



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0065973

(43) 공개일자 2015년06월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06F 19/00 (2011.01)

(21) 출원번호 10-2013-0146130

(22) 출원일자 2013년11월28일

심사청구일자 2013년11월28일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)

(72) 발명자

김계현

인천 연수구 컨벤시아대로130번길 80, 107동 502호 (송도동, 송도푸르지오하버뷰)

무하마드레자 젤로카니 니아라키

캐나다 온타리오 주 런던 웨스턴 온타리오 대학교 2308호

아불가셈 사데기 니아라키

서울 관악구 관악로 1, B동 833호 (신림동, 서울대학교 BK국제관)

(74) 대리인

양성보

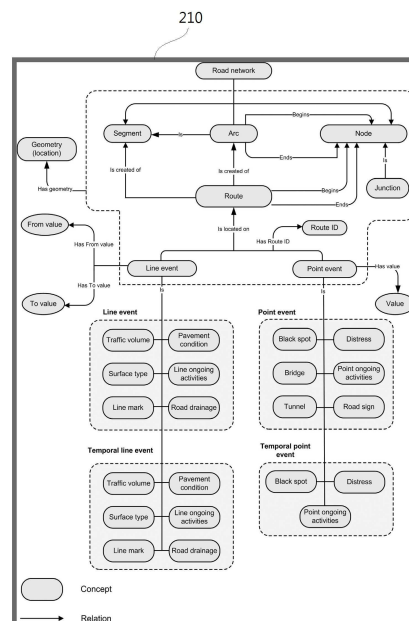
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 **시공간 선형적으로 참조된 도로 이벤트 데이터를 관리하기 위한 온톨로지 기반 방법 및 시스템**

(57) 요약

시공간 선형적으로 참조된 도로 이벤트 데이터(Spatio-temporal linearly referenced road event data)를 관리하기 위한 온톨로지 기반(Ontology-based) 방법은 교통 지리 정보 시스템(Geographic information system for transportation; GIS-T) 선형 레퍼런싱(Linear referencing; LR)을 이용하여 도로 포인트 이벤트 데이터를 선형 (뒷면에 계속)

대표도 - 도2



적으로 참조된 도로 라인 이벤트 데이터로 변환하는 단계; 상기 선형적으로 참조된 도로 라인 이벤트 데이터에 대해, 라인 이벤트 테이블(Line event table; LET) 웹 온톨로지 언어(Web Ontology Language; OWL) 클래스 및 시공간 라인 이벤트 테이블(Spatio-temporal line event table; SLET) 웹 온톨로지 언어 클래스를 포함하는 시공간 선형적으로 참조된 영역 온톨로지(Spatio-temporal linearly referenced domain ontology)를 생성하는 단계; 및 상기 선형적으로 참조된 도로 라인 이벤트 데이터에 상기 시공간 선형적으로 참조된 영역 온톨로지를 적용하는 단계를 포함하고, 상기 시공간 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스는 적어도 하나의 세대 동안 상기 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스 중 적어도 일부 세그먼트가 변경됨에 응답하여, 상기 변경된 적어도 일부 세그먼트가 저장되어 업데이트된다.

명세서

청구범위

청구항 1

시공간 선형적으로 참조된 도로 이벤트 데이터(Spatio-temporal linearly referenced road event data)를 관리하기 위한 온톨로지 기반(Ontology-based) 방법에 있어서,

교통 지리 정보 시스템(Geographic information system for transportation; GIS-T) 선형 레퍼런싱(Linear referencing; LR)을 이용하여 도로 포인트 이벤트 데이터를 선형적으로 참조된 도로 라인 이벤트 데이터로 변환하는 단계;

상기 선형적으로 참조된 도로 라인 이벤트 데이터에 대해, 라인 이벤트 테이블(Line event table; LET) 웹 온톨로지 언어(Web Ontology Language; OWL) 클래스 및 시공간 라인 이벤트 테이블(Spatio-temporal line event table; SLET) 웹 온톨로지 언어 클래스를 포함하는 시공간 선형적으로 참조된 영역 온톨로지(Spatio-temporal linearly referenced domain ontology)를 생성하는 단계; 및

상기 선형적으로 참조된 도로 라인 이벤트 데이터에 상기 시공간 선형적으로 참조된 영역 온톨로지를 적용하는 단계

를 포함하고,

상기 시공간 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스는

적어도 하나의 세대 동안 상기 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스 중 적어도 일부 세그먼트가 변경됨에 응답하여, 상기 변경된 적어도 일부 세그먼트가 저장되어 업데이트되는 시공간 선형적으로 참조된 도로 이벤트 데이터를 관리하기 위한 온톨로지 기반 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스는

상기 선형적으로 참조된 도로 속성 데이터가 저장되는 속성 필드(Attribute field)를 포함하고,

상기 시공간 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스는

상기 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스에 포함되는 상기 속성 필드에 대응하는 속성 필드 및 시간 차원(time dimension)이 기록되는 필드를 포함하는 시공간 선형적으로 참조된 도로 이벤트 데이터를 관리하기 위한 온톨로지 기반 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 시공간 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스는

상기 적어도 하나의 세대 동안 상기 변경된 적어도 일부 세그먼트에 대한 속성 값이 저장되는 상기 속성 필드 및 상기 적어도 일부 세그먼트가 변경된 시간이 저장되는 상기 시간 차원이 기록되는 필드를 포함하는 시공간 선형적으로 참조된 도로 이벤트 데이터를 관리하기 위한 온톨로지 기반 방법.

청구항 4

시공간 선형적으로 참조된 도로 이벤트 데이터(Spatio-temporal linearly referenced road event data)를 관리하기 위한 온톨로지 기반(Ontology-based) 시스템에 있어서,

교통 지리 정보 시스템(Geographic information system for transportation; GIS-T) 선형 레퍼런싱(Linear referencing; LR)을 이용하여 상기 도로 포인트 이벤트 데이터를 선형적으로 참조된 도로 라인 이벤트 데이터로 변환하는 변환부;

상기 선형적으로 참조된 도로 라인 이벤트 데이터에 대해, 라인 이벤트 테이블(Line event table; LET) 웹 온톨로지 언어(Web Ontology Language; OWL) 클래스 및 시공간 라인 이벤트 테이블(Spatio-temporal line event table; SLET) 웹 온톨로지 언어 클래스를 포함하는 시공간 선형적으로 참조된 영역 온톨로지(Spatio-temporal linearly referenced domain ontology)를 생성하는 생성부; 및

상기 선형적으로 참조된 도로 라인 이벤트 데이터에 상기 시공간 선형적으로 참조된 영역 온톨로지를 적용하는 적용부

를 포함하고,

상기 적용부는

적어도 하나의 세대 동안 상기 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스 중 적어도 일부 세그먼트가 변경됨에 응답하여, 상기 시공간 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스에 상기 변경된 적어도 일부 세그먼트를 저장하여 업데이트하는 시공간 선형적으로 참조된 도로 이벤트 데이터를 관리하기 위한 온톨로지 기반 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 시공간 선형적으로 참조된 도로 이벤트 데이터를 관리하기 위한 온톨로지 기반 방법 및 시스템에 관한 것으로서, 보다 구체적으로 선형적으로 참조된 도로 이벤트 데이터에 시공간 선형적으로 참조된 영역 온톨로지를 적용하여 시공간 선형적으로 참조된 도로 이벤트 데이터를 생성 및 관리하는 방법에 대한 기술이다.

배경 기술

[0002]

지리 정보 시스템(Geographic information system)은 교통 계획의 질을 향상시키는 것과 관련된 정보를 생산함으로써, 교통 결정권자들 및 담당자들이 지리 정보 시스템으로부터 더 많은 정보를 획득하여, 적절하고 정확한 결정을 일관되게 내리는데 도움을 줄 수 있다. 여기서, 지리 정보 시스템은 교통 지리 정보 시스템(Geographic information system for transportation; GIS-T) 선형 레퍼런싱(Linear referencing; LR)을 이용하여 도로의 포인트에서 발생하는 이벤트를 도로의 라인에서 발생하는 이벤트로 변환하여, 변환된 정보를 교통 결정권자들 및 담당자들에게 제공할 수 있다. 이 때, 교통 지리 정보 시스템 선형 레퍼런싱은 선형 기능의 일부에 다양한 속성 세트들을 연결함으로써, 도로 네트워크 관리에 유연성, 정확성 및 효율성을 제공할 수 있다. 또한, 속성 세트들에 포함되는 속성 데이터는 네트워크를 구성하는 요소에 선형적으로 참조될 수 있고, 동적으로 연결될 수 있다.

