

MỞ RỘNG PHƯƠNG PHÁP CHUYỂN ĐỔI MÔ HÌNH TIME-ER SANG MÔ HÌNH QUAN HỆ

HOÀNG QUANG¹, HỒ THỊ THANH²

¹Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

²Trường PTTH Quốc học Huế

Abstract. Temporal aspects make databases more sufficient and useful, but also make them more complicate. To solve the problem of temporal database design, Gregersen, Mark and Jensen (2000) have suggested a two phases method to convert the TimeER model to the relational target model. In this paper, a non-logical property of their method about a external key constraint between two result relations will be shown. We propose another method which is the mapping algorithm of 7 steps to convert the components of a TimeER model to some relations.

Moreover, to reflect the richness of real world, this algorithm proposes an extension mapping for nested temporal multi-valued composite attributes of an entity type in the TimeER model.

Tóm tắt. Yếu tố thời gian làm cho cơ sở dữ liệu (CSDL) rõ ràng và hữu ích hơn, nhưng đồng thời cũng làm cho nó phức tạp hơn. Liên quan đến vấn đề thiết kế một cơ sở dữ liệu (CSDL) có yếu tố thời gian, Gregersen, Mark và Jensen (2000) đã xây dựng một phương pháp chuyển đổi gồm hai giai đoạn từ mô hình TimeER sang mô hình quan hệ.

Bài báo đặt ra một vấn đề không hợp lý trong phương pháp chuyển đổi của Gregersen liên quan đến ràng buộc khoá ngoài giữa các quan hệ thu được từ kết quả chuyển đổi. Để giải quyết vấn đề này, bài báo đề xuất một phương pháp chuyển đổi khác mà nội dung của phương pháp được trình bày dưới dạng một thuật toán chuyển đổi gồm 7 bước nhằm cho phép chuyển đổi các thành phần trong mô hình TimeER thành các quan hệ kèm các ràng buộc về khoá chính và khoá ngoài trên mỗi quan hệ này.

Đặc biệt, nhằm góp phần phản ánh trung thực sự phong phú của thế giới thực, phương pháp được đề xuất còn cho phép chuyển đổi các thuộc tính có yếu tố thời gian - đa trị và phức hợp lồng nhau trong một kiểu thực thể của mô hình TimeER.

1. GIỚI THIỆU

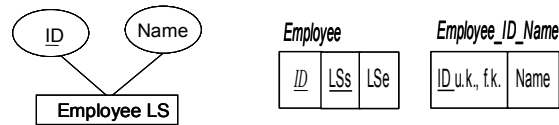
Yếu tố thời gian làm cho CSDL rõ ràng và hữu ích hơn, nhưng đồng thời cũng làm cho nó phức tạp hơn [6]. Vì vậy, vấn đề đặt ra là làm thế nào để có thể xây dựng các ứng dụng CSDL có yếu tố thời gian một cách hợp lý và hiệu quả. Các nghiên cứu về CSDL thời gian trong những năm gần đây đã tập trung vào việc giải quyết vấn đề này [2].

Để giải quyết vấn đề thiết kế các CSDL thời gian từ mức khái niệm, đã có nhiều đề xuất về các mô hình ER thời gian, như các mô hình sau: TERM, RAKE, MOTAR, TEER, STEER,

ERT,... [4]. Gregersen và Jensen (1998) đã xây dựng mô hình TimeER (Time-Extended-EER) [5] như là một mở rộng của mô hình EER [1] bằng cách cho phép hỗ trợ khá đầy đủ các yếu tố thời gian so với các mô hình khác.

Trên cơ sở đó, Gregersen, Mark và Jensen (2000) đã xây dựng một phương pháp chuyển đổi gồm hai giai đoạn từ mô hình TimeER sang mô hình quan hệ [3]. Cụ thể, giai đoạn 1 thực hiện việc chuyển đổi mô hình TimeER sang mô hình quan hệ hỗ trợ định danh đối tượng, và giai đoạn 2 thực hiện việc chuyển đổi mô hình quan hệ hỗ trợ định danh đối tượng sang mô hình quan hệ truyền thống.

Tuy nhiên, có một vấn đề không hợp lý trong phương pháp chuyển đổi của Gregersen liên quan đến ràng buộc khoá ngoài giữa các quan hệ kết quả thu được. Đó là, một số quy tắc chuyển đổi của phương pháp này dẫn đến tình trạng mâu thuẫn rằng, trong mối quan hệ 1-nhiều giữa 2 quan hệ, quan hệ tương ứng với “phía 1” lại có khoá ngoài tham chiếu đến quan hệ tương ứng với “phía nhiều”. Chẳng hạn, xét ví dụ đơn giản trong Hình 1 với đầu vào là kiểu thực thể *Employee* gồm 2 thuộc tính *ID* và *Name* (trong đó *ID* là khoá của kiểu thực thể này). Ký hiệu LS theo sau tên của kiểu thực thể này để chỉ rằng hệ thống cần quản lý thời gian sống (Lifespan) của mỗi thực thể. Khi đó, đầu ra của việc chuyển đổi dựa vào phương pháp của Gregersen sẽ cho 2 quan hệ kết quả là: *Employee* (có tập thuộc tính là $\{ID, LSs, LSe\}$ và khoá chính là $\{ID, LSs\}$) và *Employee_ID_Name* (có tập thuộc tính là $\{ID, Name\}$, khoá chính là $\{ID\}$ và khoá ngoài là $\{ID\}$ tham chiếu đến quan hệ *Employee*).



