

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐẠI HỌC HUẾ
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC

BÁO CÁO TỔNG KẾT ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU KHOA HỌC CẤP CƠ SỞ

HỌC KHÁI NIỆM ĐỐI VỚI CÁC CƠ SỞ TRI THỨC
TRONG LOGIC MÔ TẢ DỰA VÀO MÔ PHỎNG HAI
CHIỀU

Mã số: DHH.2013.01

Chủ nhiệm đề tài: ThS. TRẦN THANH
LƯƠNG

Thừa Thiên Huế, tháng 06 năm 2014

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐẠI HỌC HUẾ
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC

BÁO CÁO TỔNG KẾT

ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU KHOA HỌC CẤP CƠ SỞ

HỌC KHÁI NIỆM ĐỐI VỚI CÁC CƠ SỞ TRI THỨC
TRONG LOGIC MÔ TẢ DỰA VÀO MÔ PHỎNG HAI
CHIỀU

Mã số: DHH.2013.01

Xác nhận của cơ quan chủ trì đề tài

Chủ nhiệm đề tài

TRẦN THANH LƯƠNG

Thừa Thiên Huế, tháng 06 năm 2014

Danh sách thành viên tham gia nghiên cứu:

TS. Hoàng Thị Lan Giao, Khoa Công nghệ Thông tin Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Đơn vị phối hợp nghiên cứu:

Viện Tin học, Đại học Tổng hợp Vac-xa-va, Ba Lan.

Mục lục

Danh sách hình vẽ	iii
Danh sách bảng	iv
Danh mục các chữ viết tắt	v
Thông tin kết quả nghiên cứu	vi
Results of the research	vii
1 HỆ THỐNG THÔNG TIN TRONG NGỮ CẢNH LOGIC MÔ TẢ	1
1.1 Giới thiệu về logic mô tả	1
1.2 Logic mô tả \mathcal{ALC}	4
1.3 Suy luận trong logic mô tả	6
1.4 Hệ thống thông tin trong ngữ cảnh logic mô tả	6
1.5 Biểu diễn thông tin trong logic mô tả	6
2 Hệ thống thông tin trong ngữ cảnh logic mô tả	7
2.1 Giới thiệu về logic mô tả	7
2.2 Ngôn ngữ logic mô tả \mathcal{ALC}	7
2.3 Suy luận trong logic mô tả	7
2.4 Hệ thống thông tin trong ngữ cảnh logic mô tả	7
2.5 Biểu diễn thông tin trong logic mô tả	7
A Chưa có nội dung	i
B Chưa có nội dung	ii

Danh sách hình vẽ

1.1	Kiến trúc của một hệ cơ sở tri thức trong logic mô tả	2
1.2	Ngữ nghĩa của logic mô tả	5
1.3	Ngữ nghĩa các khái niệm phức của logic mô tả \mathcal{ALC}	6

Danh sách bảng

Danh mục các chữ viết tắt

Thông tin kết quả nghiên cứu

Results of the research

Chương 1

HỆ THỐNG THÔNG TIN TRONG NGỮ CẢNH LOGIC MÔ TẢ

Logic mô tả (Description Logics - DLs) là một họ các ngôn ngữ hình thức được sử dụng để biểu diễn và suy luận tri thức trong một miền ứng dụng cụ thể. Logic mô tả biểu diễn các thuật ngữ thông qua các đối tượng, khái niệm và vai trò. Bắt đầu từ các khái niệm nguyên tử, vai trò nguyên tử, logic mô tả cho phép xây dựng các khái niệm phức, vai trò phức bằng cách sử dụng các khái niệm nguyên tử, vai trò nguyên tử cùng với tập các tạo tử đã cho. Một hệ thống logic mô tả cho phép mô tả các khái niệm có liên quan với nhau và các tri thức tiềm ẩn. Các tri thức tiềm ẩn này có thể được suy luận từ những tri thức đã được biểu diễn thông qua các dịch vụ suy luận hoặc các bộ suy luận.

