

교통자료 평가체계 구축의 필요성

김태완, 김서정

I. 서론

도로를 이용하는 운전자에 대한 교통지체의 유무, 목적지까지의 최단경로, 도로유지보수작업 상황, 노면상태, 기상상황 등에 관한 정보제공은 도로를 빠르고 안전하며 쾌적하게 통행하기 위한 필요불가결한 요소가 되고 있다. 정확한 교통정보가 시기적절하게 제공되면 도로의 이용자는 도로의 혼잡구간이나 작업구간을 우회하거나 사전에 강설, 강우, 안개 등 기상악천후에 대비하는 것이 가능하여 운전의 안전성이나 쾌적성을 향상시킬 수 있다. 이러한 교통정보제공은 혼잡한 교통류의 시공간적 분산과 교통사고의 감소효과도 가져와 전체적으로 도로망의 이용효율을 높게 되는 결과도 얻을 수 있다. 현재의 교통정보제공은 주로 지능형교통체계(Intelligent Transport Systems, ITS)를 통하여 이루어지고 있는데, 기존 교통시설에 첨단 전자·제어·통신 기술을 접목하여 도로 등 교통시설의 효율성과 안전성을 극대화하고 관련 첨단산업의 국제 경쟁력 강화를 목표로 한 ITS 사업은 1990년대부터 국내에 도입되어 시행중에 있다. 교통정보제공은 각종 차량 검지기에서 수집된 지점 또는 구간자료를 교통정보 형태로 가공·처리하여 운전자에게 제공함으로써 원활한 교통흐름과 교통안전, 그리고 운전자에 대한 편의성을 제공하고 있다. 최근에는 교통정보제공과 관련한 장비의 운영 및 관리방안, 설치기준 등이 개발되어 적용되고는 있으나 이는 주로 하드웨어적인 관리와 운영, 성능평가에 대한 것으로 현장의 검지기에서 실시간으로 수집되고 있는 자료 자체에 대한 정확도나 신뢰성에 대한 평가는 잘 이루어

김태완 : 중앙대학교 도시공학과 부교수, twkim@cau.ac.kr, 직장전화:02-820-5846, 직장팩스:02-825-4709

김서정 : 중앙대학교 도시공학과 석사과정, hn8255@hotmail.net, 직장전화:031-670-3329, 직장팩스:031-675-1387

본 연구는 건설교통부 교통체계효율화사업/교통자료평가기술개발 연구개발사업의 연구비지원(T007E1010008-07E020100420)에 의해 수행되었습니다.

어지지 못하고 있다. 본 연구에서는 ITS사업에서 교통자료에 대한 수집 및 평가체계에 대한 조사를 통해 현재 교통자료 평가상의 문제점을 분석하고 향후 교통자료 평가체계의 개선방향을 제시하고자 한다.

II. 국내 교통자료 수집 및 평가체계

1. 교통자료의 종류 및 수집체계

1) 검지기의 종류

교통정보체계에서는 교통검지장비와 수집된 자료의 관리 및 활용체계가 조화를 이루어 교통자료를 교통정보로 가공시켜 신뢰성 높은 교통소통상황을 실시간으로 도로이용자에게 제공하는 것이 필요하다. 따라서 검지기에서 얻어지는 자료의 정확성은 곧 교통정보의 신뢰성과도 직결되어 있다고 볼 수 있다.

검지기(detector)는 도로상의 교통상황을 검지하여 원하는 형태에 따라 신호를 발생하는 기계적 장치를 말한다. 검지기는 크게 교통 현상을 감지하는 센서부와 센서부의 신호를 목적에 부합되도록 전기적 신호로 변환하여 출력하는 출력부로 구성된다. 검지기의 분류 방식은 단순센서 기능을 이용한 방식의 검지기와 복합기능의 검지기로 구분될 수 있다. 단순 센서 기능의 검지기는 대부분 특정 지점의 교통류를 측정하는 장치들로서 인덕티브 루프 검지기, 마그네틱 검지기, 초음파 검지기, 압전효과(Piezo-electric Effect)를 이용한 검지기, 마이크로파 데이터 검지기, 광학 검지기, 영상 검지기 등을 들 수 있다.