Hình 1. Một ví dụ của việc chuyển đổi một kiểu thực thể có hỗ trợ yếu tố thời gian (theo phương pháp chuyển đổi của Gregersen)

Liên quan đến kết quả chuyển đổi này đó là, mặc dù mối quan hệ giữa hai quan hệ *Employee_ID_Name* và *Employee* là mối quan hệ 1-nhiều, nhưng *Employee_ID_Name* lại có khoá ngoài tham chiếu đến *Employee*. Điều này là không đúng, do nó mâu thuẫn với mối quan hệ giữa hai quan hệ này.

Nhằm loại bỏ vấn đề bất hợp lý ở trên, bài báo này đề xuất một phương pháp chuyển đổi khác từ mô hình TimeER sang mô hình quan hệ truyền thống. Nội dung của phương pháp chuyển đổi được trình bày dưới dạng một thuật toán chuyển đổi gồm 7 bước nhằm cho phép chuyển đổi các thành phần trong mô hình TimeER thành các quan hệ kèm các ràng buộc về khoá chính và khoá ngoài trên mỗi quan hệ này. 7 bước chuyển đổi này có thể xem là các quy tắc chuyển đổi các thành phần sau của một mô hình TimeER.

- Các kiểu thực thể không tham gia vào mối quan hệ lớp cha/lớp con.
- Các kiểu thực thể tham gia vào mối quan hệ lớp cha/lớp con.
- Các thuộc tính phi thời gian - đa trị và đơn của một kiểu thực thể.

- Các thuộc tính có yếu tố thời gian của một kiểu thực thể.
- Các mối quan hệ phi thời gian.
- Các mối quan hệ có yếu tố thời gian.
- Các thuộc tính đa trị và phức hợp lồng nhau của một kiểu thực thể.

Đặc biệt, nhằm góp phần phản ánh trung thực sự phong phú của thế giới thực, trong bước cuối cùng (bước 7) của phương pháp được đề xuất còn cho phép chuyển đổi các thuộc tính có yếu tố thời gian - đa trị và phức hợp lồng nhau của một kiểu thực thể trong mô hình TimeER.

Theo đó, bài báo này được tổ chức như sau. Trong mục tiếp theo, chúng tôi giới thiệu khái quát các thành phần của mô hình TimeER. Mục 3 thực hiện việc đề xuất một phương pháp chuyển đổi gồm 7 bước nhằm chuyển đổi các thành phần trong mô hình TimeER thành các quan hệ trong mô hình quan hệ truyền thống. Mục cuối cùng là phần kết luận.

2. GIỚI THIỆU MÔ HÌNH TIMEER

Trong thời gian qua, các mô hình ER có yếu tố thời gian đã được xây dựng và phát triển nhằm cung cấp các cấu trúc của mô hình một cách tự nhiên và tinh tế hơn để có thể quản lý được các yếu tố thời gian. Đặc biệt, các mô hình thời gian được mở rộng để hỗ trợ cho việc quản lý thời gian sống, thời gian hợp lệ và thời gian giao tác của dữ liệu [3]. Trên thực tế, đã có nhiều đề xuất về các mô hình ER thời gian, như các mô hình sau: TERM, RAKE, MOTAR, TEER, STEER, ERT,... [4]. Để làm cơ sở cho việc trình bày một phương pháp chuyển đổi TimeER sang mô hình quan hệ, trong phần này chúng tôi chỉ tập trung giới thiệu mô hình TimeER, là một mô hình CSDL ở mức khái niệm hỗ trợ khá đầy đủ các yếu tố thời gian so với các mô hình ER thời gian khác [4].

Mô hình TimeER phát triển dựa vào mô hình EER [5]. Mô hình này cho phép hỗ trợ các loại thời gian sau: thời gian sống (thời gian mà một thực thể tồn tại trong thực tế), thời gian hợp lệ (thời gian mà một sự kiện được xem là đúng trong thực tế), và thời gian giao tác (thời gian mà một thực thể/sự kiện là hiện thời trong CSDL).

Mô hình này quy ước rằng, đối với các thực thể, hệ thống chỉ có thể hỗ trợ thời gian sống (LifeSpan, ký hiệu là LS), hoặc thời gian giao tác (Transaction Time, ký hiệu là TT), hoặc cả hai loại thời gian này (ký hiệu là LT). Còn đối với các thuộc tính, hệ thống chỉ cho phép hỗ trợ thời gian hợp lệ (Valid Time, ký hiệu là VT), hoặc thời gian giao tác (TT) hoặc cả hai loại thời gian này (BiTemporal, ký hiệu là BT). Ngoài ra, do một mối quan hệ có thể xem là một kiểu thực thể hoặc một thuộc tính, nhờ vậy mà người thiết kế có thể xác định các yếu tố thời gian hỗ trợ cho mối quan hệ đó nếu cần.