1.1 Giới thiệu về logic mô tả

Thuật ngữ *logic mô tả*, được sử dụng rộng rãi từ năm 1984. Ban đầu logic mô tả được sử dụng để biểu diễn tri thức bởi Quillian vào năm 1967 thông qua thuật ngữ *mạng ngữ nghĩa* (semantic networks) và Minsky vào năm 1981 với thuật ngữ *hệ thống khung* (frame systems). Năm 1985, hệ thống KL-ONE [4] ra đời đã đưa ra một định hướng nghiên cứu cho logic mô tả.

Logic mô tả dựa vào tập ký hiệu các tên cá thể (có thể hiểu như là các đối tượng, các hằng), tên khái niệm (có thể hiểu như là các lớp, các vị từ một đối), các tên vai trò (có thể hiểu như là các quan hệ hai ngôi, các vị từ hai đối) và tập các tạo tử đặc trưng cho phép tạo nên các khái niệm phức, vai trò phức từ các khái niệm nguyên tử (bao gồm *khái niệm nguyên thủy* và *khái niệm định nghĩa*) và vai trò nguyên tử (bao gồm *vai trò nguyên thủy* và *vai trò định nghĩa*).

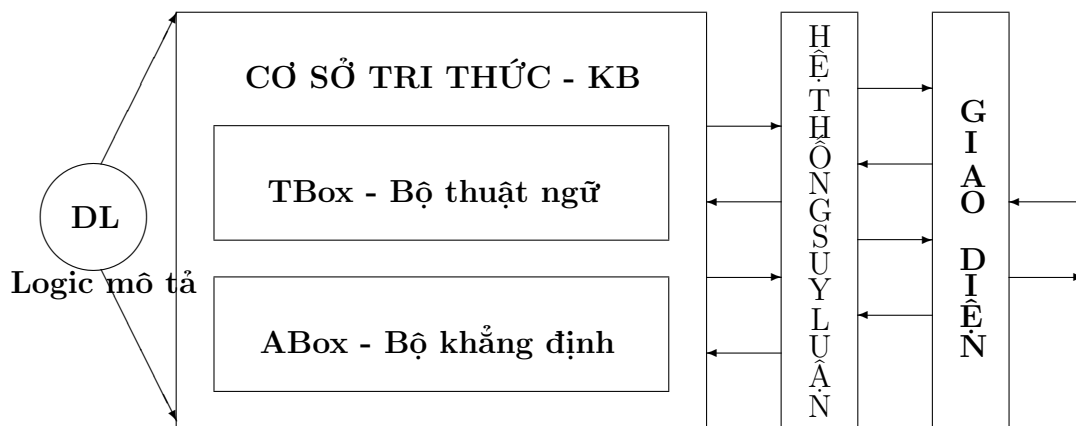
Ví dụ 1.1. Giả sử chúng ta có các khái niệm nguyên thủy và vai trò nguyên thủy sau:

Human là khái niệm để chỉ các đối tượng là người
 Female là khái niệm để chỉ các đối tượng là giống cái
 Rich là khái niệm để chỉ những đối tượng giàu có
 hasChild là vai trò để chỉ đối tượng này có con là đối tượng kia
 marriedTo là vai trò để chỉ đối tượng này kết hôn với đối tượng kia ■

Ví dụ 1.2. Với những khái niệm nguyên thủy, vai trò nguyên thủy đã cho trong Ví dụ 1.1 và các tạo tử *phủ định của khái niệm* (\neg), *giao của các khái niệm* (\sqcap), *hợp của các khái niệm* (\sqcup), *lượng từ hạn chế tồn tại* (\exists), *lượng từ hạn chế với mọi* (\forall), chúng ta có thể xây dựng các khái niệm phức sau:

Human \sqcap Female
 là khái niệm để chỉ các đối tượng là người phụ nữ
 Human $\sqcap \neg$ Female
 là khái niệm để chỉ các đối tượng là người đàn ông
 Human $\sqcap \exists$ hasChild.(Human \sqcap Female)
 là khái niệm để chỉ các đối tượng là cha mẹ có con gái
 Human $\sqcap \exists$ marriedTo.Human
 là khái niệm để chỉ những người đã kết hôn
 Human $\sqcap \forall$ hasChild.Female
 là khái niệm để chỉ những người chỉ có toàn con gái
 Female \sqcap Rich
 là khái niệm để chỉ những phụ nữ giàu có ■

Thông tin trong các hệ thống logic mô tả được lưu trữ thông qua một *cơ sở tri thức*. Thông thường, một cơ sở tri thức gồm có hai thành phần: *TBox*, còn gọi là *bộ thuật ngữ*, và *ABox*, còn được gọi là *bộ khẳng định*. Từ cơ sở tri thức, người ta có thể xây dựng một hệ thống logic mô tả để thực hiện việc biểu diễn và suy luận thông tin. Thông thường, một cơ sở tri thức gồm có các thành phần sau: [1]



Hình 1.1: Kiến trúc của một hệ cơ sở tri thức trong logic mô tả

- **Bộ thuật ngữ (*Terminology Box - TBox*)**: Bộ thuật ngữ chứa các tiên đề về thuật ngữ, nó cho phép xây dựng các khái niệm phức từ những khái niệm nguyên tử và vai trò nguyên tử,... Bên cạnh đó, bộ thuật ngữ còn cho biết mối quan hệ giữa các khái niệm thông qua các tiên đề bao hàm khái niệm tổng quát, tiên đề tương đương khái niệm,... Chúng ta xét ví dụ sau về mối quan hệ giữa các con người với nhau thông qua bộ thuật ngữ.

Ví dụ 1.3. Với các khái niệm nguyên thủy đã cho ở trong Ví dụ 1.1, chúng ta có thể xây dựng bộ thuật ngữ như sau:

$\text{Parent} = \text{Human} \sqcap \exists \text{hasChild.Human} \sqcap \forall \text{hasChild.Human}$
 $\text{Male} = \text{Human} \sqcap \neg \text{Female}$
 $\text{Husband} = \text{Male} \sqcap \exists \text{marriedTo.Human}$
 $\text{Husband} \sqsubseteq \forall \text{marriedTo.Female}$
 $\text{Male} \sqcap \text{Female} = \perp$

Ba phát biểu đầu tiên của bộ thuật ngữ dùng để định nghĩa các khái niệm mới đó là **Parent**, **Male** và **Husband** tương ứng dùng để chỉ những đối tượng là bố mẹ, người đàn ông và người chồng. Phát biểu thứ tư yêu cầu mọi thể hiện của **Husband** phải thỏa mãn khái niệm $\forall \text{marriedTo.Female}$, nghĩa là, mọi người đàn ông đã kết hôn (được gọi là chồng) thì phải kết hôn với một người phụ nữ. Phát biểu cuối cùng để biểu diễn hai khái niệm **Male** và **Female** không giao nhau. Nói cách khác, hai khái niệm **Male** và **Female** là rời nhau. ■

- **Bộ khẳng định (*Assertion Box - ABox*)**: Bộ khẳng định chứa những khẳng định về các cá thể bao gồm khẳng định khái niệm, khẳng định vai trò, khẳng định đẳng thức, khẳng định bất đẳng thức, ...