〈표 1〉은 교통 검지 방식별 장단점을 비교한 것으로 복합 기능의 검지기는 교통류의 측정뿐만 아니라 기타 통신 용도로도 사용될 수 있는 보다 개선된 형태의 검지기라고 할 수 있다. 복합 검지기로는 IDRF 또는 Beacon (적외선 또는 마이크로파)을 이용한 검지기를 들 수 있으며, 탐침차량(Probe Vehicle)을 이용한 교통 자료 등의 방식이 이에 해당된다.

검지기를 이용하여 얻을 수 있는 교통자료로는 교통량, 속도, 밀도, 정체, 여행 시간, 차종, 차량의 번호, 교통사고 여부, 교통 제어기 작동 여부 등이 있으며 운전자에게 제공되는 교통정보 중 기상, 대기오염 정보 등은 타기관

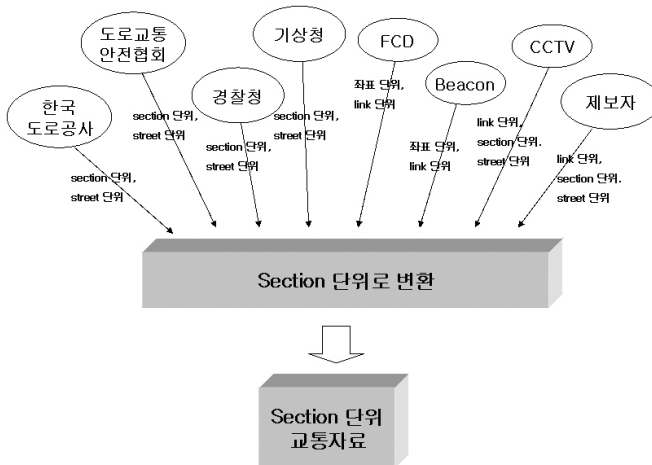
〈표 1〉 교통 검지 방식별 장단점 비교¹⁾

검지 방식	장 점	단 점
마이크로파 레이더	<ul style="list-style-type: none"> • 다차선 측정 가능 • 설치 및 보수 용이 	<ul style="list-style-type: none"> • 특정차량 단속이 어려움 • 라디오파 등 다른 전파에 의한 영향
광학검지기 (적외선 레이저)	<ul style="list-style-type: none"> • 특정차량 단속가능 • 거리 측정시 활용 가능 • 설치 용이 	<ul style="list-style-type: none"> • 1차선에 1대 기기 설치 • 정조준을 요함
영상검지기	<ul style="list-style-type: none"> • 다차선 측정가능 • 계측영역 설정 및 변경 용이 • 다른 교통변수도 검지 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 기후 등의 조건에 영향 받음 • 구배 등의 오차
루프검지기	<ul style="list-style-type: none"> • 시간대, 기상 등 환경변화에 의해 영향이 적음 • 다른 교통 변수도 검지 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 유지 보수가 어려움

으로부터 전송/수집되고, 행사, 교통사고, 재해, 노면 상태, 도로의 기하학적 구조, 교통망 등은 사람에 의하여 직접 입력하게 된다.

2) 교통자료 수집관리 현황

국내에서의 교통자료는 도로교통안전협회, 한국도로공사, 경찰청, 기상청, FCD, Beacon 또는 CCTV, 그리고 체보자 등으로부터 일정주기로 입수될



〈그림 1〉 교통자료의 수집²⁾

1) 오영인, 윤철석, 김응배(1997.6), ITS 서비스 정의 및 통신기술, 전자통신동향분석 제12권 제3호, p13
 2) 건설교통부(2002.9), 다기준검지기 기반의 실시간 교통정보를 활용한 교통시설체계 개선기술개발

