

도로관리통합시스템의 시공간 데이터 모델 적용

Application of Spatio-Temporal Data Model for the Highway Management System

김기정* · 성정곤**

Kim, Ki Jeung, Sung, Jung Gon

1. 서론

도로 유지관리의 과학화를 위해 건설교통부는 도로대장전산화시스템, 포장관리시스템, 교량관리시스템, 교량조사시스템, 도로절개면유지관리시스템 등 단위 업무를 중심으로 운영시스템을 개발하여 왔다. 그러나 단위 업무 중심의 독립적으로 개발·운영되고 있는 도로 관련 시스템들은 각종 정보에 대한 위치 정보 관리 방법이 상이하여 도로 관련 정보들간의 관련성을 파악하기 어려워 업무연계와 의사결정 지원에 큰 도움을 주지 못하였다. 따라서 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 GIS 기반의 도로관리통합시스템(이하 HMS : Highway Management System)은 기존의 도로 관련 시스템에 통일된 이징체계를 적용하여 도로관리용 수치지도와 각종 도로 관련 정보를 연계함으로써 종합적인 도로 정보를 제공할 수 있는 시스템으로 개발되었다.

HMS는 사용자의 시공간질의(Spatio-Temporal Query)에 응답하기 위해 시간의 흐름에 따라 변화하는 도로의 도형정보와 속성정보를 시간정보와 함께 기록 및 유지관리 할 수 있어야 한다. 따라서 본 논문에서는 Dynamic Segmentation을 기본 데이터 모델로 하는 HMS의 이력관리를 위한 도형 및 속성정보의 이력관리 방법에 대해 논한다.

2. HMS 개요

2.1 데이터 모델(Dynamic Segmentation)

HMS에서 사용하고 있는 수치지도는 「전국 교통 DB 구축 사업」의 성과물인 교통 주제도를 공동 활용하여 전국 일반국도를 관리 주체별 관할 영역 단위로 제작한 도로관리용 수치지도이다. 도로관리용 수치지도 상에 표현되는 도로 관련 정보는 대부분 선(line)의 형태로 나타나며, 이징관리체계를 통해 정보가 표현된다. 이를 위해서는 공간 정보와 속성 정보를 연결하여야 한다. HMS는 일반국도의 동일선상에 여러 가지의 속성 정보를 표현해야 한다. 이러한 정보들을 표현하기 위해 링크를 분할해야 한다면 도로는 지나치게 많은 링크로 분리되고 동일한 정보가 다수의 링크에 대해 중복 저장됨으로써 데이터베이스의 양이 급격히 증가하며 관리가 어려워진다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 데이터베이스를 설계시 다속성 동적 분할(Multiple Attribute Dynamic Segmentation) 데이터 모델을 반영하여 도로 관련 정보를 도로관리용 수치지도 상에 나타낸다. 동적 분할법은 도로의 선형적 정보를 이용하여 링크를 논리적으로 정의하는 방법이다. 그러므로 동적 분할 데이터 모델을 사용할 경우 정적 분할에 따른 작업의 시간과 데이터베이스의 양을 줄일 수 있다. 예를 들면, <그림 1>에서와 같이 Route R은 링크 A, B, C의 순서로 이루어져있으며 Route 테이블에 Route 구성정보와 길이 정보가 들어있다. 따라서 Dynamic Segmentation 알고리즘을 통해, 포장정보, 교통량 정보 등 각종 이벤트 정보 조회 시 물리적인 링크단위가 아닌 이벤트 테이블의 이벤트 길이 기준으로 각종 속성정보를 조회할 수 있다.