Các thành phần của mô hình

Kiểu thực thể: Trong mô hình TimeER, kiểu thực thể mạnh (gọi tắt kiểu thực thể) thường được biểu diễn bởi hình chữ nhật nét đơn. Đối với kiểu thực thể yếu, ta sử dụng hình chữ nhật nét đôi. Nếu kiểu thực thể đó có hỗ trợ thời gian sống, hoặc thời gian giao tác, hoặc

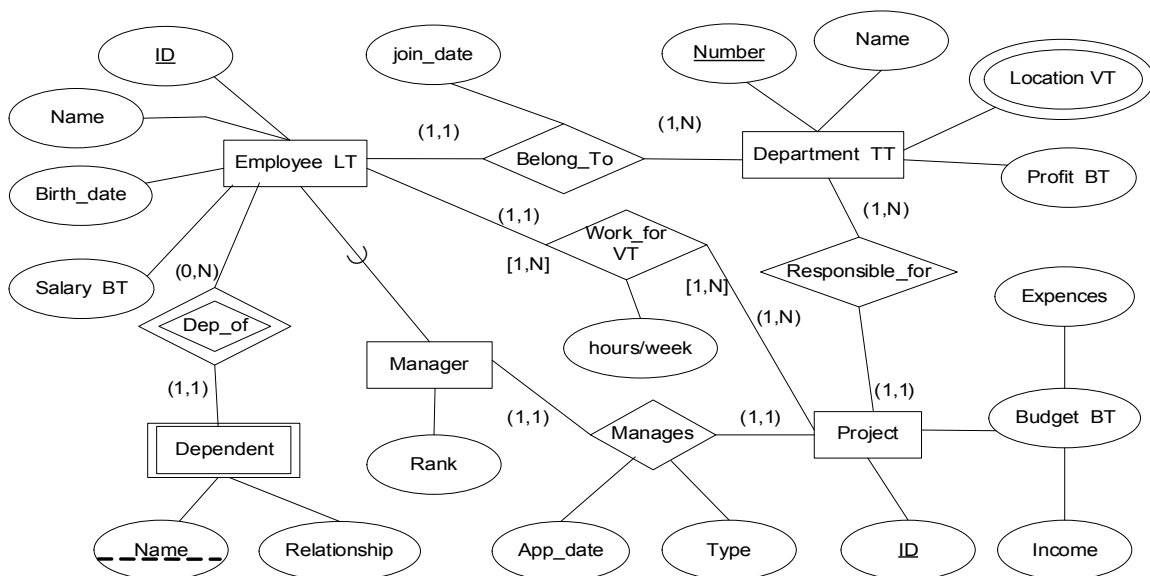
cả hai, thì thêm ký hiệu LS, TT, hoặc LT vào sau tên kiểu thực thể tương ứng. Việc hỗ trợ yếu tố thời gian của thực thể yếu là độc lập với thực thể chủ của nó.

Thuộc tính: Thuộc tính đơn trị được biểu diễn bởi hình oval nét đơn, ngược lại thuộc tính đa trị sử dụng hình oval nét đôi. Khác với thuộc tính đơn, thuộc tính phức hợp biểu diễn bởi hình oval có các cung nối đến các thuộc tính thành phần của nó.

Do một thuộc tính đơn trị và phức hợp gồm n thuộc tính thành phần là có thể được thay bằng n thuộc tính đơn trị và đơn. Vì vậy, các thuộc tính của một kiểu thực thể hoặc của một thuộc tính phức hợp chỉ có thể là một trong các loại thuộc tính sau: đơn trị và đơn, đa trị và đơn, hoặc đa trị và phức hợp.

Nếu thuộc tính có hỗ trợ thời gian hợp lệ, thời gian giao tác, hoặc cả hai, thì thêm ký hiệu VT, TT, hoặc BT ở bên phải thuộc tính đó. Nếu thuộc tính phức hợp có hỗ trợ yếu tố thời gian gì thì các thuộc tính thành phần của nó cũng được hỗ trợ thời gian đó. Các kiểu thực thể có hỗ trợ yếu tố thời gian hoặc phi thời gian đều có thể có các thuộc tính có yếu tố thời gian và phi thời gian.

Khóa của kiểu thực thể: Mỗi kiểu thực thể phải có khóa. Tên của các thuộc tính thuộc khóa được gạch chân. Các thuộc tính khóa có thể được hỗ trợ thời gian hoặc không. Thuộc tính khóa của một kiểu thực thể có thể là thuộc tính đơn hoặc phức hợp.



Hình 2. Một ví dụ về mô hình TimeER [3]

Mối quan hệ: Một mối quan hệ được biểu diễn bởi hình thoi. Việc đưa yếu tố thời gian vào mối quan hệ tùy thuộc vào nhà thiết kế CSDL. Nếu mối quan hệ có quản lý yếu tố thời gian thì gọi là mối quan hệ có yếu tố thời gian, ngược lại gọi là mối quan hệ phi thời gian.

Các ràng buộc về bản số của một mối quan hệ: Ngoài ràng buộc về bản số (min, max) thông thường, ràng buộc về thời gian sống của kiểu thực thể E đối với mối quan hệ R được biểu diễn bởi cặp bản số [min, max] (sử dụng cặp dấu ngoặc vuông) trên đường thẳng nối từ

kiểu thực thể E đến mối quan hệ R . Điều này có 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 phần tử và tối đa là max phần tử của mối quan hệ R .

Mối quan hệ lớp cha/lớp con: Tương tự mô hình EER, trong mô hình này một lớp con kế thừa tất cả các thuộc tính và các hỗ trợ về thời gian từ lớp cha của nó. Ngoài ra ta còn có thể bổ sung thêm yếu tố thời gian cho các thuộc tính riêng của nó.

3. CHUYỂN ĐỔI MÔ HÌNH TIMEER SANG MÔ HÌNH QUAN HỆ TRUYỀN THỐNG

Nội dung của phương pháp chuyển đổi trực tiếp từ mô hình TimeER sang mô hình quan hệ truyền thống được trình bày dưới dạng thuật toán chuyển đổi gồm 7 bước sau nhằm cho phép chuyển đổi các thành phần trong mô hình TimeER thành các quan hệ kèm các ràng buộc về khoá chính và khoá ngoài trên mỗi quan hệ này.

