

차량검지기 이력자료 이용자서비스 도입을 위한 서비스 아이템 선정(고속도로를 중심으로)

Investigation of Service Item for Archived VDS Data User Services: Focused on Expressway

김한수* 백승걸** 남궁성*** 박동주**** 신승진*****
(Han-Soo Kim) (Seung-Kirl Baek) (Seong Namkoong) (Dongjoo Park) (Seung-Jin Shin)

요 약

우리나라는 주로 교통관리 및 교통정보 제공목적으로 다양한 종류의 차량검지기과 CCTV로부터 실시간 교통자료를 수집하고 있다. 실시간 교통자료는 가공과정을 거친 후 반복/비반복 정체관리, 돌발상황관리, 경로안내 서비스 등에 활용되고 있다. 그러나 이와 같은 실시간 활용 이외에는 활용분야가 매우 제한적인 실정이다. 실시간 교통자료는 그 자료를 축적하여 이력자료를 구축하고 이력자료 가공을 통해 정보를 추출한다면 활용분야를 넓힐 수 있다. 최근 미국에서는 실시간 수집자료를 축적하여 이력자료를 구축하고 이용자가 이용할 수 있도록 하는 이력자료 이용자서비스(ADUS; Archived Data User Service)를 도입하였다. 우리나라도 ITS 수집자료의 활용성을 증가시키기 위해 이력자료 이용자 서비스를 도입해야 할 필요가 있다.

본 연구에서는 이력자료 이용자서비스 도입을 위해 필요한 서비스 아이템 도출을 연구목적으로 하고 있다. 서비스 아이템 도출을 위해 고속도로를 중심으로 관련연구 및 활용사례를 분석하고 차량검지기 자료의 활용현황을 조사하였다. 이들 분석과 조사결과를 토대로 이력자료 이용자서비스에서 제공할 이력자료 아이템을 선정하였다. 이력자료 수요조사를 통해 이들 아이템의 활용목적 및 용도와 필요건수를 조사함으로써 아이템의 중요도를 파악할 수 있었다.

Abstract

The purpose of this research is to investigate service item to develop archived VDS(Vehicle Detecting System) data user services. Through the review of related studies and literature and investigation of the current application status of the vehicle detector data, the service item from the historical detector data were identified. The relative importance of the identified service item was measured based on the application purpose, usage and frequency of application.

Key Words : Archived Data Management System(ADMS), Archived Data User Service(ADUS), Historical Data, VDS

* 주저자 : 서울시립대학교 교통공학과 박사과정
** 공저자 : 한국도로공사 도로교통기술원 책임연구원
*** 공저자 : 한국도로공사 도로교통기술원 수석연구원
**** 공저자 : 서울시립대학교 교통공학과 부교수(교신저자)
***** 공저자 : 서울시립대학교 교통공학과 석사과정
논문접수일 : 2007년 5월 31일

I. 서론

우리나라는 주로 교통관리 및 교통정보 제공목적으로 한국도로공사 FTMS(Freeway Transportation Management System) 구축사업, 첨단교통모델도시 구축사업, 고속국도 우회도로 ITS(Intelligent Transportation System) 구축사업 및 지방자치단체별 ITS 구축사업을 통해 다양한 종류의 차량검지기 및 CCTV(Closed-Circuit Television)로부터 실시간 교통자료를 수집하고 있다. 차량검지기로부터 수집된 교통량, 점유율, 속도 등의 실시간 교통자료는 가공과정을 거친 후 반복/비반복 정체관리, 돌발상황관리, 경로안내 서비스 등에 활용되고 있다. 또한 CCTV로부터 수집한 실시간 영상은 교통관제용으로 교통관리센터의 운영자가 사용하며, 동영상 스트리밍 서비스를 통해 일반 사용자에게 제공된다. 그러나 이와 같은 실시간 활용 이외에는 활용분야가 매우 제한적인 실정이다[1].

최근 미국에서는 실시간 수집자료를 축적하여 이력자료를 구축하고 이용자가 이용할 수 있도록 하는 이력자료 이용자서비스(ADUS; Archived Data User Service)를 도입하였다. 이로 인해 ITS 수집자료의 활용이 교통계획, 교통운영, 교통안전 및 교통환경과 같은 분야로 확대가 가능하게 되었다. 미국은 1999년에 이력자료 이용자 서비스를 국가 ITS 아키텍처에 포함하였으며, 서비스 표준과 가이드 라인을 만들고 있다. 또한 1999년부터 2004년까지 이력자료 이용자 서비스 프로그램을 통해 요소기술의 단계별 개발을 시행하였다.

실시간 교통자료는 그 자료를 축적하여 이력자료를 구축하고 이력자료 가공을 통해 정보를 추출한다면 활용분야를 넓힐 수 있다. 그러나 수집자료를 축적하고 이들 자료로부터 정보를 추출하는 과정은 쉽지 않다. “data rich and information poor”로 표현되는 것과 같이 단순히 자료를 저장한다고 해서 정보를 추출할 수 없기 때문이다. 또한, 우리나라 대부분 ITS는 일정기간 동안의 자료를 데이터베이스에 저장하고 그 후에는 테이프, 디스크 등의 백업장치

를 통해 보관한다. 이러한 자료저장 및 보관은 주로 시스템 오류나 이상으로부터 시스템 복구를 위해 사용하기 위한 것이다. 그렇기 때문에 이들 자료로부터 다른 분야에서 활용할 수 있는 정보를 추출하는 경우는 거의 없다.

우리나라도 ITS 수집자료의 활용성을 증가시키기 위해 이력자료 이용자 서비스를 도입해야 할 필요가 있다. 서비스 도입을 위해서는 서비스 아이템, 정보 추출 관련 요소기술, 서비스 제공정책 및 서비스 개발 로드맵 등을 검토해야 한다.

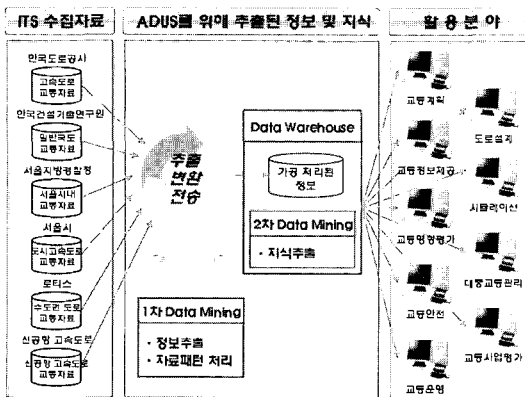
본 연구에서는 이력자료 이용자서비스 도입을 위해 필요한 서비스 아이템 도출을 연구목적으로 하고 있다. 본 연구의 내용은 다음과 같다.

