

# MỘT PHƯƠNG PHÁP CHUYỂN ĐỔI MÔ HÌNH STER SANG OWL ONTOLOGY

Nguyễn Văn Toán<sup>1</sup>, Võ Hoàng Liên Minh<sup>2</sup>, Nguyễn Thế Anh<sup>3</sup>, Hoàng Quang<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Trường Đại học Phạm Văn Đồng

<sup>2</sup> Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

<sup>3</sup> Trường Đại học Phú Yên

nvtoan@pdu.edu.vn, minhvhl@gmail.com, theanhdhpy@gmail.com, hquang@hueuni.edu.vn

**TÓM TẮT:** Việc thiết kế ontology từ mô hình thực thể - mối quan hệ (mô hình ER) là một trong những cách tiếp cận đã và đang được quan tâm giải quyết. Mô hình STER (Spatial Temporal Entity - Relationship Model) là một mở rộng của mô hình ER để cho phép có thể hỗ trợ yếu tố thời gian và yếu tố không gian. Bài báo đề xuất một phương pháp chuyển đổi mô hình STER sang OWL ontology bằng cách chuyển đổi các thành phần của mô hình STER sang OWL 2 trên cơ sở kế thừa phương pháp chuyển đổi mô hình TimeER sang OWL ontology đã được nghiên cứu trước đây. Theo đó, bài báo đề xuất các quy tắc chuyển đổi các thành phần liên quan đến yếu tố không gian và không gian thay đổi theo thời gian của mô hình STER.

**Từ khóa:** Mô hình dữ liệu mức khái niệm, mô hình STER, web ngữ nghĩa, OWL ontology.

## I. GIỚI THIỆU

Ontology được xem như là “linh hồn” của web ngữ nghĩa, giúp con người và máy có thể hợp tác, cùng làm việc, giúp máy có thể “hiểu” và có khả năng xử lý thông tin hiệu quả. Nhiều ngôn ngữ được thiết kế để biểu diễn ontology cho web ngữ nghĩa. RDFS và OWL là hai ngôn ngữ được sử dụng phổ biến nhất. Trong hai ngôn ngữ này, OWL được xem là mở rộng của RDFS và khắc phục các nhược điểm của RDFS. Hiện tại, OWL đang được xem là ngôn ngữ chuẩn để biểu diễn ontology cho web ngữ nghĩa.

Giai đoạn thiết kế mô hình mức khái niệm tập trung vào việc thể hiện các yêu cầu của ứng dụng sao cho “gần gũi” với thế giới thực. Thiết kế đầy đủ và dễ hiểu đối với người dùng, để nó có thể được chuyển đổi sang giai đoạn mô hình mức logic mà không cần thêm bất kỳ đầu vào nào của người dùng [10]. Thiết kế ontology bằng cách chuyển đổi mô hình ER mở rộng sang OWL ontology là cách tiếp cận đã có nhiều nghiên cứu trước đây. M. Fahad [14] đã đề xuất một phương pháp thiết kế các OWL Ontology từ mô hình ER dựa vào tập các quy tắc chuyển đổi các thành phần của một mô hình ER (các tập thực thể, các thuộc tính, và các mối quan hệ giữa các tập thực thể) thành các thành phần tương ứng trên OWL. I. Myroshnichenko [15] đã trình bày một giải pháp chuyển đổi tự động từ mô hình ER thành ngữ nghĩa tương đương trên OWL Lite Ontology. Các nghiên cứu của các tác giả P. Chujai [1], NV. Toan [2], VHL. Minh [3-5] đã đề xuất phương pháp chuyển đổi từ mô hình ER và ER mở rộng sang OWL ontology nhằm sử dụng lại các hệ thống cũ thay vì phải thiết kế các ontology từ đầu. Thuy [16] đề xuất một cách tiếp cận mới để tạo ra OWL ontology từ cơ sở dữ liệu quan hệ khi tập trung vào các phép đo tương tự của các thuộc tính trùng lặp trong các bảng quan hệ. Các tác giả chưa đề cập đến yếu tố không gian, không gian và thời gian khi chuyển đổi sang OWL.

Mô hình STER là một mô hình ER có hỗ trợ yếu tố không gian và thời gian, thường được dùng để mô tả các hệ thống thông tin mà dữ liệu không gian có thể thay đổi theo thời gian và không gian, chẳng hạn như hệ thống thông tin đất đai (Land Information System - LIS) hoặc hệ thống thông tin địa lý (Geographic Information System-GIS). Mô hình STER có thể được xem là mô hình TimeER mở rộng bằng cách bổ sung thêm yếu tố không gian và không gian thay đổi theo thời gian. Hiện tại, chưa có nghiên cứu nào về việc chuyển đổi mô hình STER sang OWL ontology nhằm cho phép thiết kế các OWL ontology có yếu tố không gian và thời gian. Vì vậy nghiên cứu này là thực sự hữu ích cho việc đưa các web thông tin địa lý thành web thông tin địa lý có ngữ nghĩa.

