

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

Hoàng Quang

Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

Email: hquang@husc.edu.vn

Ngày nhận bài: 01/12/2022; ngày hoàn thành phần biên: 19/12/2022; ngày duyệt đăng: 22/12/2022

TÓM TẮT

Để thiết kế các cơ sở dữ liệu thời gian ở mức khái niệm, mô hình TimeER đã được sử dụng rộng rãi trong thời gian gần đây. Theo đó, việc thiết kế các ontology có yếu tố thời gian từ mô hình TimeER là một trong những cách tiếp cận đã được quan tâm giải quyết. Tuy nhiên, vấn đề chuyển đổi mối quan hệ phản xạ có yếu tố thời gian của mô hình TimeER sang OWL ontology là chưa được đề cập đến trong những nghiên cứu trước đây. Bài báo đề xuất các quy tắc chuyển đổi mối quan hệ phản xạ có yếu tố thời gian của mô hình TimeER sang OWL ontology trên cơ sở kế thừa các kỹ thuật chuyển đổi mối quan hệ nhị nguyên có yếu tố thời gian sang OWL ontology.

Từ khóa: Web ngữ nghĩa, OWL ontology, mô hình TimeER, cơ sở dữ liệu thời gian, mối quan hệ phản xạ.

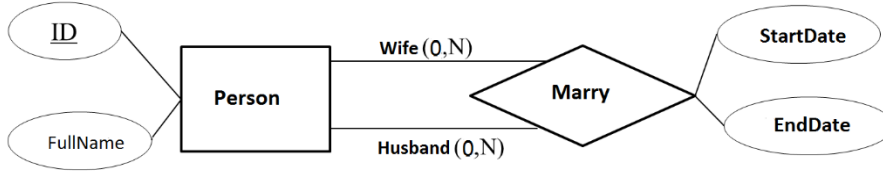
1. GIỚI THIỆU

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 [8] [9] [10]. Đã có nhiều nghiên cứu đề xuất phương pháp chuyển đổi mô hình thực thể - mối quan hệ có yếu tố thời gian sang OWL ontology [5] [6] thông qua 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 OWL ontology. Tuy nhiên, một thành phần của mô hình TimeER mà các tác giả trước đây đã chưa đề cập đến, đó là việc chuyển đổi đối với mối quan hệ phản xạ có yếu tố thời gian.

Ví dụ 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 [12]. 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 *Marry* là mối quan hệ phản xạ trên tập thực thể *Person* (bao gồm các công dân Việt Nam) như trong Hình 1, với ngữ nghĩa như sau:

$$(e_1, e_2) \in \text{Marry} \Leftrightarrow e_1 \text{ là vợ/chồng của } e_2 \text{ trong khoảng thời gian } [\text{StartDate}, \text{EndDate}]$$

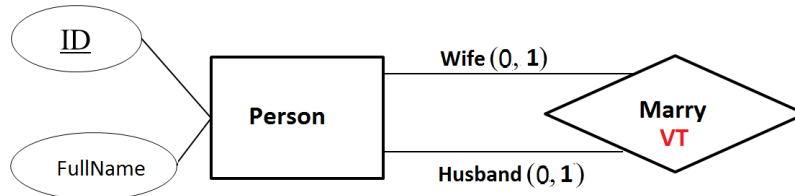


Hình 1. Sử dụng mô hình ER truyền thống để biểu diễn mối quan hệ *Marry*

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 (chi tiết về các thành phần có trong mô hình này đã được chỉ ra trong [2] [3] [11] [12]), 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 *Marry* là được hiểu như sau:

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



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

Theo đó, trong mục tiếp theo 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 OWL ontology trên cơ sở kế thừa các kỹ thuật chuyển đổi mối quan hệ nhị nguyên có yếu tố thời gian sang OWL ontology. Tuy nhiên, do đặc điểm của mối quan hệ phản xạ là mối quan hệ trên cùng một tập thực thể, nên trong mục này các quy tắc chuyển đổi cần được xem xét theo các trường hợp: Mối quan hệ phản xạ đối xứng có yếu tố thời gian không có thuộc tính, mối quan hệ phản xạ đối xứng có yếu tố thời gian có thuộc tính và mối quan hệ phản xạ bất đối xứng có yếu tố thời gian. 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. PHƯƠNG PHÁP CHUYỂN ĐỔI MỐI QUAN HỆ PHẢN XẠ CÓ YẾU TỐ THỜI GIAN CỦA MÔ HÌNH TIME-ER SANG OWL ONTOLOGY