Ví dụ 1.4. Với các khái niệm nguyên thủy đã cho trong Ví dụ 1.1 và các khái niệm được định nghĩa thêm trong Ví dụ 1.3, chúng ta có thể có những khẳng định sau đây:

$\text{Human}(\text{LAN})$
 $\text{Male}(\text{HUNG})$
 $\text{Husband}(\text{HAI})$
 $\text{hasChild}(\text{LAN}, \text{HUNG})$
 $(\neg \text{Female} \sqcap \text{Rich})(\text{HUNG})$

Khẳng định thứ nhất cho biết cá thể **LAN** là một con người, khẳng định thứ hai cho biết cá thể **HUNG** là một người đàn ông, khẳng định thứ ba cho biết cá thể **HAI** là một người chồng và khẳng định thứ tư cho biết cá thể **LAN** có con là cá thể **HUNG** và khẳng định cuối cùng cho biết cá thể **HUNG** là một người đàn ông giàu có. ■

- **Hệ thống suy luận (*Inference System - IS*)**: Hệ thống suy luận cho phép trích rút ra những tri thức tiềm ẩn từ những tri thức đã có được thể trong ABox

và TBox. Một trong những bài toán suy luận phổ biến của logic mô tả là kiểm tra tính bao hàm của các khái niệm. Thông qua Ví dụ 1.3, chúng ta có thể thấy rằng cả **Male** và **Female** đều được bao hàm trong **Human**. Một bài toán suy luận khác cũng phổ biến trong logic mô tả là kiểm tra thể hiện của một khái niệm. Nghĩa là xác định xem một cá thể có phải là một thể hiện của một khái niệm hay không. Thông qua Ví dụ 1.3 và 1.4, chúng ta có thể khẳng định rằng cá thể LAN là một thể hiện của khái niệm **Parent**. Chúng ta cũng có thể khẳng định cá thể HAI không là thể hiện của khái niệm **Female**. Lý do đưa ra khẳng định này là: HAI là thể hiện của **Husband**, mà **Husband** là khái niệm được định nghĩa thông qua phát biểu $\text{Husband} = \text{Male} \sqcap \exists \text{marriedTo.Human}$. Trong lúc đó, $\text{Male} \sqcap \text{Female} = \perp$ chứa trong TBox.

Một điểm lưu ý là, chúng ta không xem một cơ sở tri thức theo *giả thiết thế giới đóng* (*closed world assumption* - CWA) mà xem nó như là một *giả thiết thế giới mở* (*open world assumption* - OWA). Nghĩa là, một khẳng định xuất hiện trong ABox thì được cho đó là đúng. Ngược lại, những khẳng định không xuất hiện trong ABox hoặc không thể suy luận được thông qua bộ suy luận thì không được xem đó là sai mà phải được xem như là chưa biết, ngoại trừ việc suy luận ra được khẳng định đó là sai.

- **Giao diện người dùng (*User Interface* - UI):** Giao diện người dùng được sử dụng để giao tiếp với người sử dụng, người sử dụng thông qua giao diện người dùng có thể trích rút ra những thông tin từ cơ sở tri thức. Giao diện người dùng được thiết kế tùy thuộc vào từng ứng dụng cụ thể.

1.2 Logic mô tả \mathcal{ALC}

Logic mô tả \mathcal{ALC} được Schmidt-Schauß và Smolka giới thiệu năm 1991 qua bài báo *Attributive Concept Descriptions with Complements* và được xem như là một logic mô tả cơ bản nhất. Logic mô tả \mathcal{ALC} cho phép xây dựng các khái niệm phức từ các khái niệm nguyên tử và vai trò nguyên tử bằng cách sử dụng các tạo tử \sqcap (phép giao), \sqcup (phép hợp) và \neg (phép phủ định). Hơn nữa, các khái niệm còn được xây dựng thông qua các lượng từ hạn chế phổ quát và lượng từ hạn chế tồn tại đối với các vai trò.

Các Logic mô tả khác được phát triển sau này đều dựa vào logic mô tả \mathcal{ALC} và thêm vào các tạo tử khác để xây dựng các logic mô tả phức tạp hơn, có khả năng khả năng biểu diễn tốt hơn. Do vậy, trong phần này, chúng tôi trình bày về logic mô tả \mathcal{ALC} cũng như các khái niệm về bài toán suy luận với \mathcal{ALC} .