〈표 2〉 기관별 교통 검지기 보유 현황³⁾

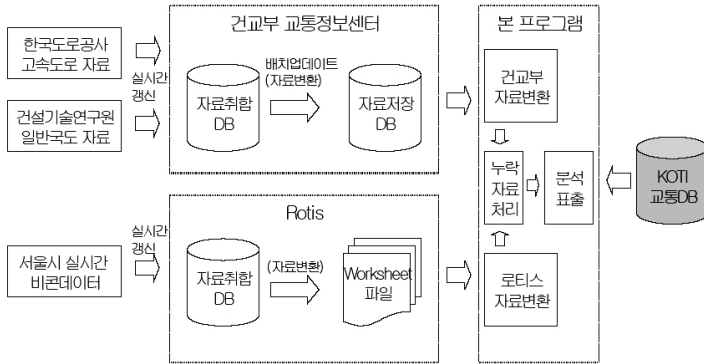
수집기관	수집자료내역		
	수집방법	대상지역	자료내역
(주)ROTIS	<ul style="list-style-type: none"> • Beacon, Probe Car • 통신비콘 3,000개 • 위치비콘 15,000개 • Probe Car 17,000대 	<ul style="list-style-type: none"> • 서울시도, 경기도내 국도, 지방도 합계 8,600km (고속도로 제외) 	<ul style="list-style-type: none"> • 실시간 여행속도 (Travel Speed) • 경로 데이터(위치정보)
한국도로공사	<ul style="list-style-type: none"> • 차량감지기 438대 • CCTV 111대 	<ul style="list-style-type: none"> • 5개노선 412km 	<ul style="list-style-type: none"> • 교통량, 점유율, 속도, 유고감지, 차종 분류
한국건설기술연구원	<ul style="list-style-type: none"> • 고정식 검지기 400대 	<ul style="list-style-type: none"> • 전국 국도대상 	<ul style="list-style-type: none"> • 교통량(1일 단위) • 속도(30분 단위)
서울지방경찰청	<ul style="list-style-type: none"> • CCTV 135대 • 교통통신원(TRS) • GPS차량 100여대 	<ul style="list-style-type: none"> • 서울시도 	<ul style="list-style-type: none"> • 패킷 데이터를 활용한 실시간 속도
서울시 교통방송	<ul style="list-style-type: none"> • 교통통신원 제보 • 영상검지기 	<ul style="list-style-type: none"> • 서울시내 주요축 	<ul style="list-style-type: none"> • 영상검지기 작동 중단
건설교통부 종합교통정보센터	<ul style="list-style-type: none"> • 타기관 정보 활용 	<ul style="list-style-type: none"> • 전국 국도, 고속도로 • 서울시도 	<ul style="list-style-type: none"> • 고속도로 속도자료 • 국도 속도 자료 • 서울시 속도 자료

수 있다. 주기적으로 입수된 정보는 모두 〈그림 1〉과 같이 Section 단위로 변환되어 저장되며 이렇게 수집된 교통자료는 Section 단위는 물론 Street 단위로 제공되기에 용이하다. 예를 들어 구간단위 교통정보는 ‘강남대로’의 ‘논현사거리~제일생명사거리’의 시간대별 소통상황을 제공할 수 있으며 또한 ‘강남대로’의 현재 소통상황도 실시간으로 제공될 수 있다.

국내에서 교통자료를 수집하고 과거 자료를 보유하고 있는 것으로 조사된 민간 및 공공기관에 대한 기관별 검지기 보유 현황을 살펴보면 〈표 2〉와 같은데 고속도로의 교통자료는 한국도로공사가, 국도는 건설기술연구원이 수집·관리하고 있으며 도시부의 자료는 지자체, 경찰청 또는 로티스와 같은 민간기관이 운영하고 있음을 알 수 있다.

국도에서의 교통자료수집은 실시간 교통운영 및 정보제공 보다는 교통량 관측 및 변동추이분석의 목적으로 주로 이루어지며 고속도로 및 서울시내에서는 교통량, 속도, 점유율, 유고감지 등 보다 다양한 교통자료수집과 이를 통한 교통정보제공의 목적이 크다고 볼 수 있다.

3) 정대훈(2001.11), 실시간 교통 데이터 활용 프로그램 개발, 교통개발연구원 연구총서 01-07, p21



〈그림 2〉 교통자료의 취합 구조4)

수집된 교통자료를 변환하여 수요자 요구에 적합하게 가공·처리하기 위한 Pilot 프로그램의 개발 과정은 한국도로공사와 건설기술연구원의 자료가 취합된 건교부 교통정보센터의 자료와 (주)로티스의 DB 자료를 대상으로 변환하고, 이를 한국교통연구원자료와 매칭시키며 누락자료를 처리·분석·표출하는 과정으로 구성되어 있다.