Mô hình TimeER là một mở rộng của mô hình ER [8], vì thế ngoài các thành phần có yếu tố thời gian, việc chuyển đổi mô hình này sang OWL sẽ kế thừa toàn bộ các quy tắc chuyển đổi từ mô hình EER sang OWL [6]. Ngoài ra, ontology cần được cung cấp bộ từ vựng để diễn đạt các sự kiện về mối quan hệ liên quan đến các yếu tố thời khoảng. Do OWL không có thành phần nào có ngữ nghĩa tương đương với các thành phần có yếu tố thời gian như trong mô hình TimeER, vì vậy mà người thiết kế cần khởi tạo ontology để biểu diễn các yếu tố thời gian này. Trong [5] [6], các tác giả đã đề cập đến vấn đề biểu diễn dữ liệu thời gian và các ràng buộc có yếu tố thời gian của mô hình TimeER trên OWL ontology.

Các thực thể thuộc một tập thực thể có thể đóng nhiều vai trò trong một mối quan hệ phản xạ. Việc kiểm tra sự trùng lặp tên của hai vai trò hoặc ngữ nghĩa của một mối quan hệ phản xạ sẽ cho phép chúng ta phân loại các mối quan hệ phản xạ thành các kiểu mối quan hệ đối xứng hoặc bất đối xứng. Từ phân loại này mà bài báo đề xuất phương pháp chuyển đổi phù hợp đối với từng trường hợp.

Nội dung của phương pháp chuyển đổi mối quan hệ phản xạ có yếu tố thời gian của mô hình TimeER sang OWL ontology 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 OWL ontology.

2.1. Mối quan hệ phản xạ đối xứng có yếu tố thời gian và không thuộc tính

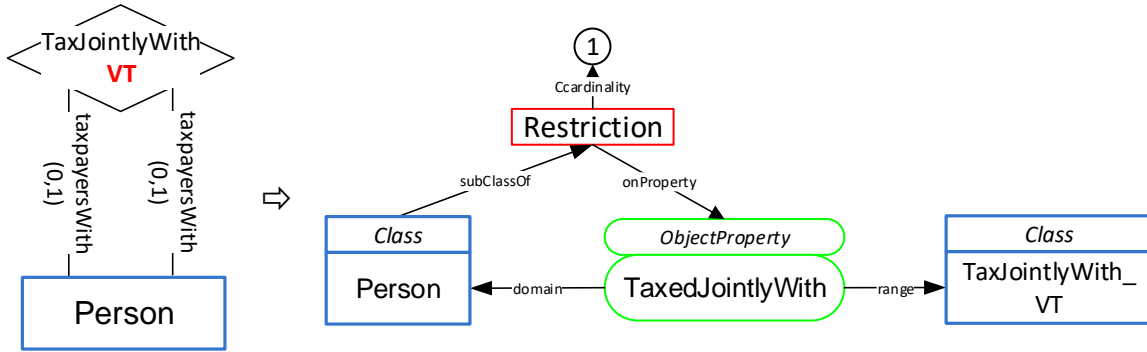
Trong OWL, thuộc tính đối tượng cũng có thể có tính phản xạ, đó là thuộc tính có thể hiện kết nối với chính nó. Theo đó, một thuộc tính đối tượng cũng có thể có tính đối xứng. Do mối quan hệ phản xạ đối xứng có yếu tố thời gian trong mô hình TimeER chỉ có một vai trò (vai trò “ngược” cũng chính là vai trò “thuận”), nên khi được chuyển đổi sang OWL thì ngữ nghĩa “đối xứng” của mối quan hệ phản xạ sẽ được bảo toàn trên ontology.

Quy tắc 1: Xét mối quan hệ phản xạ đối xứng R có yếu tố thời gian XX với vai trò $role$ trên tập thực thể E , khi đó:

- Tạo lớp có định danh là $C(R_XX)$;
- Bổ sung thuộc tính đối tượng có định danh là tên vai trò $role$, có miền là lớp $C(E)$ và phạm vi là lớp $C(R_XX)$;
- Thiết lập tính chất phản xạ cho thuộc tính đối tượng $role$ với cú pháp *ReflexiveProperty*;
- Thiết lập tính chất đối xứng cho thuộc tính đối tượng $role$ với cú pháp *SymmetricProperty*.

