

BIỂU DIỄN MÔ HÌNH TIME-ER BẰNG LOGIC MÔ TẢ

Nguyễn Viết Chánh, Hoàng Quang

Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

chanhkhmt@gmail.com, hquang@hueuni.edu.vn

TÓM TẮT - Mối quan hệ giữa logic mô tả và cơ sở dữ liệu (CSDL) là khá khăng khít. Thực tế cho thấy nhu cầu của việc xây dựng các hệ thống vừa có khả năng biểu diễn tri thức, vừa cho phép quản trị CSDL là thật sự cần thiết. Hệ biểu diễn cơ sở tri thức logic mô tả ngoài việc cho phép quản lý các tri thức nội hàm, còn cung cấp một khung chuẩn được xem là gắn gũi với các ngôn ngữ được dùng để biểu diễn mô hình thực thể - mối quan hệ (mô hình ER).

Mặt khác, mô hình ER thời gian được dùng để mô hình hóa các khía cạnh thời gian của lược đồ CSDL mức khái niệm. Vì vậy, việc sử dụng logic mô tả để biểu diễn các mô hình ER thời gian là thật sự hữu ích trong việc hình thức hóa các mô hình dữ liệu mức khái niệm. Dựa vào logic mô tả có yếu tố thời gian, Alessandro Artale và các cộng sự (2011) đã biểu diễn các lược đồ ER thời gian và các ràng buộc toàn vẹn bằng cách hình thức hóa các phụ thuộc bao hàm bởi các tiên đề bao hàm. Nghiên cứu này, ngoài việc giới thiệu một phương pháp biểu diễn của các tác giả trên, bổ sung vào đó, chúng tôi muốn đề xuất việc biểu diễn các thuộc tính đa trị trên các mô hình ER thời gian bằng logic mô tả. Ứng dụng logic mô tả vào mô hình hóa mô hình TimeER.

Từ khóa - Mô hình ER, Mô hình ER thời gian, Logic mô tả, Logic mô tả có yếu tố thời gian.

I. GIỚI THIỆU

Trong những năm gần đây, người ta thường nhắc đến logic mô tả (Description Logic) như là một phương thức biểu diễn tri thức hiệu quả. Lĩnh vực ứng dụng của logic mô tả rất đa dạng, logic mô tả được xem như là những ngôn ngữ với mục đích biểu diễn tri thức và suy luận [7][9]. Trong những ứng dụng cụ thể có sử dụng logic mô tả, tri thức của miền ứng dụng được đặc tả bằng các khái niệm và các mối quan hệ.

Thời gian qua, việc áp dụng logic mô tả đã được sử dụng trong nhiều lĩnh vực như: công nghệ phần mềm, thiết lập cấu hình, các hệ thống thư viện điện tử, hệ thống thông tin, web ngữ nghĩa, xử lý ngôn ngữ tự nhiên, quản trị cơ sở dữ liệu,...

Mối quan hệ giữa logic mô tả và cơ sở dữ liệu khá khăng khít. Thực tế, nhu cầu xây dựng hệ thống vừa có khả năng biểu diễn tri thức logic mô tả, vừa cho phép quản trị cơ sở dữ liệu là thật sự cần thiết. Các hệ quản trị cơ sở dữ liệu giải quyết vấn đề toàn vẹn dữ liệu và quản trị một số lượng lớn dữ liệu, trong khi đó hệ biểu diễn cơ sở tri thức logic mô tả quản lý tri thức nội hàm. Hơn nữa, logic mô tả còn cung cấp một khung chuẩn được xem là gắn gũi với các ngôn ngữ được dùng để mô hình hóa dữ liệu, như là mô hình thực thể - mối quan hệ.

Mặt khác, mô hình thực thể - mối quan hệ (ER) có yếu tố thời gian được dùng để mô hình hóa các khía cạnh thời gian của lược đồ cơ sở dữ liệu mức khái niệm, cụ thể như thời gian hợp lệ - là thời gian mà sự kiện xảy ra là đúng trong thực tế, và thời gian giao tác - là thời gian khi sự kiện được lưu trong cơ sở dữ liệu [3][10]. Mô hình ER thời gian có hai phương pháp tiếp cận chính được các nhà nghiên cứu đưa ra là: Phương pháp tiếp cận không tương minh và phương pháp tiếp cận tương minh, để hỗ trợ cho việc mô hình hóa các mô hình ER thời gian, từ đó biểu diễn các ràng buộc toàn vẹn thời gian. Các phiên bản khác nhau về mô hình ER đã được đề xuất nhằm mô hình hóa các khái niệm thời gian của các mô hình ở mức khái niệm [8]. Việc mô hình hóa này đã đưa ra một số phương pháp hình thức hóa và các mở rộng trong mô hình ER thời gian. Tuy nhiên, trong mô hình ER thời gian có một số ràng buộc phức tạp không thể biểu diễn được, và mô hình ER thời gian lại có nhiều phiên bản khác nhau, giữa các phiên bản có một số ký hiệu biểu diễn không đồng nhất, làm cho người thiết kế gặp không ít khó khăn trong thiết kế cơ sở dữ liệu.

Dựa vào logic mô tả có yếu tố thời gian, Alessandro Artale và các cộng sự [1] đã biểu diễn các lược đồ ER thời gian và các ràng buộc toàn vẹn bằng cách hình thức hóa các phụ thuộc bao hàm bởi các tiên đề bao hàm. Nghiên cứu này, ngoài việc giới thiệu một phương pháp biểu diễn của các tác giả trên, bổ sung vào đó, chúng tôi muốn đề xuất việc biểu diễn các thuộc tính đa trị của một tập thực thể trên các mô hình TimeER bằng logic mô tả. Theo đó, trong mục II, chúng tôi trình bày một phương pháp biểu diễn các mô hình ER thời gian bằng logic mô tả có yếu tố thời gian. Mục III trình bày việc áp dụng logic mô tả để mô hình hóa mô hình TimeER. Cuối cùng là phần kết luận.

II. MÔ HÌNH HÓA MÔ HÌNH ER THỜI GIAN BẰNG LOGIC MÔ TẢ

Việc biểu diễn một mô hình ER thời gian bằng logic mô tả được thực hiện thông qua việc định nghĩa một hàm chuyển đổi Φ từ mô hình ER thời gian sang cơ sở tri thức ALCQIT [1].

Công việc mô hình hóa được thực hiện như sau. Tất cả các tên tập thực thể và mối quan hệ trong lược đồ ER thời gian được chuyển đổi tương ứng với tên các khái niệm trong ALCQIT. Các tên miền tương ứng với các tên khái niệm bổ sung từng đôi một rời nhau. Các thuộc tính của tập thực thể và vai trò của các mối quan hệ trong mô hình ER tương ứng là các tên vai trò trong ALCQIT và với các giới hạn số kèm theo để làm rõ thuộc tính là đơn trị, trong trường hợp thuộc tính là đa trị thì các giới hạn số này sẽ bị loại bỏ. Mối quan hệ IS-A giữa các tập thực thể hoặc giữa

các mối quan hệ với nhau được mô hình hóa bằng cách sử dụng các tiên đề thuật ngữ. Các ràng buộc bản số trong mô hình ER thời gian được biểu diễn bằng các lượng từ trong ALCQIT. Còn các tính chất thời gian trong mô hình ER biểu diễn tương ứng với các toán tử thời gian trong ALCQIT [2].