Trong bài báo này, chúng tôi đề xuất một phương pháp chuyển đổi mô hình STER sang OWL ontology. Phương pháp này là kế thừa kết quả chuyển đổi mô hình TimeER sang OWL và đồng thời bổ sung thêm các quy tắc chuyển đổi liên quan đến các yếu tố không gian và không gian thay đổi theo thời gian sang OWL. Theo đó, cấu trúc của bài báo ở những phần tiếp theo như sau: Mục 2 sẽ giới thiệu tổng quan về mô hình STER, Mục 3 sẽ đề xuất phương pháp chuyển đổi mô hình STER sang OWL ontology. Cuối cùng, trong Mục 4 là phần kết luận và các thảo luận về các hướng nghiên cứu tiếp theo.

## II. GIỚI THIỆU VỀ MÔ HÌNH STER

Jensen và Tryfona đã đề xuất mô hình thực thể - mối quan hệ có yếu tố không gian và thời gian (STER) [8-10]. Đây là mô hình được xem là một mở rộng của các mô hình thực thể - mối quan hệ hỗ trợ yếu tố thời gian, ví dụ như mô hình TimeER [2], vừa được xem là một mở rộng của các mô hình thực thể - mối quan hệ hỗ trợ yếu tố không gian, chẳng hạn mô hình SER (Spatial Entity - Relationship Model).

Về cơ bản, mô hình STER biểu diễn tương tự như mô hình ER, bao gồm các ký hiệu tập thực thể, thuộc tính và các mối quan hệ. Ngoài ra mô hình STER bổ sung thêm các ký hiệu để biểu diễn cho yếu tố thời gian và không gian. Yếu tố thời gian được ký hiệu bởi các vòng tròn nằm ở góc trên bên phải của tập thực thể, thuộc tính hay mối quan hệ. Thời gian tồn tại (thời gian sống) của một thực thể được ký hiệu là “et” (existence Time) hoặc “ls” (lifespan), thời gian hợp lệ của một sự kiện ký hiệu là “vt” (valid Time), thời gian giao tác của một thực thể hoặc một sự kiện ký hiệu là “tt” (transaction Time), và “bt” (bitemporal) là biểu diễn cho cả thời gian hợp lệ và thời gian giao tác. Yếu tố không gian được ký hiệu bởi vòng tròn nằm ở góc dưới bên phải của tập thực thể, thuộc tính hay mối quan hệ. Các ký hiệu “s” (spatial), “P” (Point), “L” (Line), hoặc “R” (Region) được sử dụng để biểu diễn yếu tố không gian. Trong đó ký hiệu “s” được sử dụng để cho biết đây là đối tượng không gian nhưng không biết kiểu dữ liệu không gian cụ thể của nó là Point, Line hay Region.

**A. Tập thực thể**

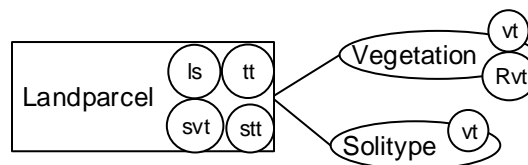
Tập thực thể có thể là tập thực thể thời gian, tập thực thể không gian, hoặc tập thực thể không gian và thời gian.

1. Tập thực thể thời gian: Tập thực thể có thể gắn với thời gian tồn tại “et” và thời gian giao tác “tt”.
2. Tập thực thể không gian

Các đối tượng không gian có một vị trí trong không gian và thường cần phải biểu diễn được vị trí này trong cơ sở dữ liệu. Các ký hiệu không gian *điểm* “P”, *đường* “L”, *vùng* “R” có thể được biểu diễn đồng thời để trình bày các quan điểm khác nhau về một đối tượng.

3. Tập thực thể không gian và thời gian: Tập thực thể không gian và thời gian được phân biệt theo ba trường hợp sau:

- a) Yếu tố không gian và thời gian là độc lập  
 Nếu yếu tố không gian của một thực thể không thay đổi theo thời gian thì các ký hiệu không gian và thời gian được biểu diễn độc lập ở góc phải của tập thực thể.
- b) Yếu tố không gian biến đổi theo thời gian  
 Yếu tố không gian của một tập thực thể được gọi là biến đổi theo thời gian, khi một đối tượng không gian là có thể biến đổi theo thời gian. Để quản lý sự biến đổi này của các đối tượng không gian trong một tập thực thể thì sử dụng các ký hiệu “svt” và “stt” hoặc “sbt” (do trường hợp này các thay đổi là các sự kiện nên không sử dụng thời gian tồn tại mà sử dụng thời gian hợp lệ “vt”, “tt” hoặc “bt”).
- c) Vừa hỗ trợ yếu tố thời gian, vừa hỗ trợ yếu tố không gian biến đổi theo thời gian. Khi đó ta có biểu diễn tập thực thể như ví dụ trong Hình 1.