- Khóa của lớp $C(R_{XX})$ bao gồm thuộc tính đối tượng vừa bổ sung có phạm vi là lớp tương ứng với tập thực thể tham gia vào mỗi quan hệ R và một số thuộc tính thể hiện ràng buộc thời gian tùy thuộc vào loại yếu tố thời gian XX được cho trong Bảng 1.

- Với ràng buộc bản số là $(1, 1)$ thì thêm ràng buộc số lượng cực tiểu bằng 1 cho thuộc tính đối tượng *role* vừa được bổ sung.



Hình 3. Ví dụ chuyển đổi mối quan hệ phản xạ đối xứng

Ví dụ, xét mối quan hệ *TaxedJointlyWith* trên tập thực thể *Person* với các ràng buộc bản số nhỏ nhất lần lượt là '0-0'. Những cặp thể hiện trong tập thực thể *Person* có thể lựa chọn tính thuế cùng nhau hoặc không tính thuế cùng nhau trong một khoảng thời gian. Vì vậy, khi chuyển qua ontology, tạo lớp *TaxedJointlyWith_VT*, tạo thuộc tính đối tượng *TaxedJointlyWith* với domain là lớp *Person* và miền là lớp *TaxedJointlyWith_VT*. Lớp *TaxedJointlyWith_VT* có tập thuộc tính khóa là *TaxedJointlyWith* và *hasVTs*.

Bảng 1. Các thuộc tính khóa tương ứng với yếu tố thời gian

Yếu tố thời gian	Thuộc tính khóa
VT	hasVTs
LS	hasLSs
TT	hasTTs
LT	hasLSs, hasLSe, hasTTs
BT	hasVTs, hasVTe, hasTTs

*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.

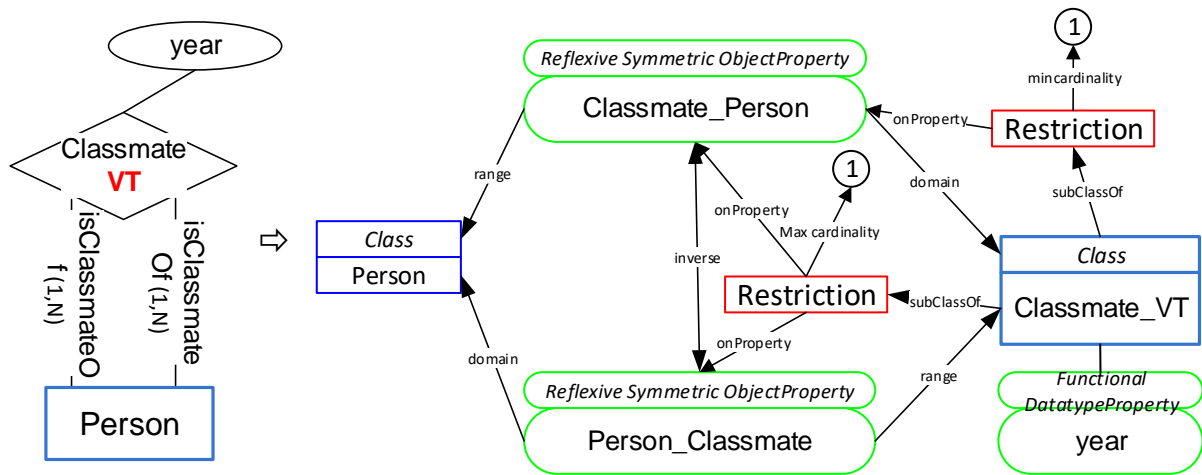
2.2 Mối quan hệ phản xạ đối xứng có yếu tố thời gian và có thuộc tính

Mối quan hệ phản xạ đối xứng có thuộc tính được xem như một tập thực thể, đồng thời lại có yếu tố thời gian, vì thế khi chuyển sang OWL sẽ được thực hiện tương

tự như cách chuyển mỗi quan hệ nhị nguyên có yếu tố thời gian và có thuộc tính [6], bằng cách tạo lớp mới và cặp thuộc tính đối tượng ngược nhau.