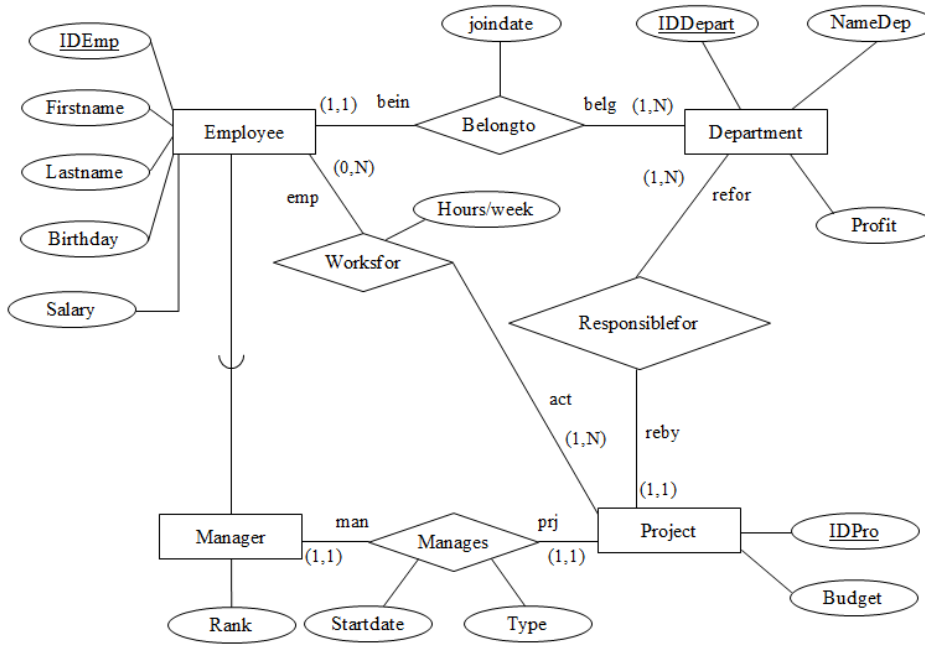
Như đã đề cập ở trên, có hai phương pháp tiếp cận trong việc xây dựng một mô hình ER thời gian, đó là: phương pháp tiếp cận không tường minh và phương pháp tiếp cận tường minh. Chính vì vậy, để mô hình hóa các mô hình ER thời gian, ta cần thực hiện việc biểu diễn này trên mỗi phương pháp tiếp cận cụ thể.

Trước tiên, chúng ta xem xét việc chuyển đổi một mô hình ER (mà không xét đến các ràng buộc toàn vẹn) sang cơ sở tri thức ALCQIT như sau.

A. Mô hình hóa mô hình ER thời gian không tường minh

1. Chuyển đổi mô hình ER thời gian không tường minh sang cơ sở tri thức

Xét mô hình ER thời gian theo cách tiếp cận không tường minh là như Hình 1 sau:



Hình 1. Một mô hình ER thời gian theo cách tiếp cận không tường minh [6]

Cho một mô hình ER \mathcal{D} . Khi đó, cơ sở tri thức Σ gọi là được chuyển đổi từ lược đồ \mathcal{D} thông qua hàm $\Phi(\mathcal{D})$, nếu Σ bao gồm 3 tập hợp sau:

- Tập các khái niệm nguyên tố $\Phi(A)$ tương ứng cho từng tên miền trị, tên tập thực thể và tên mối quan hệ A trong mô hình ER \mathcal{D} ;
- Tập các vai trò nguyên tố $\Phi(P)$ tương ứng cho tên các thuộc tính và tên các vai trò của một mối quan hệ P trong mô hình ER \mathcal{D} ;
- Tập các tiên đề thuật ngữ của Σ bao gồm các thành phần sau:
 - Mỗi mối quan hệ IS-A giữa hai tập thực thể E_1, E_2 (hoặc hai mối quan hệ tương ứng R_1, R_2) với E_1 *Isa* E_2 (hoặc R_1 *Isa* R_2) trong \mathcal{D} thì ta có tiên đề thuật ngữ sau: $\Phi(E_1) \sqsubseteq \Phi(E_2)$ (hoặc $\Phi(R_1) \sqsubseteq \Phi(R_2)$)
 - Mỗi tập thực thể E với các thuộc tính A_1, \dots, A_h tương ứng với các miền trị D_1, \dots, D_h thì ta có tiên đề thuật ngữ sau: $\Phi(E) \sqsubseteq \forall \Phi(A_1). \Phi(D_1) \sqcap \dots \sqcap \forall \Phi(A_h). \Phi(D_h) \sqcap (= 1\Phi(A_1)) \sqcap \dots \sqcap (= 1\Phi(A_h))$
 - Mỗi mối quan hệ R với các thuộc tính A_1, \dots, A_h tương ứng với các miền trị D_1, \dots, D_h thì ta có tiên đề thuật ngữ sau: $\Phi(R) \sqsubseteq \forall \Phi(A_1). \Phi(D_1) \sqcap \dots \sqcap \forall \Phi(A_h). \Phi(D_h) \sqcap (= 1\Phi(A_1)) \sqcap \dots \sqcap (= 1\Phi(A_h))$
 - Mỗi mối quan hệ R bậc k giữa các tập thực thể E_1, \dots, E_k mà R được nối bởi k vai trò U_1, \dots, U_k thì ta có tiên đề thuật ngữ sau: $\Phi(R) \sqsubseteq \forall \Phi(U_1). \Phi(E_1) \sqcap \dots \sqcap \forall \Phi(U_k). \Phi(E_k) \sqcap (= 1\Phi(U_1)) \sqcap \dots \sqcap (= 1\Phi(U_k))$
 - Đối với các giá trị n, m tương ứng với giá trị (min, max) trong ràng buộc về bản số, trên vai trò U nối giữa mối quan hệ R và tập thực thể E , và:
 - Nếu $n \neq 0$ thì ta có tiên đề thuật ngữ sau: $\Phi(E) \sqsubseteq (\geq n(\Phi(U_i)))^- . \Phi(R)$ với $i \in \{1, \dots, k\}, k$ là bậc.
 - Nếu $m \neq \infty$ thì ta có tiên đề thuật ngữ sau: $\Phi(E) \sqsubseteq (\leq m(\Phi(U_i)))^- . \Phi(R)$ với $i \in \{1, \dots, k\}, k$ là bậc.
 - Mỗi cặp ký hiệu X_1, X_2 mà:

- $X_1 \in D; X_2 \in E \cup D; X_1 \neq X_2$, hoặc:
 - $X_1 \in R; X_2 \in E \cup R; X_1$ và X_2 có bậc khác nhau,
- thì ta có tiên đề thuật ngữ sau: $\Phi(X_1) \sqsubseteq \neg\Phi(X_2)$, với D là tập tên miền trị; R là tập tên mối quan hệ và E là tập tên các tập thực thể.

