

CHUYỂN ĐỔI MỐI QUAN HỆ PHẢN XẠ CÓ YẾU TỐ THỜI GIAN CỦA MÔ HÌNH TIME-ER SANG MÔ HÌNH QUAN HỆ

Hoàng Quang

Khoa Công nghệ thông tin, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

Email: hquang@husc.edu.vn

Ngày nhận bài: 10/6/2021; ngày hoàn thành phản biện: 15/6/2021; ngày duyệt đăng: 02/11/2021

TÓM TẮT

Mô hình TimeER, một mở rộng của mô hình ER, đã ra đời nhằm cho phép đơn giản hóa vấn đề thiết kế các cơ sở dữ liệu thời gian ở mức khái niệm. Theo đó, Gregersen H. và các tác giả khác đã xây dựng một bộ các quy tắc cho phép chuyển đổi các thành phần của mô hình TimeER sang mô hình quan hệ. Bài báo đề xuất các quy tắc chuyển đổi một mối quan hệ phản xạ có yếu tố thời gian của mô hình TimeER sang mô hình quan hệ. Kết quả đề xuất như là một bổ sung cho bộ quy tắc chuyển đổi này.

Từ khóa: mô hình cơ sở dữ liệu mức khái niệm, cơ sở dữ liệu thời gian, mô hình TimeER, mô hình cơ sở dữ liệu quan hệ.

1. GIỚI THIỆU

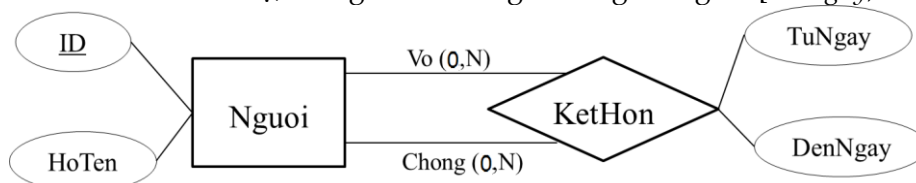
Yếu tố thời gian làm cho cơ sở dữ liệu (CSDL) đầy đủ hơn về mặt “lịch sử” dữ liệu, nhưng cũng làm cho khâu thiết kế CSDL trở nên phức tạp hơn. Vì vậy việc thiết kế CSDL có yếu tố thời gian từ mức khái niệm là cách tiếp cận thực sự cần thiết cho quy trình thiết kế CSDL [8] [9] [10]. Mô hình TimeER, một mở rộng của mô hình thực thể - mối quan hệ (mô hình ER), đã ra đời nhằm cho phép đơn giản hóa vấn đề thiết kế các CSDL thời gian ở mức khái niệm. Theo đó, Gregersen H. và các cộng sự đã đề xuất một phương pháp chuyển đổi từ mô hình TimeER sang mô hình quan hệ để cho phép thiết kế các CSDL ở mức logic [11]. Ngoài ra, Hoàng Quang và các cộng sự cũng đã thực hiện việc mở rộng các phương pháp chuyển đổi giữa mô hình TimeER và mô hình quan hệ [2] [3]. Nhìn chung các phương pháp chuyển đổi này đã chỉ ra các bước thực hiện dưới dạng các quy tắc chuyển đổi nhằm cho phép chuyển đổi các thành phần có thể tồn tại bên trong một mô hình TimeER sang mô hình CSDL quan hệ. Tuy nhiên, có một thành phần của mô hình TimeER mà các tác giả trước đây đã không đề cập đến, đó là việc chuyển đổi đối với mối quan hệ phản xạ có yếu tố thời gian. Ví dụ

Chuyển đổi mối quan hệ phản xạ có yếu tố thời gian của mô hình Time-ER sang mô hình quan hệ

sau đây cho thấy sự cần thiết của việc sử dụng mối quan hệ phản xạ có yếu tố thời gian nhằm phản ánh thế giới thực của các hệ thống thông tin vốn hết sức phong phú.