- 첫째, 이력자료 이용자서비스의 개념과 구성 소개
- 둘째, 관련연구 및 활용사례 분석
- 셋째, 차량검지기 자료 활용현황 조사
- 넷째, 이력자료 수요조사

II. 이력자료 이용자서비스의 개념과 구성

1. 이력자료 이용자서비스의 개념

이력자료 이용자서비스는 기존 교통관련 의사결정과정을 자료기반의 합리적인 방향으로 개선하는 것을 궁극적인 목적으로 한다. 따라서 ITS 수집자료를 다양한 분야에서 활용할 수 있도록 자료구조(data structure)를 구성하여 저장하고, 이들 자료로부터 정보를 추출하여 공유한다. 예를 들어 설명하면 이력자료 이용자서비스를 위해 <그림 1>과 같이 여러 교통시스템의 자료나 기상자료, 집회 또는 백화점 세일과 같은 행사자료를 취합하여 데이터 웨어하우스(data warehouse)를 구축한다. 각 분야별 이용자는 서비스에서 제공하는 데이터 마이닝(data mining) 기법을 이용하여 활용분야에 필요한 정보나 지식을 추출할 수 있다.



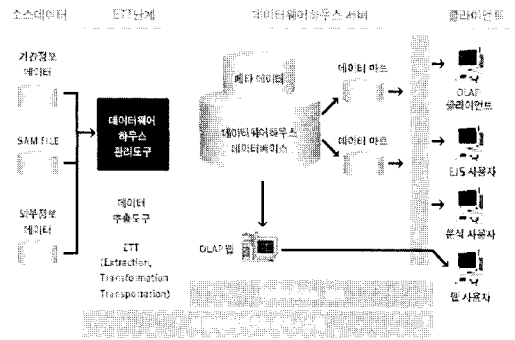
<그림 1> 이력자료 이용자서비스의 개념과 자료흐름

<Fig. 1> Concept and data flow of ADUS

2. 이력자료 이용자서비스의 구성

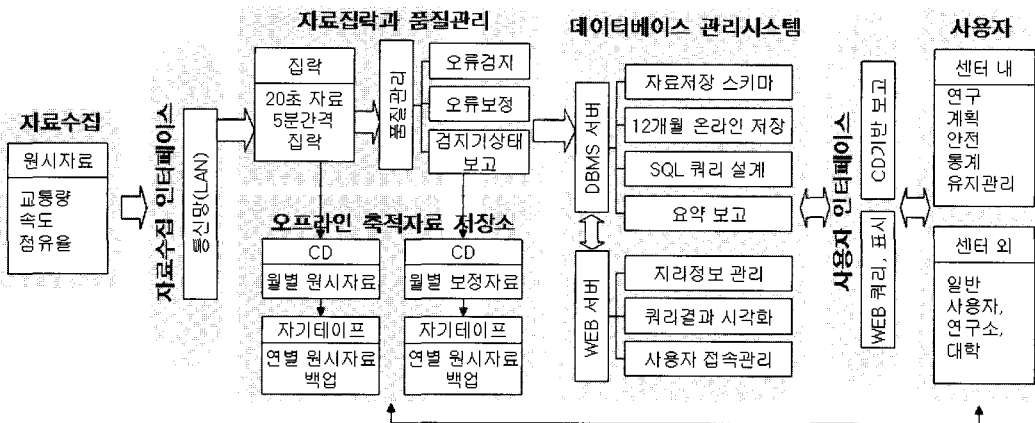
이력자료 이용자서비스를 제공하기 위해서는 데이터 웨어하우스와 같은 장치를 도입하여 물리적인 시스템을 구축해야 한다. 이 시스템을 이력자료 관리시스템(ADMS; Archived Data Management System)이라고 한다.

데이터 웨어하우스는 단순한 데이터 저장고가 아니라 관계형 데이터베이스를 근간으로 많은 데이터를 다차원적으로 신속하게 분석하여 의사결정에 도



<그림 2> 데이터 웨어하우스의 구성도
<Fig. 2> Structure of data warehouse

움을 줄 수 있는 시스템이다. 데이터 웨어하우스의 기본적인 구성도는 <그림 2>와 같이 소스데이터를 추출, 변환, 전송(Extraction Transformation Transportation; ETT)하는 단계를 통해 데이터 웨어하우스에 로드시키고, OLAP(Online Analytical Processing) 기능을 갖는 각종 툴을 이용하여 필요한 분석을 수행한다. <그림 3>은 이력자료 관리시스템의 아키텍처로 원시자료 수집, 자료수집 인터페이스, 자료 집락과 품질관리, 오프라인 축적자료 저장소, 데이터베이스 관리시스템(DBMS; Database Management System) 및 사용자 인터페이스로 구성된다[2]. 특히 품질관리 부문은 다양한 분야에서 이력자료를 활용할 때 유의할 사항들을 파악할 수 있도록 수집자료



<그림 3> 이력자료 관리시스템의 아키텍처
<Fig. 3> Architecture of ADMS

자료 : Martin, P. T. and Peng W.(2003), p.40.

또는 가공자료의 품질을 평가하여 자료활용의 준거치를 제시한다.

Ⅲ. 관련연구 및 활용사례 분석

1. 관련연구 및 활용사례 검토

이력자료 이용자서비스와 이력자료 관리시스템에 대한 연구는 이들 개념을 도입하기 시작한 미국을 중심으로 연구가 진행되었다. 이들 연구는 교통분석을 위해 이력자료 이용자서비스를 어떻게 활용하였는지에 대한 연구와 이력자료 관리시스템을 어떻게 설계하는 것이 효과적인지에 대한 연구로 구분할 수 있다. 첫째, 서비스 활용연구를 보면 미국에서는 교통혼잡을 유발하는 교통사고의 인과요인을 분석하기 위해 이력자료 이용자서비스를 활용하였다[3]. 국내에서는 영상검지기에서 수집한 일평균교통량(ADT)으로부터 연평균일교통량(AADT)을 산출하기 위해 검지기의 위치, 통행량 등의 특성으로 군집분석을 실시하여 변동계수 산정하는데 활용하였다[4].