- Đối với mỗi thuộc tính A là thuộc tính khóa của tập thực thể E thì ta có tiên đề thuật ngữ sau:

$$\Phi(E) \sqsubseteq (1 \sim^* \Phi(A))$$

$$\top \sqsubseteq (\leq 1(\Phi(A))) \cdot \Phi(E)$$

- Nếu tập thực thể E là tổng quát hóa của các tập thực thể tách biệt nhau E_1, \dots, E_n thì có thể được chuyển thành các tiên đề thuật ngữ sau:

$$\begin{aligned} \Phi(E) &\sqsubseteq \Phi(E_1) \sqcup \dots \sqcup \Phi(E_n) \\ \Phi(E_1) &\sqsubseteq \Phi(E) \sqcap \neg\Phi(E_2) \sqcap \neg\Phi(E_3) \sqcap \dots \sqcap \neg\Phi(E_n) \\ \Phi(E_2) &\sqsubseteq \Phi(E) \sqcap \neg\Phi(E_3) \sqcap \neg\Phi(E_4) \sqcap \dots \sqcap \neg\Phi(E_n) \\ &\vdots \\ \Phi(E_{n-1}) &\sqsubseteq \Phi(E) \sqcap \neg\Phi(E_n) \\ \Phi(E_n) &\sqsubseteq \Phi(E) \end{aligned}$$

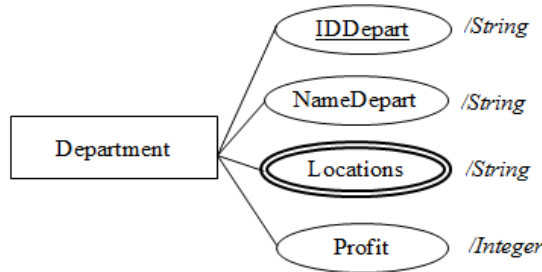
- Mỗi tập thực thể E với các thuộc tính $A_1, \dots, A_p, A_{p+1}, \dots, A_h$ tương ứng với các miền trị $D_1, \dots, D_p, D_{p+1}, \dots, D_h$, trong đó A_1, \dots, A_p là các thuộc tính đơn trị và A_{p+1}, \dots, A_h là các thuộc tính đa trị, thì ta có tiên đề thuật ngữ sau:

$$\begin{aligned} \Phi(E) &\sqsubseteq \forall\Phi(A_1). \Phi(D_1) \sqcap \dots \sqcap \forall\Phi(A_p). \Phi(D_p) \sqcap \\ &(\geq 1\Phi(A_{p+1}). \Phi(D_{p+1})) \sqcap \dots \sqcap (\geq 1\Phi(A_h). \Phi(D_h)) \sqcap \\ &(= 1\Phi(A_1)) \sqcap \dots \sqcap (= 1\Phi(A_p)) \sqcap (\neg \geq 1\Phi(A_{p+1}). \neg\Phi(D_{p+1})) \sqcap \dots \sqcap (\neg \geq 1\Phi(A_h). \neg\Phi(D_h)) \end{aligned}$$

- Nếu một tập thực thể E có thuộc tính A là thuộc tính phức hợp với các thành phần A_1, \dots, A_p thì ta có tiên đề thuật ngữ cho biểu diễn như sau:

$$\Phi(E) \sqsubseteq \forall\Phi(A). (\forall\Phi(A_1). \Phi(D_1) \sqcap \dots \sqcap \forall\Phi(A_p). \Phi(D_p) \sqcap (= 1\Phi(A_1)) \sqcap \dots \sqcap (= 1\Phi(A_p))) \sqcap (= 1\Phi(A))$$

Ví dụ 1.

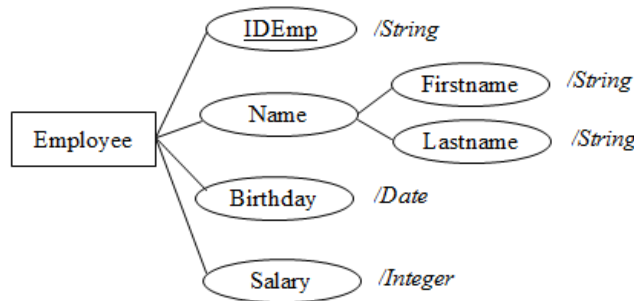


Hình 2. Ví dụ về thuộc tính đa trị

Trong ví dụ trên, tập thực thể *Department* có thuộc tính *Locations* là thuộc tính đa trị, ta có tiên đề thuật ngữ biểu diễn như sau:

$$\begin{aligned} Department &\sqsubseteq \forall IDDepart. String \sqcap \forall NameDepart. String \sqcap (\geq 1Locations. String) \sqcap \\ &\forall Profit. Integer \sqcap (= 1IDDepart) \sqcap (= 1NameDepart) \sqcap (= 1Profit) \sqcap (\neg \geq 1Locations. \neg String) \end{aligned}$$

Ví dụ 2.



Hình 3. Ví dụ về thuộc tính phức hợp

Trong Hình 3 tập thực thể *Employee* có thuộc tính *Name* là thuộc tính phức hợp với hai thuộc tính thành phần là *FirstName* và *LastName*, ta sẽ có tiên đề thuật ngữ biểu diễn như sau:

$$\begin{aligned} Employee \sqsubseteq & \forall IDEmp. String \sqcap \forall Name. (\forall Firstname. String \sqcap Lastname. String \sqcap \\ & (= 1Firstname) \sqcap (= 1Lastname)) \sqcap \forall Birthday. Date \sqcap \forall Salary. Integer \sqcap \\ & (= 1IDEmp) \sqcap (= 1Name) \sqcap (= 1Birthday) \sqcap (= 1Salary) \end{aligned}$$

Ngoài ra, ràng buộc toàn vẹn thời gian này được biểu diễn trong logic mô tả bằng cách bổ sung thêm các tiên đề thuật ngữ trong Σ . Một tiên đề thuật ngữ biểu diễn một bao hàm giữa các khái niệm. Do vậy, một ràng buộc toàn vẹn là dạng phụ thuộc bao hàm được biểu diễn trong logic mô tả thời gian ALCQIT.

2. Phụ thuộc bao hàm

Một ràng buộc toàn vẹn cho một mô hình ER \mathcal{D} là phụ thuộc bao hàm có thể được biểu diễn trong cơ sở tri thức tương ứng với Σ bằng một tiên đề thuật ngữ có dạng $C \sqsubseteq D$, trong đó khái niệm nguyên tố xuất hiện trong C, D tương ứng với các tên miền trị, tập thực thể, hoặc mối quan hệ trong \mathcal{D} .