Bước 1. Chuyển đổi các kiểu thực thể không tham gia vào mối quan hệ lớp cha/lớp con

Với mỗi kiểu thực thể E không tham gia vào mối quan hệ lớp cha/lớp con và có các thuộc tính đơn trị phi thời gian là A_1, A_2, \dots, A_n , ta xét hai trường hợp sau:

a) *Chuyển đổi kiểu thực thể mạnh:* Nếu E là kiểu thực thể mạnh có khoá là $ID(E)$, thì ta tạo một quan hệ được gọi là quan hệ chính tương ứng với kiểu thực thể E , ký hiệu là $R(E)$, có tập thuộc tính là $ID(E) \cup \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$. Khóa chính của quan hệ $R(E)$ là $ID(E)$.

b) *Chuyển đổi kiểu thực thể yếu:* Xét E là kiểu thực thể yếu của mối quan hệ định danh S có kiểu thực thể chủ là E' . Giả sử E có khoá bộ phận là $X \subset \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$, và khoá chính của $R(E')$ là $ID(E')$. Khi đó, ta tạo ra một quan hệ chính $R(E)$ có tập thuộc tính là $U_{R(E)} = ID(E') \cup \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$. Khóa chính của $R(E)$ là $ID(E) = X \cup ID(E')$.

Ngoài ra, $ID(E')$ là khoá ngoài tham chiếu đến quan hệ $R(E')$. Trên hình vẽ ta sử dụng ký hiệu “f.k” theo sau tên thuộc tính đó. Quy ước này cũng được sử dụng cho các quy tắc sau.

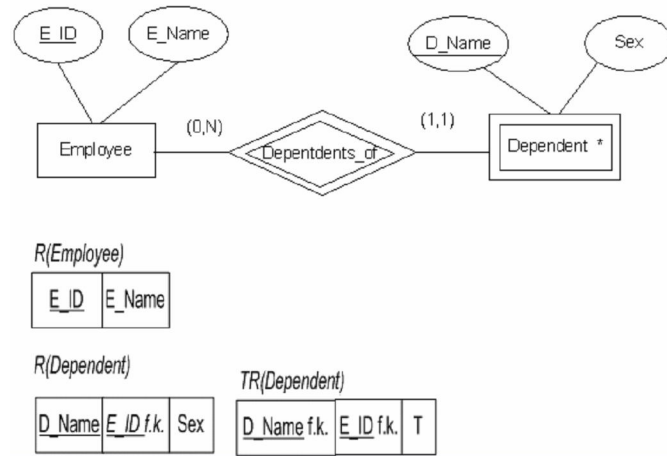
Bảng 1. Tập các thuộc tính nhân thời gian hỗ trợ cho các kiểu thực thể và mối quan hệ

(a) * = LS	T=	<u>LSs</u>	LSe		
(b) * = TT	T=	<u>TTs</u>	TTe		
(c) * = LT	T=	<u>TTs</u>	TTe	<u>LSs</u>	LSe

Lưu ý, trong trường hợp kiểu thực thể E có hỗ trợ yếu tố thời gian (thời gian sống/giao tác), ta quy ước rằng, nếu các yếu tố thời gian hỗ trợ cho kiểu thực thể E được ký hiệu bởi dấu *, thì ta bổ sung thêm một quan hệ mới gọi là quan hệ thời gian tương ứng với kiểu thực thể E , ký hiệu là $TR(E)$, có tập thuộc tính là $ID(E) \cup T$. Trong đó, T là tập các thuộc tính nhân thời gian tương ứng với ký hiệu * của kiểu thực thể E cho ở Bảng 1.

Gọi $T' \subset T$ là các thuộc tính có gạch dưới trong bảng trên, khi đó khoá chính của quan

hệ $TR(E)$ là $ID(E) \cup T'$. Ngoài ra, $ID(E)$ là khoá ngoài tham chiếu đến quan hệ $R(E)$.



Hình 3. Chuyển đổi các kiểu thực thể không tham gia vào mối quan hệ lớp cha/lớp con

Sở dĩ kiểu thực thể E có hỗ trợ yếu tố thời gian được ánh xạ thành hai quan hệ, đó là $R(E)$ và $TR(E)$, là do quan hệ thời gian $TR(E)$ được sử dụng để chỉ lưu trữ thông tin về thời gian sống/thời gian giao tác của mỗi thực thể thuộc E . Trong khi đó, quan hệ chính $R(E)$ cho phép lưu giữ thông tin của các thuộc tính đơn trị phi thời gian của mỗi thực thể trong E . Sự phân tách này là hợp lý, bởi vì việc nhập hai quan hệ này với nhau thành một sẽ gây dư thừa dữ liệu, do quan hệ gộp lại là không thuộc BCNF. Hiển nhiên rằng, nếu kiểu thực thể E không hỗ trợ yếu tố thời gian thì không tồn tại quan hệ $TR(E)$.

Ngoài ra, ngược với phương pháp chuyển đổi của Gregersen, việc xử lý ràng buộc khoá ngoài theo phương pháp chuyển đổi này là hợp lý. Mối quan hệ giữa quan hệ chính $R(E)$ và quan hệ thời gian $TR(E)$ là mối quan hệ 1-nhiều, do $TR(E)$ (quan hệ tương ứng với “phía nhiều”) có khoá ngoài tham chiếu đến quan hệ $R(E)$ (quan hệ tương ứng với “phía 1”) và khoá ngoài này không là khoá của $TR(E)$.