특히 수도권에서는 지자체, 경찰청, 민간 등 여러 기관이 다양한 목적으로 풍부한 교통자료를 수집하고 있는데 그 자료형태 및 활용현황을 살펴보면 <표 3>과 같다. 서울시와 경찰청의 교통정보센터에서는 교통량 및 속도 등의 자료를 주로 수집하여 교통정보제공과 도로관리의 목적으로 활용하고 있으며 교통방송에서는 특히 통신원을 활용한 정성적인 교통자료 수집을 통하여 돌발상황 및 행사, 정체위주의 교통정보를 제공하고 있다. 시정개발연구원에서는 교통량, O/D 조사들을 통하여 수집된 각종 자료를 교통지표산출 및 교통정책 수립 등에 보다 적극적으로 활용하고 있다. 수도권에서는 특히 민간기관에 의한 교통정보제공이 두드러지는데 ROTIS에서는 Beacon을 활용한 교통자료 수집으로 구간통행에 대한 속도와 시간 등의 교통정보 제공이 가능하며 이를 검지기 자료와 통합하여 보다 정확한 교통자료 및 정보제공에 활용하고 있다. 최근에는 교통카드시스템을 활용한 통행량, O/D, 수단별 이용자 수 등 다양한 교통자료가 보다 정확하게 수집될 수 있는 체계가 구축되어 교통계획 및 통행행태분석 등에 활용되고 있다.

4) 정대훈(2001.11), 실시간 교통 데이터 활용 프로그램 개발, 교통개발연구원 연구총서 01-07, p39

〈표 3〉 서울시 교통자료 수집 및 활용현황⁵⁾

	기관명	수집 교통자료	교통자료 활용
공 공 기 관	서울도시고속도로 교통관리센터	교통량, 통행속도, 통행시간	교통정보제공, 교통관리, 정책수립
	남산권 교통정보센터	교통량, 통행속도, 통행시간	교통정보제공, 교통관리, 정책수립
	서울지방경찰청 교통정보센터	교통량(교차로), 공사, 통행속도, 통행시간, 교통사고, 기타통계	교통·통계정보제공, 교통정책 수립 및 교통관리활용
	BMS 센터	대중교통데이터	대중교통정책 수립 및 대중교통관리활용
	서울교통방송국(TBS)	통행속도, 통행시간	교통정보제공
	한국도로공사 교통정보센터	교통량, 통행속도, 통행시간	교통정보제공, 교통관리
	서울시 교통국 및 자치구	교통량, 통행속도, 교통시설물	교통관리, 정책수립
	시정개발연구원 교통DB센터팀	교통량, 재차인원	O/D구축 및 교통지표산출
	TOPIS	서울시 교통데이터	교통정책 및 모니터링
민 간 기 관	ROTIS	통행속도, 통행시간	정보제공서비스
	교통카드시스템(T-Money)	이용객수, O/D통행, 버스·지하철카드 데이터	상업적 이용, 통행행태분석
	(주)SK	통행속도, 통행시간	정보제공 및 상업적 이용

2. 교통자료 평가체계

1) 국내외 교통자료처리과정

한국도로공사 고속도로 교통관리시스템의 경우 차량검지기로부터 원시자료를 수집하는 과정은 검지단계, 통신단계, 취합단계로 구성된다.

국내 각 시스템별 교통자료처리과정은 각 기관 및 시스템의 특성에 따라 차이를 보이고 있으며 오류판단 및 결측처리 역시 차이를 보이고 있다. 한국도로공사 고속도로교통관리시스템은 임계값을 이용하여 오류를 판단하고 있으며, 고속국도 우회도로 교통정보시스템은 시공간적 추세활용법과 이력자료 활용법을 적용하고 있다. 서울 도시고속도로 교통관리시스템, 천안논

5) 김원호(2007.4), 서울시 교통데이터 수집관리 실태와 개선방안, 서울정책포커스 제 21호, p3

산 고속도로 교통관리시스템의 경우 시·공간적 추세활용법을 적용하고 있으나 일정시간이 지난 경우 이력자료를 이용하여 결측처리를 하는 대신 차량 검지기가 고장인 것으로 파악하여 자료처리과정에서 제외시킨다. <표 4>, <표 5>는 국내외 시스템별 자료처리과정의 현황을 나타낸다.

