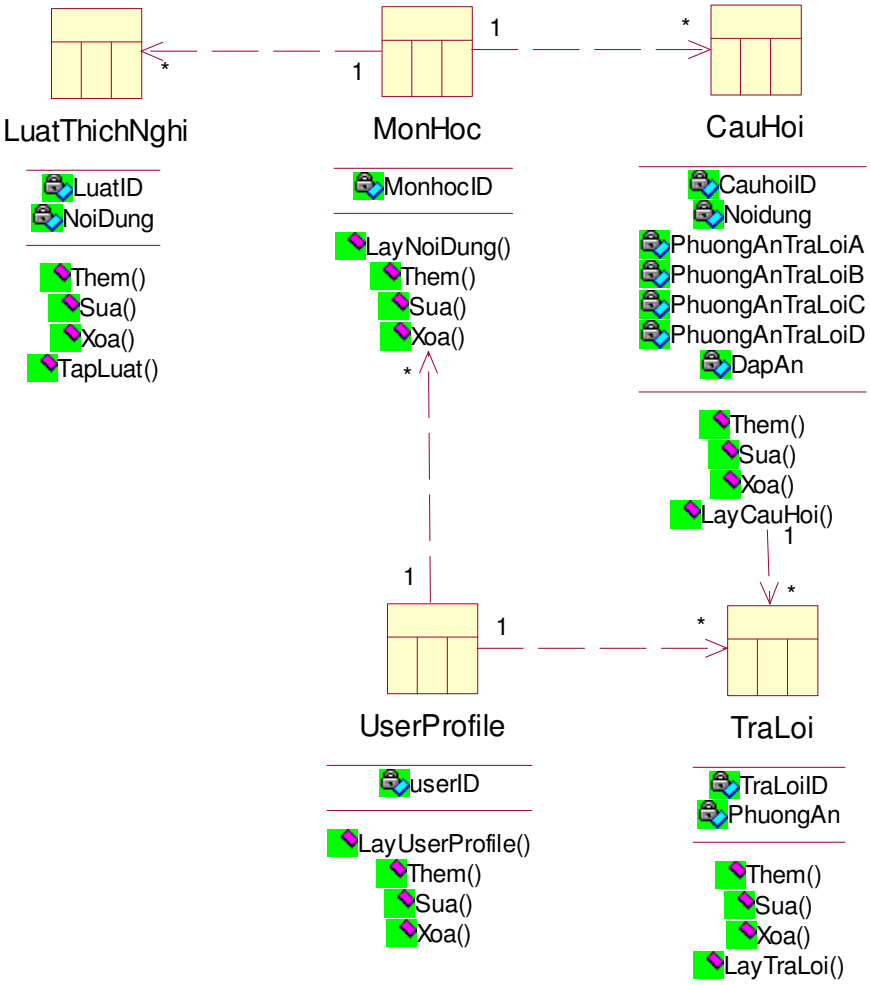
Hình A.12: Biểu đồ cộng tác ca sử dụng Lựa chọn hoạt động học tập

2. Hệ thống truy vấn thông tin về người học từ lớp dữ liệu UserProfile
3. Hệ thống truy vấn nội dung môn học.
4. Hệ thống truy vấn tập luật thích nghi.
5. Hệ thống tiến hành lựa chọn hoạt động học trên cơ sở thông tin người học, nội dung môn học, tập luật thích nghi.
6. Hệ thống gợi ý người học các hoạt động cần phải thực hiện.

Biểu đồ lớp các đối tượng dữ liệu

Hình A.13 mô tả mối quan hệ giữa các lớp đối tượng dữ liệu chính với những thuộc tính và phương thức cơ bản:

- Môn học: Lưu trữ nội dung môn học.
- UserProfile: Lưu trữ các thông tin về người học
- Luật thích nghi: Lưu trữ tập luật thích nghi của môn học
- Câu hỏi: Lưu trữ các câu hỏi thăm dò, kiểm tra đánh giá
- Trả lời: Lưu trữ kết quả trả lời các câu hỏi kiểm tra của người học.



Hình A.13: Biểu đồ lớp các đối tượng dữ liệu

Phụ lục B

Bảng phân bố xác suất có điều kiện của các nút trong mạng

Bảng B.1: CPT cho nút Xác định tính từ chỉ số lượng, tính chất

Nút cha	Nút con	
Xác định thực thể	Xác định tính từ chỉ số lượng, tính chất	
	Finished	Not - finished
Finished	0.6	0.4
Not-finised	0.01	0.99

Bảng B.2: CPT cho nút Xác định thuộc tính đơn

Nút cha	Nút con	
Xác định tính từ chỉ số lượng, tính chất	Xác định thuộc tính đơn	
	Finished	Not - finished
Finished	0.9	0.1
Not-finised	0.1	0.9

Bảng B.3: CPT cho nút Xác định thuộc tính cần quản lý

Nút cha	Nút con	
Xác định thuộc tính đơn	Xác định thuộc tính cần quản lý	
	Finished	Not - finished
Finished	0.95	0.05
Not-finised	0.1	0.9