* 정회원 · 한국건설기술연구원 · 연구원 · 공학사 · 031-910-0710(E-mail : kjeus@kict.re.kr)

** 정회원 · 한국건설기술연구원 · 수석연구원 · 공학박사 · 031-910-0179(E-mail : jgsung@kict.re.kr)

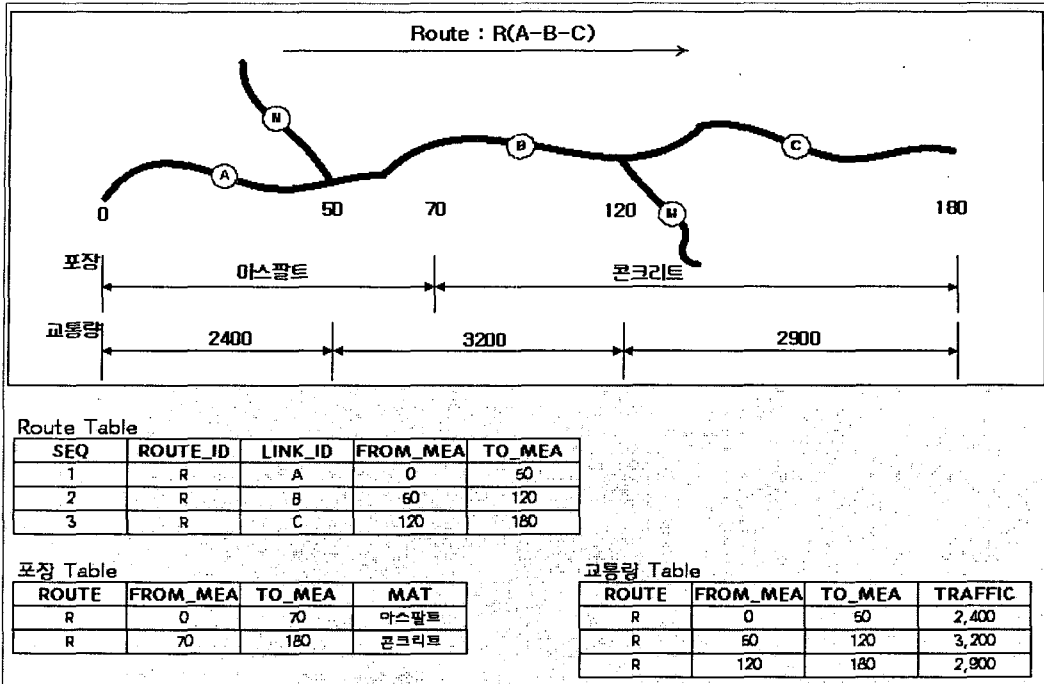


그림 1. Dynamic Segmentation 활용 예

2.2 통합 데이터베이스 내용 및 구성체계

통합 데이터베이스에서 관리하는 정보들은 단순히 문자나 숫자 형태뿐만 아니라 도로대장전산화 도면 같이 CAD로 작성된 참조 도면을 세부 정보로 가지기도 한다. 이와 같이 통합 데이터베이스는 별도의 물리적 저장 구조로 구성하여 다양한 형태의 정보를 저장·관리할 수 있도록 하였다. 그 이유는 대부분의 상용 데이터베이스관리시스템이 관계형 모델을 기반으로 하고 있는데, 관계형 모델의 경우 수치지도나 CAD와 같이 비정형 자료를 위한 모델로써는 부적합하기 때문이다. 따라서 HMS의 속성정보는 상용 데이터베이스관리시스템을 이용해서 관리하고, 도형정보는 지리정보시스템이 제공하는 저장구조를 통해 관리한다.

표 1. 통합 데이터베이스 내용

구분	데이터 내용	
도로대장전산화 (NAHMIS)	도면	중평면도, 용지도, 지하매설물도
	조서	도로중심선 교점, 실연장, 종단구배 등
포장(PMS)	조사요청·조사대상·조사분석 구간 보수이력, 보수공법 포장상태 (QI, VI, 평탄성, 치짐량 등) 도로관리현황 (덧씌우기, 표면처리, 재포장, 보수연장 등)	
교량(BMS)	교량제원, 교량구조, 보수이력, 조사평가서 등 터널제원, 터널구조, 점검내역, 안전진단 내역, 보수이력 등	
교통량조사(TMS)	교통량 조사지점 및 조사구간 차종별 교통량, 연평균 일교통량	
도로절개면(CSMS)	절개면 조사 현장자료, 안정해석, 보수이력, 정비대책, 현장사진 등	