둘째, 시스템 설계사례 연구는 서비스 활용연구에 비해 다양하다. 많은 ITS의 데이터베이스는 이력자료 이용자서비스에 필요한 비정형질의(ad-hoc query)를 지원하지 못하는 트랜잭션(transaction) 데이터베이스로 설계되어 있다. 햄프턴로드(Hampton Road) 교통관리센터를 대상으로 이력자료 이용자서비스를 효과적으로 지원하도록 데이터 웨어하우스 기반의 트랜잭션 방법으로 데이터베이스를 재설계하고 질의를 실험한 결과 질의시간이 매우 향상되었다[5]. 이력자료 관리시스템은 ITS에 의해 수집된 자료를 기반으로 각종 분석이 가능한 데이터 웨어하우스이다. ITS의 데이터베이스로부터 데이터 웨어하우스를 구축하기 위해서는 ETT 과정을 거쳐야 한다. 이 과정의 중요한 요소인 자료집락(data aggregation), 자료품질평가(data quality assessment), 누락자료보정(data imputation), 자료특징화(data characterization)에 대해 버지니아 ADMS를 예를 들어 자세히 설명하였다[6]. 버지니아 ADMS를 개발하기 위해 사용

된 각종 첨단 IT기술이나 나선형 소프트웨어 개발방법론(spiral software development methodology) 적용 사례 및 2년간의 시스템 운영성과를 분석하여 제시하였다. 운영성과의 분석결과로 시스템 이용자 분석, 서비스별 이용률 분석, 이용자의 피드백을 정리하였다. 이중 시스템 이용자의 피드백을 살펴보면 첫째, 언제든지 데이터 질의를 해서 거의 즉시 결과를 받을 수 있다. 둘째, 한 곳으로부터 여러 가지 형태의 자료를 얻을 수 있어 효과적이다[7].

국내 ITS의 이력자료 활용사례를 보면 <표 1>과 같다. 대부분 차로별, 지점별, 구간별 자료를 단기간 동안 저장하여 활용하는 것으로 구간소통정보 확인이나 돌발상황감지 등에 활용하고 있다. 반면 <표 2>와 같이 미국의 도시별 이력자료 활용사례를 보면 다양한 통계분석 기법들을 이용해서 혼잡패턴을 모니터링 하거나, 단기통행시간을 예측하는 등 보다 고차원 분석이 가능한 것을 알 수 있다[8].

<표 1> 국내 ITS의 이력자료 활용사례
<Table 1> Practical case of archived data in Korea

구분	이력자료 항목	활용현황
한국도로공사 FTMS	- 차로별/지점별 자료 (지점속도, 교통량, 점유율) - 구간별 자료 (구간속도, 통행시간)	- 구간소통정보 제공 - 교통상황 모니터링 (지점, 구간)
대전시 ITS	- 구간별 자료 (통행시간, 통행속도, 교통량) - 요일별, 시간대별 패턴자료	- 구간소통정보 제공 - 패턴정보
고속국도 우회도로 ITS	- 요일별/지점별 5분 단위 (지점속도, 교통량, 점유율)	- AVI 통행시간 산출 - 돌발상황감지 - 누락데이터 보정처리 - 개별차량정보 저장
천안-논산 FTMS	- 차로별/지점별 자료 (지점속도, 교통량, 점유율) - 구간별 자료 (구간속도, 통행시간)	- 돌발상황감지 - 교통상황 모니터링 (지점, 구간) - 교통량 변동추이 분석

<표 2> 미국 도시별 이력자료 활용사례
<Table 2> Practical case of archived data in U.S.

도시	이력자료 활용 사례
Seattle	고속도로 루프검지기 수집자료를 이용하여 속도와 통행시간을 중심으로 혼잡패턴에 대한 모니터링
Houston	AVI로 프로브 차량을 검지하여 HOV차량과 일반차량의 통행시간 비교
Chicago	고속도로 루프검지기 자료를 이용하여 통행속도(통행시간)와 혼잡수준에 대한 통계 지도 작성
Montgomery County	간선도로의 루프검지기 자료를 이용하여 통행속도(통행시간)와 혼잡수준에 대한 통계지도 작성
Minneapolis St. Paul	고속도로 분선과 램프 상의 루프검지기 자료를 이용하여 램프미터링의 주기 평가
San Antonio	고속도로의 루프검지기와 AVI 수집자료, 교통사고자료를 이용하여 단기통행시간 예측

2. 시사점

본 연구에서는 관련연구 및 활용사례를 검토한 결과 다음과 같은 시사점을 도출하였다.

첫째, 국내 ITS 수집자료의 활용사례가 미국의 활용사례에 비해 극히 제한된 분야에만 활용되고 있다는 것이다. 이는 국내 ITS에 이력자료 이용자서비스를 도입하는 것이 필요함을 나타낸다.

둘째, 이력자료 이용자서비스에 대한 서비스 수요 측면의 연구가 거의 없다는 것이다. 기존 연구들은 시스템 아키텍처 설계, 데이터 모델링, 데이터 웨어하우스 구축방법 및 자료가공방법 등과 같이 서비스 공급 측면에 대한 연구가 대부분이다. 따라서 이력자료 이용자서비스로 제공되었으면 하는 서비스 아이템이 무엇이며, 어떤 용도로 필요한 것 인지에 대한 연구가 필요하다.

이러한 시사점은 이력자료 이용자서비스를 구축하기 위한 기초연구로서 서비스 아이템 도출과 그 용도를 파악하는 것이 필요함을 설명하고 있다.

IV. 차량검지기 자료 활용 및 이력자료 수요조사

1. 조사개요

본 연구의 주요목적은 이력자료 이용자서비스 도입시 어떤 아이템이 필요한 것인가 파악하는 것이다. 이력자료 이용자서비스의 아이템은 교통량-속도 상관관계 분석, 지정체 예상구간 분석, 다년도 차량검지기 자료(교통량, 속도) 추이분석 등을 의미한다. 본 연구에서는 이러한 아이템 파악을 위해 고속도로를 중심으로 차량검지기 자료1)의 활용현황 조사와 이력자료2)의 수요조사를 동시에 시행하였다.

조사대상은 차량검지기 자료를 업무에 활용해 본 경험이 있는 교통전문가이다. 이들 교통전문가를 2개 그룹(교통관리기관3)과 교통관리의 기관4)으로 구분하여 조사하였다. 조사내용이 차량검지기 자료를 업무에 활용해 본 경험이 있는 경우에만 답변이 가능한 서술기입형이기 때문에 일반인은 제외하였다.