Hình 1. Tập thực thể hỗ trợ thời gian hợp lệ, thời gian giao tác và dữ liệu không gian thay đổi theo thời gian hợp lệ và thời gian giao tác

**B. Thuộc tính**

Các thuộc tính của một tập thực thể được phân thành các loại sau:

1. Thuộc tính thời gian

Các thuộc tính của thực thể biểu thị các sự kiện về thực thể đó, nên có thể sử dụng thời gian hợp lệ hoặc thời gian giao tác. Vòng tròn với ký hiệu vt hay tt ở góc trên bên phải của thuộc tính biểu thị rằng thời gian hợp lệ hoặc thời gian giao tác sẽ được biểu diễn. Vòng tròn với ký hiệu bt (bitemporal) chỉ ra rằng cả hai loại thời gian sẽ được biểu diễn.

2. Thuộc tính không gian:

Ngoài biểu diễn các sự kiện nó còn được gắn với các vị trí trong không gian. Để nắm bắt khía cạnh không gian của một thuộc tính, vòng tròn với ký hiệu s được sử dụng khi ký hiệu thuộc tính không gian.

3. Thuộc tính không gian và thời gian

Tương tự như tập thực thể, thuộc tính không gian và thời gian chia làm 3 trường hợp: Yếu tố không gian và thời gian là độc lập; Yếu tố không gian biến đổi theo thời gian; Vừa hỗ trợ yếu tố thời gian, vừa hỗ trợ yếu tố không gian biến đổi theo thời gian. Trong Hình 1, thuộc tính *Vegetation* là một ví dụ về thuộc tính vừa hỗ trợ yếu tố thời gian, vừa hỗ trợ yếu tố không gian biến đổi theo thời gian.

### C. Mối quan hệ

#### 1. Mối quan hệ thời gian

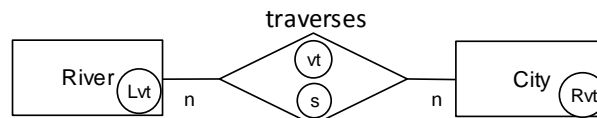
Tương tự như tập thực thể và thuộc tính, để biểu diễn các thay đổi của các mối quan hệ người ta sử dụng các ký hiệu thời gian (thời gian hợp lệ *vt*, thời gian giao tác *tt* hoặc cả hai là *bt*).

#### 2. Mối quan hệ không gian

Mối quan hệ không gian là một kiểu quan hệ đặc biệt. Cụ thể, đó là các liên kết giữa các thực thể không gian. Vì vậy, mối quan hệ không gian được xem như mối quan hệ giữa các tập thực thể không gian với nhau.

#### 3. Mối quan hệ không gian và thời gian

Mối quan hệ không gian và thời gian là mối quan hệ không gian có hỗ trợ thời gian. Bằng cách chú thích một mối quan hệ không gian được thiết lập với khía cạnh thời gian, có thể nắm bắt được những thay đổi của mối quan hệ không gian đối với kiểu thời gian đó. Chẳng hạn, trong Hình 2 mô tả các thay đổi của mối quan hệ *traverses* giữa các thành phố và các con sông được ghi lại theo thời gian.



Hình 2. Mối quan hệ không gian và thời gian.

Tóm lại, mô hình STER có thể được xem là mô hình TimeER mở rộng bằng cách bổ sung thêm yếu tố không gian và không gian thay đổi theo thời gian. Theo đó phương pháp chuyển đổi mô hình STER sang OWL sẽ kế thừa phương pháp chuyển đổi mô hình TimeER sang OWL và đồng thời bổ sung thêm các quy tắc chuyển đổi liên quan đến các yếu tố không gian và không gian thay đổi theo thời gian sang OWL.

## III. CHUYỂN ĐỔI MÔ HÌNH STER SANG OWL ONTOLOGY

Để có thể thực hiện việc chuyển đổi mô hình STER sang OWL ontology, ta cần thực hiện các quy tắc chuyển đổi sao cho đầu vào của các quy tắc có thể “phủ” hết những thành phần có thể có trong mô hình STER bất kỳ. Theo đó, phương pháp chuyển đổi mô hình STER sang OWL ontology được đề xuất thực hiện theo ba bước như sau:

- Bước 1 - Chuyển đổi mô hình TimeER sang OWL: Chuyển đổi các thành phần không có yếu tố không gian hay thời gian trên mô hình STER sang OWL ontology. Tạo OWL ontology biểu diễn các yếu tố thời gian trong mô hình STER và chuyển các thành phần có yếu tố thời gian sang OWL ontology, như đã trình bày tại [2, 4].

- Bước 2 - Khởi tạo ontology biểu diễn yếu tố không gian: Tạo OWL ontology biểu diễn các yếu tố không gian trong mô hình STER. Bước này sẽ tạo một số thành phần trên OWL nhằm mục đích biểu diễn được dữ liệu và các ràng buộc của các yếu tố không gian trên mô hình STER.

- Bước 3 - Chuyển đổi các thành phần trên mô hình STER liên quan đến yếu tố không gian: Chuyển đổi các thành phần có yếu tố không gian, không gian - thời gian trên mô hình STER sang OWL. Các thành phần có yếu tố thời gian bao gồm: yếu tố không gian, không gian - thời gian của tập thực thể, thuộc tính có yếu tố không gian, không gian - thời gian, yếu tố không gian, không gian - thời gian của mối quan hệ và thuộc tính có yếu tố không gian, không gian - thời gian của mối quan hệ.