Định nghĩa 1.1 (Cú pháp của \mathcal{ALC}). Cho N_C là tập các tên khái niệm (khái niệm nguyên tử) và N_R là tập các tên vai trò (vai trò nguyên tử) đôi một không giao nhau.

Các khái niệm trong \mathcal{ALC} được định nghĩa một cách đệ quy như sau:

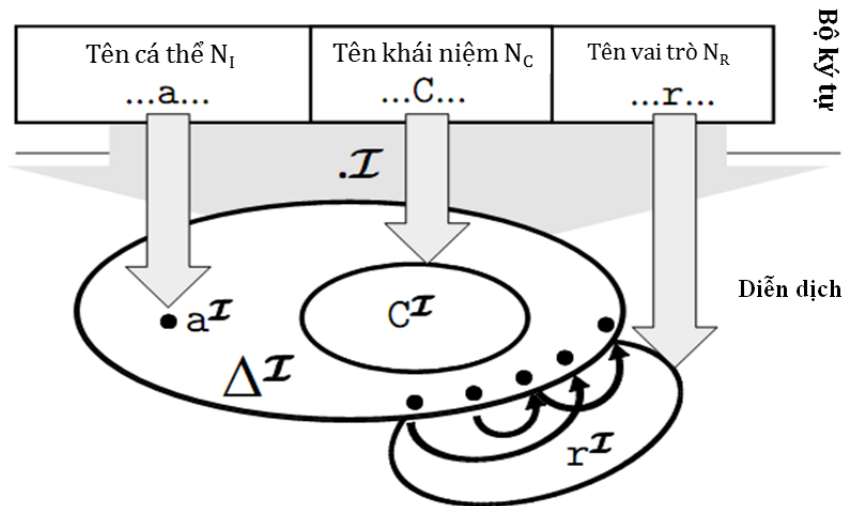
- \top là một khái niệm của \mathcal{ALC} (gọi là khái niệm đỉnh)
- \perp là một khái niệm của \mathcal{ALC} (gọi là khái niệm đáy)
- Nếu $A \in N_C$ thì A là một khái niệm của \mathcal{ALC}
- Nếu C, D là các khái niệm của \mathcal{ALC} và $r \in N_R$ thì
 - $C \sqcap D$ (giao của hai khái niệm)
 - $C \sqcup D$ (hợp của hai khái niệm)
 - $\neg C$ (Phủ định của khái niệm)
 - $\exists r.C$ (hạn chế tồn tại đầy đủ)
 - $\forall r.C$ (hạn chế phổ quát)

là các khái niệm của \mathcal{ALC} . ■

Sau đây là các quy tắc mô tả một cách ngắn gọn hơn về cú pháp của \mathcal{ALC} :

$$C, D \rightarrow A \mid \top \mid \perp \mid \neg C \mid C \sqcap D \mid C \sqcup D \mid \exists r.C \mid \forall r.C$$

Định nghĩa 1.2 (Ngữ nghĩa của \mathcal{ALC}). Một diễn dịch $\mathcal{I} = \langle \Delta^{\mathcal{I}}, \cdot^{\mathcal{I}} \rangle$ gồm một tập không rỗng $\Delta^{\mathcal{I}}$, gọi là miền của \mathcal{I} , và một hàm $\cdot^{\mathcal{I}}$, gọi là hàm diễn dịch của \mathcal{I} , ánh xạ mỗi tên khái niệm A thành một tập con $A^{\mathcal{I}} \subseteq \Delta^{\mathcal{I}}$, mỗi tên vai trò r thành một quan hệ hai ngôi $r^{\mathcal{I}} \subseteq \Delta^{\mathcal{I}} \times \Delta^{\mathcal{I}}$.



Hình 1.2: Ngữ nghĩa của logic mô tả

Ngoài ra, ngữ nghĩa của các khái niệm phức có thể được xác định như Hình 1.3.