[0003]

또한, 선형적으로 참조된 도로 속성 데이터는 짧은 시간 동안 변화하는 특성을 가지기 때문에, 포장 상태 또는 교통량 등의 다양한 도로 속성 데이터는 시공간적으로 참조되어야 한다. 더불어, 시공간 선형적으로 참조된 도로 이벤트 데이터는 시간에 따라 업데이트된 기록이 유지됨으로써, 서로 다른 어플리케이션에 의해 공유되고 재사용이 가능할 수 있다.

[0004]

그러나, 시맨틱 이종성(Semantic heterogeneity) 문제로 인하여, 기존의 교통 지리 정보 시스템 모델에 저장되어 있는 선형적으로 참조된 도로 속성 데이터를 시공간적으로 참조하고, 공유하며, 재사용하기는 힘든 단점이 있다. 이에, 여러 연구들이 시간적 전송 교통 지리 정보 시스템의 구현을 발표했으나, 이러한 연구들은 시공간 선형적으로 참조된 도로 속성 데이터의 공유, 재사용 가능성의 부족, 데이터의 중복 및 시공간 선형적으로 참조된 도로 속성 데이터의 검색을 위한 작업의 복잡성 등의 단점을 가지고 있다.

[0005]

이에, 본 명세서에서는 시공간 선형적으로 참조된 도로 이벤트 데이터를 관리하기 위한 온톨로지 기반 방법 및 시스템을 제안한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명의 실시예들은 시공간 선형 레퍼런싱 데이터 구조의 온톨로지컬 프레임워크(Ontological framework)를 제안함으로써, 시공간 선형적으로 참조된 도로 이벤트 데이터를 관리하기 위한 온톨로지 기반 방법, 장치 및 시스템을 제공한다.
- [0007] 또한, 본 발명의 실시예들은 시공간 선형적으로 참조된 도로 이벤트 데이터를 기계가 처리할 수 있는 형태로 저장하고, 지능형 에이전트, 데이터베이스 및 어플리케이션에 의해 수정, 공유 및 재사용되게 하는 방법, 장치 및 시스템을 제공한다.
- [0008] 또한, 본 발명의 실시예들은 선형적으로 참조된 도로 이벤트 데이터에 대응하는 클래스 중 적어도 일부 세그먼트가 변화함에 응답하여, 변화된 적어도 일부 세그먼트만을 저장함으로써, 저장되는 데이터 크기를 줄이는 방법, 장치 및 시스템을 제공한다.
- [0009] 또한, 본 발명의 실시예들은 순환 알고리즘(Recursive algorithm)을 이용함으로써, 시공간 선형적으로 참조된 도로 이벤트 데이터에 대응하는 클래스 중 적어도 일부 세그먼트에 대응하는 데이터를 검색하는 방법, 장치 및 시스템을 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명의 일실시예에 따른 시공간 선형적으로 참조된 도로 이벤트 데이터(Spatio-temporal linearly referenced road event data)를 관리하기 위한 온톨로지 기반(Ontology-based) 방법은 교통 지리 정보 시스템(Geographic information system for transportation; GIS-T) 선형 레퍼런싱(Linear referencing; LR)을 이용하여 도로 포인트 이벤트 데이터를 선형적으로 참조된 도로 라인 이벤트 데이터로 변환하는 단계; 상기 선형적으로 참조된 도로 라인 이벤트 데이터에 대해, 라인 이벤트 테이블(Line event table; LET) 웹 온톨로지 언어(Web Ontology Language; OWL) 클래스 및 시공간 라인 이벤트 테이블(Spatio-temporal line event table; SLET) 웹 온톨로지 언어 클래스를 포함하는 시공간 선형적으로 참조된 영역 온톨로지(Spatio-temporal linearly referenced domain ontology)를 생성하는 단계; 및 상기 선형적으로 참조된 도로 라인 이벤트 데이터에 상기 시공간 선형적으로 참조된 영역 온톨로지를 적용하는 단계를 포함하고, 상기 시공간 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스는 적어도 하나의 세대 동안 상기 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스 중 적어도 일부 세그먼트가 변경됨에 응답하여, 상기 변경된 적어도 일부 세그먼트가 저장되어 업데이트된다.
- [0011] 상기 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스는 상기 선형적으로 참조된 도로 속성 데이터가 저장되는 속성 필드(Attribute field)를 포함하고, 상기 시공간 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스는 상기 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스에 포함되는 상기 속성 필드에 대응하는 속성 필드 및 시간 차원(time dimension)이 기록되는 필드를 포함할 수 있다.
- [0012] 상기 시공간 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스는 상기 적어도 하나의 세대 동안 상기 변경된 적어도 일부 세그먼트에 대한 속성 값이 저장되는 상기 속성 필드 및 상기 적어도 일부 세그먼트가 변경된 시간이 저장되는 상기 시간 차원이 기록되는 필드를 포함할 수 있다.
- [0013] 본 발명의 일실시예에 따른 시공간 선형적으로 참조된 도로 이벤트 데이터(Spatio-temporal linearly referenced road event data)를 관리하기 위한 온톨로지 기반(Ontology-based) 시스템은 교통 지리 정보 시스템(Geographic information system for transportation; GIS-T) 선형 레퍼런싱(Linear referencing; LR)을 이용하여 상기 도로 포인트 이벤트를 선형적으로 참조된 도로 라인 이벤트 데이터로 변환하는 변환부; 상기 선형적으로 참조된 도로 라인 이벤트 데이터에 대해, 라인 이벤트 테이블(Line event table; LET) 웹 온톨로지 언어(Web Ontology Language; OWL) 클래스 및 시공간 라인 이벤트 테이블(Spatio-temporal line event table; SLET) 웹 온톨로지 언어 클래스를 포함하는 시공간 선형적으로 참조된 영역 온톨로지(Spatio-temporal linearly referenced domain ontology)를 생성하는 생성부; 및 상기 선형적으로 참조된 도로 라인 이벤트 데이터에 상기 시공간 선형적으로 참조된 영역 온톨로지를 적용하는 적용부를 포함하고, 상기 적용부는 적어도 하나의 세대 동안 상기 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스 중 적어도 일부 세그먼트가 변경됨에

응답하여, 상기 시공간 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스에 상기 변경된 적어도 일부 세그먼트를 저장하여 업데이트한다.

발명의 효과

- [0014] 본 발명의 실시예들은 시공간 선형 레퍼런싱 데이터 구조의 온톨로지컬 프레임워크(Ontological framework)를 제안함으로써, 시공간 선형적으로 참조된 도로 이벤트 데이터를 관리하기 위한 온톨로지 기반 방법, 장치 및 시스템을 제공할 수 있다.
- [0015] 또한, 본 발명의 실시예들은 시공간 선형적으로 참조된 도로 이벤트 데이터를 기계가 처리할 수 있는 형태로 저장하고, 지능형 에이전트, 데이터베이스 및 어플리케이션에 의해 수정, 공유 및 재사용되게 하는 방법, 장치 및 시스템을 제공할 수 있다.
- [0016] 또한, 본 발명의 실시예들은 선형적으로 참조된 도로 이벤트 데이터에 대응하는 클래스 중 적어도 일부 세그먼트가 변화함에 응답하여, 변화된 적어도 일부 세그먼트만을 저장함으로써, 저장되는 데이터 크기를 줄이는 방법, 장치 및 시스템을 제공할 수 있다.
- [0017] 또한, 본 발명의 실시예들은 순환 알고리즘(Recursive algorithm)을 이용함으로써, 시공간 선형적으로 참조된 도로 이벤트 데이터에 대응하는 클래스 중 적어도 일부 세그먼트에 대응하는 데이터를 검색하는 방법, 장치 및 시스템을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 도로 포인트 이벤트 데이터를 선형적으로 참조된 도로 라인 이벤트로 변환하는 과정을 나타낸 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 시공간 선형적으로 참조된 영역 온톨로지를 나타낸 개념도이다.
- 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 시공간 선형적으로 참조된 영역 온톨로지의 프래그먼트를 나타낸 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스 중 적어도 일부 세그먼트가 변경됨에 응답하여, 변경된 적어도 일부 세그먼트가 저장되어 업데이트되는 규정을 나타낸 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 변경된 적어도 일부 세그먼트가 저장되어 업데이트되는 과정을 나타낸 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 시공간 선형적으로 참조된 도로 이벤트 데이터에 대응하는 클래스 중 적어도 일부 세그먼트에 대응하는 데이터를 검색하는 순환 과정을 나타낸 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 시공간 선형적으로 참조된 도로 이벤트 데이터를 관리하기 위한 온톨로지 기반 방법을 나타낸 플로우 차트이다.
- 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 시공간 선형적으로 참조된 도로 이벤트 데이터를 관리하기 위한 온톨로지 기반 시스템을 나타낸 블록도이다.
- 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 시공간 선형적으로 참조된 영역 온톨로지를 구현하는 제1 소프트웨어를 나타낸 도면이다.
- 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 시공간 선형적으로 참조된 영역 온톨로지를 구현하는 제2 소프트웨어를 나타낸 도면이다.
- 도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 제1 소프트웨어 및 제2 소프트웨어를 동작시켜, 변경된 적어도 일부 세그먼트가 저장되어 업데이트되는 과정을 나타낸 도면이다.
- 도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 제1 소프트웨어 및 제2 소프트웨어를 동작시켜, 업데이트되는 적어도 일부 세그먼트의 감소 숫자를 나타낸 도면이다.
- 도 13은 본 발명의 일실시예에 따른 제1 소프트웨어 및 제2 소프트웨어를 동작시켜, 업데이트되는 적어도 일부