### A. Tạo ontology ban đầu biểu diễn yếu tố không gian

#### 1. Tạo lớp thể hiện các đối tượng không gian

- Tạo lớp *Point2D* thể hiện cho một điểm dữ liệu trên hệ tọa độ 2D. Trong lớp này, tạo hai thuộc tính dữ liệu có tính chất hàm và ràng buộc số lượng cực tiểu là 1 có định danh là *hasX*, *hasY* có phạm vi là *xsd:double*.

- Tạo lớp *Point3D* kế thừa từ lớp *Point2D* thể hiện cho một điểm dữ liệu trên hệ tọa độ 3D. Trong lớp này, tạo thuộc tính dữ liệu có tính chất hàm và ràng buộc số lượng cực tiểu là 1 có định danh là *hasZ* có phạm vi là *xsd:double*.

- Tạo lớp *Point* thể hiện một điểm vai trò trên hệ thống thông tin đất đai. Tạo lớp *Line* để thể hiện một đối tượng dạng đường. Tạo lớp *Region* thể hiện một đối tượng dạng vùng.

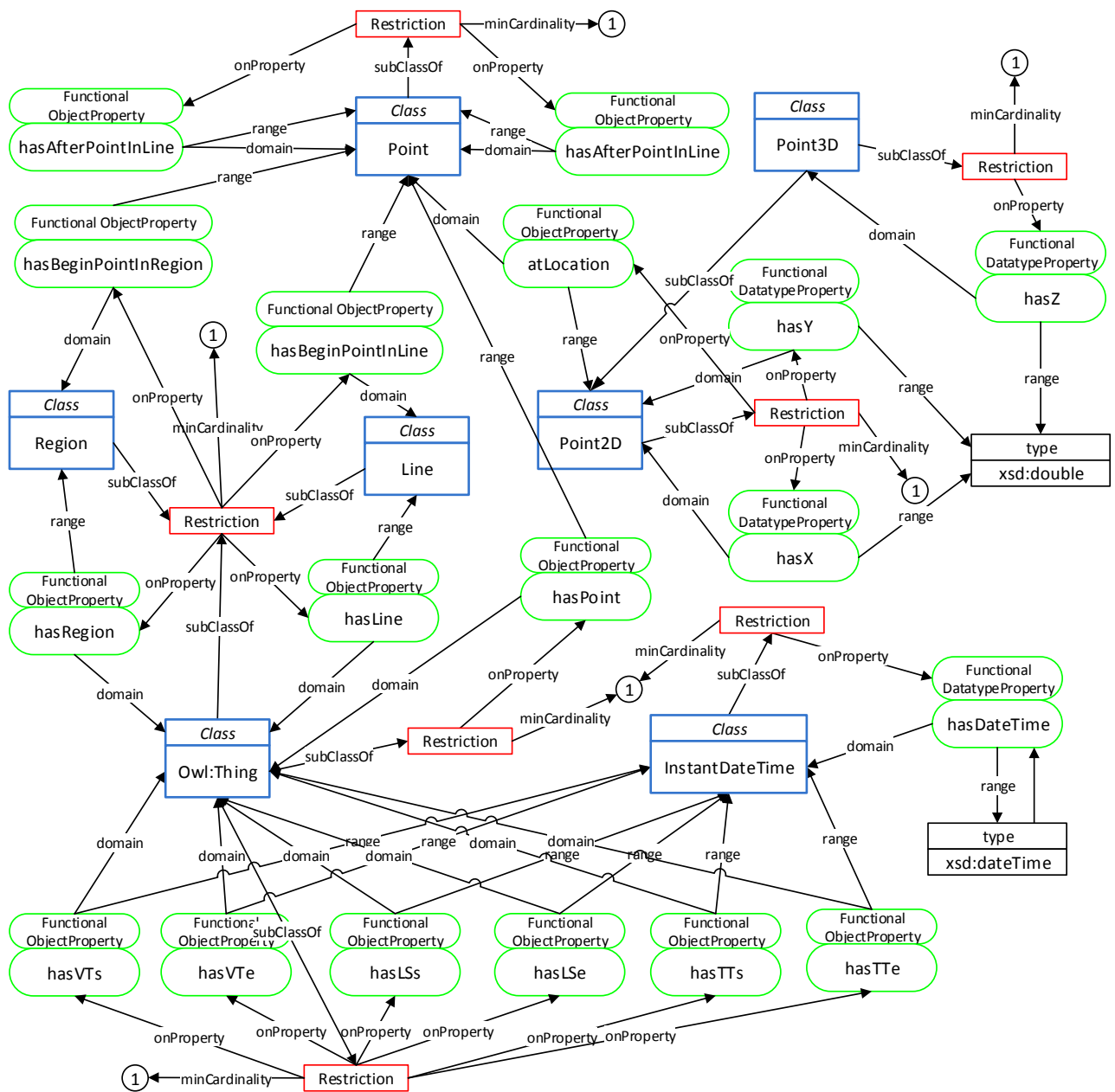
#### 2. Tạo các thuộc tính đối tượng thể hiện ràng buộc không gian

- Tạo thuộc tính đối tượng có tính chất hàm và ràng buộc số lượng tối thiểu là 1: *atLocation* có miền là *Point* và phạm vi là *Point2D* để thể hiện dữ liệu thực tế của điểm vai trò.