전문가를 대상으로 하는 조사내용은 차량검지기 자료 활용현황과 이력자료 수요파악으로 <표 3>과 같다. 차량검지기 자료 활용현황 조사는 현재 차량검지기 자료의 활용실태와 어떤 종류의 추가적인 가공이 필요한지를 파악하는 것이다. 이에 대한 조사내용은 차량검지기 자료를 활용한 업무내용과 활용용도, 시스템 제공 자료를 추가로 가공했는지 여부와 가공방법, 자료 확보방법과 확보 시 불편사항이다. 이력자료 수요조사는 관련연구, 활용사례 분석

- 1) 차량검지기 자료는 현재 대부분 ITS에서 제공되고 있는 차량검지기로부터 수집한 실시간 자료(교통량, 점유율, 속도 등)나 단기간(3~6개월) 저장자료를 의미함
- 2) 이력자료는 차량검지기 이력자료 관리시스템에 의해 제공될 수 있는 다양한 종류(차량검지기 자료, 기상자료, 사고자료 등)의 장기간(여러 년) 저장자료를 의미함
- 3) 교통관리기관은 차량검지기 자료를 수집하여 직접 교통관리에 사용하는 한국도로공사를 대상으로 함. 한국도로공사의 교통처, 교통정보센터, 정보처, 설계처 및 지역본부의 교통정보팀을 위주로 조사함
- 4) 교통관리의 기관은 한국교통연구원, 한국건설기술연구원, 국토연구원, 서울시정개발연구원, 서울대, 서울시립대, 엔지니어링 업체를 위주로 조사함

<표 3> 전문가 대상 조사내용
 <Table 3> Survey contents for Specialist

구분	조사내용
차량검지기 자료 활용현황	- 조사대상자의 업무분야 및 근무경력 - 교통정보처리 시스템의 업무이용 여부 - 차량검지기 자료를 활용한 업무내용 및 활용용도 - 시스템 제공자료의 추가가공 여부 및 가공방법 - 자료확보 방법 및 확보시 불편사항
이력자료 수요	- 이력자료 아이템 제시 후 필요한 아이템 선택 및 활용용도

및 활용현황조사를 통해 도출된 이력자료 아이템의 수요와 원하는 활용용도를 파악하는 것이다.

차량검지기 자료 활용현황과 이력자료 수요에 대한 조사기간은 교통관리기관의 경우 2006년 8월 8일~11일, 교통관리의 기관의 경우 2006년 8월 28일~31일까지 조사하였다. 회수건수는 교통관리기관은 9건, 교통관리의 기관은 14건이다. 조사샘플이 소규모인 이유는 조사목적의 기술통계의 도출보다 활용현황과 이력자료 수요에 대한 실제 사용자의 전문가적 의견을 파악하고자 함에 있다. 소규모 조사샘플이라 하더라도 인터뷰에 가까운 의견을 조사하였기 때문에 조사결과의 신뢰성이 높고 답변내용이 충실하여 조사목적의 달성에 문제 없는 것으로 판단된다.

2. 차량검지기 자료 활용현황조사 분석

1) 교통관리기관 설문조사 결과

설문조사 대상인 교통관리기관 전문가들의 역할은 도로건설 보다는 도로교통의 유지관리 및 운영이기 때문에 주로 교통운영 및 관리(6명, 67%)와 교통정보 제공(2명, 22%)과 관련된 업무를 담당하고 있다. 이 중 차량검지기 자료를 이용하는 실무자들은 3년 미만(5명, 56%), 3년 이상~10년 미만(4명, 44%)의 근무경력을 갖고 있으며, 주로 교통정보처리 시스템에서 제공되는 서비스를 이용하여 차량검지기 자료를 업무에 활용하고 있다. 즉, 도로교통의 유지

관리 및 운영과 관련된 업무를 담당하고 있는 실무자들은 주기적으로 반복되는 업무를 처리하기 위해 빠르고 쉽게 자료를 획득할 수 있는 교통정보처리 시스템을 이용하고 있다. 따라서 이 시스템에서 제공되는 자료가 업무활용에 용이하도록 구성되어야 함을 나타낸다.

교통관리기관의 차량검지기 자료 활용업무와 용도를 정리하면 <표 4>와 같다. 이들에 대한 설문조사 결과를 살펴보면 첫째, 교통계획 및 정책분야에서는 서비스 수준분석, 도로개통효과분석에 활용하기 위해 설계교통량, 서비스 교통량을 산출하는데 활용하고 있었다. 둘째, 교통운영 및 관리분야에서는 교통상황 파악과 지체제 발생현황 및 원인분석에 주로 이용하고 있었다. 셋째, 교통정보 분야에서는 목적지까지 소요되는 여행시간, 각종 제공정보의 신뢰성 분석 및 각종 장비의 유지관리 등에 활용하고 있었다. 마지막으로 교통안전 분야에서는 정지시거 개선에 활용하고 있었다.

교통관리기관의 실무자들은 차량검지기 자료의 활용용도에 따라 필요한 경우 추가적인 자료가공을 하고 있는 것으로 조사되었다. 즉, 교통정보처리 시스템에서 제공되는 차량검지기 자료를 업무목적에 맞도록 가공한 것이다. 자료를 추가 가공한 이유는 자료의 수집누락 및 오류 존재, 단기간 동안만 자료가 저장, 교통정보처리 시스템의 서비스 아이템이 다양하지 않음, 유연한 자료 분석툴이 지원되지 않기 때문인 것으로 나타났다. 이와 같은 이유로 인해 누락자료를 제외하고 사용하거나 전후 시점 자료의 산술평균으로 누락보정, 분석시마다 다른 종류의 간단한 가공(산술평균, 자료구성 변경) 등으로 추가 가공하는 것으로 조사되었다.

2) 교통관리의 기관 설문조사 결과

교통관리의 기관은 연구원(7명, 50%), 학계(4명, 29%), 산업체(3명, 21%) 중 교통관리기관에서 수집하거나 각 기관이 필요에 따라 직접 수집한 차량검지기 자료를 이용하여 각종 업무를 수행하는 기관을 의미한다. 이들 조사대상자의 업무분야는 교통계획

<표 4> 교통관리기관의 차량검지기 자료 활용업무 및 용도
 <Table 4> Application business and usage of VDS data for traffic management agency

구분	활용업무	활용용도
교통 계획 및 정책	신설도로 개통에 따른 교통량 분석	신설도로 개통에 따른 전환교통량 분석
	분기단위 교통량 추정	LOS E, F 구간 추정
	실시설계	교통량 자료를 이용한 서비스수준 분석
	도로구간별 적정 설계용량 분석	연간일 교통량의 변곡점 교통량 확인
교통 운영 및 관리	교통상황관리	현재 및 과거 교통상황의 파악
	교통량 분석	교통류의 속도변화와 교통사고 관련성
	고속도로 주말 시공도작성	고속도로 주말 지정체 발생현황 분석
	지정체 구간관리 및 개선대책 수립	시공도 작성 등으로 지정체 원인 분석
	지정체 개선효과 분석	교통량, 속도 등 교통류 변수 변화분석
	분기 지정체 현황 분석	시공도를 이용한 지정체 구간 분석
교통 정보	특별교통소통기간에 소요시간 등 교통정보제공	실시간 지정체 정보 및 도착지기준 소요시간 제공
	차량검지기 고장 및 오동작 여부 판별	차량검지기 이상유무 확인
	정보통신 설비 가동유무	설비 정상 가동 여부
	유지보수기관에 활용자료 제공	유지보수 공사시기 결정
	각종 제공정보의 신뢰성 분석	제공정보와 차량검지기 자료의 오차분석
교통 안전	정지시거 개선	실제차량의 주행속도 및 특성에 맞는 정지시거 검토

및 정책(4명, 33%), 교통운영 및 관리(7명, 47%), 교통정보(2명, 13%), 교통안전(1명, 7%)으로 구성되어 있다. 조사대상자의 근무경력은 3년 미만(1명, 7%), 3년 이상~10년 미만(8명, 57%), 10년 이상(5명, 36%)으로 조사되었다.