<표 4> 서울시 교통자료 처리현황⁶⁾

자료처리과정		
원시 자료 수집	한국 도로공사	<ul style="list-style-type: none"> •교통량, 속도, 점유율, 차량길이, 차종, 정지영상 등을 수집 •수집주기:30초
	우회도로	<ul style="list-style-type: none"> •교통량, 속도, 점유율, 정지영상, 평균차량길이, incidentflag 등을 수집 •수집주기:1분
	서울시 도시고속도로	<ul style="list-style-type: none"> •교통량, 속도, 점유율, 차종, 대기행렬길이 등을 수집 •수집주기:30초
	천안-논산 고속도로	<ul style="list-style-type: none"> •교통량, 속도, 점유율, 차종, 차량존재여부 판독 등을 수집함 •수집주기:30초
오류 및 결측 보정	한국 도로공사	<ul style="list-style-type: none"> •별도의 임계값을 이용하여 교통량, 속도, 점유율, 차량길이에 대해 오류를 판단하고 별도의 결측보정 없이 Error를 제거한 자료를 집계하고 있음
	우회도로	<ul style="list-style-type: none"> •공간적 추세활용법 <ul style="list-style-type: none"> - 해당지점과 비슷한 교통특성을 보이는 지점의 자료를 활용하여 누락자료를 보정함
		<ul style="list-style-type: none"> •시간적 추세활용법 <ul style="list-style-type: none"> - 누락/오류가 된 자료 시점이전의 5분 자료를 평균하여 누락된 시점의 자료를 추정함(이동평균법)
		<ul style="list-style-type: none"> •이력자료 활용법 <ul style="list-style-type: none"> - 누락자료가 연속적으로 발생하여 공간적 추세 및 시간적 추세활용이 불가능할 경우, 과거의 요일별, 시간대별 이력자료를 통해 보정함
서울시 도시고속도로	<ul style="list-style-type: none"> •공간적 추세활용법 및 시간적 추세활용법은 도로공사 우회국도와 같음 •고장처리 <ul style="list-style-type: none"> - 5분이상 지속될 경우 - 누락/오류가 있는 검지기는 가공될 자료항목에서 제외하여 처리 •교통류가 측정된 경우 점유율 및 속도가 0일 때에는 속도를 80km(제한속도)로 보정해줌 	
천안-논산 고속도로	<ul style="list-style-type: none"> •공간적 추세활용법 및 시간적 추세활용법은 도로공사 우회국도와 같음 •고장처리 <ul style="list-style-type: none"> - 누락/오류가 있는 검지기는 가공될 자료의 항목에서 제외 시켜 처리됨 	

6) 백승걸, 남궁성, 차량검지기자료의 효율적인 수집저장 및 관리체계 연구, p7

〈표 계속〉

자료처리과정		
평활화	한국 도로공사	<ul style="list-style-type: none"> • 이루어지지 않음
	우회도로	<ul style="list-style-type: none"> • 튜닝 업무시 평활화 과정에 대한 분석 실시(2004.1월)한 결과, 원시자료와 상당한 차이가 발생하여 평활화과정을 적용하지 않고 있음
	서울시 도시고속도로	<ul style="list-style-type: none"> • 지수이동 평활화 적용
	천안-논산 고속도로	<ul style="list-style-type: none"> • 지수이동 평활화 적용
시간적 집계	한국 도로공사	<ul style="list-style-type: none"> • 지점별 1분자료 • 신뢰성 검토자료의 가공 • 5분자료 가공 • 15분자료 가공 • 1시간자료 가공 • 요일별자료 가공 • 월별자료 가공 • 구간 정보가공(5분)
	우회도로	<ul style="list-style-type: none"> • 대부분은 한국도로공사와 같음 • 구간 정보가공(1분)
	서울시 도시고속도로	<ul style="list-style-type: none"> • 대부분은 한국도로공사와 같음 • 구간 정보가공(1분)
	천안-논산 고속도로	<ul style="list-style-type: none"> • 대부분은 한국도로공사와 같음 • 구간 정보가공(5분)
공간적 집계	한국 도로공사	<ul style="list-style-type: none"> • 단위 링크의 정의를 IC, JC, VMS 설치지점 간의 도로구간이라 함
	우회도로	<ul style="list-style-type: none"> • 단위 링크의 최소단위를 교차로와 횡단보도 등 간의 도로구간이라 함 • LINK 와 OMS, IPS 등으로 자칭함 <ul style="list-style-type: none"> - 교차로와 교차로 사이를 LINK, 2~3개의 LINK를 OMS, 2~3개의 OMS를 IPS라고 함
	서울시 도시고속도로	<ul style="list-style-type: none"> • 단위링크의 정의를 교통량의 변화가 발생하는 램프, 교량, 교차로 간의 도로구간이라 함
	천안-논산 고속도로	<ul style="list-style-type: none"> • 도로공사와 같음 • LEVEL로 자칭함
	차이점	<ul style="list-style-type: none"> • 한국도로공사와 천안-논산의 경우 루프와 루프사이를 LEVEL2라고 하며 단위링크 평균길이는 10.2km임 • 서울시의 경우 루프와 루프사이를 셀이라고 하며 단위 링크의 평균 길이는 1.6km(내부순환로), 1.9km(올림픽대로)이며 실제 커퍼리지개념은 서울시의 셀 개념이 맞음