세그먼트의 개수에 따른 데이터베이스 크기의 감소를 나타낸 도면이다.

도 14는 본 발명의 일실시예에 따른 제1 소프트웨어 및 제2 소프트웨어를 동작시켜, 업데이트되는 적어도 일부 세그먼트의 타입에 기초한 데이터베이스 크기의 감소 상관관계를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하, 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나 본 발명이 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 또한, 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0020] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 도로 포인트 이벤트 데이터를 선형적으로 참조된 도로 라인 이벤트로 변환하는 과정을 나타낸 도면이다.
- [0021] 도 1을 참조하면, 도로 포인트 이벤트 데이터는 교통 지리 정보 시스템 선형 레퍼런싱을 이용하여 선형적으로 참조된 도로 라인 이벤트로 변환된다. 이 때, 선형 레퍼런싱은 포인트 이벤트 테이블(Point event table; PET)(110)상에 이벤트의 측정값으로 기록된 위치를 선형 기능에 따라 상대적인 위치를 사용하여 도로 네트워크 이벤트(Road network events)에 대한 지리적 위치를 기록함으로써, 선형적으로 참조된 도로 라인 이벤트를 라인 이벤트 테이블(Line event table; LET)(120)에 저장할 수 있다. 또한, 선형 레퍼런싱을 이용하여 라인 이벤트 테이블(120) 및 포인트 이벤트 테이블(110)에 초기에 저장된 정보는 도로 네트워크에 시각화 되고 표시될 수 있으며, 쿼리(Queried)되고, 분석될 수 있다. 또한, 선형 레퍼런싱 기술은 도로가 라인 이벤트 테이블(120) 및 포인트 이벤트 테이블(110)의 속성에 따라 새로운 이벤트 형상(New geometry for events)을 만들어 내지 않고도, 속성의 변화에 따라 선형 특징들을 새로운 세그먼트의 집합(예를 들면 라인 이벤트(Line events))으로 분리할 수 있는 유연성을 제공한다.
- [0022] 라인 이벤트 테이블(120) 및 포인트 이벤트 테이블(110)은 Route-ID 필드 값 영역을 공통으로 포함함으로써, 연관될 수 있다. 여기서, 라인 이벤트 테이블(120)에서 라인 이벤트의 위치는 From 영역 및 To 영역에 표시될 수 있고, 라인 이벤트는 From 영역 및 To 영역의 측정값에 기초하여 경로의 일부를 나타낼 수 있다. 반면에, 포인트 이벤트의 위치는 불연속적 및 이산된 위치를 나타내기 위한 하나의 측정값을 이용하여 나타낼 수 있다.
- [0023] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 시공간 선형적으로 참조된 영역 온톨로지를 나타낸 개념도이다.
- [0024] 도 2를 참조하면, 시공간 선형적으로 참조된 도로 이벤트 데이터를 관리하기 위한 온톨로지 기반 시스템은 선형적으로 참조된 도로 라인 이벤트 데이터에 대해 시공간 선형적으로 참조된 영역 온톨로지를 생성할 수 있다.
- [0025] 여기서, 온톨로지는 어휘, 시멘틱(Semantic) 상호작용, 특정 주제에 대한 추론 및 논리의 몇 가지 간단한 규칙 등의 지식 용어 집합을 구성함을 의미하고, 이것은 영역 지식의 재사용, 영역 가정을 명확히 할 수 있으며, 사람들이나 소프트웨어 간의 정보 구조의 공통적인 이해의 공유, 도메인 지식의 추론과 분석을 가능하게 할 수 있다. 또한, 영역 온톨로지는 영역의 모든 필수적인 개념, 분류, 분류법, 관계 및 영역 원리를 포함할 수 있다.
- [0026] 따라서, 온톨로지의 사용은 개념정의, 관계들, 예증, 규칙들에 의해 시공간 선형적으로 참조된 데이터 모델을 기계가 이해할 수 있는 형태로 구조화할 수 있도록 지원할 수 있다. 특히, 도로 유지 영역을 위해 개발된, 시공간 선형적으로 참조된 온톨로지는 도로 유지 영역에 관련된 도로 네트워크 특징과 사고들 사이의 관계를 정의할 수 있다. 이 때, 시공간 선형적으로 참조된 영역 정보를 기계가 처리 가능하고, 수용 가능한 형태로 표현하기 위해, 영역 온톨로지는 온톨로지 표현 언어를 사용하여 공식화해야 한다. 예를 들어, 온톨로지 표현 언어로는 월드 와이드 웹 컨소시엄의 웹 온톨로지 언어(Web Ontology Language; OWL)가 사용될 수 있다.
- [0027] 시공간 선형적으로 참조된 도로 이벤트 데이터를 관리하기 위한 온톨로지 기반 시스템은 웹 온톨로지 언어를 이용하여 자동화된 리즈닝(Reasoning)이 발생할 수 있도록 명확하고 잘 정의된 의미와 형식주의를 표현함으로써, 논리적 모델인 영역 온톨로지를 구현할 수 있다. 이 때, 웹 온톨로지 언어는 데이터 모델링 프리미티브(Data modeling primitives), 정확한 의미와 지식 표현을 위해 표준 XML에 기반한 표현 메커니즘(Mechanisms)의 풍부한 집합을 제공한다.
- [0028] 또한, 시공간 선형적으로 참조된 영역 온톨로지는 웹 온톨로지 언어를 이용함으로써, 개념적으로 슈퍼클래스-서브클래스(Superclass-subclass)의 계층구조로 조직될 수 있고, 웹 온톨로지 언어 리즈너(Reasoner)에 의해 슈퍼클래스-서브클래스 사이의 관계가 자동적으로 계산될 수 있다. 구체적으로, 시공간 선형적으로 참조된 영역 온

톨로지의 개념 영역 모델(Conceptual domain model)(210)에 포함되는 도로 특징 또는 이벤트 등의 웹 온톨로지 언어 클래스들은 경로, 라인 이벤트 또는 세그먼트 등의 개별 객체가 특정 클래스에 속하도록 정형화된 명세서(Formal specifications)를 사용하여 생성될 수 있다. 이 때, 유사한 특성을 공유하는 개별 객체들은 동일한 클래스에 포함될 수 있다.