교통관리의 기관의 차량검지기 자료를 활용업무와 용도를 정리하면 <표 5>와 같다. 이들에 대한 설문조사 결과를 살펴보면 첫째, 교통계획 및 정책 분야에서는 교통시설공급을 위한 타당성 평가시 기준년도 통행배정량과 관측교통량과의 비교에 활용하고 있었다. 둘째, 교통운영 및 관리 분야에서는 신신호 시스템 도입, 교통신호제어를 위한 각종 알고리즘 개발 및 파라미터 산정에 활용하고 있었다. 셋째, 교통정보 분야에서는 구간소통정보 산출 알고리즘 평가, 차량검지기 성능평가 등에 활용하고 있었다. 넷

째, 교통안전 분야에서는 도로안전성 평가를 위해 차간거리와 주행속도를 이용한 관계식을 개발하는데 활용하였다. 마지막으로 기타분야에서 교통량 통계 연보 제작에도 활용하고 있었다.

교통관리외 기관의 경우 교통관리기관에 비해 수집자료를 추가가공 하는 경우가 많았는데 그 이유는 자료의 수집형태가 연구목적에 맞지 않기 때문에 가공을 한 것으로 판단된다. 추가 가공한 경우를 살펴보면 기존 자료가공과정에 대한 신뢰성 평가 수행, 차량검지기 자료(점유율, Headway, 속도, 대기행렬) 분석, 이상치 제거방법과 회귀트리방법을 이용하여 특성 맞게 군집분석, 구간통행시간 산출시 지체 시간 합산 등 교통관리기관에 비해 수준 높은 방법이 사용되었다.

<표 5> 교통관리의 기관의 차량검지기 자료 활용업무 및 용도
 <Table 5> Application business and usage of VDS data for except traffic management agency

구분	활용업무	활용용도
교통 계획 및 정책	수요예측모형 정립 및 장애예측	모형을 통해 산출된 통행량과 검지기의 교통량자료의 비교
	도로 및 철도건설의 예비타당성	평가모형(emme2)의 정산
	24시간 통과교통량 추세	24시간 통과 교통량 파악 및 미래교통량 추이판독
교통 운영 및 관리	포화도(DS)평가	검지기를 이용한 포화도(DS)산정의 적정성분석
	지점별, IC별 정체도 표출	교통정보센터 정체지역 파악 및 상황대처
	돌발상황검지 알고리즘	돌발상황 검지에 활용
	국도 상의 신호교차로의 소통 및 안전기능 고도화를 위한 교통신호제어기 개발	신호운영 파라미터 선정에 필요한 기초연산 자료
	반감응제어 신호기 설치 사업관리	반감응 기반 신호제어시스템의 기초연산 자료
	COSMOS 평가체계구축방안	신신호의 도심적용의 타당성평가
교통 정보	차량검지기 자료의 효율적인 수집저장 및 관리체계	차량검지기 자료의 응용과정별 처리과정 수행 후 산출자료의 평가
	대체검지기 신뢰성평가	검지기별 대기차량길이 산출값 신뢰성 평가
	구간소통정보 산출 알고리즘 개발	구간소통정보를 VDS 및 타 검지시스템과 비교분석
	구간소통정보 산출 및 교통정보 융합 알고리즘개발	구간소통정보산출 알고리즘의 적합성과 신뢰성에 대한 평가를 위한 기초자료로 활용
	ITS장비, 시스템 성능평가 및 검교정체계 구축연구	ITS장비 중 차량검지기의 성능평가
	차량검지기 성능평가에 관한 연구 (내부순환로 영상검지기)	영상검지장치의 정확도 판단기준 수립
교통 안전	수도권 남부 ITS 구축사업 및 운영관리	도로교통 정보제공 및 도로 효율화
	도로안전성 평가모형개발	차량의 차간거리자료와 주행속도를 이용한 관계식 개발
기타	도로교통량조사 업무	전국도로교통량 통계연보 제작

3. 이력자료 수요조사 분석

1) 이력자료 이용자서비스의 제공 아이템

이력자료 이용자서비스에서 제공할 이력자료 아이템은 관련연구 및 활용사례와 차량검지기 자료 활용 조사결과를 이용하여 <표 6>과 같이 분야별 구분하여 선정하였다. 차량검지기 자료 활용의 조사항목인 활용업무, 활용용도, 시공간적 자료의 유형 등으로부터 제공할 아이템과 아이템별 차량검지기 자

료의 종류를 구성하였다. 교통계획 분야에서는 K값, AADT와 같이 교통량과 관련된 아이템이 주로 도출되었다. 교통운영 및 관리 분야에서는 지정체 예상 구간 분석, 도로구간별 LOS분석, 교통사고시 정체 길이 분석 등과 같이 지정체 관리나 교통류 특성 파악에 필요한 아이템이 주로 도출되었다. 교통정보 분야에서는 정보제공에 필요한 통행시간 산출과 함께 제공되는 차량검지기 자료의 신뢰성 분석이 요구되었다. 교통안전 분야에서는 교통사고 발생에 따른 영향 및 원인분석에 필요한 아이템이 요구되었다.