HMS 운용에 사용되는 서버는 통합 데이터를 저장 및 관리하기 위한 통합 데이터베이스 서버, 카드 도면 및 그래픽 데이터를 관리하기 위한 도면 서버, 웹 사용자를 위한 웹 서버로 구성되어 있으며 건설교통정보망 아래 데이터가 관리 및 서비스된다. HMS 운용프로그램은 지방국토관리청 및 국토유지건설사무소의 전산담당자를 위한 클라이언트/서버 기반의 운용프로그램과 도로관리 실무자를 위한 웹 기반의 운용프로그램이 있으며 웹 운용프로그램에서는 조회 위주의 작업이 진행된다.

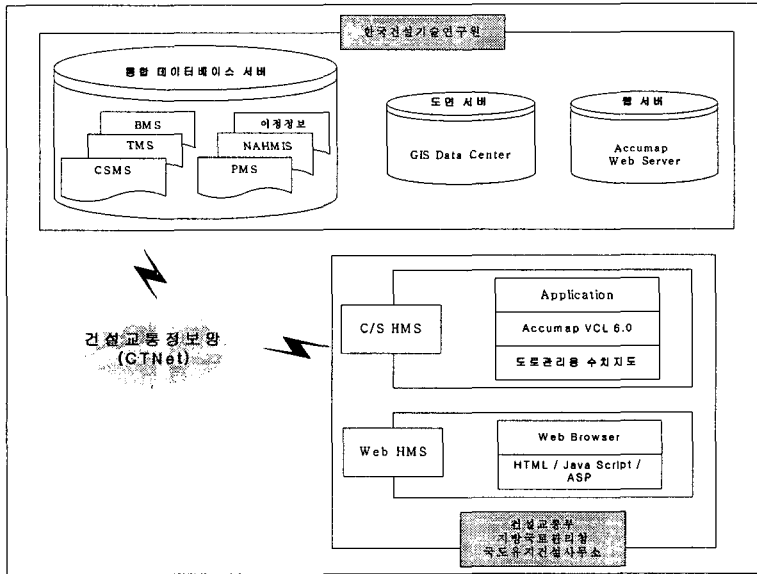


그림 2. 통합 데이터베이스 구성

3. 도로관리통합시스템의 이력관리

실세계의 도로는 시간에 따라 항상 변화하며 GIS기반의 HMS는 이를 반영하여 실제의 도로와 시스템으로 구축된 데이터의 항상성을 유지하여야 한다. 따라서 HMS의 이력관리를 위해서는 크게 도로관리용 수치지도의 이력관리와 통합 데이터베이스의 이력관리로 세분화 하여 생각할 수 있으며 각각의 이력관리 방법은 다음과 같다.

3.1 도로관리용 수치지도의 이력관리

HMS에서 사용하고 있는 공간데이터 모델은 Space-Time Composite 모델로써 기존의 벡터객체에 시간에 따른 공간데이터의 변화를 원래의 객체에 추가하여 기록하는 방식이다. 예를 들어 신규선형이 발생하면 신규선형에 Time Stamp를 직접 기록하여 선형의 생성시간과 소멸시간을 정의한다. HMS 운용프로그램은 사용자의 요구에 따라 특정시간(Time)과 특정기간(Interval)에 해당하는 도로선형만을 출력할 수 있으며, 통합 데이터베이스 내용 또한 사용자가 요구한 시간을 기준으로 Query 하여 출력할 수 있다.