- [0029] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 시공간 선형적으로 참조된 영역 온톨로지의 프래그먼트를 나타낸 도면이다.
- [0030] 도 3을 참조하면, 시공간 선형적으로 참조된 영역 온톨로지의 프래그먼트(310)가 구체적으로 명시되어 있다.
- [0031] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스 중 적어도 일부 세그먼트가 변경됨에 응답하여, 변경된 적어도 일부 세그먼트가 저장되어 업데이트되는 규정을 나타낸 도면이다.
- [0032] 도 4를 참조하면, 시공간 선형적으로 참조된 영역 온톨로지에는 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스 및 시공간 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스가 포함된다. 여기서, 적어도 하나의 세대 동안 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스 중 적어도 일부 세그먼트가 변경됨에 응답하여, 시공간 라인 이벤트 웹 온톨로지 언어 클래스에는 변경된 적어도 일부 세그먼트가 저장되어 업데이트될 수 있다. 따라서, 시공간 라인 이벤트 웹 온톨로지 언어 클래스에는 라인 이벤트 웹 온톨로지 언어 클래스와 동일한 속성 필드가 포함되며, 추가적으로 시간 차원이 기록되는 필드가 포함될 수 있다.
- [0033] 구체적으로, 시공간 라인 이벤트 웹 온톨로지 언어 클래스에는 다음 세대 새로운 적어도 일부 세그먼트에 의해 교체되기 전까지 잠시 동안 이전의 적어도 일부 세그먼트가 저장될 수 있다. 이 때, 변경된 적어도 일부 세그먼트가 저장되어 업데이트되는 규정(410)은 적어도 일부 세그먼트의 변화 유형에 기반하여 설정될 수 있다. 또한, 변화 유형은 새로운 적어도 일부 세그먼트의 이전 상태를 나타내는 이전 세그먼트의 일부분을 통하여 식별될 수 있다.
- [0034] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 변경된 적어도 일부 세그먼트가 저장되어 업데이트되는 과정을 나타낸 도면이다.
- [0035] 도 5를 참조하면, 적어도 하나의 세대 동안 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스 중 적어도 일부 세그먼트가 변경됨에 응답하여, 변경된 적어도 일부 세그먼트가 저장되어 업데이트된다(510). 예를 들어, 2005년부터 2006년 사이의 세그먼트가 업데이트 되면, 2005년 세그먼트의 변화된 부분만이 시공간 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스에 보존될 수 있다.
- [0036] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 시공간 선형적으로 참조된 도로 이벤트 데이터에 대응하는 클래스 중 적어도 일부 세그먼트에 대응하는 데이터를 검색하는 순환 과정을 나타낸 도면이다.
- [0037] 도 6을 참조하면, 시공간 선형적으로 참조된 도로 이벤트 데이터를 관리하기 위한 온톨로지 기반 시스템은 순환 과정(610)을 이용하여, 시공간 선형적으로 참조된 도로 이벤트 데이터에 대응하는 클래스 중 적어도 일부 세그먼트에 대응하는 데이터를 검색할 수 있다.
- [0038] 위에서 상술하였듯이, 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스의 이전의 적어도 일부 세그먼트가 새로운 적어도 일부 세그먼트로 업데이트 될 때마다, 새로운 적어도 일부 세그먼트로 교체된 이전의 적어도 일부 세그먼트의 일부분만이 시공간 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스에 저장될 수 있다. 이렇나 부분을 시공간 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스는 각각의 타임 스탬프(Time stamp)에 대한 시공간 세그먼트(Spatio-temporal segments)로서 포함하고 있다. 이 때, 대부분의 교통 지리 정보 시스템 어플리케이션(GIS-T applications)에서, 다른 타임 스탬프에 대한 이전의 적어도 일부 세그먼트 전부는 수많은 도로 관리 요구사항을 지원하기 위해 접근 가능해야 할 수 있다. 예를 들어, 접근은 열화경향(Deterioration trends)을 결정하고 과거의 포장 상태를 평가하기 위해 필수적일 수 있다.
- [0039] 순환 과정(610) 각각에서, 주어진 타임 스탬프에 대한 모든 적어도 일부 세그먼트는 시공간 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스에 저장된 타임 스탬프에 대한 세그먼트 및 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스

스에 저장된 다음 타임 스탬프(Next time stamp)에 대한 모든 세그먼트의 조합에서 추출될 수 있다.

- [0040] 이와 같은 조합은 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스의 부분을 공간적으로 동일한 시공간 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스의 세그먼트로 대체할 수 있다.
- [0041] 예를 들어, T_{n-u-1} 타임 스탬프에 대한 모든 세그먼트는 T_n 타임 스탬프에 대한 세그먼트가 이전 단계에서 생산되는 만큼 오래 생성되었기 때문에 순환과정이 될 수 있다. 여기서, n 은 가장 최근 시간의 인덱스이며, u 는 반복번호일 수 있다.
- [0042] 이러한 순환 과정(610)에서, 모든 세그먼트는 오직 가장 최근 시간 스탬프인 T_n 에서만 사용 가능하므로, 가장 최근의 타임스탬프 T_n 에 대한 모든 세그먼트는 초기에 순환의 시작점으로 사용될 수 있다. 그 후, 순환 과정(610)은 이전 타임 스탬프에 대한 모든 세그먼트를 연속적으로 검색하는 과정을 포함할 수 있다.
- [0043] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 시공간 선형적으로 참조된 도로 이벤트 데이터를 관리하기 위한 온톨로지 기반 방법을 나타낸 플로우 차트이다.
- [0044] 도 7을 참조하면, 시공간 선형적으로 참조된 도로 이벤트 데이터를 관리하기 위한 온톨로지 기반 시스템은 교통 지리 정보 시스템(Geographic information system for transportation; GIS-T) 선형 레퍼런싱(Linear referencing; LR)을 이용하여 도로 포인트 이벤트 데이터를 선형적으로 참조된 도로 라인 이벤트 데이터로 변환한다(710).
- [0045] 또한, 시공간 선형적으로 참조된 도로 이벤트 데이터를 관리하기 위한 온톨로지 기반 시스템은 선형적으로 참조된 도로 라인 이벤트 데이터에 대해, 라인 이벤트 테이블(Line event table; LET) 웹 온톨로지 언어(Web Ontology Language; OWL) 클래스 및 시공간 라인 이벤트 테이블(Spatio-temporal line event table; SLET) 웹 온톨로지 언어 클래스를 포함하는 시공간 선형적으로 참조된 영역 온톨로지(Spatio-temporal linearly referenced domain ontology)를 생성한다(720).
- [0046] 또한, 시공간 선형적으로 참조된 도로 이벤트 데이터를 관리하기 위한 온톨로지 기반 시스템은 선형적으로 참조된 도로 라인 이벤트 데이터에 시공간 선형적으로 참조된 영역 온톨로지를 적용한다(730).
- [0047] 이 때, 시공간 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스는 적어도 하나의 세대 동안 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스 중 적어도 일부 세그먼트가 변경됨에 응답하여, 변경된 적어도 일부 세그먼트가 저장되어 업데이트된다.
- [0048] 또한, 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스는 선형적으로 참조된 도로 속성 데이터가 저장되는 속성 필드(Attribute field)를 포함하고, 시공간 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스는 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스에 포함되는 속성 필드에 대응하는 속성 필드 및 시간 차원(time dimension)이 기록되는 필드를 포함할 수 있다.
- [0049] 또한, 시공간 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스는 적어도 하나의 세대 동안 변경된 적어도 일부 세그먼트에 대한 속성 값이 저장되는 속성 필드 및 적어도 일부 세그먼트가 변경된 시간이 저장되는 시간 차원이 기록되는 필드를 포함할 수 있다.
- [0050] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 시공간 선형적으로 참조된 도로 이벤트 데이터를 관리하기 위한 온톨로지 기반 시스템을 나타낸 블록도이다.
- [0051] 도 8을 참조하면, 시공간 선형적으로 참조된 도로 이벤트 데이터를 관리하기 위한 온톨로지 기반 시스템은 변환부(810), 생성부(820) 및 적용부(830)를 포함한다.
- [0052] 변환부(810)는 교통 지리 정보 시스템(Geographic information system for transportation; GIS-T) 선형 레퍼런싱(Linear referencing; LR)을 이용하여 도로 포인트 이벤트 데이터를 선형적으로 참조된 도로 라인 이벤트 데이터로 변환한다.
- [0053] 생성부(820)는 선형적으로 참조된 도로 라인 이벤트 데이터에 대해, 라인 이벤트 테이블(Line event table) 웹 온톨로지 언어(Web Ontology Language; OWL) 클래스 및 시공간 라인 이벤트 테이블(Spatio-temporal line event table) 웹 온톨로지 언어 클래스를 포함하는 시공간 선형적으로 참조된 영역 온톨로지(Spatio-temporal

linearly referenced domain ontology)를 생성한다.