Quy tắc 2: Xét mỗi quan hệ phản xạ đối xứng R có tập thuộc tính $attR$ và yếu tố thời gian XX với vai trò $role$ trên tập thực thể E . Khi đó, ta thực hiện việc chuyển đổi như sau:

- Bổ sung lớp có định danh là $C(R_XX)$, tập thuộc tính $attR$ của mỗi quan hệ R chuyển thành các thuộc tính dữ liệu $attR$ của lớp $C(R_XX)$;
- Bổ sung hai thuộc tính đối tượng E_R, R_E là thuộc tính ngược của nhau thể hiện quan hệ giữa lớp $C(R_XX)$ và lớp $C(E)$.
- Thiết lập tính chất phản xạ và tính chất đối xứng cho hai thuộc tính đối tượng E_R, R_E với cú pháp *ReflexiveProperty* và *SymmetricProperty*.
- Khóa của lớp $C(R_XX)$ bao gồm thuộc tính đối tượng vừa bổ sung có phạm vi là lớp tương ứng với tập thực thể tham gia vào mỗi quan hệ R và một số thuộc tính thể hiện ràng buộc thời gian tùy thuộc vào loại yếu tố thời gian XX được cho trong Bảng 1.
- Thuộc tính R_E có ràng buộc số lượng cực tiểu và cực đại là 1;
- Thiết lập ràng buộc số lượng cực tiểu/cực đại vào thuộc tính đối tượng E_R tương ứng với giá trị ràng buộc bản số min/max của vai trò $role$. Nếu mỗi quan hệ nhị nguyên R là mỗi quan hệ N:N thì bổ sung thuộc tính đối tượng R_E vào tập thuộc tính khóa của lớp $C(R_XX)$.



Hình 4. Ví dụ chuyển đổi mỗi quan hệ phản xạ đối xứng có yếu tố thời gian và có thuộc tính

Áp dụng quy tắc chuyển đổi mỗi quan hệ phản xạ N:N đối xứng *Classmate* có yếu tố thời gian *VT*, và có thuộc tính *Year* của tập thực thể *Person*, tạo lớp mới *Classmate_VT*. Tạo hai thuộc tính đối tượng ngược nhau: *Person_Classmate* có miền là lớp *Person* và phạm vi là lớp *Classmate*, *Classmate_Person* có miền là lớp *Classmate* và

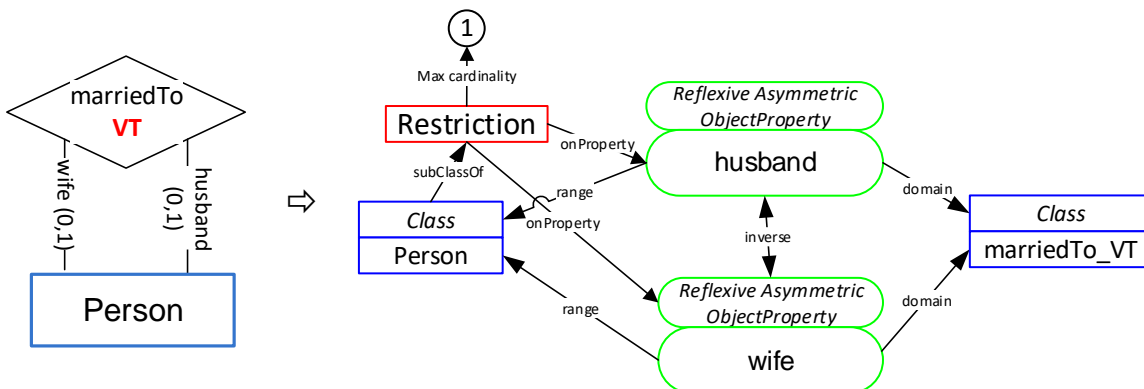
phạm vi là lớp *Person*. Do bản số là (1, N), vì thế thiết lập ràng buộc bản số *minQualifiedCardinality* là 1, biểu diễn như Hình 4.