Việc chuyển đổi các loại thuộc tính khác của một kiểu thực thể sẽ được bàn đến trong các bước sau.

Bước 2. Chuyển đổi các kiểu thực thể tham gia vào mối quan hệ lớp cha/lớp con

Với mỗi mối quan hệ lớp cha/lớp con, trong đó lớp cha E có các lớp con là S_1, S_2, \dots, S_n , ta tạo ra quan hệ chính $R(E)$ tương ứng với kiểu thực thể E để biểu diễn lớp cha E . Ngoài ra, giả sử mỗi lớp con S_i có tập thuộc tính đơn trị phi thời gian riêng là X_i , thì ta tạo thêm n quan hệ được gọi là các quan hệ con, ký hiệu là $SR(S_i)$, có tập thuộc tính là $U_i = ID(E) \cup X_i$ (với $i = 1, \dots, n$). Khi đó, khoá chính của $SR(S_i)$ là $ID(E)$ và nó cũng là khoá ngoài tham chiếu đến quan hệ $R(E)$.

Nếu E hoặc S_1, S_2, \dots, S_n có hỗ trợ yếu tố thời gian thì bổ sung thêm các quan hệ thời gian tương ứng với các kiểu thực thể này như bước 1.

Bước 3. Chuyển đổi các thuộc tính phi thời gian - đa trị và đơn của một kiểu thực thể

Với mỗi thuộc tính A của E là thuộc tính phi thời gian - đa trị và đơn được ánh xạ thành một quan hệ, ký hiệu là $R_A(E)$, gồm các thuộc tính $ID(E)$ và thuộc tính A' có cùng miền trị với thuộc tính đa trị A . Khi đó, khoá chính của $R_A(E)$ là $ID(E) \cup A'$. Ngoài ra, $ID(E)$ cũng là khoá ngoài tham chiếu đến quan hệ $R(E)$.

Bước 4. Chuyển đổi các thuộc tính có yếu tố thời gian của một kiểu thực thể

Đối với các thuộc tính có yếu tố thời gian (thời gian hợp lệ/giao tác) của một kiểu thực thể E , ta xét hai trường hợp sau.

a) *Chuyển đổi thuộc tính đơn trị.* Với mỗi thuộc tính A của E là thuộc tính đơn trị có yếu tố thời gian, nếu các yếu tố thời gian hỗ trợ cho thuộc tính A được ký hiệu bởi dấu $*$, thì ta tạo thêm một quan hệ thời gian $TR_A(E)$ có tập thuộc tính là $ID(E) \cup A \cup T$. Trong đó, T là tập các thuộc tính nhãn thời gian tương ứng với ký hiệu $*$ của thuộc tính A cho ở bảng sau:

- (a) $* = VT$ $T =$

<u>VTs</u>	VTe
------------	-----
- (b) $* = TT$ $T =$

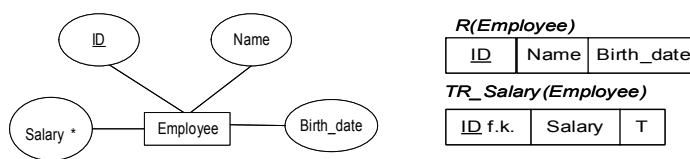
<u>TTs</u>	TTe
------------	-----
- (c) $* = BT$ $T =$

<u>TTs</u>	TTe	<u>VTs</u>	<u>VTe</u>
------------	-----	------------	------------

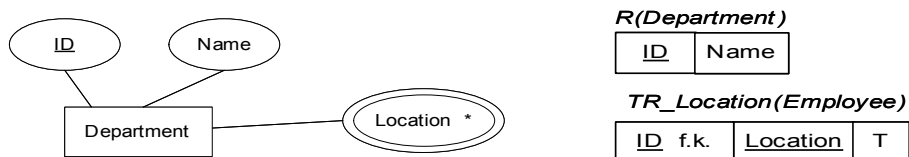
Bảng 2. Tập các thuộc tính nhãn thời gian hỗ trợ cho các thuộc tính và mối quan hệ

Gọi $T' \subset T$ là các thuộc tính có gạch dưới trong bảng trên, khi đó khoá chính của quan hệ $TR_A(E)$ là $ID(E) \cup T'$. Ngoài ra, $ID(E)$ là khoá ngoài tham chiếu đến quan hệ $R(E)$.

b) *Chuyển đổi thuộc tính đa trị và đơn.* Với mỗi thuộc tính A có yếu tố thời gian của E là thuộc tính đa trị và đơn, ta tạo ra quan hệ thời gian $TR_A(E)$ gồm có $ID(E)$, thuộc tính A' có cùng miền trị với thuộc tính đa trị A , và các thuộc tính nhãn thời gian T . Khi đó, khoá chính của $TR_A(E)$ là $ID(E) \cup A' \cup T'$, với T và T' được xác định như phần chuyển đổi thuộc tính đơn trị của bước chuyển đổi này. Ngoài ra, $ID(E)$ là khoá ngoài tham chiếu đến quan hệ $R(E)$.