Để biểu diễn lịch sử kết hôn của mỗi công dân Việt Nam trên mô hình ER, người ta có thể sử dụng mối quan hệ *KetHon* là mối quan hệ phản xạ trên tập thực thể *Nguoi* (bao gồm các công dân Việt Nam) như trong Hình 1, với ngữ nghĩa như sau:

$$(e_1, e_2) \in KetHon \Leftrightarrow e_1 \text{ là vợ/chồng của } e_2 \text{ trong khoảng thời gian } [TuNgay, DenNgay]$$

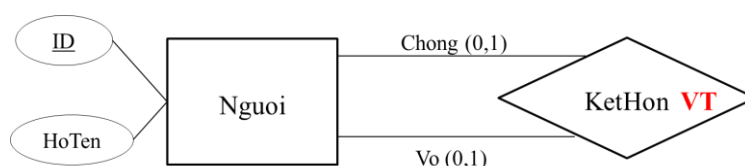


Hình 1. Sử dụng mô hình ER truyền thống để biểu diễn mối quan hệ *KetHon*

Tuy nhiên, một nhược điểm trong cách lưu trữ này đó là, theo hiến pháp Việt Nam, tại một thời điểm mỗi công dân chỉ có tối đa là một vợ hoặc một chồng, vì vậy theo mô hình này thì không cho phép hai người nào đó có thể kết hôn trở lại. Nhưng trên thực tế, luật pháp lại cho phép điều này. Tức là, hai người đã ly hôn thì có thể kết hôn trở lại.

Với sự xuất hiện của mô hình TimeER, nó cho phép chúng ta có thể biểu diễn thế giới thực này ở mức khái niệm như trong Hình 2 mà hoàn toàn không vấp phải hạn chế như trong Hình 1. Lưu ý rằng, bấy giờ ngữ nghĩa của mối quan hệ *KetHon* là được hiểu như sau:

$$(e_1, e_2) \in KetHon \Leftrightarrow e_1 \text{ từng là vợ/chồng của } e_2.$$



Hình 2. Sử dụng mô hình TimeER để biểu diễn mối quan hệ *KetHon*

Theo đó, bài báo này tập trung vào việc đề xuất các quy tắc chuyển đổi một mối quan hệ phản xạ có yếu tố thời gian của mô hình TimeER sang mô hình quan hệ, như là một bổ sung cho bộ các quy tắc chuyển đổi đã được nghiên cứu trước đây.

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 đề xuất các quy tắc chuyển đổi một mối quan hệ phản xạ có yếu tố thời gian của mô hình TimeER sang mô hình quan hệ truyền thống. Cuối cùng là phần kết luận liên quan đến những thảo luận cho việc ứng dụng kết quả nghiên cứu này đối với hướng phát triển trong tương lai.

2. GIỚI THIỆU MÔ HÌNH TIME-ER

Mô hình TimeER phát triển dựa vào mô hình EER, đồng thời cho phép hỗ trợ việc lưu trữ các thông tin có yếu tố thời gian. Chính vì vậy mà nó được xem là mô hình CSDL thời gian mức khái niệm [8].

Mô hình này cho phép hỗ trợ các loại thời gian sau đối với mỗi thực thể: 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 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).

Các thành phần của mô hình

- **Tập thực thể:** Trong mô hình TimeER, tập thực thể thường được biểu diễn bởi hình chữ nhật nét đơn hoặc nét đôi (tùy thuộc vào đó là tập thực thể mạnh hoặc yếu).

Nếu tập 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 ngay sau tên tập thực thể tương ứng trong sơ đồ của mô hình TimeER đó.

- **Thuộc tính:** Thuộc tính được biểu diễn bởi hình oval nét đơn hoặc nét đôi (tùy thuộc vào đó là thuộc tính đơn trị hoặc đa trị). 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.

Một thuộc tính mà giá trị của chúng có thể thay đổi theo thời gian (như hệ số lương của một nhân viên nào đó) thì được gọi là thuộc tính thời gian, ngược lại thì được gọi là thuộc tính phi thời gian (như ngày sinh của một người nào đó).

Nếu một thuộc tính thời gian có hỗ trợ thời gian hợp lệ, thời gian giao tác, hoặc cả hai, thì thêm ký hiệu VT, TT, hoặc BT vào ngay sau tên thuộc tính tương ứng trong sơ đồ TimeER.

- **Mối quan hệ:** Một mối quan hệ được biểu diễn bởi hình thoi. Nếu mối quan hệ có quản lý yếu tố thời gian thì gọi là mối quan hệ thời gian, ngược lại gọi là mối quan hệ phi thời gian.