Việc chuyển đổi có một sự tương ứng giữa các trạng thái CSDL hợp lệ của \mathcal{D} và các mô hình của cơ sở tri thức Σ được suy ra. Việc xuất hiện của sự tương ứng này kéo theo một sự tương ứng giữa các giải pháp cho việc kiểm tra một tính chất trong mô hình ER và việc suy luận tương ứng trong logic mô tả, và ngược lại. Vì vậy, nó có thể khai thác các thủ tục suy diễn trong logic mô tả để kiểm tra các tính chất của lược đồ ER [4].

Ví dụ 3. Xét ví dụ được cho ở Hình 2, việc mã hóa các ràng buộc toàn vẹn này, được biểu diễn bằng các tiên đề thuật ngữ trong một cơ sở tri thức Σ_{IC} như sau:

$$Manager \sqsubseteq Qualified \mathcal{S} (Employee \sqcap \neg Manager)$$

Ràng buộc trên thể hiện rằng tất cả các người quản lý có đủ điều kiện sau khi họ đã trải qua một thời gian là nhân viên và không phải là người quản lý.

Thật ra, các ràng buộc toàn vẹn là các phép suy dẫn logic từ $\Sigma_{ER} \cup \Sigma_{IC}$, chẳng hạn:

$$\Sigma_{ER} \cup \Sigma_{IC} \models Project \sqsubseteq \exists (act^- \circ emp). \neg Manager$$

Ràng buộc trên thể hiện rằng mỗi dự án có tồn tại một nhân viên làm việc cho dự án đó mà người này không phải là người quản lý.

$$\Sigma_{ER} \cup \Sigma_{IC} \models Manager \sqsubseteq \square \exists (emp^- \circ act). Project$$

Ràng buộc trên biểu diễn rằng mọi người quản lý cần phải có thời gian làm việc trong quá khứ cho một dự án (có thể là một dự án khác).

B. Mô hình hóa mô hình ER thời gian tường minh

Như đã biết, mô hình ER thời gian theo cách tiếp cận tường minh vừa giữ lại ngữ nghĩa phi thời gian cho các cấu trúc ER thông thường, mặt khác nó còn bổ sung các cấu trúc mới cho phép biểu diễn các tập thực thể, các mối quan hệ thời gian và các phụ thuộc thời gian giữa chúng [5].

Trong phần này, đề xuất một phương pháp hình thức hóa để mô hình hóa mô hình ER thời gian tường minh bằng cách sử dụng các ràng buộc đơn giản để định nghĩa các cấu trúc phi thời gian và thời gian, vì vậy duy trì được khả năng tương thích hướng lên. Logic mô tả thời gian ALCQIT có thể biểu diễn được mô hình ER thời gian tường minh, trước tiên là áp dụng các quy tắc chuyển đổi ở phần trước (mô hình hóa cho mô hình ER thời gian không tường minh) và sau đó thêm các tiên đề để phân biệt giữa cấu trúc thời gian và phi thời gian. Sau đây là một số trình bày về các tiên đề bổ sung để mã hóa cho mô hình này.

1. Tập thực thể và mối quan hệ thời gian và phi thời gian

Như đã trình bày ở trên, trong một mô hình ER thời gian tường minh các tập thực thể và mối quan hệ gồm có cấu trúc phi thời gian và cấu trúc thời gian, vì vậy khi mô hình hóa chúng ta có thêm các tiên đề bổ sung để làm rõ thuộc cấu trúc nào như sau:

- Mỗi tập thực thể E phi thời gian được biểu diễn bằng tiên đề sau:

$$\Phi(E) \sqsubseteq (\sim^+ \Phi(E)) \sqcap (\sim^- \Phi(E)) - \text{tức là } \Phi(E) \equiv \sim^* \Phi(E)$$

Tiên đề trên cho thấy rằng, bất cứ khi nào tập thực thể là đúng, nếu như tập thực thể đó phải đúng ở mọi thời điểm trong quá khứ và tương lai. Thật vậy, các tập thực thể phi thời gian có một thời gian sống toàn cục.

- Mặt khác, nếu tập thực thể E là tập thực thể thời gian thì được biểu diễn:

$$\Phi(E) \sqsubseteq (\square^+ \neg \Phi(E)) \sqcup (\square^- \neg \Phi(E))$$

Tiên đề biểu diễn rằng có một thời điểm trong quá khứ hoặc trong tương lai mà các thực thể tồn tại. Thật vậy, các tập thực thể thời gian có một giới hạn về thời gian sống của tập thực thể.

Tương tự như các tập thực thể, các mối quan hệ cũng có tiên đề để phân biệt giữa hai cấu trúc phi thời gian và thời gian.

▪ Mỗi mối quan hệ R phi thời gian bậc k giữa các tập thực thể E_1, \dots, E_k mà R được kết nối bởi k vai trò U_1, \dots, U_k thì được biểu diễn bằng các tiên đề thuật ngữ sau:

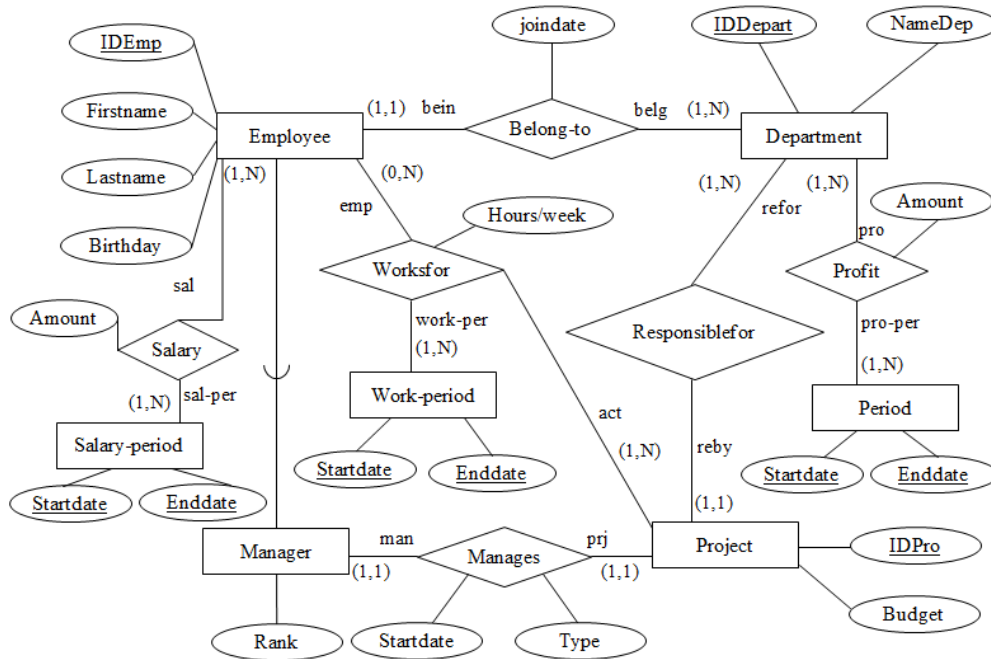
$$\Phi(R) \sqsubseteq (\sim^+ \Phi(R)) \sqcap (\sim^- \Phi(R)) \text{ - tức là } \Phi(R) \equiv \sim^* \Phi(R);$$

$$\Phi(R) \sqsubseteq (=1 \sim^* \Phi(U_1)) \sqcap \dots \sqcap (=1 \sim^* \Phi(U_k))$$