Hình 4. Chuyển đổi thuộc tính đơn trị có yếu tố thời gian



Hình 5. Chuyển đổi thuộc tính đa trị và đơn có yếu tố thời gian

Lưu ý rằng, việc chuyển đổi các thuộc tính có yếu tố thời gian đa trị - phức hợp sẽ được

bàn đến trong bước cuối cùng của thuật toán chuyển đổi này.

Bước 5. Chuyển đổi các mối quan hệ phi thời gian

Việc chuyển đổi các mối quan hệ phi thời gian giữa các kiểu thực thể được thực hiện tương tự như phương pháp chuyển đổi truyền thống [1] và dựa vào các quan hệ chính tương ứng với các kiểu thực thể này.

Chẳng hạn, xét mối quan hệ nhị nguyên 1- nhiều giữa hai kiểu thực thể E_1 và E_2 . Khi đó, ta thực hiện việc bổ sung vào quan hệ chính $R(E_2)$ (tương ứng với “phía nhiều”) thuộc tính $ID(E_1)$ đóng vai trò là khoá ngoài tham chiếu đến quan hệ chính $R(E_1)$.

Bước 6. Chuyển đổi các mối quan hệ có yếu tố thời gian

Việc chuyển đổi các mối quan hệ có yếu tố thời gian bao gồm các trường hợp sau:

a) *Chuyển đổi mối quan hệ định danh:* Xét mối quan hệ định danh có yếu tố thời gian S có kiểu thực thể yếu là E và kiểu thực thể chủ là E' . Giả sử kiểu thực thể yếu E có quan hệ chính tương ứng là $R(E)$, và khoá chính của $R(E)$ là $ID(E)$ (xem Bước 1.b). Khi đó, ta tạo ra một quan hệ thời gian $TR(S)$ có tập thuộc tính là $ID(E) \cup T$. Khoá chính của $TR(S)$ là $ID(E) \cup T'$, với T và T' được xác định từ Bảng 1 hoặc Bảng 2 tùy thuộc vào loại thời gian hỗ trợ cho mối quan hệ S .

b) *Chuyển đổi mối quan hệ nhị nguyên có yếu tố thời gian:* Xét mối quan hệ S là mối quan hệ nhị nguyên có yếu tố thời gian giữa hai kiểu thực thể E_1 và E_2 . Khi đó, ta tạo ra một quan hệ thời gian $TR(S)$ để biểu diễn mối quan hệ nhị nguyên S , có tập thuộc tính là $ID(E_1) \cup ID(E_2) \cup T$. Trong đó, tùy thuộc vào loại thời gian hỗ trợ cho mối quan hệ S mà T được xác định như trong Bảng 1 hoặc Bảng 2. Khoá chính của $TR(S)$ là $ID(S) \cup T'$, với $T' \subset T$ cũng được xác định như trong Bảng 1 hoặc Bảng 2. Ngoài ra, tùy thuộc vào các bản số (min, max) của mối quan hệ S mà $ID(S)$ được xác định như sau:

Nếu S là mối quan hệ 1 - 1 thì $ID(S) = ID(E_1)$ hoặc $ID(S) = ID(E_2)$.

Nếu S là mối quan hệ 1 - nhiều thì $ID(S) = ID(E_2)$.

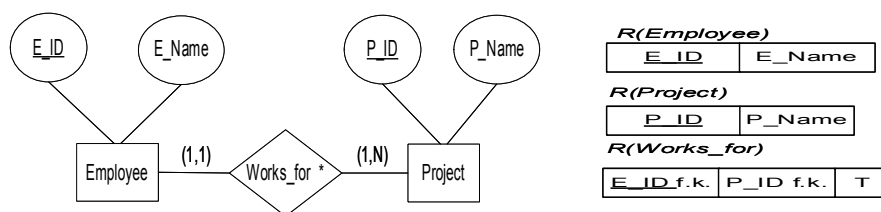
Nếu S là mối quan hệ nhiều - 1 thì $ID(S) = ID(E_1)$.

Nếu S là mối quan hệ nhiều - nhiều thì $ID(S) = ID(E_1) \cup ID(E_2)$.

Lưu ý rằng, nếu mối quan hệ S có tập thuộc tính đơn trị phi thời gian X thì ta tạo thêm quan hệ $R(S)$ có tập thuộc tính $ID(E_1) \cup ID(E_2) \cup X$ và khoá chính của $R(S)$ là $ID(S)$, trong đó $ID(S)$ được xác định như trên.

Trong trường hợp mối quan hệ S có các thuộc tính có yếu tố thời gian, thì ứng với mỗi thuộc tính A có yếu tố thời gian ta tạo ra một quan hệ thời gian $TRA(S)$ có tập thuộc tính là $ID(E_1) \cup ID(E_2) \cup A \cup T_A$. Trong đó, T_A là các thuộc tính nhãn thời gian tương ứng các yếu tố thời gian hỗ trợ cho thuộc tính A và được xác định như trong Bảng 2. Khi đó, khoá chính của $TRA(S)$ là $ID(S) \cup T'_A$. Với $T'_A \subset T_A$ được xác định như trong Bảng 2.

Lưu ý rằng việc chuyển đổi các mối quan hệ khác có yếu tố thời gian (như mối quan hệ phản xạ, mối quan hệ đa nguyên) được thực hiện tương tự như bước chuyển đổi 6.b.



Hình 6. Chuyển đổi mối quan hệ nhị nguyên có yếu tố thời gian

Bước 7. Chuyển đổi các thuộc tính đa trị và phức hợp của một kiểu thực thể

Một vấn đề được đặt ra xuất phát từ việc phản ánh trung thực thế giới thực, đó là: đối với các thuộc tính có yếu tố thời gian - đa trị và phức hợp lồng nhau thì việc chuyển đổi sẽ được thực hiện như thế nào. Xét ví dụ sau.