Đối với một mối quan hệ thời gian thì các bản số (*min, max*) của nó là được tính dựa trên một thời điểm bất kỳ (không xác định theo toàn bộ khoảng thời gian được xét đến của hệ thống). Xét ví dụ của Hình 2 ở trong Mục 1, ở đây các giá trị *max* của bản số đều là 1, bởi vì tại một thời điểm bất kỳ, một người chỉ được phép kết hôn tối đa với một người duy nhất. Tuy nhiên, sau đó họ có thể ly hôn, rồi lại kết hôn với nhau hoặc với người khác, v.v. Do vậy, theo ngữ nghĩa đó thì mối quan hệ *KetHon* cũng chỉ là mối quan hệ phân xạ 1-1 trên tập thực thể *Ngươi*.

Do một mối quan hệ có thể được xem là một tập thực thể (mỗi thực thể biểu diễn một quan hệ) hoặc cũng có thể xem là một thuộc tính của các tập thực thể, nên việc chọn lựa yếu tố thời gian cho một mối quan hệ thời gian là tùy thuộc vào quan điểm của người thiết kế CSDL. Chẳng hạn, nếu xem mối quan hệ *KetHon* như một thuộc tính *KetHon* của tập thực thể *Nguoi* (dùng để lưu thông tin người đó kết hôn với ai), thì thiết kế ở mức khái niệm của ví dụ đã xét trong Mục 1 là như ở Hình 2.

3. PHƯƠNG PHÁP CHUYỂN ĐỔI MỐI QUAN HỆ PHẢN XẠ CÓ YẾU TỐ THỜI GIAN CỦA MÔ HÌNH TIME-ER SANG MÔ HÌNH QUAN HỆ

Nội dung của phương pháp chuyển đổi mối quan hệ phản xạ có yếu tố thời gian của mô hình TimeER sang mô hình quan hệ được trình bày dưới dạng các quy tắc nhằm cho phép chuyển đổi một mối quan hệ phản xạ có yếu tố thời gian bất kỳ của mô hình TimeER sang mô hình dữ liệu quan hệ.

Do mỗi quan hệ phản xạ là mối quan hệ giữa các thực thể trên cùng một tập thực thể theo hai vai trò nhất định được chỉ ra [1] [7]. Vì vậy, việc xây dựng các quy tắc chuyển đổi mối quan hệ phản xạ trên một tập thực thể là có thể phát triển từ các quy tắc chuyển đổi một mối quan hệ nhị nguyên giữa hai tập thực thể đã được xây dựng trong các nghiên cứu trước đây [11] [2] [3].

Thuật toán chuyển đổi được xác định như sau:

- **Vào:** Mối quan hệ r trong mô hình TimeER là mối quan hệ phản xạ có yếu tố thời gian * trên tập thực thể E giữa hai vai trò $r_1(min_1, max_1)$ và $r_2(min_2, max_2)$. Trong đó, yếu tố thời gian * có thể là một trong các yếu tố sau: LS, VT, TT, LT, hoặc BT.

- **Ra:** Mô hình dữ liệu quan hệ

- **Giả thiết:** Hiển nhiên trước khi thực hiện việc chuyển đổi cho mối quan hệ r , thì ta đã thực hiện việc chuyển đổi tập thực thể E . Cụ thể: Nếu E là tập thực thể mạnh có khóa ký hiệu là $ID(E)$, thì ta đã tạo một quan hệ được gọi là *quan hệ chính* biểu diễn cho tập thực thể E , ký hiệu là $R(E)$.

- **Phương pháp:** Tùy thuộc vào mối quan hệ r là mối quan hệ phản xạ 1-1, 1-N, hoặc N-N để lần lượt sử dụng các quy tắc dưới đây nhằm cho phép thực hiện việc chuyển đổi một mối quan hệ phản xạ có yếu tố thời gian sang mô hình quan hệ.