$\top^{\mathcal{I}}$	$= \Delta^{\mathcal{I}}$
$\perp^{\mathcal{I}}$	$= \emptyset$
$\neg C^{\mathcal{I}}$	$= \Delta^{\mathcal{I}} \setminus C^{\mathcal{I}}$
$(C \sqcap D)^{\mathcal{I}}$	$= C^{\mathcal{I}} \cap D^{\mathcal{I}}$
$(C \sqcup D)^{\mathcal{I}}$	$= C^{\mathcal{I}} \cup D^{\mathcal{I}}$
$(\forall r.C)^{\mathcal{I}}$	$= \{x \in \Delta^{\mathcal{I}} \mid \forall y \mid \langle x, y \rangle \in r^{\mathcal{I}} \rightarrow y \in C^{\mathcal{I}}\}$
$(\exists r.C)^{\mathcal{I}}$	$= \{x \in \Delta^{\mathcal{I}} \mid \exists y \mid \langle x, y \rangle \in r^{\mathcal{I}} \wedge y \in C^{\mathcal{I}}\}$

Hình 1.3: Ngữ nghĩa các khái niệm phức của logic mô tả \mathcal{ALC}

1.3 Suy luận trong logic mô tả

1.4 Hệ thống thông tin trong ngữ cảnh logic mô tả

1.5 Biểu diễn thông tin trong logic mô tả

Chương 2

Hệ thống thông tin trong ngữ cảnh logic mô tả

2.1 Giới thiệu về logic mô tả

2.2 Ngôn ngữ logic mô tả \mathcal{ALC}

2.3 Suy luận trong logic mô tả

2.4 Hệ thống thông tin trong ngữ cảnh logic mô tả

abc

2.5 Biểu diễn thông tin trong logic mô tả

Phụ lục A

Chưa có nội dung

Phụ lục B

Chưa có nội dung

Tài liệu tham khảo

- [1] F. Baader, D. Calvanese and D. L. McGuinness, D. Nardi, P. F. Patel-Scheider (Edt), The Description Logic Handbook: Theory, Implementation, and Applications, 2nd edition, 2007.
- [2] F. Baader and U. Sattler, An Overview of Tableau Algorithms for Description Logics, *Studia Logica*, Volume 69, Pages: 5–40, Springer, 2001.
- [3] F. Baader, J. Hladik, C. Lutz and F. Wolter, From Tableaux to Automata for Description Logics, *Fundamenta Informaticae*, Volumn 57, Pages: 1–33, 2003.
- [4] R. J. Brachman and J. G. Schmolze, An Overview of the KL-ONE Knowledge Representation System, *Cognitive Science*, Vol 9, Pages: 171–216, 1985.
- [5] D. Calvanese, M. Lenzerini and D. Nardi, Description Logics for Conceptual Data Modeling, *Logics for Databases and Information Systems*, Kluwer Academic Publisher, 1998.
- [6] I. Horrocks and U. Sattler, A Description Logic with Transitive and Inverse Roles and Role Hierarchies, *Journal of Logic and Computation*, Volumn 9(3), Pages: 385–410, 1999.
- [7] I. Horrocks, U. Sattler and S. Tobies, A PSPACE-Algorithm for Deciding $\mathcal{ALCN}\mathcal{I}_{\mathcal{R}^+}$ -Satisfiability, LTCS-Report 98-08, 2000.
- [8] S. S. Sahoo and K. Thirunarayan, Tableau Algorithm for Concept Satisfiability in Description Logic \mathcal{ALCH} , TR-2009-07, 2009.
- [9] M. Schmidt-Schauß and G. Smolka, Attributive Concept Descriptions with Complements, *Artificial Intelligence*, Volumn 48, Pages: 1–26, Elsevier, 1991.
- [10] S. Tobies, Complexity Results and Practical Algorithms for Logics in Knowledge Representation, Diploma Thesis, 2001.