<표 6> 이력자료 이용자서비스의 제공 아이템
 <Table 6> Service items of ADUS

구분	제공 아이템	차량검지기 자료	추가 자료	현재제공 여부
교통 계획	·다년도 차량검지기자료 추이분석	교통량,속도	-	N
	·K값 산출	교통량	-	N
	·AADT 산출	교통량	-	N
	·요일별, 월별 차량검지기자료 분산 분석	교통량,속도	-	N
교통 운영 및 관리	·고속도로 차로별 차량검지기자료 분석	교통량,속도,점유율	-	Y
	·차로별 이용률 분석	교통량	-	N
	·버스전용차로(HOV) 운영평가	교통량,속도	-	N
	·지정체 예상구간 분석	교통량,속도	공사정보	Y
	·기상정보와 차량검지기자료 연계분석	교통량,속도	기상정보	N
	·침두시간 차량검지기자료 분석	교통량,속도	-	N
	·교통량-속도 상관관계 분석	교통량,속도	-	Y
	·상습정체구간 통계분석	교통량,속도	-	Y
	·램프미터링 도입시 효과분석	교통량,속도	-	N
	·도로구간별 LOS 분석	교통량,속도	-	Y
	·대기오염 평가	교통량,속도	대기정보	N
	·고속도로 노선별 이동성 모니터링	교통량,속도	-	N
교통 정보	·원시수집자료(30초) 제공	교통량,속도,점유율	-	N
	·시간대별 집락자료(5분, 15분, 1시간, 일, 월) 제공	교통량,속도,점유율	-	Y
	·시간대별, 요일별, 월별 대도시간 소요시간 통계분석	속도	-	Y
	·주요영업소별 교통량 분석	교통량	-	Y
	·요일별, 시간대별 차량검지기자료 패턴 분석	교통량,속도	-	N
	·특별수송기간 예상 교통량 예측	교통량	-	Y
	·시간대별 혼잡정도 예측	속도	-	Y
	·주간속도예보	속도	-	Y
	·차량검지기자료 신뢰성 분석	교통량,속도	-	N
교통 안전	·교통사고시 정체길이 분석	교통량,속도	사고정보	N
	·사고정보와 차량검지기자료 연계분석	교통량,속도	사고정보	N
	·다년도 교통사고 통계분석	-	사고정보	N
	·사고다발구간 통계분석	-	사고정보	N
	·교통사고와 기상정보와의 연계분석	-	사고정보, 기상정보	N

2) 교통관리기관의 이력자료 수요조사 결과

교통관리기관의 전문가를 대상으로 조사한 결과는 <표 7>과 같다. 주요 아이템으로는 상습정체 구간 통계분석, 도로구간별 LOS분석, 시간대별 집락 자료 제공, 요일별 시간대별 차량검지기 자료 패턴 분석 및 차량검지기 자료 신뢰성 분석과 같이 교통관리기관의 업무특성 상 지정체 관리에 필요한 아이템이 많이 요구되고 있다.

3) 교통관리의 기관의 이력자료 수요조사 결과

교통관리의 기관의 이력자료 수요는 <표 8>와 같

이 아이템에 따라 다양한 목적으로 활용될 수 있음을 나타내고 있다. 주요 아이템을 살펴보면 AADT 산출, 침두시간 차량검지기 자료 분석, 원시수집자료(30초) 제공, 시간대별 집락자료(5분, 15분, 1시간, 일, 월) 제공, 시간대별 요일별 월별 대도시간 소요시간 통계분석, 요일별 시간대별 차량검지기 자료 패턴분석, 차량검지기 자료 신뢰성 분석 등이 주로 선택되었다. 교통관리기관과 유사하게 차량검지기 자료의 신뢰성 분석에 대한 수요가 높게 나타났다. 교통관리기관은 가공자료에 대한 수요가 많은 반면 교통관리의 기관의 경우 원시자료에 대한 수요가 높

<표 7> 교통관리기관의 이력자료 아이템별 활용용도
 <Table 7> Practical usage of archived data item for traffic management agency

구분	아이템	활용목적 및 용도	필요건수 ⁵⁾
교통계획	K값 산출	• 고속도로 도로설계를 위한 설계시간 교통량 작성	1
	AADT 산출	• 고속도로 정기교통량 조사 등 AADT산출	1
교통운영 및 관리	고속도로 차로별 차량검지기 자료 분석	• 소송답변서 등에 주로 활용	1
	지정체 예상구간분석	• 지정체 발생 직전의 교통량, 속도, 밀도변화파악 • 특별소통기간 등 지정체 구간 예측 및 분석 활용	2
	침두시간 차량검지기 자료 분석	• 지정체구간 원인 및 문제점 분석	1
	상습정체구간 통계분석	• 상습 지정체구간의 지정체 발생원인 분석 • 상습 지정체 현황분석 및 해소 방안 강구 • 지정체구간 원인 및 문제점 분석	3
	도로구간별 LOS분석	• 개선 사업시행 후 효과분석을 위한 사업전후 교통량 및 속도비교 • 이용고객 만족도 향상을 위한 LOS관리 • 고속도로 확장 설계시 기초자료 제공	3
교통정보	시간대별 집락자료 제공	• 각종 교통분석을 위한 구간교통량 데이터 수집 • 소송자료 답변서 작성 등에 쓰임 • 각종 교통패턴 분석 기초자료 활용	3
	주요영업소별 교통량 분석	• 특송기간 중 교통량 분석	1
	요일별, 시간대별 차량검지기 자료 패턴 분석	• 상습지정체구간의 교통 분석 • 사고관련 소송 수행시 사고와 검지기자료(특히, 속도)연관성 확인 • 패턴분석을 통한 교통혼잡 예측 정보 산출 및 제공	2
	시간대별 혼잡정도 예측	• 명절, 주말 등 특정일 교통혼잡 예측정보 산출 및 제공	1
	차량검지기 자료 신뢰성 분석	• 검지기 데이터의 대외배포 가능성 판단 등 • 차량검지기 이상 유무파악 • 차량검지기 신뢰성 모니터링을 통한 교통정보 신뢰성 향상	3
교통안전	교통사고 시 정체 길이 분석	• 사고처리 소요시간예측 • 교통사고 발생시 사고처리시간 및 지정체 해소시간 민원응대 등	2
합계			24

게 조사되었다.

4. 조사결과 종합분석

본 연구에서 수행한 조사결과를 요약하면 <표 9>와 같다. 교통관리기관의 경우 주 역할이 도로교통의 유지관리 및 운영이기 때문에 이들 업무를 수행

하는데 필요한 아이템을 선호하는 것으로 나타났다. 즉, 지정체 구간관리, 도로구간별 LOS분석, 차량검지기 자료의 신뢰성 분석과 같은 아이템이 요구되었다. 교통관리의 기관의 경우 연구소, 학교, 기업에서 다양한 목적의 업무를 수행하기 때문에 요구되는 아이템도 다양하게 나타났다. 주요하게 필요한 아이템은 AADT 산출, 침두시간 차량검지기 자료 분석, 원시수집자료(30초) 제공, 시간대별 집락자료 제공, 시간대별 요일별 월별 대도시간 소요시간 통계분석, 차량검지기 자료의 신뢰성 분석 등이다.