3.1. Quy tắc chuyển đổi mối quan hệ phản xạ 1-1

Quy tắc 1: Xét mối quan hệ thời gian r là mối quan hệ phản xạ 1-1 trên tập thực thể E (tức: $max_1 = max_2 = 1$). Khi đó, ta cần tạo một quan hệ $TR(r)$ để biểu diễn lịch sử của mối quan hệ r có tập thuộc tính $U_{TR(r)} = ID(r_1) \cup ID(r_2) \cup T$. Trong đó:

- $ID(r_1)$ và $ID(r_2)$ lần lượt là các định danh của vai trò r_1 và r_2 , đồng thời là các

khóa ngoài của $TR(r)$ cùng tham chiếu đến $ID(E)$ của quan hệ $R(E)$;

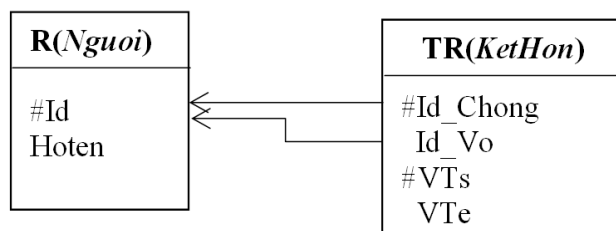
- T được xác định như trong Bảng 1;
- Khóa chính của $TR(r)$ là $ID(r_1) \cup \underline{T}$ hoặc $ID(r_2) \cup \underline{T}$, với $\underline{T} \subset T$ là tập thuộc tính có gạch dưới tương ứng trong Bảng 1.

Bảng 1. Tập thuộc tính nhân thời gian T phụ thuộc vào yếu tố thời gian *

Yếu tố thời gian *	Tập thuộc tính nhân thời gian T
LS	{ <u>LSs</u> , LSe}*}
VT	{ <u>VTs</u> , VTe}
TT	{ <u>TTs</u> , TTe}
LT	{ <u>LSs</u> , LSe, <u>TTs</u> , TTe}
BT	{ <u>VTs</u> , VTe, <u>TTs</u> , TTe}

*Các ký hiệu viết tắt "s" và "e" có bên trong tên các thuộc tính nhân thời gian để chỉ thời điểm bắt đầu (start) và thời điểm kết thúc (end) của mỗi yếu tố thời gian này.

Xét ví dụ về mối quan hệ có yếu tố thời gian là mối quan hệ phản xạ 1-1 như trong Hình 2, theo Quy tắc 1 ta có kết quả chuyển đổi sang mô hình dữ liệu quan hệ là như Hình 3.



Hình 3. Kết quả chuyển đổi mối quan hệ *KetHon*

Theo đó, ngữ nghĩa của của mỗi bộ thuộc quan hệ $TR(KetHon)$ là như sau:

$(a, b, c, d) \in TR(KetHon) \Leftrightarrow a$ đã từng kết hôn với b trong khoảng thời gian $[c, d]$.

3.2. Quy tắc chuyển đổi mối quan hệ phản xạ 1-N

Quy tắc 2: Xét mỗi quan hệ thời gian r là mối quan hệ phản xạ 1-N trên tập thực thể E giữa hai vai trò $r_1(min_1, 1)$ và $r_2(min_2, N)$ (tức: $max_1 = 1$ và $max_2 = N$). Khi đó, ta cần tạo một quan hệ $TR(r)$ để biểu diễn lịch sử của mỗi quan hệ r có tập thuộc tính $U_{TR(r)} = ID(r_1) \cup ID(r_2) \cup T$. Trong đó:

- $ID(r_1)$ và $ID(r_2)$ lần lượt là các định danh của vai trò r_1 và r_2 , đồng thời là các khóa ngoài của $TR(r)$ cùng tham chiếu đến $ID(E)$ của quan hệ $R(E)$;

- T được xác định như trong Bảng 1;

• Khóa chính của $TR(r)$ là $ID(r_2) \cup \underline{T}$, với $\underline{T} \subset T$ là tập các thuộc tính có gạch dưới tương ứng trong Bảng 1.

3.3. Quy tắc chuyển đổi mối quan hệ phản xạ N-N

Quy tắc 3: Xét mỗi quan hệ thời gian r là mối quan hệ phản xạ N-N trên tập thực thể E giữa hai vai trò $r_1(\min_1, N)$ và $r_2(\min_2, N)$ (tức: $\max_1 = \max_2 = N$), đồng thời r có tập thuộc tính phi thời gian Q . Khi đó, ta cần tạo ra hai quan hệ:

• Quan hệ $R(r)$ để biểu diễn mối quan hệ r (tương tự như cách chuyển đổi truyền thống). $R(r)$ có tập thuộc tính là $U_{R(r)} = ID(r_1) \cup ID(r_2) \cup Q$. Trong đó:

- $ID(r_1)$ và $ID(r_2)$ lần lượt là các định danh của vai trò r_1 và r_2 , đồng thời là các khóa ngoài của $R(r)$ cùng tham chiếu đến $ID(E)$ của quan hệ $R(E)$;
- Khóa chính của $R(r)$ là $ID(r_1) \cup ID(r_2)$.