- [0054] 적용부(830)는 적어도 하나의 세대 동안 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스 중 적어도 일부 세그먼트가 변경됨에 응답하여, 시공간 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스에 변경된 적어도 일부 세그먼트를 저장하여 업데이트한다.
- [0055] 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 시공간 선형적으로 참조된 영역 온톨로지를 구현하는 제1 소프트웨어를 나타낸 도면이다.
- [0056] 도 9를 참조하면, 제1 소프트웨어는 Protege ontology editor로서, 생명 정보학 연구를 위한 스탠포트 센터에 의해 개발되었다. 여기서 Protege는 온톨로지와 지식기반 관리도구를 제공하는 플러그인(Plug-ins)의 모음으로 구성되어 있다. 구체적으로, Protege 사용자들이 시공간 선형적으로 참조된 영역 온톨로지를 관리하고, 시공간 선형적으로 참조된 영역 온톨로지에 포함되는 클래스 및 속성을 로드, 편집 및 시각화하며, 논리 리즈너 묘사를 실행하도록 지원할 수 있다.
- [0057] 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 시공간 선형적으로 참조된 영역 온톨로지를 구현하는 제2 소프트웨어를 나타낸 도면이다.
- [0058] 도 10을 참조하면, 제2 소프트웨어는 ArcGIS로서, ArcGIS는 시공간 선형적으로 참조된 영역 온톨로지에 포함되는 클래스에 저장된 데이터로부터 이벤트를 실행하고, 관리하며, 분석하기 위해 선형 참조 기능을 활용할 수 있다. 또한, ArcGIS는 사용자가 지리 정보를 저장, 편집, 조회, 분석 및 표시할 수 있도록 통합된 도구 세트를 지원할 수 있다. 이와 같은 통합된 도구 세트는 ArcObjects 기술 및 VB.net 기술에 의해, ArcGIS 상에서 그래픽 사용자 인터페이스(Graphical User Interface; GUI)로 제공될 수 있다.
- [0059] 제2 소프트웨어 ArcGIS는 시공간 라인 이벤트 테이블 상의 시간 선택에 의해 모든 타임스탬프에 대한 모든 세그먼트를 검색할 수 있는 대화 상자 창을 사용자에게 제공할 수 있다. 이 때, 사용자가 특정 시간을 선택하면, 자동적으로 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스에서 특정 시간에 대응하는 모든 세그먼트가 검색될 수 있다.
- [0060] 이하, 본 발명의 일실시예에 따른 실험은 포장 상태인 1000 도로 세그먼트를 포함하는 가상의 도로 네트워크에서 수행되는 것을 전제로 한다. 여기서, 도로 세그먼트는 변경 유형에 따라 새로운 세그먼트의 집합으로 업데이트되며, 새로운 세그먼트의 이전 상태의 세그먼트는 시공간 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스에 저장될 수 있다.
- [0061] 또한, 실험은 두 개의 서로 다른 시나리오를 이용하여 데이터베이스의 크기를 감소됨에 대해 시험하기로 한다.
- [0062] 도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 제1 소프트웨어 및 제2 소프트웨어를 동작시켜, 변경된 적어도 일부 세그먼트가 저장되어 업데이트되는 과정을 나타낸 도면이다.
- [0063] 도 11을 참조하면, 제1 시나리오에서, 1000 도로 세그먼트는 타임 스탬프의 새로운 100 세그먼트로 업데이트되며, 그 다음에는 다섯 번째 타임스탬프까지 업데이트 된 세그먼트의 결과가 다음 타임스탬프의 새로운 100 세그먼트로 업데이트될 수 있다.
- [0064] 도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 제1 소프트웨어 및 제2 소프트웨어를 동작시켜, 업데이트되는 적어도 일부 세그먼트의 감소 숫자를 나타낸 도면이다.
- [0065] 도 12를 참조하면, 이러한 업데이트 과정이 완료된 후, 시공간 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스에 저장된 이전의 세그먼트는 카운트되며, 저장된 모든 이전 세그먼트의 숫자와 비교될 수 있다. 여기서, 두 숫자 사이의 차이는 데이터베이스 크기의 감소 숫자를 나타낸다. 예를 들어, T2시간까지 'Snew is equal to one So' 변경 유형에 따라 모든 세그먼트를 저장하는 경우에, 2000 세그먼트가 저장되는 반면, 오직 변경된 부분의 저장을 통하여 숫자가 200 세그먼트로 감소될 수 있다. 따라서, 1800의 숫자 감소가 발생할 수 있다.
- [0066] 이러한 시공간 세그먼트의 숫자 및 데이터베이스 크기가 감소함은 테이블에 명확히 나타나며, 특히, 많은 타임

스택프레에 대한 시공간 세그먼트 데이터의 저장소가 필요한 경우, 시공간 세그먼트의 숫자 및 데이터베이스 크기의 감소는 더 크게 발생될 수 있다.

[0067] 또한, 모든 변경 유형에 대한 데이터베이스 크기 감소는 새로운 세그먼트의 개수와 역의 관계에 있다. 이에 대해서는 도 13을 참조하여 상세히 기재하기로 한다.

[0068] 도 13은 본 발명의 일실시예에 따른 제1 소프트웨어 및 제2 소프트웨어를 동작시켜, 업데이트되는 적어도 일부 세그먼트의 개수에 따른 데이터베이스 크기의 감소를 나타낸 도면이다.

[0069] 도 13을 참조하면, 제2 시나리오에서, 모든 변경 유형에 대한 새로운 세그먼트의 숫자에 맞춰 데이터베이스 크기의 감소가 탐색될 수 있다.

[0070] 이 때, 모든 변경 유형에 대한 데이터베이스 크기 감소는 새로운 세그먼트의 개수와 역의 관계에 있기 때문에, 새로운 세그먼트의 수가 증가하면, 데이터베이스 크기가 감소될 수 있다. 이에 대해서는 도 14를 참조하여 상세히 기재하기로 한다.

[0071] 도 14는 본 발명의 일실시예에 따른 제1 소프트웨어 및 제2 소프트웨어를 동작시켜, 업데이트되는 적어도 일부 세그먼트의 타입에 기초한 데이터베이스 크기의 감소 상관관계를 나타낸 도면이다.

[0072] 도 14를 참조하면, 'Snew is equal to one So', 'Snew is covered by one So', 'Snew is left side matched and covered by one So', 'Snew is right side matched and covered by one So' 및 'Snew is equal to the sum of the n adjacent So'의 변경 유형에 대해 가장 낮은 비율로 감소량이 줄어들 수 있다. 특히, 변경 유형이 'Snew is intersected by two So'인 경우에 감소량이 가장 높은 비율로 줄어들 수 있다.

[0073] 또한, 시공간 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스에 저장된 시공간 세그먼트는 특정 세그먼트에 대한 정보를 검색하거나 시공간 교통 패턴을 추출하기 위해 조회되고 분석될 수 있다. 예를 들어, $S(T1) = 'good'$ and $T1 - T2 \leq \text{nine months}$ and $S(T2) = 'poor'$ 의 검색은 9개월 이내에 도로 포장 상태가 good에서 poor로 변경된 부분을 도로 네트워크에서 찾을 수 있도록 하는 검색식일 수 있다.

[0074] 또한, 교통 패턴은 시공간 세그먼트로부터 파생될 수 있다. 이 때, 패턴은 포장 상태와 트래픽 로드 세그먼트 사이의 상관관계를 이용하여 설정될 수 있다. 또한, 패턴은 시공간 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스의 시공간 세그먼트 두 세트를 오버레이(Overlaying)하고 비교하여 관찰될 수 있다.

[0075] 본 명세서에서는 온톨로지 기반 시공간 선형적으로 참조된 데이터 모델을 설명하였다. 이러한 온톨로지 기반 시공간 선형적으로 참조된 데이터 모델은 시공간 선형적으로 참조된 영역 온톨로지에 포함되는 클래스, 관계, 개체 및 형식적 원리에 의해 정형화되고, 명시적으로 서술됨으로써, 정형화될 수 있다.

[0076] 또한, 온톨로지 기반 시공간 선형적으로 참조된 데이터 모델은 시공간 선형적으로 참조된 데이터를 위한 시멘틱 및 기계가 이해할 수 있는 프레임워크를 명시적으로 표현할 수 있다. 또한, 온톨로지 기반 시공간 선형적으로 참조된 데이터 모델은 저장된 도로 데이터 기록이 유지됨으로써, 서로 다른 어플리케이션에 의해 공유 및 재사용될 수 있다. 또한, 온톨로지 기반 시공간 선형적으로 참조된 데이터 모델은 시공간 라인 이벤트 테이블 웹 온톨로지 언어 클래스에 이전 세그먼트에 대한 이전 상태를 저장하고 보존함으로써, 이전 타임 스탬프 각각에 대한 모든 세그먼트를 자동적으로 검색할 수 있다. 이러한 저장 및 보존 기법이 적용됨으로써, 시공간 세그먼트의 개수 또는 데이터베이스 크기의 감소를 도모할 수 있다.