- Tạo thuộc tính đối tượng có tính chất hàm và ràng buộc số lượng tối thiểu là 1: *hasAfterPointInLine* có miền và phạm vi đều là *Point* để thể hiện cho mối quan hệ trước sau trong một đối tượng kiểu đường.

- Tạo thuộc tính đối tượng có tính chất hàm và ràng buộc số lượng tối thiểu là 1: *hasAfterPointInRegion* có miền và phạm vi đều là *Point* để thể hiện cho mỗi quan hệ trước sau trong một đối tượng kiểu vùng.
- Tạo thuộc tính đối tượng có tính chất hàm và ràng buộc số lượng tối thiểu là 1: *hasBeginPointInLine* có miền là *Line* và phạm vi là *Point* để thể hiện điểm bắt đầu của một đối tượng kiểu đường.
- Tạo thuộc tính đối tượng có tính chất hàm và ràng buộc số lượng tối thiểu là 1: *hasBeginPointInRegion* có miền là *Region* và phạm vi là *Point* để thể hiện điểm bắt đầu của một đối tượng kiểu vùng.
- Tạo thuộc tính đối tượng có tính chất hàm và ràng buộc số lượng tối thiểu là 1: *hasPoint* có miền là *owl:Thing* và phạm vi là *Point* để giúp thể hiện quan hệ với yếu tố không gian điểm.
- Tạo thuộc tính đối tượng có tính chất hàm và ràng buộc số lượng tối thiểu là 1: *hasLine* có miền là *owl:Thing* và phạm vi là *Line* để giúp thể hiện quan hệ với yếu tố không gian đường.
- Tạo thuộc tính đối tượng có tính chất hàm và ràng buộc số lượng tối thiểu là 1: *hasRegion* có miền là *owl:Thing* và phạm vi là *Region* để giúp thể hiện quan hệ với yếu tố không gian vùng.

Hình 3 thể hiện ontology ban đầu biểu diễn yếu tố không gian, thời gian khi bổ sung các lớp và thuộc tính trên.



Hình 3. Ontology ban đầu biểu diễn yếu tố không gian và thời gian

## B. Chuyển đổi các thành phần có yếu tố thời gian trên mô hình STER

### 1. Chuyển đổi yếu tố không gian, không gian - thời gian của tập thực thể

#### a) Chuyển đổi yếu tố không gian của tập thực thể

Các thuộc tính đối tượng *hasPoint*, *hasLine*, *hasRegion* trong ontology không gian ban đầu được tạo ra ở Mục A trước đã biểu diễn yếu tố không gian. Vì thế, các yếu tố không gian của tập thực thể đã chuyển đổi ở Mục A.

#### b) Chuyển đổi yếu tố không gian - thời gian của tập thực thể

Với yếu tố không gian - thời gian của tập thực thể, cần phải biểu diễn được các yếu tố không gian thay đổi theo thời gian của tập thực thể. Để có thể biểu diễn yếu tố không gian - thời gian cần phải tạo một lớp mới để mô tả, và cặp thuộc tính đối tượng ngược nhau để mô tả mối quan hệ giữa lớp biểu diễn cho tập thực thể và lớp biểu diễn cho yếu tố không gian - thời gian. Ngoài ra, do yêu cầu lớp biểu diễn cho yếu tố không gian - thời gian và lớp của tập thực thể phải có duy nhất một giá trị, vì thế cần thiết lập ràng buộc số lượng cực tiểu là 1 cho thuộc tính đối tượng có miền là lớp biểu diễn cho yếu tố không gian - thời gian.

**Quy tắc STER1:** Với mỗi yếu tố không gian - thời gian *SXX* của tập thực thể *E*, tạo thêm lớp có định danh *E\_SXX* để thể hiện cho yếu tố không gian - thời gian *SXX*, bổ sung hai thuộc tính đối tượng ngược nhau: *E\_Has\_SXX* có miền là lớp *E* và có phạm vi là lớp *E\_SXX*, *SXX\_Of\_E* có miền là lớp *E\_SXX* và có phạm vi là lớp *E*, đồng thời *SXX\_Of\_E* có tính chất hàm và có ràng buộc số lượng cực tiểu là 1. Tập thuộc tính khóa của lớp *E\_SXX* gồm thuộc tính *SXX\_Of\_E* và một số thuộc tính thể hiện ràng buộc thời gian tùy thuộc vào loại yếu tố không gian *S* như Bảng 2 và loại yếu tố thời gian *XX* như Bảng 1.