• Quan hệ $TR(r)$ để biểu diễn lịch sử của mỗi quan hệ r . $TR(r)$ có tập thuộc tính là $U_{TR(r)} = ID(r_1) \cup ID(r_2) \cup T$. Trong đó:

- T được xác định như trong Bảng 1;
- Khóa chính của $TR(r)$ là $ID(r_1) \cup ID(r_2) \cup \underline{T}$, với $\underline{T} \subset T$ là tập các thuộc tính có gạch dưới tương ứng trong Bảng 1;
- $TR(r)$ có khóa ngoài là $ID(r_1) \cup ID(r_2)$ tham chiếu đến khóa chính của $R(r)$.

Lưu ý: Một mối quan hệ phản xạ N-N có yếu tố thời gian lại có thể đính kèm các thuộc tính thời gian. Lúc đó $R(r)$ đóng vai trò như một quan hệ chính để kết nối với các quan hệ biểu diễn các thuộc tính thời gian đó. Cụ thể: Với mỗi thuộc tính A có yếu tố thời gian của mỗi quan hệ r thì cần tạo thêm quan hệ $TR(A)$ có tập thuộc tính $U_{TR(A)} = ID(r_1) \cup ID(r_2) \cup A \cup T_A$. Trong đó:

• T_A là tập thuộc tính nhãn thời gian của thuộc tính A được xác định như trong Bảng 1;

• Khóa chính của $TR(A)$ là $ID(r_1) \cup ID(r_2) \cup \underline{T_A}$, với $\underline{T_A} \subset T_A$ là tập thuộc tính có gạch dưới tương ứng trong Bảng 1;

• Khóa ngoài của $TR(A)$ là $ID(r_1) \cup ID(r_2)$ tham chiếu đến khóa chính của $R(r)$.

Theo đó, tính chất bảo toàn thông tin của các quy tắc chuyển đổi này là dễ dàng được kiểm chứng trên các dữ liệu đầu vào và đầu ra. Ngoài ra, kết quả chuyển đổi còn chú trọng đến việc chuẩn hóa 3NF trên các lược đồ CSDL quan hệ đầu ra.

4. KẾT LUẬN

Trên cơ sở kế thừa phương pháp chuyển đổi các mối quan hệ nhị nguyên có yếu tố thời gian của mô hình TimeER sang mô hình quan hệ, bài báo này đã đề xuất các quy tắc chuyển đổi một mối quan hệ phản xạ có yếu tố thời gian sang mô hình quan hệ, là vấn đề chưa được đề cập đến trong các nghiên cứu trước đây.

Ví dụ được chỉ ra xuyên suốt trong nghiên cứu này cho thấy rằng mối quan hệ phản xạ có yếu tố thời gian cũng “gần gũi” với thế giới thực của các hệ thống thông tin và có thể giúp phản ánh chúng một cách trung thực.

Các quy tắc chuyển đổi này đã được cài đặt thành công với đầu vào là sử dụng các tài liệu XML để biểu diễn mô hình TimeER và đầu ra là các file script được sử dụng trên hệ quản trị CSDL Microsoft SQL Server. Về nguyên tắc, khi thực hiện việc cài đặt một chương trình chuyển đổi mô hình, chẳng hạn chương trình chuyển đổi từ mô hình TimeER sang mô hình quan hệ, nếu chúng ta không xét đầy đủ các trường hợp có thể xảy ra bên trong một mô hình đầu vào, thì không thể xác định được mô hình đầu ra. Vì vậy, nghiên cứu này như một đóng góp bổ sung cho bộ quy tắc chuyển đổi từ mô hình TimeER sang mô hình quan hệ thêm phần đầy đủ.