Bảng B.4: CPT cho nút Miền giá trị

Miền giá trị	
Acquired	Not - acquired
0.5	0.5

Bảng B.5: CPT cho nút Xác định Miền giá trị của thuộc tính

Miền giá trị	Xác định thuộc tính quản lý	Xác định miền giá trị thuộc tính	
		Finished	Not - finished
Acquired	Finished	0.6	0.4
	Not - finished	0.2	0.8
Not-acquired	Finished	0.5	0.5
	Not-finished	0.1	0.9

Bảng B.6: CPT cho nút Xác định Các thuộc tính của thực thể

Xác định thực thể	Xác định thuộc tính quản lý	Xác định thuộc tính của thực thể	
		Finished	Not - finished
Acquired	Finished	0.55	0.45
	Not - finished	0.35	0.65
Not-acquired	Finished	0.15	0.85
	Not-finished	0.01	0.99

Bảng B.7: CPT cho nút Khái niệm phụ thuộc hàm

Khái niệm phụ thuộc hàm	
Acquired	Not - acquired
0.35	0.65

Bảng B.8: CPT cho nút Khái niệm Khóa

Khái niệm Khóa	
Acquired	Not - acquired
0.5	0.5

Bảng B.9: CPT cho nút Xác định Thuộc tính khóa

Miền giá trị	Xác định tt	Phụ thuộc hàm	Khóa	Xác định tt khóa	
				Finished	Not - finished
Acquired	Finished	Acquired	Acquired	0.961	0.039
			Not-acquired	0.902	0.098
		Not-acquired	Acquired	0.804	0.196
			Not-acquired	0.51	0.49
	Not-finished	Acquired	Acquired	0.944	0.056
			Not-acquired	0.86	0.14
		Not-acquired	Acquired	0.72	0.28
			Not-acquired	0.3	0.7
Not-acquired	Finished	Acquired	Acquired	0.902	0.098
			Not-acquired	0.86	0.14
		Not-acquired	Acquired	0.72	0.28
			Not-acquired	0.3	0.7
	Not-finished	Acquired	Acquired	0.92	0.08
			Not-acquired	0.8	0.2
		Not-acquired	Acquired	0.6	0.4
			Not-acquired	0.1	0.9

Bảng B.10: CPT cho nút Khái niệm khóa chính

Khái niệm khóa	Khái niệm khóa chính	
	Acquired	Not - acquired
Acquired	0.8	0.2
Not-acquired	0.1	0.9

Bảng B.11: CPT cho nút Khái niệm Khóa ngoài

Khái niệm khóa	Khái niệm khóa ngoài	
	Acquired	Not - acquired
Acquired	0.8	0.2
Not-acquired	0.1	0.9

Bảng B.12: CPT cho nút Chuyển đổi thuộc tính thành trường

Xác định thuộc tính thực thể	Chuyển đổi thuộc tính thành trường	
	Finished	Not - finished
Finished	0.99	0.01
Not-finished	0.1	0.9

Bảng B.13: CPT cho nút Khái niệm bảng

Khái niệm thực thể	Khái niệm bảng	
	Acquired	Not - acquired
Acquired	0.55	0.45
Not-acquired	0.3	0.70

Bảng B.14: CPT cho nút Khái niệm trường

Khái niệm bảng	Khái niệm trường	
	Acquired	Not - acquired
Acquired	0.85	0.15
Not-acquired	0.45	0.55

Bảng B.15: CPT cho nút Khái niệm bản ghi

Khái niệm bảng	Khái niệm bản ghi	
	Acquired	Not - acquired
Acquired	0.85	0.15
Not-acquired	0.45	0.55

Bảng B.16: CPT cho nút Xác định, định nghĩa bảng dữ liệu

Chuyển đổi thuộc tính thành trường	Khái niệm bảng	Định nghĩa bảng	
		Finished	Not - finished
Finished	Acquired	0.64	0.36
	Not - acquired	0.1	0.9
Not-finished	Acquired	0.6	0.4
	Not-acquired	0.01	0.99

Bảng B.17: CPT cho nút Ngôn ngữ SQL

Ngôn ngữ SQL	
Acquired	Not - acquired
0.75	0.25

Bảng B.18: CPT cho nút Truy vấn tạo bảng dữ liệu

Định nghĩa các bảng dữ liệu	Ngôn ngữ SQL	Truy vấn tạo bảng	
		Finished	Not - finished
Finished	Acquired	0.64	0.36
	Not - acquired	0.1	0.9
Not-finished	Acquired	0.6	0.4
	Not-acquired	0.01	0.99

Bảng B.19: CPT cho nút Truy vấn cập nhật dữ liệu

Định nghĩa các bảng dữ liệu	Ngôn ngữ SQL	Truy vấn cập nhật dữ liệu	
		Finished	Not - finished
Finished	Acquired	0.75	0.25
	Not - acquired	0.5	0.5
Not-finished	Acquired	0.5	0.5
	Not-acquired	0.01	0.99