Ví dụ, xét kiểu thực thể *EMPLOYEE* có cấu trúc được khai báo như sau.

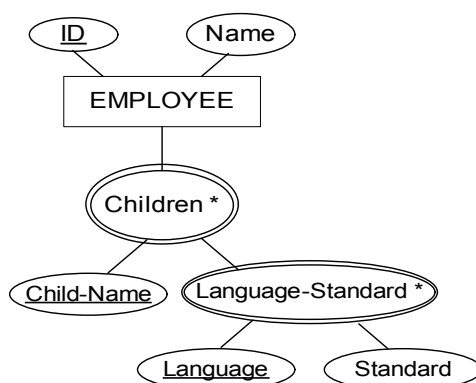
$EMPLOYEE = (\underline{ID}, Name, Children^*)$, trong đó *Children* là thuộc tính có yếu tố thời gian, đa trị và phức hợp có cấu trúc như sau:

$Children = (\underline{Child - Name}, Language - Standard^*)$, trong đó *Language - Standard* cũng là thuộc tính có yếu tố thời gian - đa trị và phức hợp, với cấu trúc:

$Language - Standard = (\underline{Language}, Standard)$.

Lưu ý rằng, mọi thuộc tính đa trị và phức hợp đều có khoá bộ phận. Chẳng hạn, *Child - Name* là khoá bộ phận của thuộc tính *Children* và *Language* là khoá bộ phận của thuộc tính *Language - Standard*.

Như vậy, cấu trúc của các thuộc tính đa trị và phức hợp lồng nhau của một kiểu thực thể có thể biểu diễn bởi cấu trúc của một cây phân cấp (Hình 7), mà nút gốc là tương ứng với kiểu thực thể đó, và các nút còn lại là tương ứng với các thuộc tính. Theo đó, các nút nhánh của cây là tương ứng với các thuộc tính đa trị và phức hợp.



Hình 7. Cây phân cấp của các thuộc tính đa trị phức hợp lồng nhau

Do một mối quan hệ định danh có thể xem như một thuộc tính đa trị của một kiểu thực thể chủ và ngược lại, vì vậy ta có thể ánh xạ mỗi thuộc tính đa trị và phức hợp có khoá bộ

phận với một mối quan hệ định danh. Theo đó, ta có qui tắc chuyển đổi sau.

+ *Quy tắc chuyển đổi thuộc tính đa trị và phức hợp thành mối quan hệ định danh*: Xét kiểu thực thể E (hoặc thuộc tính đa trị và phức hợp E) có thuộc tính A là thuộc tính đa trị và phức hợp, trong đó thuộc tính phức hợp A có tập các thuộc tính thành phần là X và khoá bộ phận là K . Khi đó, thuộc tính A được ánh xạ thành mối quan hệ định danh $S(A)$ giữa kiểu thực thể chủ E và kiểu thực thể yếu $W(A)$. Trong đó, kiểu thực thể yếu $W(A)$ có tập thuộc tính là X và khoá bộ phận là K .

Sau khi thực hiện việc ánh xạ tất cả các thuộc tính đa trị và phức hợp của một kiểu thực thể thành các mối quan hệ định danh, rõ ràng có thể sẽ có các kiểu thực thể là kiểu thực thể yếu đối với mối quan hệ định danh này, nhưng có thể là kiểu thực thể chủ đối với mối quan hệ định danh khác.

Kết hợp với việc chuyển đổi kiểu thực thể yếu (Bước 1.b), chuyển đổi mối quan hệ định danh có yếu tố thời gian (Bước 6.a) và chuyển đổi các thuộc tính của một kiểu thực thể (Bước 3 và Bước 4), từ đây ta có thể xây dựng thuật toán chuyển đổi các thuộc tính có yếu tố thời gian - đa trị và phức hợp lồng nhau như sau.

Vào: Các thuộc tính có yếu tố thời gian - đa trị và phức hợp lồng nhau của một kiểu thực thể cho trước.

Ra: Các quan hệ kèm các ràng buộc khoá chính và khoá ngoài.

Phương pháp: Thực hiện theo các bước như sau.

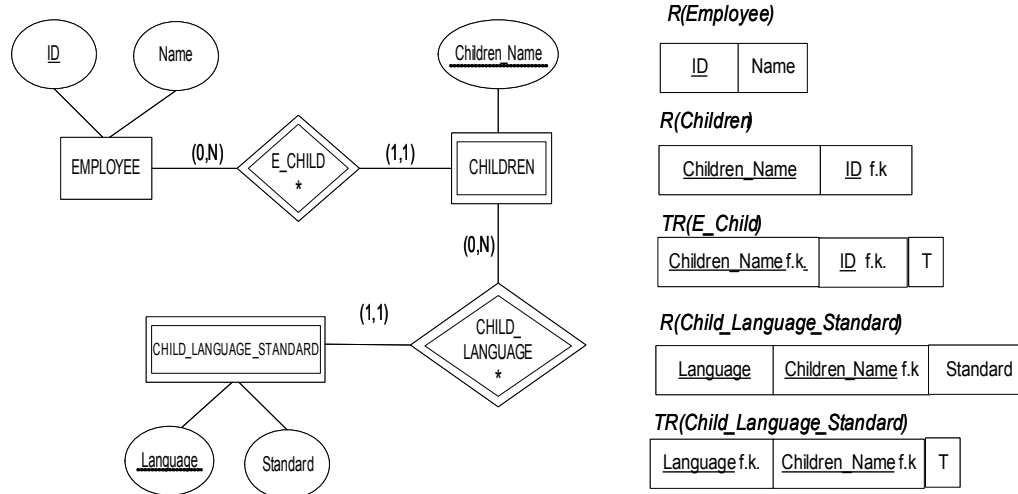
Bước i. Ánh xạ mỗi thuộc tính có yếu tố thời gian - đa trị và phức hợp A trong cây phân cấp thành mối quan hệ định danh $S(A)$ có hỗ trợ yếu tố thời gian (sử dụng quy tắc trên theo hướng top-down của cây phân cấp) mà mỗi mối quan hệ định danh $S(A)$ xác định một kiểu thực thể yếu tương ứng $W(A)$, và yếu tố thời gian hỗ trợ cho $S(A)$ trùng với yếu tố thời gian hỗ trợ cho thuộc tính A .