5) 필요건수는 이력자료 이용자서비스의 아이템을 제시하고 조사대상자별 다수의 업무 또는 연구에 필요한 아이템 건수를 조사한 것임. 선택된 아이템에 대해 활용목적 및 용도를 조사함

<표 8> 교통관리외 기관의 이력자료 아이템별 활용용도
 <Table 8> Practical usage of archived data item for except traffic management agency

구분	아이템	활용목적 및 용도	필요건수
교통계획	다년도 차량검지기자료 추이분석	<ul style="list-style-type: none"> 도로건설 우선순위 및 교통량 예측을 통한 도로건설 정책 기초자료 	1
	K값 산출	<ul style="list-style-type: none"> 도로건설 우선순위 및 교통량 예측을 통한 도로건설 정책 기초자료 조사교통량 및 예측교통량에 대하여 시설규모산정을 위한 설계시간교통량 산출 	2
	AADT 산출	<ul style="list-style-type: none"> 교통계획 업무의 기초수요자료 조사교통량을 AADT 교통량을 보정 및 배경교통량 비교검토 교통량 검증 등 교통계획 연구시 활용 도로건설 우선순위 및 교통량 예측을 통한 도로건설 정책 기초자료 추정된 OD 검증 	5
교통운영 및 관리	고속도로 차로별 차량검지기자료 분석	<ul style="list-style-type: none"> 차로별 주행속도 및 통행특성분석 	1
	차로별 이용률 분석	<ul style="list-style-type: none"> 버스전용차로 준수를 및 단속방안 	1
	버스전용차로(HOV) 운영평가	<ul style="list-style-type: none"> 버스전용차로 속도자료를 이용한 버스 서비스 평가 	2
	지정체 예상구간분석	<ul style="list-style-type: none"> 지정체상황의 판단 및 분석 우회전략수립, 교통정보제공, 영업소 출구 오픈운영의 기본자료 혼잡 사전관리 미터링, 예측통행시간정보 제공기능 	3
	첨두시간 차량검지기 자료 분석	<ul style="list-style-type: none"> 첨두시간일 때 교통특성분석 검지자료에 따른 현장교통상황 변화 예측및 분석 도로건설 우선순위 및 교통량예측을 통한 도로건설 정책 기초자료 우회도로 확보를 통한 도로이용의 효율화 첨두시간 교통혼잡도로 및 지역분석을 통한 대안 개발 	5
	교통량-속도 상관관계 분석	<ul style="list-style-type: none"> 현장교통상황파악 및 분석 도로건설 우선순위 및 교통량 예측을 통한 도로건설 정책 기초자료 도로여건별 교통량-속도상관관계 분석 	3
	상습정체구간 통계분석	<ul style="list-style-type: none"> TSM, 정체유발요인해소를 위한 근거자료, 모니터링 램프미터링 모니터링 기능 도로건설 우선순위 및 교통량 예측을 통한 도로건설 정책 기초자료 	3
	램프미터링 도입시 효과분석	<ul style="list-style-type: none"> 램프접속부의 길이와 교통량에 따른 LOS 분석 	1
	도로구간별 LOS분석	<ul style="list-style-type: none"> 도로건설 우선순위 및 교통량 예측을 통한 도로건설 정책 기초자료 LOS에 영향을 미치는 도로여건 요인 분석 	2
	요일별, 시간대별 차량검지기자료 패턴 분석	<ul style="list-style-type: none"> 요일별 시간대별 교통특성 분석시 필요 적정 포화도산정을 통한 최적주기 분포 파악 첨두시 통과 교통량의 패턴 분석 우회도로 확보를 통한 도로이용의 효율화 	4
교통정보	원시수집자료(30초)제공	<ul style="list-style-type: none"> 원시자료를 이용한 주행속도관련변수 추출 차량검지기 자료의 다양한 응용과정별 처리과정에 대한 연구에서 기초입력자료로 활용 세부교통류분석 적정포화도 산정을 통한 최적주기 분포 파악 첨두시 통과교통량의 패턴분석 	5
	시간대별 집락자료 (5분,15분,1시간,일,월) 제공	<ul style="list-style-type: none"> 체패턴의 정립으로 정책적 근거자료, 검지기 장애시 백업 시간대별 교통패턴연구 가로 및 교통축의 혼잡상황 파악 및 혼잡변화분석 도로건설 우선순위 및 교통량 예측을 통한 도로건설 정책 기초자료 우회도로 확보를 통한 도로이용의 효율화 	5

<표 8> 계속
<Table 8> Continue

구분	아이템	활용목적 및 용도	필요건수
교통정보	시간대별, 요일별, 월별 대도시간 소요시간 통계분석	<ul style="list-style-type: none"> • 수요예측, 도로건설 타당성 등 근거자료, 모니터 • 도시간 통행시간을 요하는 기타모형에서 통계적 입력자료로 이용 및 도시간 통행에 있어서 기본적인 통계자료라 생각 • 적정 포화도 산정을 통한 최적주기 분포파악 • 침두시 통과 교통량의 패턴분석 • 도로건설 우선순위 및 교통량 예측을 통한 도로건설 정책 기초자료 • 우회도로 확보를 통한 도로이용의 효율화 	6
	주요영업소별 교통량 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 도시간 통행유입 및 유출량 파악 	1
	특별수송기간 예상 교통량 예측	<ul style="list-style-type: none"> • 교통량 예측을 통한 교통처리 전략수립, 영업소, 휴게소 특별운영전략 수립 • 도로건설 우선순위 및 교통량 예측을 통한 도로건설 정책 기초자료 • 우회도로 확보를 통한 도로이용의 효율화 	3
	시간대별 혼잡정도 예측	<ul style="list-style-type: none"> • 차량항법시스템의 경로안내 • 가로 및 교통축의 혼잡상황 파악 및 혼잡변화분석 	2
	주간속도예보	<ul style="list-style-type: none"> • 가로 및 교통축의 혼잡상황 파악 및 혼잡변화분석 	1
	차량검지기 자료 신뢰성 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 검지기성능의 유지관리, 성능제고 • 차량검지기자료를 이용하는 모든 연구에서 이용자료의 신뢰성을 위하여 반드시 필요함 • VDS의 한계분석 • 도로건설 우선순위 및 교통량 예측을 통한 도로건설 정책 기초자료 • 우회도로 확보를 통한 도로이용의 효율화 	5
교통안전	교통사고시 정체길이 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 교통사고로 인한 정체발생구간 파악 및 분석 • 우회전략수립, 사고처리전략수립 	2
	사고정보와 차량검지기자료 연계분석	<ul style="list-style-type: none"> • 차량 및 교통특성자료와 사고자료의 연계분석 	1
	다년도 교통사고 통계분석	<ul style="list-style-type: none"> • 교통사고 인과관계 및 도로 안정성 연구의 기초자료 	1
	사고다발구간 통계분석	<ul style="list-style-type: none"> • 사고다발지역의 기하구조 및 교통특성을 고려한 연구 	1
	교통사고와 기상정보와의 연계분석	<ul style="list-style-type: none"> • 눈, 비 상태의 교통사고원인분석 	1
합계			67

V. 결론 및 향후과제

본 연구에서는 이력자료 이용자서비스 도입에 필요한 서비스 아이템 도출을 위해 고속도로를 중심으로 관련연구 및 활용사례를 분석하고 차량검지기 자료의 활용현황을 조사하였다. 이들 분석과 조사를 이용하여 이력자료 이용자서비스에서 제공할 이력자

료 아이템을 선정하였다. 또한 이력자료 수요조사를 통해 이들 아이템의 활용목적 및 용도와 필요건수를 조사함으로써 아이템의 중요도를 파악할 수 있었다.