Bảng B.20: CPT cho nút Truy vấn trích rút thông tin

Định nghĩa các bảng dữ liệu	Ngôn ngữ SQL	Truy vấn trích rút thông tin	
		Finished	Not - finished
Finished	Acquired	0.75	0.25
	Not - acquired	0.5	0.5
Not-finished	Acquired	0.5	0.5
	Not-acquired	0.01	0.99

Bảng B.21: CPT cho nút Ràng buộc toàn vẹn

Ràng buộc toàn vẹn	
Acquired	Not - acquired
0.75	0.25

Bảng B.22: CPT cho nút Xác định ràng buộc

Định nghĩa các bảng dữ liệu	Ràng buộc toàn vẹn	Xác định ràng buộc	
		Finished	Not - finished
Finished	Acquired	0.79	0.21
	Not - acquired	0.7	0.3
Not-finished	Acquired	0.3	0.7
	Not-acquired	0.01	0.99

Bảng B.23: CPT cho nút Khái niệm quan hệ

Khái niệm quan hệ	
Acquired	Not - acquired
0.75	0.25

Bảng B.24: CPT cho nút Liệt kê các động từ

Liệt kê các động từ	
Acquired	Not - acquired
0.85	0.15

Bảng B.25: CPT cho nút Xác định kiểu quan hệ

Khái niệm Quan hệ	Xác định kiểu quan hệ	
	Acquired	Not - acquired
Finished	0.85	0.15
Not-finished	0.1	0.9

Bảng B.26: CPT cho nút Xác định Mối quan hệ giữa các thực thể

Quan hệ	Xác định thực thể	Xd Kiểu qhệ	Xd Động từ	Xd Mối qhệ	
				Finished	Not - finished
Acquired	Finished	Finished	Finished	0.903	0.097
			Not-finished	0.88	0.12
		Not-finished	Finished	0.90	0.10
			Not-finished	0.865	0.135
	Not-finished	Finished	Finished	0.676	0.324
			Not-finished	0.6	0.4
		Not-finished	Finished	0.64	0.36
			Not-finished	0.55	0.45
Not-acquired	Finished	Finished	Finished	0.884	0.216
			Not-finished	0.73	0.27
		Not-finished	Finished	0.76	0.24
			Not-finished	0.7	0.3
	Not-finished	Finished	Finished	0.28	0.72
			Not-finished	0.1	0.9
		Not-finished	Finished	0.2	0.8
			Not-finished	0.01	0.99

Bảng B.27: CPT cho nút Xác định thuộc tính lặp

Xác định thuộc tính lặp	
Acquired	Not - acquired
0.8	0.2

Bảng B.28: CPT cho nút Tách thuộc tính lặp

Xác định thuộc tính lặp	Tách thuộc tính lặp	
	Finished	Not - finished
Finished	0.75	0.25
Not-finished	0.1	0.9

Bảng B.29: CPT cho nút Khái niệm chuẩn 1

Khái niệm chuẩn 1	
Acquired	Not - acquired
0.75	0.25

Bảng B.30: CPT cho nút Chuẩn hóa dạng chuẩn 1

Quan hệ	Định nghĩa bảng	Chuẩn 1NF	Tách tt lặp	Chuẩn hóa 1NF	
				Finished	Not - finished
Acquired	Finished	Acquired	Finished	0.60	0.40
			Not-finished	0.5	0.5
		Not-acquired	Finished	0.5	0.5
			Not-finished	0.44	0.56
	Not-finished	Acquired	Finished	0.5	0.5
			Not-finished	0.27	0.63
		Not-acquired	Finished	0.44	0.56
			Not-finished	0.3	0.7
Not-acquired	Finished	Acquired	Finished	0.43	0.57
			Not-finished	0.18	0.72
		Not-acquired	Finished	0.36	0.64
			Not-finished	0.2	0.8
	Not-finished	Acquired	Finished	0.28	0.72
			Not-finished	0.1	0.9
		Not-acquired	Finished	0.2	0.8
			Not-finished	0	1

Bảng B.31: CPT cho nút Xác định thuộc tính không khóa phụ thuộc một phần khóa

Chuẩn hóa chuẩn 1	Xác định thuộc tính không khóa phụ thuộc một phần khóa	
	Finished	Not - finished
Finished	0.75	0.25
Not-finished	0.1	0.9

Bảng B.32: CPT cho nút Tách các thuộc tính phụ thuộc vào khóa

Xd tt không phụ vào khóa	Tách các thuộc tính phụ thuộc khóa	
	Finished	Not - finished
Finished	0.85	0.15
Not-finished	0.05	0.95

Bảng B.33: CPT cho nút Khái niệm Chuẩn 2

Khái niệm Chuẩn 2	
Acquired	Not - acquired
0.75	0.25

Bảng B.34: CPT cho nút Chuẩn hóa dạng chuẩn 2

Tách các thuộc tính phụ thuộc vào khóa	Khái niệm chuẩn 2	Chuẩn hóa dạng chuẩn 2	
		Finished	Not - finished
Finished	Acquired	0.76	0.24
	Not - acquired	0.7	0.3
Not-finished	Acquired	0.2	0.8
	Not-acquired	0.01	0.99