▪ Nếu mỗi quan hệ R là mối quan hệ thời gian, thì được phân biệt bằng tiên đề thuật ngữ như sau:

$$\Phi(R) \sqsubseteq (\square^+ \neg \Phi(R)) \sqcup (\square^- \neg \Phi(R)) \sqcup \neg ((=1 \sim^* \Phi(U_1)) \sqcap \dots \sqcap (=1 \sim^* \Phi(U_k)))$$

Ví dụ 4. Xét mô hình ER thời gian ở hình 4.



Hình 4. Một ví dụ về mô hình ER thời gian [4]

Dựa theo như Hình 4. Tập thực thể *Department* có thể được coi là một tập thực thể phi thời gian, vì cơ cấu tổ chức của một doanh nghiệp không thay đổi qua thời gian, trong khi tập thực thể *Manager* có thể được coi là một tập thực thể thời gian, vì người quản lý có thể thay đổi qua thời gian. Do đó, ta có tiên đề để phân biệt là tập thực thể thời gian hay phi thời gian được bổ sung khi biểu diễn cho tập thực thể *Department* và *Manager* như sau:

$$Department \sqsubseteq (\sim^+ Department) \sqcap (\sim^- Department)$$

$$Manager \sqsubseteq (\square^+ \neg Manager) \sqcup (\square^- \neg Manager)$$

Với ví dụ đang xét trong Hình 1 và Hình 4; mỗi quan hệ *Worksfor* là mối quan hệ thời gian, mỗi quan hệ *Responsiblefor* mỗi quan hệ phi thời gian, do đó ta có các tiên đề phân biệt sau:

- Mối quan hệ phi thời gian *Responsiblefor*

$$Responsiblefor \sqsubseteq (\sim^+ Responsiblefor) \sqcap (\sim^- Responsiblefor);$$

$$Responsiblefor \sqsubseteq (=1 \sim^* reby) \sqcap (=1 \sim^* refor)$$

- Mối quan hệ thời gian *Worksfor*

$$Worksfor \sqsubseteq (\square^+ \neg Worksfor) \sqcup (\square^- \neg Worksfor) \sqcup \neg ((=1 \sim^* act) \sqcap (=1 \sim^* emp))$$

Việc sử dụng khả năng suy luận của ALCQIT có thể hỗ trợ cho người thiết kế CSDL nhận ra các tính chất phù hợp với lược đồ ER thời gian:

- Tập thực thể con của một tập thực thể thời gian là tập thực thể thời gian.

- Tập thực thể con của tập thực thể phi thời gian và tập thực thể cha của một tập thực thể thời gian hoặc tập thực thể thời gian không tường minh có thể là tập thực thể phi thời gian hoặc là tập thực thể thời gian hoặc là tập thực thể thời gian không tường minh.

- Tập thực thể cha của một tập thực thể phi thời gian là tập thực thể phi thời gian.

- Một lược đồ là không nhất quán nếu có một tập thực thể trong toàn bộ tập các tập thực thể con rời nhau là tập thực thể thời gian.

- Các tập thực thể tham gia với các mối quan hệ phi thời gian có thể là tập thực thể phi thời gian hoặc tập thực thể thời gian không tường minh.

- Các tập thực thể tham gia với các mối quan hệ thời gian hay các mối quan hệ có yếu tố thời gian không tường minh có thể là các tập thực thể phi thời gian hoặc là thời gian không tường minh hoặc là tập thực thể thời gian.

Chẳng hạn, ta xét ví dụ sau để cho thấy sự đúng đắn trong tổ chức sơ đồ cho việc sử dụng cả tập thực thể phi thời gian và tập thực thể thời gian, chúng ta xét sự tương tác giữa các tập thực thể thông qua các mối quan hệ IS-A. Chúng ta giả sử rằng có một mối quan hệ IS-A giữa một tập thực thể phi thời gian E_1 và tập thực thể thời gian E_2 . Mô hình ER thời gian được chuyển đổi sang cơ sở tri thức sau đây là không thỏa mãn:

$$\Phi(E_1) \sqsubseteq (\sim^+ \Phi(E_1)) \sqcap (\sim^- \Phi(E_1))$$

$$\Phi(E_2) \sqsubseteq (\square^+ \neg \Phi(E_2)) \sqcup (\square^- \neg \Phi(E_2))$$

$$\Phi(E_1) \sqsubseteq \Phi(E_2)$$

Vì vậy, một tập thực thể phi thời gian không thể là một lớp con của một tập thực thể thời gian, điều này luôn đúng với quan hệ phân loại (taxonomic relation) có trong mô hình ER thời gian. Điều này có thể được giải thích bằng cách quan sát rằng: nếu mỗi quan hệ này là IS-A có một thể hiện, gọi là a , chẳng hạn a là thể hiện E_1 và E_2 tại một thời điểm nhất định t_0 – được biểu diễn bằng các tập ký hiệu sau đây: $\{a: E_1, a: E_2\}_{t_0}$. Theo phát biểu của tiên đề thời gian cho E_2 , tại một thời điểm là t_1 , thì thể hiện a không phải là của $E_2 - \{a: \neg E_2\}_{t_1}$. Mặt khác, vì E_1 là một tập thực thể phi thời gian, thì thể hiện a là của E_1 ở tất cả các thời điểm, và đặc biệt tại thời điểm $t_1 - \{a: \neg E_2, a: E_1\}_{t_1}$. Theo mối quan hệ phân lớp, sẽ cho biết rằng a là của E_2 tại $t_1 - \{a: \neg E_2, a: E_1, a: E_2\}_{t_1}$. Điều này cho thấy, cả a là của E_2 và a không phải là của E_2 đều tại t_1 , đó là một mâu thuẫn.

Từ những nhận xét đó, dễ dàng để hiểu lý do tại sao có những hệ quả sau:

$$\Phi(E_2) \sqsubseteq \{(\square^+ \neg \Phi(E_2)) \sqcup (\square^- \neg \Phi(E_2)), \Phi(E_1) \sqsubseteq \Phi(E_2)\} \models \Phi(E_1) \sqsubseteq (\square^+ \neg \Phi(E_1)) \sqcup (\square^- \neg \Phi(E_1))$$

$$\Phi(E_1) \sqsubseteq \{(\sim^+ \Phi(E_1)) \sqcap (\sim^- \Phi(E_1)), \Phi(E_1) \sqsubseteq \Phi(E_2)\} \models \Phi(E_2) \sqsubseteq (\sim^+ \Phi(E_2)) \sqcap (\sim^- \Phi(E_2))$$

nghĩa là, tất cả các tập thực thể con của một tập thực thể thời gian phải là tập thực thể thời gian, và một tập thực thể cha của một tập thực thể phi thời gian phải là một tập thực thể phi thời gian [4].