Bảng 1. Các thuộc tính khóa tương ứng với yếu tố thời gian [2]

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

Bảng 2. Các thuộc tính khóa tương ứng với yếu tố không gian

Yếu tố không gian	Thuộc tính khóa
P	hasPoint
L	hasLine
R	hasRegion

Xét ví dụ ở Hình 4, thuộc tính *River* có yếu tố không gian *Ltt*, khi chuyển đổi sang OWL được lớp *River* và lớp *River\_Ltt* để biểu diễn cho thuộc tính không gian - thời gian *Lvt*. Đồng thời hai thuộc tính đối tượng ngược nhau *River\_Has\_Ltt* và *Ltt\_Of\_River* được tạo để biểu diễn cho mối quan hệ giữa hai lớp *River* và lớp *River\_Ltt*.

### 2. Chuyển đổi thuộc tính có yếu tố không gian, không gian - thời gian của tập thực thể

#### a) Chuyển đổi yếu tố không gian, không gian - thời gian của thuộc tính

Tương tự như trên, với yếu tố không gian, không gian - thời gian của thuộc tính, cần tạo một lớp mới để mô tả cho thuộc tính có yếu tố không gian hoặc không gian - thời gian và cặp thuộc tính đối tượng ngược nhau để biểu diễn cho mối quan hệ giữa lớp của tập thực thể và lớp biểu diễn cho thuộc tính có yếu tố không gian hoặc không gian - thời gian. Với yếu tố không gian - thời gian *SXX* của thuộc tính có yếu tố không gian hoặc không gian - thời gian, tương tự như trên cần phải tạo lớp mới biểu diễn yếu tố không gian - thời gian, và cặp thuộc tính đối tượng ngược nhau biểu diễn cho mối quan hệ giữa lớp mới và lớp biểu diễn cho thuộc tính có yếu tố không gian hoặc không gian - thời gian.

**Quy tắc STER2:** Với mỗi thuộc tính *A* có yếu tố không gian hoặc không gian - thời gian của tập thực thể *E*, tạo thêm lớp có định danh là *E\_A* để thể hiện cho vai trò thời gian của *A*, tạo thêm hai thuộc tính đối tượng ngược nhau: *E\_Has\_A* có miền là lớp *E* và phạm vi là lớp *E\_A*, *A\_Of\_E* có miền là lớp *E\_A* và có phạm vi là lớp *E*, đồng thời thuộc tính *A\_Of\_E* có tính chất hàm và có ràng buộc số lượng cực tiểu là 1.

**Quy tắc STER3:** Với mỗi yếu tố không gian - thời gian *SXX* của thuộc tính có yếu tố không gian hoặc không gian - thời gian *A* của tập thực thể *E*, tạo thêm lớp có định danh *A\_SXX* để thể hiện cho yếu tố không gian - thời gian *SXX*, bổ sung hai thuộc tính đối tượng ngược nhau: *A\_Has\_SXX* có miền là lớp *E\_A* và có phạm vi là lớp *A\_SXX*, *SXX\_Of\_A* có miền là lớp *A\_SXX* và có phạm vi là lớp *E\_A*, đồng thời *SXX\_Of\_A* có tính chất hàm và có ràng buộc số lượng cực tiểu là 1. Tập thuộc tính khóa của lớp *A\_SXX* gồm thuộc tính *SXX\_Of\_A* và một số thuộc tính thể hiện ràng buộc thời gian tùy thuộc vào loại yếu tố không gian *S* như Bảng 2 và loại yếu tố thời gian *XX* như Bảng 1.

**Lưu ý:** Các yếu tố không gian *S* của thuộc tính *A* đã được biểu diễn bằng ontology ban đầu.

#### b) Chuyển đổi thuộc tính phi thời gian có yếu tố không gian, không gian - thời gian

Với thuộc tính phi thời gian có yếu tố không gian, không gian - thời gian, tương tự như các quy tắc trên cũng tạo lớp mới để biểu diễn cho vai trò thời gian của thuộc tính phi thời gian, cùng với cặp thuộc tính đối tượng ngược nhau.

Ngoài ra, thuộc tính phi thời gian đó sẽ chuyển là thuộc tính dữ liệu của lớp biểu diễn cho vai trò thời gian của thuộc tính phi thời gian.

**Quy tắc STER4:** Với mỗi thuộc tính phi thời gian  $A$  có yếu tố không gian hoặc không gian - thời gian của tập thực thể  $E$ , tạo thêm lớp có định danh là  $E\_A$  để thể hiện cho vai trò thời gian của  $A$ , tạo thêm hai thuộc tính đối tượng ngược nhau:  $E\_Has\_A$  có miền là lớp  $E$  và phạm vi là lớp  $E\_A$ ,  $A\_Of\_E$  có miền là lớp  $E\_A$  và có phạm vi là lớp  $E$ , đồng thời thuộc tính  $A\_Of\_E$  có tính chất hàm và có ràng buộc số lượng cực tiểu là 1. Chuyển thuộc tính  $A$  thành thuộc tính dữ liệu  $A$  của lớp  $E\_A$  như các quy tắc đã đề xuất ở [4].