Bảng B.35: CPT cho nút Khái niệm Chuẩn 3

Khái niệm Chuẩn 3	
Acquired	Not - acquired
0.5	0.5

Bảng B.36: CPT cho nút Chuẩn hóa dạng chuẩn 3

Chuẩn hóa dạng chuẩn 2	Khái niệm chuẩn 3	Chuẩn hóa dạng chuẩn 3	
		Finished	Not - finished
Finished	Acquired	0.72	0.28
	Not - acquired	0.7	0.3
Not-finished	Acquired	0.05	0.95
	Not-acquired	0.01	0.99

Phụ lục C

Câu hỏi kiểm tra đánh giá sơ bộ kiến thức của người học

Câu 1. Trong các mô tả dưới đây, mô tả nào là thực thể:
A. Ngày 30 tháng 4 năm 1975
B. Khách hàng Nguyễn Văn A
C. Địa chỉ phòng 210 nhà C4
D. Số điện thoại 0903090303

Câu 2. Trong các mô tả dưới đây, mô tả nào là kiểu thực thể:
A. Đơn hàng số 125
B. Phiếu xuất kho ngày 19 tháng 5
C. Phiếu xuất kho
D. Công ty X

Câu 3. Trong các mô tả dưới đây, mô tả nào là thuộc tính của một kiểu thực thể:
A. Hóa đơn
B. Phiếu xuất kho
C. Khách hàng
D. Tên của khách hàng

Câu 4. Thuộc tính nào của thực thể khách hàng dưới đây không phải là thuộc tính đơn:
A. Tuổi
B. Giới tính
C. Địa chỉ thường trú
D. Số chứng minh nhân dân

Câu 5: Thực thể là:
A. Các đối tượng và mối liên kết giữa các đối tượng

B. Các đối tượng dữ liệu

C. Các mối liên kết giữa các đối tượng

D. Các quan hệ

Câu 6: Mô hình thực thể - quan hệ bao gồm lớp các đối tượng:

A. Thực thể và thuộc tính

B. Các đối tượng dữ liệu

C. Thực thể, mối quan hệ và thuộc tính

D. Các mối quan hệ

Câu 7: Định nghĩa đúng nhất về bảng dữ liệu:

A. Bảng là tập hợp các thực thể

B. Bảng là tập hợp các thuộc tính của một thực thể

C. Bảng thể hiện mối các quan hệ giữa các thực thể

D. Là một bảng dữ liệu hai chiều mô tả kiểu thực thể, trong đó các cột mô tả thuộc tính của thực thể, mỗi một dòng cho thông tin cụ thể về một đối tượng thuộc kiểu thực thể đó

Câu 8: Khái niệm miền giá trị:

A. Miền giá trị là tập hợp các giá trị của thuộc tính

B. Miền xác định các giá trị của thuộc tính

C. Giá trị của thuộc tính

D. Không có phương án nào đúng

Câu 9: Các thông tin bắt buộc để mô tả một trường dữ liệu:

A. Tên trường, Kiểu dữ liệu, Miền giá trị

B. Tên trường, Miền giá trị, Giá trị mặc định

C. Tên trường, miền giá trị, Thuộc tính khóa hay không

D. Tên trường, Kiểu dữ liệu, Thuộc tính khóa hay không

Câu 10: Bản ghi dữ liệu là:

A. Các cột trong bảng dữ liệu

B. Chứa thông tin về kiểu thực thể

C. Các dòng trong bảng dữ liệu mô tả thông tin về một đối tượng thực thể

D. Tên trường, Kiểu dữ liệu, Thuộc tính khóa hay không

Câu 11. Khái niệm quan hệ không tương đương với khái niệm nào sau đây:

A. Tích đề các của các tập miền trị

B. Một tệp dữ liệu

C. Một mảng hai chiều

D. Một bảng dữ liệu

Câu 12. Khẳng định nào là phụ thuộc hàm:

A. Họ tên → Số chứng minh nhân dân

B. Họ tên → Địa chỉ

C. Họ tên → Số điện thoại nhà riêng

D. Số chứng minh nhân dân → Họ tên

Câu 13. Phụ thuộc nào dưới đây là phụ thuộc đầy đủ:

A. (Số thứ tự, mã lớp) → Họ tên sinh viên

B. (Số chứng minh nhân dân, mã nhân viên) → Quá trình công tác

C. (Số hóa đơn, Mã khách hàng)→ Họ và tên khách hàng

D. (Mã sinh viên, mã lớp)→ Họ và tên sinh viên

Câu 14. Định nghĩa đúng về khóa chính:

A. Là một thuộc tính cho phép xác định duy nhất một bản ghi trong bảng dữ liệu

B. Là một tập các thuộc tính cho phép xác định duy nhất một bản ghi trong bảng dữ liệu

C. Là một thuộc tính hay tập các thuộc tính cho phép xác định duy nhất một bản ghi trong bảng dữ liệu

D. Là một thuộc tính hay tập các thuộc tính cho phép xác định duy nhất một quan hệ trong cơ sở dữ liệu

Câu 15. Giá trị các thành phần của khóa qui định:

A. Có thể nhận giá trị null

B. Không thể nhận giá trị null hay các giá trị không xác định

C. Có thể nhận giá trị null hay các giá trị không xác định

D. Không thể nhận giá trị null nhưng có thể nhận các giá trị không xác định

Câu 16. Mục tiêu của chuẩn hóa dữ liệu là:

A. Đảm bảo tính nhất quán dữ liệu

B. Triệt tiêu mức cao nhất các khả năng xuất hiện dị thường thông tin

C. Đảm bảo tính bảo mật dữ liệu

D. Đảm bảo cho việc lưu trữ dữ liệu

Câu 17. Quan hệ R được gọi là dạng chuẩn 1 khi và chỉ khi:

A. Một thuộc tính có nhiều giá trị khác nhau

B. Các thuộc tính chỉ chứa giá trị nguyên tố

C. Một quan hệ có nhiều hàng

D. Một quan hệ có nhiều cột

Câu 18. Quan hệ R được gọi là dạng chuẩn 2 khi và chỉ khi:

A. Chuẩn 1 và các thuộc tính không khóa phụ thuộc đầy đủ vào khóa

B. Chuẩn 1 và các thuộc tính không khóa phụ thuộc không đầy đủ vào khóa

C. Chuẩn 1 và tồn tại thuộc tính không khóa phụ thuộc đầy đủ vào khóa

D. Chuẩn 1 và tồn tại thuộc tính không khóa phụ thuộc không đầy đủ vào khóa

Câu 19. Trong quan hệ dạng chuẩn 3:

A. Không tồn tại thuộc tính không khóa phụ thuộc vào khóa

B. Không tồn tại thuộc tính không khóa phụ thuộc đầy đủ vào khóa và sơ đồ bắc cầu

C. Tồn tại thuộc tính không khóa phụ thuộc vào khóa và sơ đồ bắc cầu

D. Tồn tại thuộc tính không khóa phụ thuộc vào khóa

Câu 20. Ngôn ngữ thao tác dữ liệu là:

A. Một tập các ký hiệu biểu diễn dữ liệu

B. Một tập các quy tắc biểu diễn dữ liệu

C. Một tập các phép toán dùng để thao tác trên các hệ cơ sở dữ liệu

D. Một tập các phép toán dùng để thao tác trên quan hệ

Câu 21. Trong ngôn ngữ truy vấn, ngôn ngữ thao tác dữ liệu DML bao gồm các chức năng:

A. Truy vấn thông tin, thêm, sửa, xóa dữ liệu

B. Bảo mật và quyền truy nhập

C. Tạo và sửa xóa cấu trúc quan hệ

D. B và C

Câu 22. Thứ tự đúng trong câu lệnh SELECT:

A. SELECT, FROM, GROUP BY HAVING, WHERE, ORDER BY

B. SELECT, FROM, WHERE, GROUP BY HAVING, ORDER BY

C. SELECT, FROM, GROUP BY HAVING, ORDER BY, WHERE

D. SELECT, FROM, WHERE, ORDER BY, GROUP BY HAVING

Câu 23. Cho quan hệ Rmã thuê bao (K), Tên khách hàng thuê bao (TB), Số điện thoại (SDT), địa chỉ (ĐC). Chọn câu đúng sau đây khi in ra các số điện thoại có cùng tên thuê bao "Nguyen Van A":

A. SELECT Count(*) FROM R WHERE TB= ‘Nguyen Van A’

B. SELECT TB FROM R WHERE TB= ‘Nguyen Van A’

C. SELECT SDT FROM R WHERE TB= ‘Nguyen Van A’

D. SELECT DC FROM R WHERE TB= ‘Nguyen Van A’

Phụ lục D

Các nhiệm vụ cơ bản để hoàn thành bài tập

1. Xác định các thực thể
2. Định nghĩa các thuộc tính của thực thể
3. Xác định khóa
4. Xác định quan hệ
5. Xác định lực lượng quan hệ
6. Xác định các bảng dữ liệu
7. Xác định trường dữ liệu
8. Kiểu dữ liệu, miền giá trị
9. Xác định khóa
10. Xác định ràng buộc mức bảng
11. Xác định ràng buộc mức trường
12. Chuẩn hóa dạng chuẩn 1
13. Chuẩn hóa dạng chuẩn 2
14. Chuẩn hóa dạng chuẩn 3
15. Định nghĩa các Câu truy vấn

Phụ lục E

Dữ liệu thử nghiệm và kết quả

Một số kết quả thử nghiệm với nội dung khóa học "Thiết kế cơ sở dữ liệu quan hệ"

Quser2.txt(Kết quả đánh giá một số khái niệm ban đầu thông qua việc trả lời câu hỏi)
18:100 10:* 21:50 20:* 23:* 12:* 14:* 15:0 16:100 34:0 39:50 40:* 22:0 25:50 26:* 27:* 28:*
user2Orgin.txt(Kết quả tính toán xác suất mức độ hiểu biết các khái niệm thông qua kết quả đánh giá việc trả lời câu hỏi)
Các khái niệm, nhiệm vụ được gạch chân là các khái niệm người học có thể bỏ qua.