2.3. Mối quan hệ phản xạ bất đối xứng có yếu tố thời gian

Đối với trường hợp mối quan hệ phản xạ bất đối xứng, do mỗi thực thể có hai vai trò khác nhau trên cùng một tập thực thể, vì vậy cần phải thể hiện ngữ nghĩa của hai vai trò này khi thực hiện việc chuyển đổi. Đồng thời phải thể hiện được yếu tố thời gian của các đối tượng tham gia trong mối quan hệ. Trong trường hợp này, chúng ta không cần thiết phải phân biệt mối quan hệ phản xạ có thuộc tính và không có thuộc tính, vì cách thức chuyển đổi là hoàn toàn tương tự nhau.

Quy tắc 3: Xét mối quan hệ phản xạ bất đối xứng *R* có yếu tố thời gian *XX* trên tập thực thể *E* với hai vai trò là *role1* và *role2*, khi đó:

- Tạo lớp có định danh là $C(R_XX)$;
- Bổ sung hai thuộc tính đối tượng ngược nhau có định danh là tên hai vai trò $role1$ và $role2$, có miền và phạm vi là lớp $C(E)$;
- Thiết lập tính chất phản xạ cho hai thuộc tính đối tượng $role1$ và $role2$ với cú pháp *ReflexiveProperty*;
- Thiết lập tính chất bất đối xứng cho hai thuộc tính đối tượng $role1$ và $role2$ với cú pháp *AsymmetricProperty*;
- Khóa của lớp $C(R_XX)$ bao gồm hai thuộc tính đối tượng vừa bổ sung và một số thuộc tính thể hiện ràng buộc thời gian tùy thuộc vào loại yếu tố thời gian *XX* được cho trong Bảng 1.
- Với mỗi quan hệ 1-1, thêm ràng buộc số lượng cực đại bằng 1;
- Nếu ràng buộc min của bản số là 1 thì thêm ràng buộc số lượng cực tiểu bằng 1 đối với thuộc tính đối tượng tương ứng được bổ sung.



Hình 5. Ví dụ chuyển đổi mối quan hệ phản xạ bất đối xứng có yếu tố thời gian.

Xét tập thực thể *Person* có mối quan hệ phản xạ *marriedTo* có yếu tố thời gian *VT* với hai vai trò là *wife* và *husband* được chuyển đổi thành lớp *marriedTo_VT*, với hai thuộc tính đối tượng ngược nhau với tên là tên của hai vai trò là *wife* và *husband*, có tính chất phản xạ và bất đối xứng. Do ràng buộc bản số trên hai vai trò của mối quan hệ đều là (0, 1), vì thế thiết lập ràng buộc bản số *maxQualifiedCardinality* đều là 1, biểu diễn như Hình 5.

3. KẾT LUẬN

Bài báo đề xuất phương pháp chuyển đổi mối quan hệ phản xạ có yếu tố thời gian 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 OWL ontology. Theo đó, nghiên cứu này như một đóng góp bổ sung cho bộ quy tắc chuyển đổi từ mô hình TimeER sang OWL ontology thêm phần đầy đủ.

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 văn bản mà trình soạn thảo ontology là Protégé có thể đọc được.

Rõ ràng tiếp cận này sẽ làm nảy sinh một bài toán chuyển đổi ngược đáng quan tâm, đó là việc trích xuất mối quan hệ phản xạ có yếu tố thời gian của mô hình TimeER từ một ontology cho trước.

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/>).
- [12]. Hoàng Quang (2021). Chuyển đổi mối quan hệ phản xạ có yếu tố thời gian của mô hình TimeER sang mô hình quan hệ, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Trường Đại học Khoa học – Đại học Huế*, tập 19, số 1, trang 47-55.

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

Hoang Quang

Faculty of Information Technology, University of Sciences, Hue University

Email: hquang@husc.edu.vn

ABSTRACT

In order to design temporal database at the conceptual level, the TimeER model has been widely used recently. Accordingly, a method that has been explored is the creation of temporal ontologies using the TimeER model. However, the problem of converting the temporal recursive relationships of the TimeER model to the OWL ontology has not been addressed in previous studies. This paper proposes the rules for converting the temporal recursive relationship of TimeER model to the OWL ontology on the basis of inheriting techniques to convert temporal binary relationship to OWL ontology.

Keywords: Semantic web, OWL ontology, TimeER model, temporal database, recursive relationship.



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.