Việc chuyển đổi các yếu tố không gian - thời gian của thuộc tính phi thời gian  $A$  cũng được thực hiện như quy tắc STER3 trên.

3. Chuyển đổi yếu tố không gian, không gian - thời gian của mỗi quan hệ

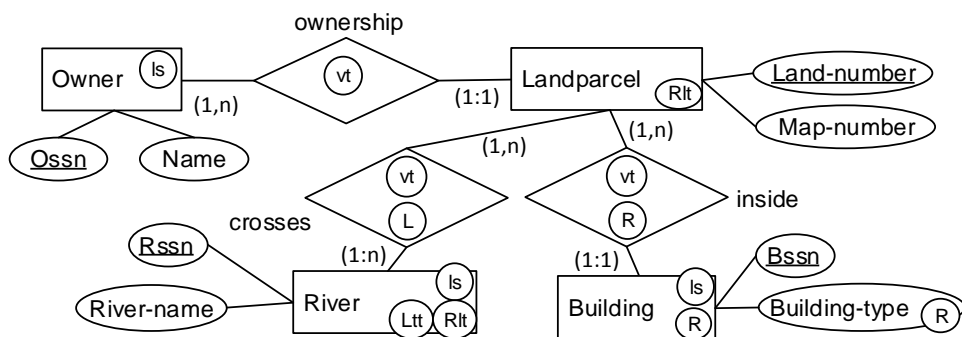
Bởi vì một mối quan hệ cũng có thể được xem như một tập thực thể, vì vậy việc chuyển đổi yếu tố không gian, không gian - thời gian của mỗi quan hệ được thực hiện tương tự như chuyển đổi yếu tố không gian, không gian - thời gian của tập thực thể.

4. Chuyển đổi thuộc tính có yếu tố không gian, không gian - thời gian của mỗi quan hệ

Thực hiện tương tự việc chuyển đổi thuộc tính có yếu tố không gian, không gian - thời gian của tập thực thể.

**C. Thực nghiệm**

Để thực nghiệm các quy tắc chuyển đổi, bài báo chuyển đổi mô hình STER của hệ thống đất đai LIS thành ontology OWL2, kết quả sinh ra ontology OWL2 gồm ontology thời gian, không gian ban đầu và ontology được trình bày trong Hình 5, áp dụng các ký hiệu mô tả của [18].



Hình 4. Mô hình STER của hệ thống LIS

Ontology bao gồm các lớp tương ứng với các thực thể của mô hình STER và thuộc tính đối tượng tương ứng với các mối quan hệ STER được đặt tên phù hợp với các quy ước được đề xuất bởi các quy tắc chuyển đổi. Kiểm chứng kết quả chuyển đổi bằng thực nghiệm trên Protégé cho thấy rằng tất cả những ràng buộc cấu trúc trong mô hình STER đầu vào đã được ánh xạ thành các ràng buộc OWL tương đương và bảo toàn dữ liệu. Kiểm tra với các bộ luận trên Protégé, OWL kết quả đảm bảo tính nhất quán và giúp duy trì cây phân cấp một cách đúng đắn.

Phương pháp chuyển đổi của bài báo đã chứng minh hữu ích như là một thành phần của việc tích hợp nguồn dữ liệu không đồng nhất bằng cách cung cấp một cách tự động và đơn giản để chuyển đổi mô hình STER của nguồn dữ liệu hiện có thành ontology OWL tương đương, do đó đơn giản và đẩy nhanh quá trình tích hợp dữ liệu tổng thể.

**IV. KẾT LUẬN**

Mô hình STER được sử dụng rộng rãi để giải quyết những phức tạp của các hệ thống có hỗ trợ các yếu tố không gian và thời gian trong thế giới thực, vì vậy cần kế thừa các hệ thống STER đã có bằng cách chuyển đổi sang OWL2 nhằm tái sử dụng các hệ thống cũ trước đó. Kế thừa phương pháp chuyển đổi mô hình TimeER sang OWL ontology, bài báo này đã đề xuất cách tiếp cận STER2OWL để chuyển đổi tự động mô hình STER sang OWL2. Để mô tả các yếu tố thời gian, không gian và các ràng buộc của các yếu tố không gian trong mô hình STER, bài báo đề xuất cần khởi tạo ontology ban đầu. Từ đó đề xuất các quy tắc chuyển đổi các thành phần có yếu tố không gian, không gian - thời gian trên mô hình STER sang OWL2 như chuyển đổi các yếu tố không gian, không gian - thời gian của tập thực thể, thuộc tính có yếu tố không gian, không gian - thời gian, yếu tố không gian, không gian - thời gian của mỗi quan hệ và thuộc tính có yếu tố không gian, không gian - thời gian của mỗi quan hệ.

Hiện nay, W3C đã giới thiệu OWL-Time một ontology OWL2 DL về các khái niệm thời gian để mô tả các thuộc tính thời gian của các khái niệm; và tác giả [17] đã giới thiệu SOWL là một framework OWL không gian, hướng nghiên cứu tiếp theo của bài báo sẽ tiếp tục nghiên cứu trên hai mô hình này để xây dựng mô hình biểu diễn yếu tố không gian và thời gian trong thế giới thực.



## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Pasapitch Chujai, Nittaya Kerdprasop, Kittisak Kerdprasop, "On Transforming the ER Model to Ontology Using Protégé OWL Tool," *International Journal of Computer Theory and Engineering*, vol. 6, 2014.
- [2] Toan Van Nguyen, Hoang Lien Minh Vo, Quang Hoang, Hanh Huu Hoang, "A new method for transforming TimeER model-based specification into OWL ontology", in 8th Asian Conference on Intelligent Information and Database Systems ACIIDS, Springer, pp. 111-121, 2016.
- [3] Võ Hoàng Liên Minh, Hoàng Quang, Hoàng Hữu Hạnh, "Chuyển đổi thuộc tính đa trị phức hợp lồng nhau trên mô hình ER sang OWL Ontology", *Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Đại học Khoa học Huế*, 2017, Tập 10, số 1, trang 27-38, 2017.
- [4] Minh Hoang Lien Vo, Quang Hoang, "Transforming Extended Entity-Relationship model into OWL in Temporal databases", *Journal of Computer Science and Cybernetics* ISSN: 1813-966, Vol 34, No 1, pp. 77-96, 2018.
- [5] Võ Hoàng Liên Minh, Hoàng Quang, "Một số phương pháp hỗ trợ cho việc trích xuất mô hình ER từ OWL2", *Tạp chí Khoa học (Đại học Huế)*, Tập: 127, Số: 2A, Trang: 67-80, 2018.
- [6] S. Bagui, "Mapping OWL to the Entity Relationship and Extended Entity Relationship models", in *Int. J. Knowledge and Web Intelligence*, Vol. 1, Nos. 1/2, 2009.
- [7] Nectaria Tryfona, Rosanne Price, and Christian S. Jensen, "A component-based conceptual model for spatiotemporal design". *Chorochronos Technical Report CH-98-10*, 1998.
- [8] Tryfona, Nectaria and Jensen, Christian S, "Conceptual data modeling for spatiotemporal applications", *Geoinformatica*. 3(3), pp. 245-268, 1999.
- [9] Tryfona, Nectaria and Jensen, Christian S, "Using abstractions for spatio-temporal conceptual modeling", *Proceedings of the 2000 ACM symposium on Applied computing-Volume 1*, ACM, pp. 313-322, 2000.
- [10] Nectaria Tryfona, Rosanne Price, and Christian S. Jensen, "Conceptual Models for Spatio-temporal Applications", *Springer-Verlag, LNCS 2520*, pp79-116, 2003.
- [11] Motik, Boris, et al., "OWL 2 web ontology language: Structural specification and functional-style syntax", *W3C recommendation*. 27(65), p. 159, 2009.
- [12] Lê Thị Ngọc Ánh, Huỳnh Nhật Trương, Hoàng Quang, "Một phương pháp chuyển đổi mô hình STER thành mô hình quan hệ", *Hội nghị khoa học quốc gia lần thứ VI về "Nghiên cứu cơ bản và ứng dụng Công nghệ thông tin" FAIR'6*, Thừa Thiên-Huế, 2013.
- [13] Elmasri R., Navathe S.B., *Fundamentals of Database Systems*, Addison-Wesley, 7th edn, 2015.
- [14] M. Fahad, "ER2OWL: Generating OWL Ontology from ER Diagram," in *IFIP - The International Federation for Information Processing*, 2008.
- [15] Igor Myroshnichenko, M.S., Marguerite C. Murphy, Ph.D., "Mapping ER Schemas to OWL Ontologies," *Semantic Computing. ICSC '09. IEEE International Conference*, pp. 324-329, 2009.
- [16] Phạm Thị Thu Thủy, "Attribute similarity measure for transforming Relational database into OWL", *Hội nghị khoa học quốc gia lần thứ XI về "Nghiên cứu cơ bản và ứng dụng Công nghệ thông tin" FAIR'11*, Hà Nội, 2018.
- [17] Sotiris Batsakis, "Reasoning over 2d and 3d directional relations in OWL: a rule-based approach", *7th International conference on Theory, Practice, and Applications of Rules on the Web*, Seattle, pp. 37-51, 2013.
- [18] J. Flynn, *MS Visio VisioOWL Stencil*, <http://projects.semwebcentral.org/projects/visioowl>.

## TRANSFORMING STER MODEL INTO OWL2 ONTOLOGY

Toan Van Nguyen, Minh Hoang Lien Vo, Anh The Nguyen, Quang Hoang

**ABSTRACT:** Modeling of information systems with temporal and spatio changes by ontology is an urgent requirement in many areas, such as in geographic information systems and weather forecasting systems. STER model (Spatial Temporal Entity - Relationship Model) is an extension of the entity-relationship model that supports temporal and spatio components. This paper proposes a method to transform the STER to OWL ontology by transforming the STER components into the ontology based on inheriting the TimeER to OWL ontology transformation method.