1: 85.99389 2: 87.65167 18: 77.034645 3: 80.12726
7: 50.541042 8: 51.495003 9: 54.678112 17: 54.248627
22: 55.434788 5: 51.576088 4: 85.0 6: 37.56384
23: 82.15732 10: 50.0 11: 46.439915 12: 35.0
14: 41.888145 13: 57.867317 19: 59.873592 20: 77.86292
21: 94.74475 24: 85.01758 34: 93.181816 31: 80.0
32: 62.000008 33: 46.437954 28: 84.3 25: 87.13637
26: 53.95186 27: 14.626734 30: 75.0 29: 39.470455
35: 35.364086 15: 49.79866 16: 20.1566 36: 33.29127
39: 93.609024 37: 40.510143 40: 30.000004 38: 31.488832

Auser2.txt (Kết quả việc thực hiện nhiệm vụ 3 - Xác định thực thể)
3:75.0

user2-3.txt (Kết quả tính toán sau khi người học thực hiện nhiệm vụ 3 - Xác định các thực thể)
Các khái niệm, nhiệm vụ được gạch chân là các khái niệm người học có thể bỏ qua.
1: 89.656624 2: 91.02828 18: 87.185616 3: 91.8585
7: 55.19651 8: 54.15721 9: 56.03363 17: 56.583572

22: 85.0 5: 73.75 4: 85.0 6: 63.682323
23: 74.74849 10: 50.0 11: 47.219337 12: 35.0
14: 50.0 13: 59.875004 19: 60.359383 20: 74.8994
21: 74.8994 24: 55.557125 34: 75.0 31: 80.0
32: 62.0 33: 41.192337 28: 75.0 25: 34.47317
26: 30.306387 27: 21.972818 30: 75.0 29: 26.139603
35: 31.48233 15: 45.0 16: 45.0 36: 30.185863
39: 75.0 37: 35.172672 40: 50.0 38: 29.203638

Auser2.txt (Kết quả việc thực hiện nhiệm vụ 17 - Xác định thuộc tính các thực thể)
3:75.0
17: 50.0

user2-17.txt (Kết quả tính toán sau khi người học thực hiện nhiệm vụ 17 - Xác định các thuộc tính của thực thể)
Các khái niệm, nhiệm vụ được gạch chân là các khái niệm, nhiệm vụ người học có thể bỏ qua.
7: 60.000004 8: 58.000004 9: 59.300007 17: 61.510002
22: 85.0 5: 73.75 4: 85.0 6: 68.626
23: 5.000001 10: 49.999996 11: 49.097504 12: 35.0
14: 50.0 13: 59.875 19: 64.7439 20: 46.999992
21: 46.999992 24: 10.133043 34: 75.0 31: 80.0 32: 62.000008 33: 4.5395007 28: 75.0 25: 7.1051583
26: 6.3451796 27: 4.825224 30: 75.0 29: 5.585202
35: 4.3592305 15: 45.0 16: 45.0 36: 8.487385
39: 75.0 37: 20.851673 40: 49.999996 38: 18.534496

Một số kết quả thử nghiệm với nội dung khóa học "Lập trình hướng đối tượng"

Quser1.txt(Kết quả đánh giá một số khái niệm ban đầu thông qua việc trả lời câu hỏi)
actor:100 double:50 int:50 string:25 datatype:75 varible:* class:* object:75 method:25

user1Orgin.txt(Kết quả tính toán xác suất mức độ hiểu biết các khái niệm thông qua kết quả đánh giá việc trả lời câu hỏi)
Các khái niệm được in nghiêng là các khái niệm người học có thể bỏ qua.

Bảng E.1: Giá trị định lượng trình độ kiến thức người học

Khái niệm	p(acquired)	Khái niệm	p(acquired)	Khái niệm	p(acquired)
object construct	85.0	*object attribute*	86.75	*class attribute*	85.0
attribute	78.99563	attribute constructor	47.607418	attribute parameter	48.085938
actor	50.873055	actor object	48.800255	object	75.0
object class	73.75	*class*	85.0	constructor	55.87175
actor method	73.0	object method	50.0	class constructor	44.252007
class method	35.0	method	50.0	method constructor	59.875
attribute method	53.43223	double	74.200005	double string	74.2
variable attribute	53.303127	method parameter	75.0	*method returntype*	80.0
double int	62.0	numberic datatype	40.273506	datatype	75.0
datatype variable 33.11513	variable	29.117397	variable	parameter	21.12193
variable returntype	75.0	parameter	25.119665	return type	30.80239
pass in only	45.0	int	45.0	int string	29.64191
string	75.0	datatype returntype	34.813663		

Quser2.txt(Kết quả đánh giá một số khái niệm ban đầu thông qua việc trả lời câu hỏi)
actor:25 double:50 int:50 string:25 datatype:75 varible:* class:* object:50 method:25

user2Orgin.txt(Kết quả tính toán xác suất mức độ hiểu biết các khái niệm thông qua kết quả đánh giá việc trả lời câu hỏi)
Các khái niệm được in nghiêng là các khái niệm người học có thể bỏ qua.