2. Các thuộc tính có yếu tố thời gian

Tại những thời điểm khác nhau, một tập thực thể có thể có các giá trị khác nhau cho cùng một thuộc tính. Những thuộc tính này nó được kết hợp với thời gian hợp lệ, hay nói cách khác đó là những thuộc tính có yếu tố thời gian. Do vậy, để mô hình hóa các thuộc tính có yếu tố thời gian ngoài việc áp dụng các quy tắc chuyển đổi cho thuộc tính đã được đưa ra trong phần mô hình hóa mô hình ER thời gian không tường minh, thì còn có thêm một số tiên đề thuật ngữ để phân biệt giữa thuộc tính không có yếu tố thời gian và thuộc tính có chứa yếu tố thời gian.

Một tập thực thể E (tương ứng mỗi quan hệ R) có các thuộc tính A_1, \dots, A_h và với:

▪ Mỗi thuộc tính A_i (sao cho $A_i \in \{A_1, \dots, A_h\}$) là thuộc tính phi thời gian của tập thực thể E (tương ứng với mỗi quan hệ R), thì tiên đề thuật ngữ được thêm vào như sau:

$$\Phi(E) \sqsubseteq (= 1 \sim^* \Phi(A_i))$$

tương ứng $\Phi(R) \sqsubseteq (= 1 \sim^* \Phi(A_i))$

▪ Mỗi thuộc tính A_i (sao cho $A_i \in \{A_1, \dots, A_h\}$) là thuộc tính thời gian của tập thực thể E (tương ứng với mỗi quan hệ R), thì tiên đề thuật ngữ được thêm vào như sau:

$$\Phi(E) \sqsubseteq \neg(= 1 \sim^* \Phi(A_i))$$

tương ứng $\Phi(R) \sqsubseteq \neg(= 1 \sim^* \Phi(A_i))$

Ví dụ 5. Trong tập thực thể *Employee* từ Hình 1 và Hình 4, ta thấy rằng các thuộc tính *FirstName*, *LastName*, *BirthDay* là các thuộc tính phi thời gian, *Salary* là thuộc tính thời gian, nên ta có các tiên đề phân biệt như sau:

$$Employee \sqsubseteq (= 1 \sim^* FirstName);$$

$Employee \sqsubseteq (= 1 \sim *LastName);$

$Employee \sqsubseteq (= 1 \sim *Birthday);$

$Employee \sqsubseteq \neg(= 1 \sim *Salary)$

3. Mã hóa ràng buộc bản số thời gian

Trong mô hình ER thời gian theo cách tiếp cận tường minh, ngoài ràng buộc bản số (min, max) gắn vào một vai trò để giới hạn số lượng cá thể của một tập thực thể được phép tham gia thông qua vai trò của quan hệ, còn có ràng buộc về thời gian sống của tập thực thể đối với mỗi quan hệ được biểu diễn bởi cặp bản số (min_L, max_L) trên vai trò từ tập thực thể đến mỗi quan hệ. Với ý nghĩa là trong suốt thời gian thực thể tồn tại, mỗi thực thể $e \in E$ sẽ có quan hệ với tối thiểu là min_L phần tử và tối đa là max_L phần tử của mỗi quan hệ R .

Giả sử, giá trị n, m tương ứng với giá trị (min_L, max_L) trong ràng buộc bản số về thời gian sống của tập thực thể đối với mỗi quan hệ, và:

- Nếu $n \neq 0$ thì ta có tiên đề thuật ngữ sau:
 $\Phi(E) \sqsubseteq (\geq n(\Phi(U_i))^- . \square^* \Phi(R))$ với $i \in \{1, \dots, k\}$ và k là bậc.
- Nếu $m \neq \infty$ thì ta có tiên đề thuật ngữ sau:
 $\Phi(E) \sqsubseteq (\leq m(\Phi(U_i))^- . \square^* \Phi(R))$ với $i \in \{1, \dots, k\}$ và k là bậc.

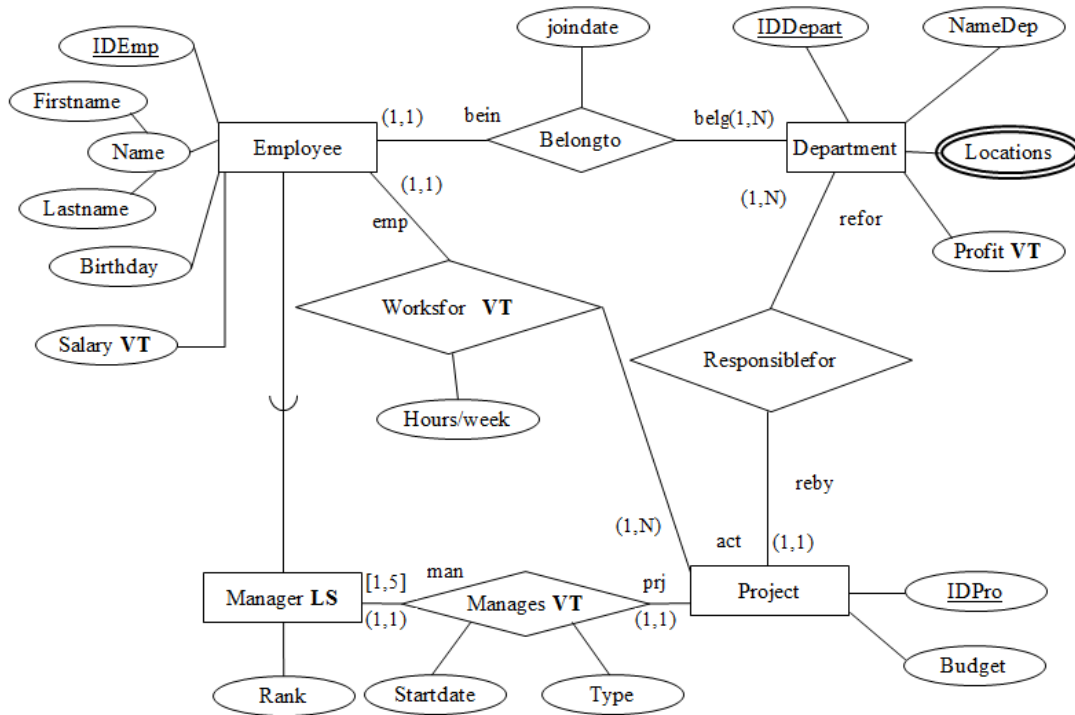
Ví dụ 6: Giả sử rằng người quản lý trong suốt thời gian tồn tại đã quản lý ít nhất là 1 dự án và nhiều nhất là 5 dự án. Với ràng buộc về thời gian sống này ta có biểu diễn như sau:

$$Manager \sqsubseteq (\geq 1man^- . \square^* Manages) \sqcap (\leq 5man^- . \square^* Manages)$$