<표 계속>

자료처리과정		
이력 자료 구축	한국 도로공사	(검지기 수집자료) • 30초 자료, 1분, 5분, 15분 자료, 1시간 - 교통량, 점유율, 속도 등 • 1일 자료(일평균 교통량), 1주 자료(요일별 교통량) • 1월 자료(주별 교통량), 1년 자료(월별 교통량)
	우회도로	• 도로공사와 같음
	서울시 도시고속 도로	• 도로공사와 같음
	천안-논산 고속도로	• 도로공사와 같음
이력 자료 활용	한국 도로공사	(검지기 수집자료) • 1분자료 • 5분자료 • 15분자료 • 1시간자료 - 구간별 통행시간
	우회도로	도로공사와 같음
	서울시 도시고속 도로	(검지기 수집자료) • 1분자료 • 5분자료 • 15분자료 • 1시간자료 - 구간별 통행시간
	천안-논산 고속도로	서울시와 같음
	차이점	• 한국도로공사, 우회도로의 경우 오류 및 결측보정 과정에 쓰이지만 서울시, 천안-논산의 경우 오류 및 결측보정 과정에 쓰이지 않음

국외의 교통관리기관인 유타 ATMS, 버지니아 ADMS, 캘리포니아 PeMS에 대한 자료처리과정은 다음과 같다.

교통자료의 수집 및 활용 현황을 살펴보면 각 기관별 정보처리의 방법이 나 오류 및 결측자료 보정 등 각기 다른 형태로 작업을 실시하고 있으며 또는 오류 보정없이 사용자의 판단아래 자료의 가공을 하는 것을 알 수 있었다. 따라서 우리는 각 검지기 및 이용자의 요구자료에 따라 오류 및 결측 보정과 같은 정확도 향상을 위한 방법론 및 프로그램 개발이 이루어져야 할 것이라고 판단된다.

〈표 5〉 국외 교통관리시스템 처리현황 비교⁷⁾

처리 과정	유타 ATMS	버지니아 ADMS	캘리포니아 PeMS
시공 간격 집계	<ul style="list-style-type: none"> • 20초 단위의 자료 수집 후 15분 간격으로 집계 • 교통량, 점유율은 누적, 속도는 가중평균함 	<ul style="list-style-type: none"> • 20초 단위의 자료를 수집 후 5분, 15분, 30분, 1시간의 자료 산출 및 저장 • 교통량, 점유율은 누적, 속도는 교통량 가중평균 MSQC를 이용하여 자료의 동질성 수준을 측정 	<ul style="list-style-type: none"> • 30초 단위 자료 수집 후 집계
오류 판단	<ul style="list-style-type: none"> • 에러유형을 Negative, Unrealistic, Constant, Missing Value의 4가지로 분류하여 구분 	<ul style="list-style-type: none"> • 자료의 입계값을 이용하여 5가지 판정방법사용 후 Good, Bad, More Generally로 분류 	<ul style="list-style-type: none"> • 자료의 Error와 Missing을 구별하여 검지기 작동율, 에러율 표시하며 유타 ATMS와 유사함
결측 보정	<ul style="list-style-type: none"> • 자료 집계간격에 따라 다른 시공간격 보정방법 이용 	<ul style="list-style-type: none"> • 자료의 집계간격에 따라 실시간 짧은 간격 자료는 과거패턴자료를 이용, 하루자료의 경우 EM알고리즘 이용 	<ul style="list-style-type: none"> • Error&Missing을 제거한 후 집계자료를 평균함