Bảng E.2: Giá trị định lượng trình độ kiến thức người học

Khái niệm	p(acquired)	Khái niệm	p(acquired)	Khái niệm	p(acquired)
object construct	65.0	object attribute	52.7556	class attribute	72.1080
attribute	42.99563	attribute constructor	47.607418	attribute parameter	48.085938
actor	50.873055	actor object	48.800255	object	70.0
object class	73.75	class	72.34231	constructor	55.87175
actor method	73.0	object method	50.0	class constructor	44.252007
class method	35.0	method	50.0	method constructor	59.875
attribute method	53.43223	double	74.200005	double string	74.2
variable attribute	53.303127	method parameter	75.0	method returntype	80.0
double int	62.0	numberic datatype	40.273506	*datatype*	75.0
datatype variable 33.11513	variable	29.117397	variable	parameter	21.12193
variable returntype	75.1513	parameter	25.119665	return type	30.80239
pass in only	52.3418	int	45.0	int string	29.64191
string	79.120	datatype returntype	34.813663		

Một số kết quả thử nghiệm với nội dung khóa học "Ngôn ngữ lập trình java"

Quser1.txt(Kết quả đánh giá một số khái niệm ban đầu thông qua việc trả lời câu hỏi)
java application:75 networking:50 software engineering:50 algorithms:75 concurrent programing:25 inheritance:25 java windowing system: 75.0

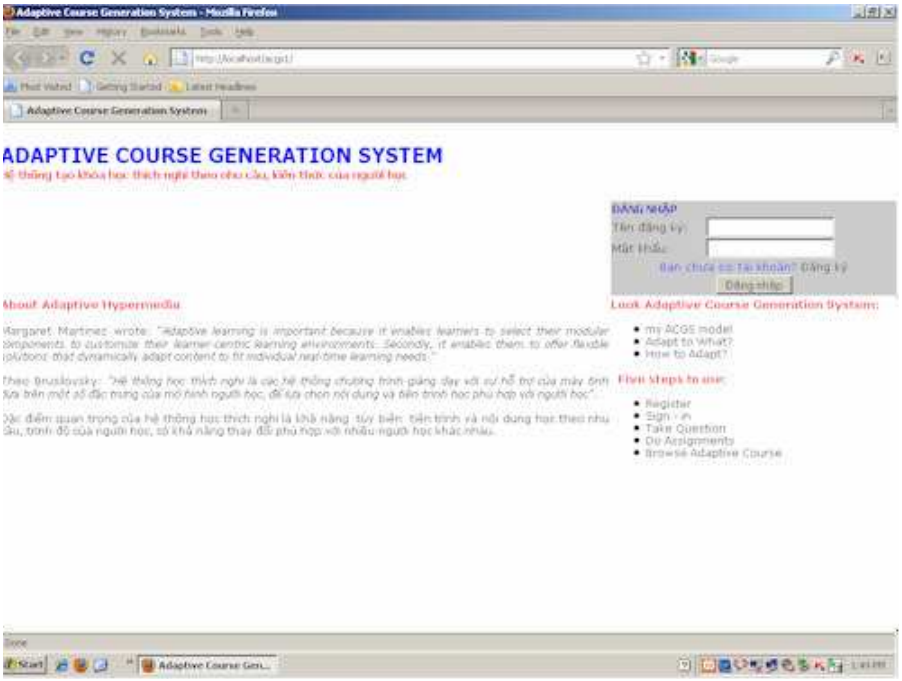
user1Orgin.txt(Kết quả tính toán xác suất mức độ hiểu biết các khái niệm thông qua kết quả đánh giá việc trả lời câu hỏi)
Các khái niệm được in nghiêng là các khái niệm người học có thể bỏ qua.