[0077] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 컨트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상

의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0078]

소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embodiment)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0079]

실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0080]

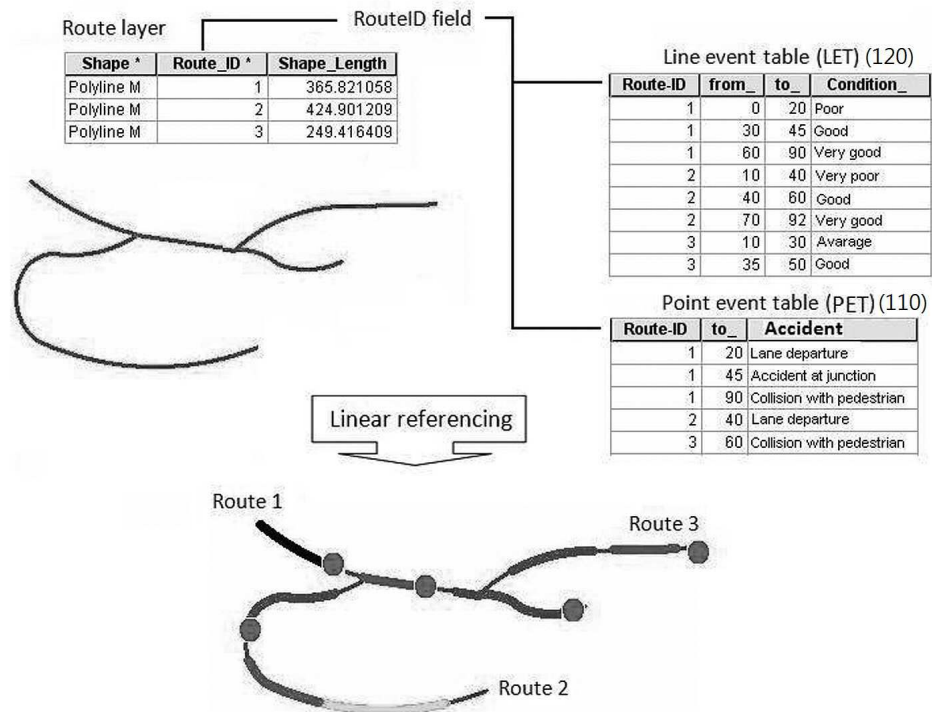
이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0081]

그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

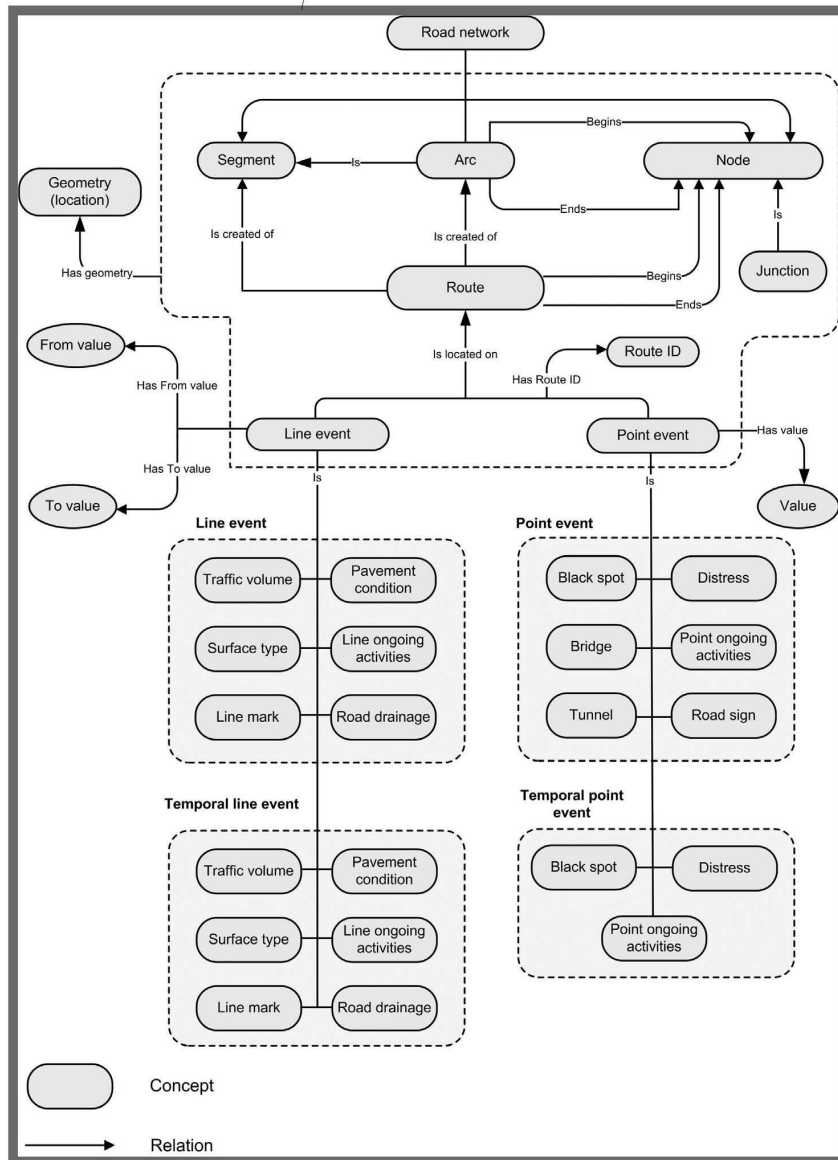
도면

도면1



도면2

210



도면3

310

```
<rdf:RDF ontologies.com/Ontology1326699884.owl>
<owl:Ontology rdf:about="">
<owl:Class rdf:ID='Point_event'>
<owl:Class rdf:ID='Route'>
<owl:Class rdf:ID='Line_event'>
<rdfs:label rdf:datatype='http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string'>
Line event</rdfs:label>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID='Pavement_condition'>
<rdfs:subClassOf rdf:resource='#Line_event'>
</owl:Class>
<owl:ObjectProperty rdf:ID='Has_From_Value'>
<owl:ObjectProperty rdf:ID='Has_To_Value'>
<owl:ObjectProperty rdf:ID='Is_located_on'>
<rdfs:range rdf:resource='#Route'>
<rdfs:domain>
<owl:Class>
<owl:unionOf rdf:parseType='Collection'>
<owl:Class rdf:about='#Line_event'>
<owl:Class rdf:about='#Point_event'>
</owl:unionOf>
</owl:Class>
</rdfs:domain>
</owl:ObjectProperty>
</rdf:RDF>
```

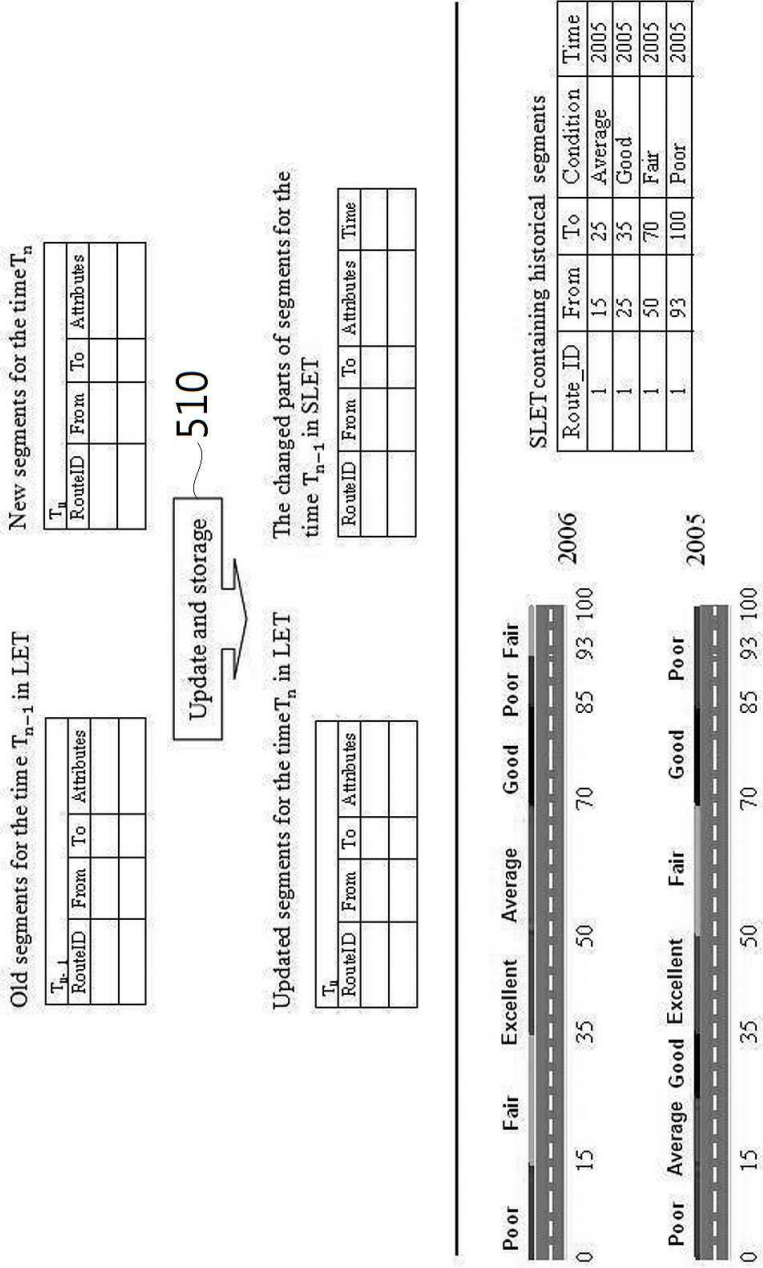
도면4

(410)