III. ỨNG DỤNG LOGIC MÔ TẢ TRONG MÔ HÌNH HÓA MÔ HÌNH TIME-ER

Trong phần này, bài báo sẽ tiến hành mô hình hóa mô hình TimeER bằng logic mô tả. Như đã giới thiệu ở phần trên, mô hình TimeER (Hình 5) là mô hình ER thời gian theo cách tiếp cận tường minh. Vì vậy, để mô hình hóa mô hình này ta phải sử dụng các quy tắc chuyển đổi trong cho mô hình ER thời gian tường minh, hay nói cách khác ta phải ứng dụng cả định nghĩa chuyển đổi ở phần 2.A và các tiên đề bổ sung để phân biệt cấu trúc phi thời gian và thời gian ở trong phần 2.B.

Xét mô hình ER thời gian được biểu diễn bởi Hình 4. Nếu ta biểu diễn mô hình này bằng mô hình TimeER thì ta được sơ đồ như sau:



Hình 5. Một ví dụ về mô hình TimeER

Với mô hình TimeER ở Hình 5, giả sử các thuộc tính của các tập thực thể và mối quan hệ trong mô hình này tương ứng với các miền như sau:

Bảng 1. Các miền tương ứng cho các thuộc tính trong Hình 5

Tập thực thể hoặc mối quan hệ	Thuộc tính và miền tương ứng
Employee	$\{IDEmp:String, FirstName:String, LastName:String, Birthday:Date, Salary: Integer\}$
Manager	$\{Rank:String\}$
Department	$\{IDDepart:String, NameDep:String, Locations:String, Profit: Integer\}$
Project	$\{IDPro:String, Budget: Integer\}$
Belongto	$\{joindate:Date\}$
Worksfor	$\{Hours/week:String\}$
Manages	$\{Startdate:Date, Type: String\}$

Mô hình hóa mô hình TimeER (Hình 5) bằng hàm chuyển đổi Φ từ mô hình TimeER sang cơ sở tri thức Σ . Ta có cơ sở tri thức Σ nhận được từ phép chuyển đổi này gồm:

Tập các khái niệm nguyên tố $\Phi(A) = \{String, Integer, Date, Employee, Manager, Department, Project, Belongto, Worksfor, Responsiblefor, Manages\}$

Tập các vai trò nguyên tố $\Phi(P) = \{IDEmp, FirstName, LastName, Name, Birthday, Salary, joindate, IDDepart, NameDep, Locations, Profit, Hours/week, IDPro, Budget, Startdate, Type, Rank, emp, act, bein, belg, refor, reby, man, prj\}$

Tập các tiên đề thuật ngữ của Σ như sau:

- Các tập thực thể và các thuộc tính của chúng

$$Employee \sqsubseteq \forall IDEmp. String \sqcap \forall Name. (\forall Firstname. String \sqcap \forall Lastname. String \sqcap (= 1Firstname) \sqcap (= 1Lastname)) \sqcap \forall Birthday. Date \sqcap \forall Salary. Integer \sqcap (= 1IDEmp) \sqcap (= 1Name) \sqcap (= 1Birthday) \sqcap (= 1Salary)$$

$$Department \sqsubseteq \forall IDDepart. String \sqcap \forall NameDepart. String \sqcap (\geq 1Locations. String) \sqcap \forall Profit. Integer \sqcap (= 1IDDepart) \sqcap (= 1NameDepart) \sqcap (= 1Profit) \sqcap (\neg \geq 1Locations. \neg String)$$

$$Project \sqsubseteq \forall IDPro. String \sqcap \forall Budget. Integer \sqcap (= 1IDPro) \sqcap (= 1Budget)$$

$$Manager \sqsubseteq Employee \sqcap \forall Rank. String \sqcap (= 1Rank)$$

- Các mối quan hệ và các thuộc tính của chúng

$$Belongto \sqsubseteq \forall joindate. Date \sqcap (= 1joindate)$$

$$Worksfor \sqsubseteq \forall Hours/week. String \sqcap (= 1Hours/week)$$

$$Manages \sqsubseteq \forall Startdate. Date \sqcap \forall Type. String \sqcap (= 1Startdate) \sqcap (= 1Type)$$

- Các mối quan hệ với các vai trò liên kết giữa các mối quan hệ này và các tập thực thể

$$Belongto \sqsubseteq \forall bein. Employee \sqcap \forall belg. Department \sqcap (= 1bein) \sqcap (= 1belg)$$

$$Workfor \sqsubseteq \forall emp. Employee \sqcap \forall act. Project \sqcap (= 1emp) \sqcap (= 1act)$$

$$Responsiblefor \sqsubseteq \forall refor. Department \sqcap \forall reby. Project \sqcap (= 1refor) \sqcap (= 1reby)$$

$$Manages \sqsubseteq \forall man. Manager \sqcap \forall prj. Project \sqcap (= 1man) \sqcap (= 1prj)$$

- Các ràng buộc phi thời gian

$$Employee \sqsubseteq (= 1bein^- . Belongto) \sqcap (= 1emp^- . Worksfor)$$

$$Project \sqsubseteq (= 1prj^- . Manages) \sqcap (= 1reby^- . Responsiblefor) \sqcap (\geq 1act^- . Worksfor)$$

$$Department \sqsubseteq (\geq 1belg^- . Belongto) \sqcap (\geq 1refor^- . Responsiblefor)$$

$$Manager \sqsubseteq (= 1man^- . Manages)$$

- Khóa của các tập thực thể

$$Employee \sqsubseteq (= 1 \sim IDEmp)$$

$$\top \sqsubseteq (\leq 1 \text{IDEmp}^- . \text{Employee})$$

$$\text{Department} \sqsubseteq (= 1 \sim^* \text{IDDepart})$$

$$\top \sqsubseteq (\leq 1 \text{IDDepart}^- . \text{Department})$$

$$\text{Project} \sqsubseteq (= 1 \sim^* \text{IDPro})$$

$$\top \sqsubseteq (\leq 1 \text{IDPro}^- . \text{Project})$$

- Phân biệt tập thực thể phi thời gian và thời gian

$$\text{Employee} \sqsubseteq (\sim^+ \text{Employee}) \sqcap (\sim^- \text{Employee})$$

$$\text{Project} \sqsubseteq (\sim^+ \text{Project}) \sqcap (\sim^- \text{Project})$$

$$\text{Department} \sqsubseteq (\sim^+ \text{Department}) \sqcap (\sim^- \text{Department})$$

$$\text{Manager} \sqsubseteq (\Box^+ \neg \text{Manager}) \sqcup (\Box^- \neg \text{Manager})$$