2) 교통자료 평가

검지기를 통하여 얻어진 교통자료들은 기관마다의 평가체계를 거친 후 교통정보로 가공되어 도로이용자들에게 제공된다. 이때 자료의 평가를 통한 자료 처리 및 정보 가공을 통하여 신뢰성 있는 교통 정보를 생성하게 된다. 평가체계로는 자료에 대한 평가지표를 통해 자료의 신뢰성을 검증, 교통자

〈표 6〉 자료 처리의 내용⁸⁾

구분	내용
VDS 데이터 필터링	<ul style="list-style-type: none"> • 논리적 범위와 근거를 제시, 유효 범위를 벗어나는 값 처리
VDS 누락데이터 보정	<ul style="list-style-type: none"> • 변질, 누락자료에 대한 자료 정리 <ul style="list-style-type: none"> - 센터로 전송되는 자료가 검지기의 감지능력, 통신 장애등으로 변질, 누락시 신뢰성이 떨어지므로, 교통관리전략의 원활한 수행 및 돌방 상황 감지에 영향 - 검지기 자체의 수집오류나 소통상황 판단의 악영향을 끼치는 자료의 일시적 변동을 완화하기 위한 수단으로 지수이동평활법 적용

7) 백승걸, 남궁성, 차량검지기자료의 효율적인 수집저장 및 관리체계 연구, p9

8) 배성일, 한용석, 김항주, 고속도로 우회도로 ITS구축(1단계)사업 기본 및 실시설계, 유신기술화보 제11호, p100

료의 필터링, 누락데이터의 보정 등의 방법이 있다.

평가지표는 평가결과에 대한 통계량의 개념으로 차량검지기의 성능을 대표할 수 있어야 하며, 수요자가 이해하기 쉬운 지표가 선정되어야 한다. <표 7>에서와 같이 기존의 국내·외 평가사례에서는 주로 등가계수, MAPE, 퍼센트 오차, 상관계수, RMSE, APE 등을 사용하였다. 이외의 평가지표로는 평균절대편차(MAD: Mean Absolute Deviation), 평균제곱오차(MSE: Mean Percentage Error), 평균백분율오차(MPE: Mean Percentage Error)등이 사용되고 있다. 이들 가운데서 특히 MAPE지표의 경우, 다수의 추정모형에 대해서 상대적인 정확도 비교에 우수한 지표로 알려져 있기 때문에⁹⁾ 여러 수행기관에서 MAPE지표를 사용하고 있다.

그러나 이러한 MAPE, 등가계수와 같은 평가지표는 검지기에서 수집된

<표 7> 차량검지기 평가지표 비교¹⁰⁾

구분	수행기관	수행연도	평가지표
국내	한국도로공사	2000	등가계수
	한국건설기술연구원	1997	MAPE, 상관계수
	도로교통안전관리공단	1999	MAPE, 상관계수, 등가계수
국외	텍사스 교통부	2002	MAPE
	미네소타 교통부	2003	MAPE
평가지표			
MAPE	$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i - \hat{Y}_i }{n} \times 100$ <p>Y_i = i번째 단위시간에서의 실측자료 값 \hat{Y}_i = i번째 단위시간에서의 대상자료 값</p>		
상관계수	$r = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sigma_X \sigma_Y}$ <p>X_i, Y_i = i번째 단위시간에서의 실측자료 값 \bar{X}, \bar{Y} = 각각 X, Y의 평균값 $\sigma_X \sigma_Y$ = 각각 X, Y의 표준편차</p>		
등가계수	$\text{등가계수} = 1 - \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n Y_i^2 + \sum_{i=1}^n \hat{Y}_i^2}}$ <p>Y_i = i번째 단위시간에서의 실측자료 값 \hat{Y}_i = i번째 단위시간에서의 대상자료 값</p>		