Theo đó, một loạt các bài toán chuyển đổi từ mô hình TimeER sang các mô hình dữ liệu khác, như lược đồ XML [4] hay ontology [5] [6] cũng cần phải xét đến các quy tắc chuyển đổi bổ sung liên quan đến các mối quan hệ phản xạ có yếu tố thời gian.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Elmasri R., Navathe S. B. (2016). “Chapter 26: Enhanced Data Models: Introduction to Active, Temporal, Spatial, Multimedia, and Deductive Databases”, *Fundamentals of Database Systems*, 7th Edition, Addison Wesley, tr. 961-1020.
- [2]. H. Quang, H.T. Thanh (2009). Extension of Method for Converting TimeER Model to Relational Model, *Journal of Computer Science and Cybernetics*, vol. 25, no. 3, pp. 246-257.
- [3]. Quang Hoang, Toan Van Nguyen (2013). Extraction of a Temporal Conceptual Model from a Relational Database, *International Journal of Intelligent Information and Database Systems*, vol. 7, no. 4, pp. 340-355.
- [4]. Quang Hoang, Van Tinh Nguyen, Hoang Lien Minh Vo, Thi Nhu Thuy Truong (2016). A Method for Transforming TimeER Model-based Specification into Temporal XML, *Proceedings of ICCSAMA 2016*, Laxenburg (Austria), Advanced Computational Methods for Knowledge Engineering 453 (Springer), pp. 59-73.
- [5]. Toan Van Nguyen, Hoang Lien Minh Vo, Quang Hoang, Hanh Huu Hoang (2016). A New Method for Transforming TimeER Model-Based Specification into OWL, *Proceedings of ACIIDS 2016*, Đà Nẵng, Recent Developments in Intelligent Information and Database Systems 642 (Springer), pp. 111-121.

- [6]. Minh Hoang Lien Vo, Quang Hoang (2018). Transforming Extended Entity-Relationship model into OWL in Temporal databases, *Journal of Computer Science and Cybernetics*, vol. 34, no. 1, pp. 77-96.
- [7]. Andrew B., Kate L., Ron W. (2011). Problems with recursive relationships and relationships with attributes in ER models, *Proceedings of the 10th AIS SIGSAND Symposium*, Bloomington, Indiana, USA, Corpus ID: 59697951, pp. 1-6.
- [8]. Gregersen H. and Jensen C. S. (1999). Temporal EntityRelationship Models – a Survey, *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, vol. 11, no. 3, pp. 464–497.
- [9]. Jensen C. S., Snodgrass R. T. (1999). Temporal Data Management, *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, vol. 11, no. 1, pp. 36-44.
- [10]. Torp K., Snodgrass R. T., and Jensen C. S. (2000). Effective Timestamping in Databases, *VLDB Journal*, vol. 8, no. 40, pp. 1263–1313.
- [11]. C. S. Jensen, Temporal Database Management, Dr.techn. thesis, Aalborg University, 2000 (<http://www.cs.auc.dk/~csj/Thesis/>).

MAPPING FROM TEMPORAL RECURSIVE RELATIONSHIPS IN THE TIME-ER MODEL TO THE RELATIONAL MODEL

Hoang Quang

Faculty of Information Technology, University of Sciences, Hue University

Email: hquang@husc.edu.vn

ABSTRACT

The TimeER model, an extension of the ER model, has been proposed to allow simplifying the design problem of temporal databases at the conceptual level. Accordingly, Gregersen H. and other authors have designed a set of rules for converting the components of the TimeER model to the relational model. This paper proposes the rules for converting temporal recursive relationships of the TimeER model to the relational model. The result is seen as an addition to this transformation rule set.

Keywords: conceptual database model, temporal database, TimeER model, relational database model.



Hoàng Quang sinh ngày 01/01/1962 tại Thừa Thiên Huế. Năm 1983, ông tốt nghiệp cử nhân chuyên ngành Toán ứng dụng tại Trường Đại học Tổng hợp Huế. Năm 2004, ông nhận bằng Tiến sĩ chuyên ngành Đảm bảo toán học cho các hệ thống tính toán tại Viện Công nghệ thông tin, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. Hiện nay, ông công tác tại Khoa Công nghệ thông tin, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Cơ sở dữ liệu hướng đối tượng, Cơ sở dữ liệu thời gian, Cơ sở dữ liệu không gian, Cơ sở dữ liệu bán cấu trúc XML, Thiết kế Ontology.