Bảng E.3: Giá trị định lượng trình độ kiến thức người học

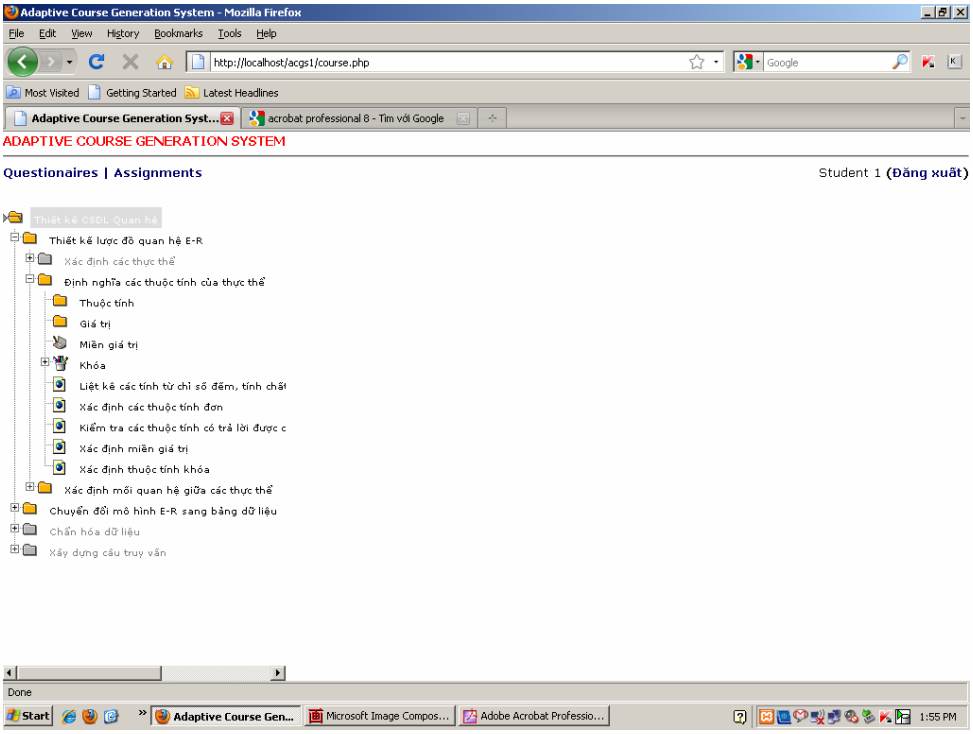
Khái niệm	p(acquired)	Khái niệm	p(acquired)	Khái niệm	p(acquired)
error handling and recovery	34.5622	interfaces	48.800255	concurrent programing	35.6523
inheritance	45.873055	java api	57.83461	*java windowing system*	85.0
control structures	36.7823	networking	62.3412	class and object	70.0
software engineering	65.9823	*java application*	75.0	*algorithms*	75.0
progrmming environment	50.873055	methods	54.5730	java applet	70.0
data types and operators	65.37542				

Phụ lục F

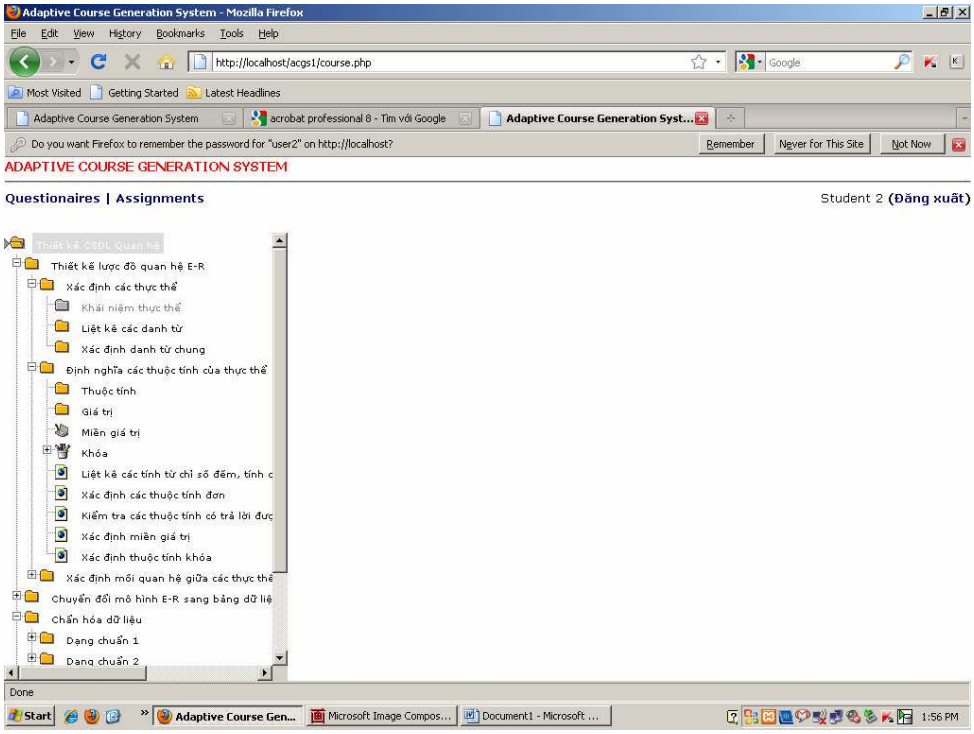
Giao diện ứng dụng thử nghiệm ACGS



Hình F.1: Hệ thống Adaptive Course Generation System



Hình F.2: Các khái niệm được phép bỏ qua (làm mờ) đối với người dùng user1



Hình F.3: Các khái niệm được phép bỏ qua (làm mờ) đối với người dùng user2