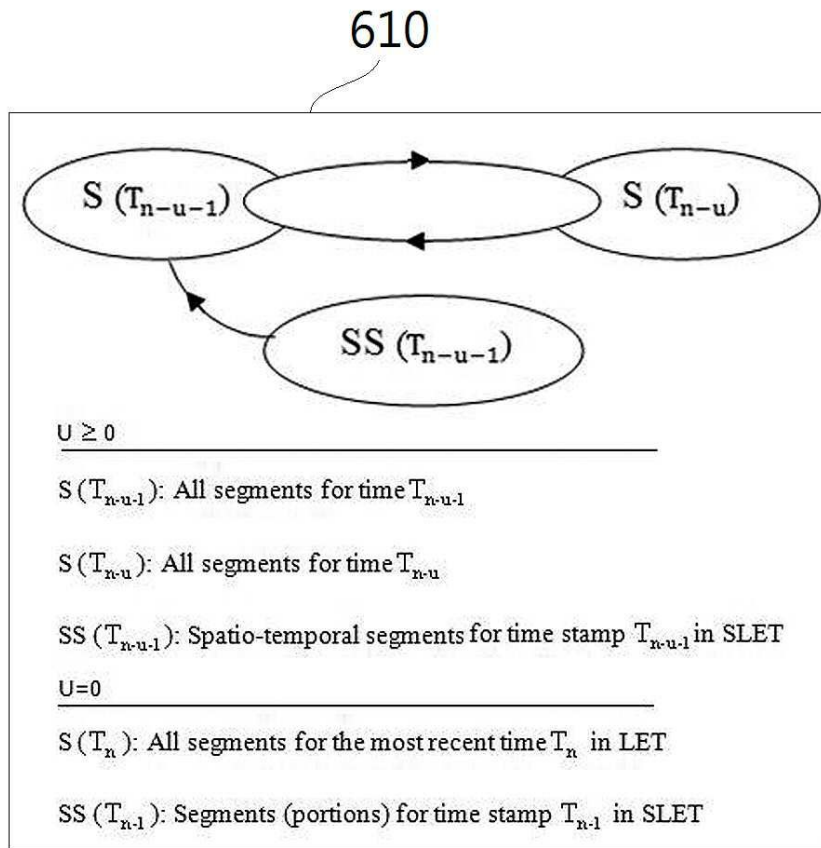
Table1
The changed portions in each change type

Change type	Changed portions	Number of portions
S_{new} is equal to one S_0	$S = \{(F_i, T_i)\}$	1
S_{new} is covered by one S_0	$S = \{(F_{\text{new}}, T_{\text{new}})\}$	1
S_{new} is left side matched and covered by one S_0	$S = \{(F_{\text{new}}, T_{\text{new}})\}$	1
S_{new} is right side matched and covered by one S_0	$S = \{(F_{\text{new}}, T_{\text{new}})\}$	1
S_{new} is intersected by two S_0	$S = \{(F_{\text{new}}, T_i), (F_{i+1}, T_{\text{new}})\}$	2
S_{new} is equal to the sum of n adjacent S_0	$S = \{(F_i, T_i), (F_{i+1}, T_{i+1}), \dots, (F_{i+n}, T_{i+n})\}$	n
S_{new} covers n adjacent S_0	$S = \{(F_{\text{new}}, T_i), (F_{i+1}, T_{i+1}), \dots, (F_{i+n}, T_{\text{new}})\}$	n+2
S_{new} is left side matched and covers n adjacent S_0	$S = \{(F_i, T_i), (F_{i+1}, T_{i+1}), \dots, (F_{i+n}, T_{\text{new}})\}$	n+1
S_{new} is right side matched and covers n adjacent S_0	$S = \{(F_{\text{new}}, T_i), (F_{i+1}, T_{i+1}), \dots, (F_{i+n}, T_{i+n})\}$	n+1