Bước ii. Mỗi mối quan hệ định danh $S(A)$ tương ứng với kiểu thực thể yếu $W(A)$, ta thực hiện:

- Chuyển đổi kiểu thực thể yếu $W(A)$ (Bước 1.b).
- Chuyển đổi mối quan hệ định danh hỗ trợ yếu tố thời gian $S(A)$ (Bước 6.a).
- Chuyển đổi các thuộc tính phi thời gian đa trị-đơn của $W(A)$ (Bước 3).
- Chuyển đổi các thuộc tính có yếu tố thời gian (đơn trị hoặc đa trị-đơn) của $W(A)$ (Bước 4).

Xét ví dụ cho ở Hình 7, ta có kết quả chuyển đổi được cho bởi Hình 8.

Rõ ràng việc chuyển đổi các thuộc tính phi thời gian đa trị - phức hợp lồng nhau là một trường hợp đặc biệt của thuật toán chuyển đổi trên.



Hình 8. Chuyển đổi thuộc tính có yếu tố thời gian đa trị-phức hợp lồng nhau

4. KẾT LUẬN

Tóm lại, thuật toán chuyển đổi gồm 7 bước đã nêu có thể xem là 7 quy tắc chuyển đổi các thành phần của mô hình TimeER thành các quan hệ của mô hình quan hệ. Đặc biệt, quy tắc chuyển đổi cuối cùng (chuyển đổi các thuộc tính có yếu tố thời gian - đa trị và phức hợp lồng nhau của một kiểu thực thể) là một bổ sung so với phương pháp chuyển đổi của Gregersen, đồng thời quy tắc chuyển đổi này được xây dựng như là một hệ quả từ các quy tắc chuyển đổi trước đó.

Chúng tôi đã thực hiện việc thiết kế và cài đặt thành công hệ chuyển đổi này trên hệ quản trị CSDL SQL 2005. Ưu điểm của phương pháp chuyển đổi này so với phương pháp chuyển đổi của Gregersen đó là, ngoài việc cho phép loại bỏ vấn đề bất hợp lý liên quan đến ràng buộc khoá ngoài giữa các quan hệ kết quả thu được, phương pháp này còn hỗ trợ việc chuyển đổi các thuộc tính có yếu tố thời gian - đa trị và phức hợp lồng nhau của một kiểu thực thể.

Tuy nhiên, một nhược điểm của phương pháp chuyển đổi này đó là, nó chưa cho phép thực hiện việc chuyển đổi từ mô hình TimeER sang mô hình quan hệ hỗ trợ định danh đối tượng, là mô hình thực thi cho hệ quản trị CSDL Oracle và một số hệ quản trị CSDL phổ biến khác. Vấn đề này sẽ là quan tâm tiếp theo của chúng tôi trong lĩnh vực nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] R. Elmasri, S. B. Navathe, *Fundamentals of Database Systems*, Addison Wesley, 5th Edition, 2007.
- [2] C. S. Jensen, R. T. Snodgrass, Temporal data management, *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering* **11** (1) (Jan/Feb, 1999) 36–44.

- [3] C. S. Jensen, “Temporal Database Management”, Dr.techn. thesis, Aalborg University, 2000 (<http://www.cs.auc.dk/~csj/Thesis/>).
- [4] H. Gregersen and C. S. Jensen, Temporal entity-relationship models - a survey, *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering* **11** (3) (May/June 1999) 464–497.
- [5] H. Gregersen and C. S. Jensen, “Conceptual modeling of time-varying information”, TIMECENTER Technical Report TR-35, September 1998.
- [6] K. Torp, R. T. Snodgrass, and C. S. Jensen, Effective timestamping in databases, *VLDB Journal* **8** (4) (February 2000) 267–288.
- [7] Hoàng Quang, Hồ Thị Thanh, Ngô Thị Nguyệt Minh, Thiết kế cơ sở dữ liệu từ các mô hình ER thời gian, *Hội thảo Quốc gia lần thứ XI - Một số vấn đề chọn lọc của Công nghệ thông tin và Truyền thông*, Huế, 2008.
- [8] Hoàng Quang, Hồ Thị Thanh, A mapping algorithm from TimeER model to relational model, *Proceedings of The Second Hanoi Forum on Information - Communication Technology*, Hanoi, December 11-13, 2008 (37–45).

Nhận bài ngày 5 - 8 - 2009

Nhận lại sau sửa ngày 22 - 12 - 2009