3.2 통합 데이터베이스의 이력관리

RDBMS기반의 속성데이터 모델은 크게 Relation-Level, Record-Level, Attribute-Level의 세 가지 모델로 구분할 수 있다. Relation-Level은 테이블 전체 단위로 Time Stamp를 기록하는 방식이며 Record-Level은 레코드 단위의 Time Stamp를 Attribute-Level은 특정 Field 단위로 Time Stamp를 기록하여 재생한다. HMS는 구축한 데이터베이스 구성원들의 성격에 따라서 위 세 가지 모든 방식을 채용하여 사용하고 있다.

3.3 이력관리 모델

HMS는 기본적으로 Dynamic Segmentation을 기본 데이터 모델로 취하고 있으므로, 이력발생에 따른 시

시스템의 유지관리를 위해 시간적으로 변하는 도로의 선형에 대하여 Dynamic Segmentation 적용이 가능해야 한다. 즉, 사용자는 시공간질의(Spatio-Temporal Query)를 할 수 있으며 HMS의 이력관리 시스템은 이러한 질의에 대하여 Dynamic Segmentation 알고리즘을 통하여 응답할 수 있어야 한다 <그림 3>.

UML(Unified Modeling Language)로 표현한 HMS의 이력관리 모델은 <그림 4>와 같다. A영역의 NAHMS, PMS, TMS 데이터의 형태는 선형(Line)으로 나타난다. 즉 특정노선의 특정지점에서부터 특정지점까지의 연속적인 데이터 형태를 취하게 된다. B영역의 BMS와 CSMS 데이터 형태는 점(Point)으로 나타나게 된다. 따라서 HMS에서 관리하는 데이터들의 이력관리를 위해서는 Line Data Type과 Point Data Type에 한하여 시간객체(Time Object)를 부여하여 관리한다. 또한 시간객체는 Event가 발생한 시간을 기록하기 위한 YearDate 객체와 Event의 시간지속성을 파악할 수 있는 Interval 객체로 구분하여 시간관리를 세분화하도록 하였다.

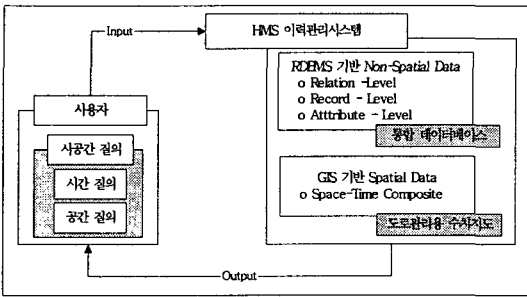


그림 3. 이력관리 체계

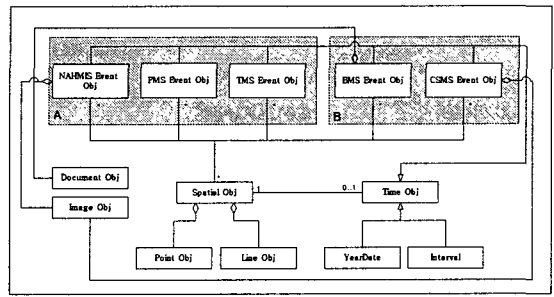


그림 4. HMS 이력관리 모델

4. 결론

HMS는 일반국도를 대상으로 구축된 시스템들을 통합하여 효율적으로 관리하기 위해 만들어졌다. 도로는 시간에 따라 변화하고 도로 관련 정보들도 변화하게 된다. 따라서 유지관리를 통해 데이터의 항상성을 유지하는 것은 도로 유지관리의 과학화를 통한 시스템 활용성 증진 측면에서 중요하다 할 수 있다. 이를 위해서 도형 및 속성 자료의 지속적인 신규 데이터 수집과 함께 시간대를 달리하여 변경되는 도로의 선형과 속성에 대한 이력관리 모델을 개발하였고 이를 HMS에 적용하였다.

참고문헌

1. 건설교통부, 한국건설기술연구원, 도로관리통합시스템 유지관리 1차년도 최종보고서, 2004. 3
2. NCHRP Report 460, Guideline for the implementation of Multimodal Transportation Location Referencing Systems, 2001.