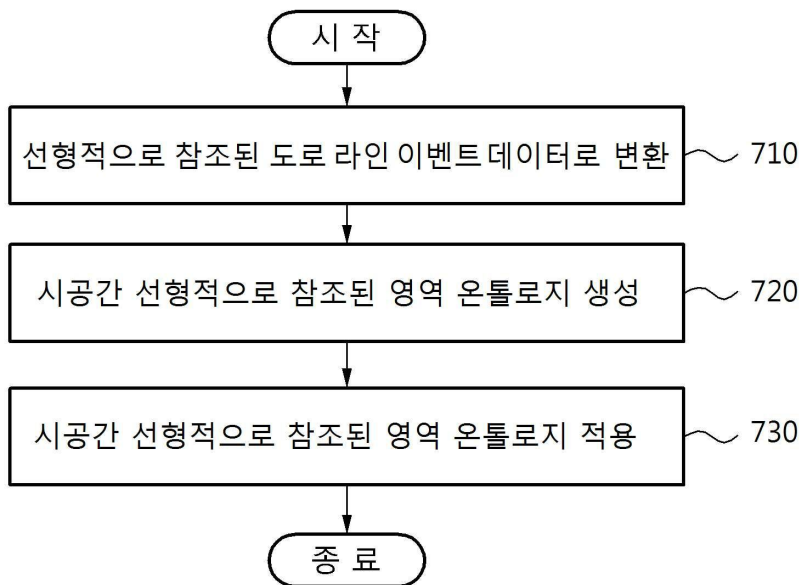
도면5



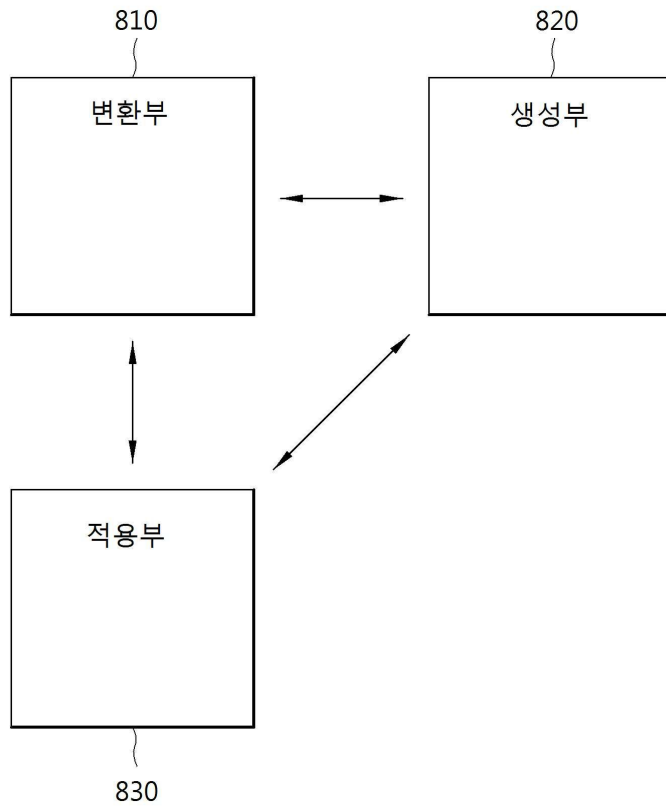
도면6



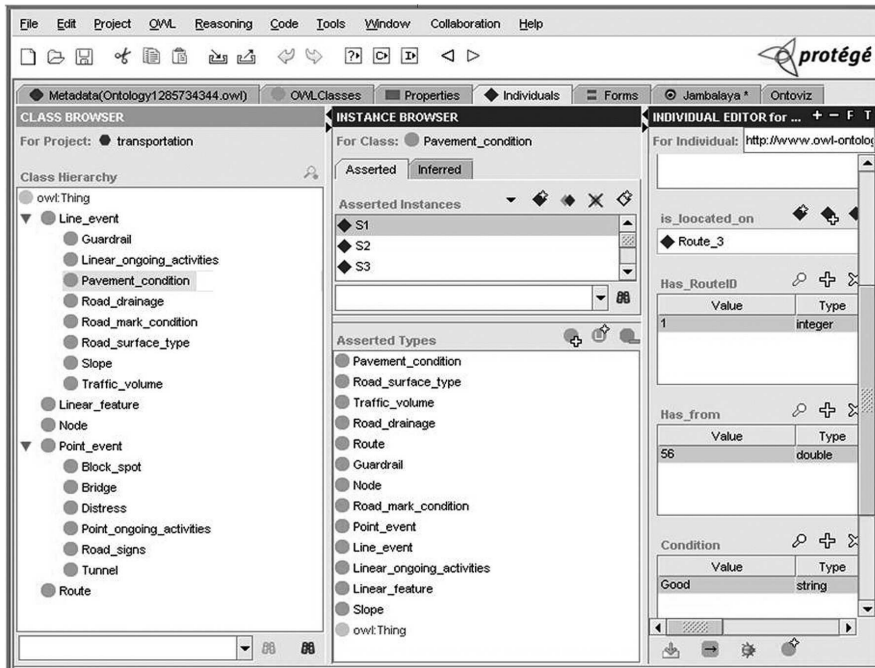
도면7



도면8



도면9



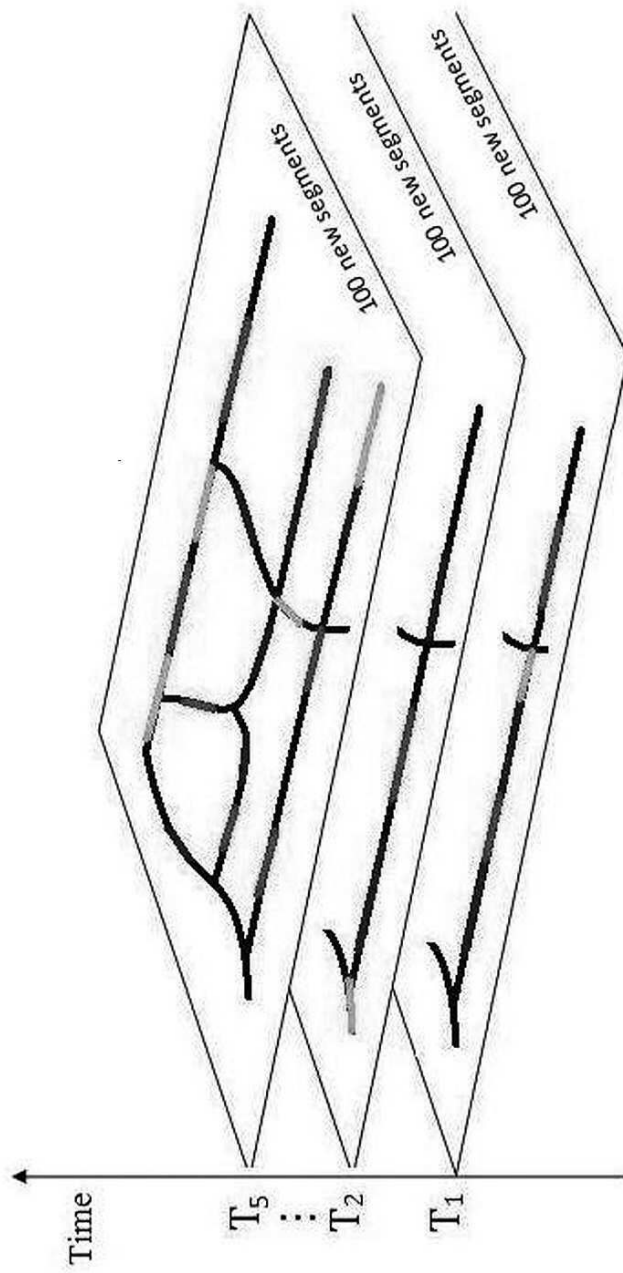
도면10

The image shows a graphical user interface for data retrieval, divided into two main sections: LET and SLET. The LET section on the left contains four dropdown menus labeled Name, Route ID, From, and To. The SLET section on the right contains five dropdown menus labeled Name, Route ID, From, To, and Time, plus a 'Time values' section with a list box showing years 2005, 2006, and 2007. A 'Retrieve' button is located at the bottom left of the interface.

Section	Field	Value
LET	Name	Pavement condition
	Route ID	RouteID
	From	From
	To	To
SLET	Name	Historical Pavement conditi
	Route ID	RouteID
	From	From
	To	To
	Time	Time
	Time values	2005, 2006, 2007

Retrieve

도면11



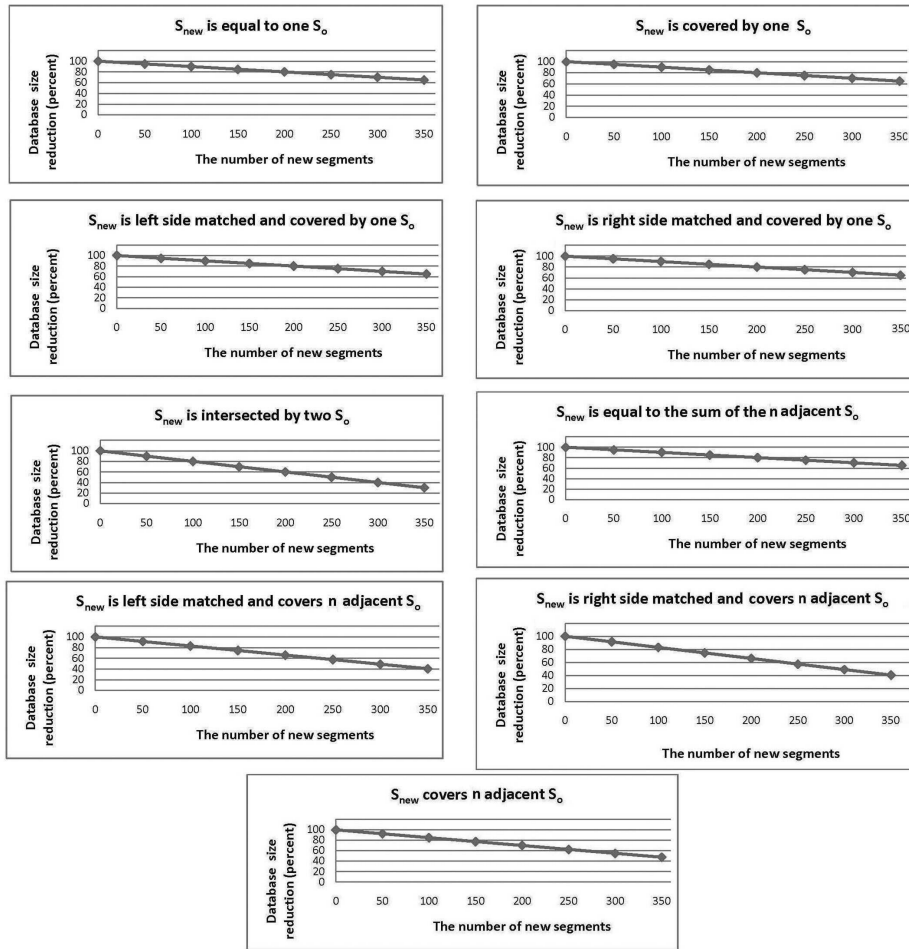
도면12

Table 2

The reduced number of old segments according to the change types and the time stamps

Change type	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
S _{new} is equal to one S _o	900	1800	2700	3600	4500
S _{new} is covered by one S _o	900	1800	2700	3600	4500
S _{new} is left side matched and covered by one S _o	900	1800	2700	3600	4500
S _{new} is right side matched and covered by one S _o	900	1800	2700	3600	4500
S _{new} is intersected by two S _o	800	1600	2400	3200	4000
S _{new} is equal to the sum of the n adjacent S _o	900	1800	2700	3600	4500
S _{new} covers n adjacent S _o	850	1700	2550	3400	4250
S _{new} is left side matched and covers n adjacent S _o	830	1660	2490	3320	4150
S _{new} is right side matched and covers n adjacent S _o	830	1660	2490	3320	4150

도면13



도면14