- Phân biệt mối quan hệ phi thời gian và thời gian

$$\text{Belongto} \sqsubseteq (\sim^+ \text{Belongto}) \sqcap (\sim^- \text{Belongto})$$

$$\text{Belongto} \sqsubseteq (= 1 \sim^* \text{bein}) \sqcap (= 1 \sim^* \text{belg})$$

$$\text{Responsiblefor} \sqsubseteq (\sim^+ \text{Responsiblefor}) \sqcap (\sim^- \text{Responsiblefor})$$

$$\text{Responsiblefor} \sqsubseteq (= 1 \sim^* \text{reby}) \sqcap (= 1 \sim^* \text{refor})$$

$$\text{Workfor} \sqsubseteq (\Box^+ \neg \text{Workfor}) \sqcup (\Box^- \neg \text{Workfor}) \sqcup \neg((= 1 \sim^* \text{act}) \sqcap (= 1 \sim^* \text{emp}))$$

$$\text{Manages} \sqsubseteq (\Box^+ \neg \text{Manages}) \sqcup (\Box^- \neg \text{Manages}) \sqcup \neg((= 1 \sim^* \text{man}) \sqcap (= 1 \sim^* \text{prj}))$$

- Thuộc tính có yếu tố thời gian và thuộc tính không có yếu tố thời gian

$$\text{Employee} \sqsubseteq (= 1 \sim^* \text{Name}). ((= 1 \sim^* \text{FirstName}) \sqcap (= 1 \sim^* \text{LastName})) \sqcap (= 1 \sim^* \text{Birthday})$$

$$\text{Employee} \sqsubseteq \neg(= 1 \sim^* \text{Salary})$$

$$\text{Department} \sqsubseteq (= 1 \sim^* \text{NameDep}) \sqcap (= 1 \sim^* \text{Locations})$$

$$\text{Department} \sqsubseteq \neg(= 1 \sim^* \text{Profit})$$

$$\text{Project} \sqsubseteq (= 1 \sim^* \text{Budget})$$

$$\text{Manager} \sqsubseteq (= 1 \sim^* \text{Rank})$$

$$\text{Belongto} \sqsubseteq (= 1 \sim^* \text{joindate})$$

$$\text{Workfor} \sqsubseteq (= 1 \sim^* \text{Hours/week})$$

$$\text{Manages} \sqsubseteq (= 1 \sim^* \text{Startdate}) \sqcap (= 1 \sim^* \text{Type})$$

- Ràng buộc về thời gian sống

$$\text{Manager} \sqsubseteq (\geq 1 \text{man}^- . \Box^* \text{Manages}) \sqcap (\leq 5 \text{man}^- . \Box^* \text{Manages})$$

IV. KẾT LUẬN

Trong bài báo chúng tôi đã trình bày việc biểu diễn các mô hình ER thời gian không tường minh và tường minh bằng logic mô tả thời gian. Ngoài ra, chúng tôi đã bổ sung việc biểu diễn các thuộc tính đa trị và phức hợp trên các mô hình ER thời gian bằng các tiên đề bao hàm trong logic mô tả. Và với các phương pháp có được, bài báo cũng trình bày một ứng dụng của logic mô tả để mô hình hóa cho mô hình TimeER.

Bên cạnh đó, trên thực tế vẫn còn nhiều vấn đề mở rộng trong lý thuyết về logic mô tả và ứng dụng của nó trong lĩnh vực CSDL. Vì vậy, theo hướng nghiên cứu này, chúng tôi sẽ tiếp tục sử dụng logic mô tả để biểu diễn các mô hình CSDL có yếu tố thời gian, đó là mô hình CSDL quan hệ và mô hình CSDL hướng đối tượng.

V. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Artale A., Kontchakov R., Ryzhikov V., and Zakharyashev M., "Tailoring Temporal Description Logics for Reasoning over Temporal Models". Lecture Notes in Computer Science, 2011.
- [2] Artale A., Franconi E., Wolter F., and Zakharyashev M., "Reasoning over Conceptual Schemas and Queries in Temporal Database". In Proc. of the 9th Italian Database Conference, 2002.

- [3] Artale A., and Franconi E., “Reasoning with Enhanced Temporal Entity-Relationship Models”. In Proc. of the International Workshop on Spatio-Temporal Data Models and Languages. IEEE Computer Society Press. Also in Proc. of the 6th International Workshop on Knowledge Representation meets Databases (KRDB’99), and in Proc. of the 1999 International Workshop on Description Logics (DL’99), 1999.
- [4] Calvanes D., Lenzerini M., and Nardi D., “Description Logics for Conceptual Data Modeling”. In Jan Chomicki and Günter Saake, editors, Logics for Databases and Information Systems. Kluwer Academic Publisher, 1998.
- [5] Artale A., and Franconi E., “Temporal ER Modelling with Description Logics”, In Proc. of the International Conference on Conceptual Modeling (ER’99), 1999.
- [6] Artale A., Franconi E., and Mandreoli F., “Description Logics for Modelling Dynamic Information”. In J. Chomicki, R. van der Meyden, and G.Saake, editors, Logics for Emerging Applications of Databases. Lecture Notes in Computer Science, 2003.
- [7] Baader F., Calvanese D., McGuinness D., Nardi D., and Patel-Shneiter P.F., “The Description Logic Handbook: Theory, Implementation and Applications”, Cambridge University Press, 2nd edition, 2007.
- [8] Artale A., and Franconi E., “Foundations of Conceptual Data Models”. In Conceptual Modeling: Foundations and Applications, volume 5600 of Lecture Notes in Computer Science, 2009.
- [9] Sebastain Rudolph, “Foundations of Description Logics”, Karlsruhe Institute of Technology, Germany, 2011.
- [10] Quang Hoang, Van Toan Nguyen - Extraction of a temporal conceptual model from a relational database, International Journal of Intelligent Information and Database Systems 7 (4) (2013) pp. 340-355.

THE PERFORMANCE OF TIME-ER MODEL BY DESCRIPTION LOGICS

Nguyen Viet Chanh, Hoang Quang

ABSTRACT - *The relationship between Description Logic (DL) and database is quite close. Indeed, the needs of the building systems that can both manage a database and knowledge representation are really necessary. A description-logic based knowledge representation system is not only the knowledge management, but also provides a standard framework which is seen to be close to the language used to represent the Entity-Relationship model (ER model).*

On the other hand, the temporal ER model is used to model the time aspects of the conceptual database schema. Thus, the problem of the use of description logic to express temporal ER models is really useful for modeling the conceptual data models. Based on the temporal DL, Alessandro Artale et al (2011) presented temporal ER schemas and integrity constraints in the form of complex inclusion dependencies. The paper approaches the representation method of Alessandro Artale and proposes mapping multi-valued attributes in the temporal ER model to DL. Description logic application in TimeER modeling

Keywords - *ER model, Temporal ER model, Description logic, Temporal description logic.*