향후 연구에서는 이러한 연구결과를 이용하여 수요자 및 기관별 요구정보를 분류하고 그 활용목적 및 용도에 따라 이력자료 아이템별 제공방법(텍스트, 그래프, GIS표출 등) 및 자료구성방법(자료항목, 단위) 설정, 정보추출과 관련된 요소기술 개발, 이력자

<표 9> 차량검지기 자료 활용 및 이력자료 수요조사 결과 요약
 <Table 9> Summary of survey

구분		교통관리기관	교통관리의 기관
활용 현황 조사	주요 활용업무 및 용도	<ul style="list-style-type: none"> • 도로개통 효과분석 • 지정체 구간관리 • 특별교통소통기간관리 • 각종 장비 유지보수 	<ul style="list-style-type: none"> • 수요예측모형 정산 • 차량검지기 성능평가 • 각종 알고리즘 개발 • 도로안전성 평가모형 개발
	추가가공 방법	<ul style="list-style-type: none"> • 누락자료 제외 및 보정 • 산술평균, 자료구성 변경 	<ul style="list-style-type: none"> • 자료가공과정 신뢰성 평가 • 이상치 제거과 회귀트리방법 이용 군집분석
	자료확보 방법	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템 이용 • 공식 업무협조 • 비공식 업무협조 	<ul style="list-style-type: none"> • 차량검지기 현장 설치조사 • 공식 업무협조
	자료확보시 불편사항	<ul style="list-style-type: none"> • 단기간 자료만 제공 • 자료가공 장시간 소요 • 자료조회 및 제공형태 불편 	<ul style="list-style-type: none"> • 현장조사시 안전문제 • 기관간 업무협조시 자료획득시간 장시간 소요되거나 여러 번 요청
수요 조사	주요 필요 아이템	<ul style="list-style-type: none"> • 상습정체구간 분석 • 도로구간별 LOS분석 • 시간대별 집락자료 • 요일별, 시간대별 패턴분석 • 신뢰성 분석 	<ul style="list-style-type: none"> • AADT 산출 • 침투시간 자료 분석 • 원시수집자료 제공 • 시간대별 집락자료 • 대도시간 소요시간 통계분석 • 신뢰성 분석
	주요 활용용도	<ul style="list-style-type: none"> • 지정체 발생원인 분석 • 개선사업 시행 후 효과분석 • 패턴분석을 통한 교통혼잡 예측 • 교통정보 신뢰성 향상 	<ul style="list-style-type: none"> • 교통계획시 예측교통량과 비교 • 침투시간 교통특성 분석 • 교통 혼잡패턴 분석 • 우회도로 확보를 통한 도로이용의 효율화 • 검지기 성능 유지관리

료 이용자서비스 제공을 위한 각종 정책 및 서비스 개발 로드맵 개발 등이 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

[1] 김한수, 박동주, 신승진, 백승걸, 남궁성, “차량 검지기 자료 관련 연구동향 분석 및 발전방향,” 한국ITS학회논문지, 제6권, 제1호, pp.13-26, 2007. 04.
 [2] P. T. Martin and P. Wu, “Automated data collection, analysis, and archival,” MPC Report No. 03-153, p. 40, 2003.
 [3] W. Huang and J. Leonard, “Archiving real time incident data - An ADUS application in metro Atlanta area,” Preprint CD-ROM,

Transportation Research Board, 2002.

[4] 강원의, 백남철, 신재명, “ITS 이력자료의 사용자 서비스를 위한 2차 가공시스템,” 대한교통학회 제44회 학술발표회논문집, CD-ROM, 2003.
 [5] B. L. Smith, D. C. Lewis, and R. Hammond, “Design of archival traffic databases: A quantitative investigation into application of advanced data modeling concepts,” Preprint CD-ROM, *Transportation Research Board, 2003.*
 [6] B. L. Smith, and S. Babiceanu, “An investigation of extraction transformation and loading(ETL) techniques for traffic data warehouses,” Preprint CD-ROM, *Transportation Research Board, 2002.*

tation Research Board, 2004.
 [7] B. L. Smith and R. Venkatanarayana, "Usage analysis of a first generation ITS data archive: lessons learned in the development of a novel information technology application," Preprint

CD-ROM, *Transportation Research Board*, 2006.
 [8] FHWA, "ITS data archiving: Case study analyses of San Antonio trans-guide data," Report No. FHWA-PL-99-024, 1999.

저자소개



김 한 수 (Kim, Han-Soo)

1999년 2월 : 충북대학교 도시공학과 (공학사)
 2001년 8월 : 한양대학교 도시대학원 교통물류학과 (도시학석사)
 2006년 3월~현재 : 서울시립대학교 대학원 교통공학과 박사과정



백 승 결 (Baek, Seung-Kirl)

1991년 2월 : 한양대학교 도시공학과 (공학사)
 1994년 2월 : 서울대학교 환경대학원 교통계획전공 (석사)
 2002년 2월 : 서울대학교 환경대학원 교통관리전공 (박사)
 2006년~현재 : 한국도로공사 도로교통기술원 책임연구원



남궁 성 (Namkoong, Sung)

1988년 2월 : 한양대학교 도시공학과 (공학사)
 1990년 2월 : 한양대학교 대학원 도시공학과 (석사)
 1996년 2월 : 한양대학교 대학원 도시공학과 (박사)
 2006년~현재 : 한국도로공사 도로교통기술원 수석연구원



박 동 주 (Park, Dong-Joo)

1990년 2월 : 한양대학교 공학사 (도시공학전공)
 1993년 8월 : 서울대학교 도시계획학석사 (환경계획학과 교통전공)
 1998년 12월 : Texas A&M University 토목공학박사 (교통공학전공)
 2000년 4월~2002년 7월 : Asian Institute of Technology 토목공학과 조교수
 2002년 9월~2005년 7월 : 공주대학교 건설환경공학부 도시 및 교통전공 조/부교수
 2005년 8월~현재 : 서울시립대학교 도시과학대학 교통공학과 부교수



신 승 진 (Shin, Seung-Jin)

2005년 2월 : 공주대학교 물리학과 (이학사)
 2006년 3월~현재 : 서울시립대학교 대학원 교통공학과 석사과정