9) John E. Hanke-Arthur G. Reitsch, Business Forecasting 4th Edition, Allyn and Bacon, 1992

10) 한국교통연구원(2006), ITS정보수집기준 및 시스템개선연구, p121

자료가 실제값과 어느 정도 차이가 있는지를 통계적으로 분석하여 검지기의 성능을 판단하는데 이용할 수 있으나 실제값을 알 수 없는 상태에서 실시간으로 수집된 교통자료가 과연 어느 정도 정확할 것인지를 판단할 수 있는 지표로 활용되기는 어려운 문제가 있다. 이를 위해서는 우선 검지기에서 수집된 자료에 대한 유효성을 판단할 수 있는 필터링 기술과 변질·누락자료에 대한 보정방법들이 개발되어야 하고 이를 바탕으로 자료의 정확도나 신뢰성을 평가할 수 있는 새로운 지표를 개발 할 필요가 있다.

신승진 외 4인(2007)은 위 평가지표 외에 Battlle사에서 제시한 정확성, 완전성, 유효성, 적시성, 접근성, 포괄성의 6가지를 평가지표로 선정하였으며 각 평가지표에 대하여 정량화 방법을 개발하였다. 자료 이용자들은 차량검지기자료에서 산출된 평가지표를 정량화하여 나온 값으로 사용자가 원하는 자료인지 아닌지 확인 할 수 있다. 또한 자료평가 프로그램은 자료가공 모듈, 자료평가모듈, 자료제공 모듈의 크게 3가지로 나뉘며 파일, 자료가공, 자료평가, 처리결과검색, 평가결과 검색 의 메뉴로 이루어진다.

3. 교통자료 필터링 기법

현재의 교통상황을 가장 단편적으로 나타내주는 정보는 링크구간의 속도 또는 통행시간자료라고 할 수 있다. 통행시간의 추정은 주로 과거 자료를 기초로 이루어지며 우리는 이를 바탕으로 5, 10분 또는 몇 시간후의 링크별 통행시간을 예측하여 교통정보를 도로이용자들에게 제공하는 것이다.

신뢰성 있는 통행시간 예측을 위해서는 루프 검지기, 프로브 차량, 과거 기초교통자료 등의 여러 교통 자료를 이용하게 된다. 여기서는 실시간 교통자료들의 신뢰성 향상을 위한 교통자료 필터링 기법에 관해 알아본다.

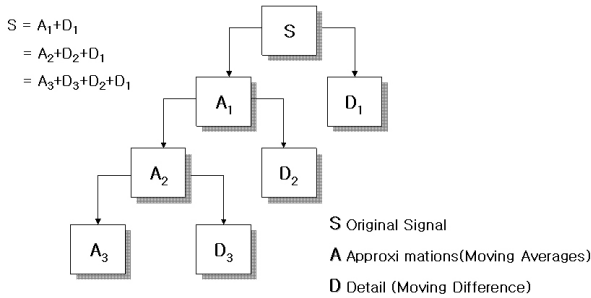
통행시간 예측을 위해 사용되는 실시간 교통자료들의 경우 측정시와 통신시에 여러 가지 오차가 발생함으로써 노이즈가 생기게 되는데 이것은 기기의 장애나, 잘못된 측정 또는 보고로부터 기인한다. 이러한 이유로 예측에 사용되는 자료의 필터링이 필요한데, 이것은 예측의 정확성이나 신뢰성에 상당한 영향을 주게 된다. 교통자료 필터링 기법 중 자주 사용되는 웨이블릿 변환기법에 대하여 알아보면 다음과 같다.

웨이블렛 변환 기법은 수학자 Fourier에 의해서 고안된 자료 처리방법에 기초를 두고 있으며, 80년대 이후로 신호처리 분야에서 자료를 압축하고 노이즈를 제거하는데 쓰이는 신호분해 방법의 하나이다. 특히 이 기법을 이용하면 자료가 지니는 경향(Trend)이나 불연속성(Break Point) 및 내재된 유사성(Self-similarity) 등을 찾아낼 수 있다. 또한 이를 응용하여 자료의 오류를 제거할 수 있다.

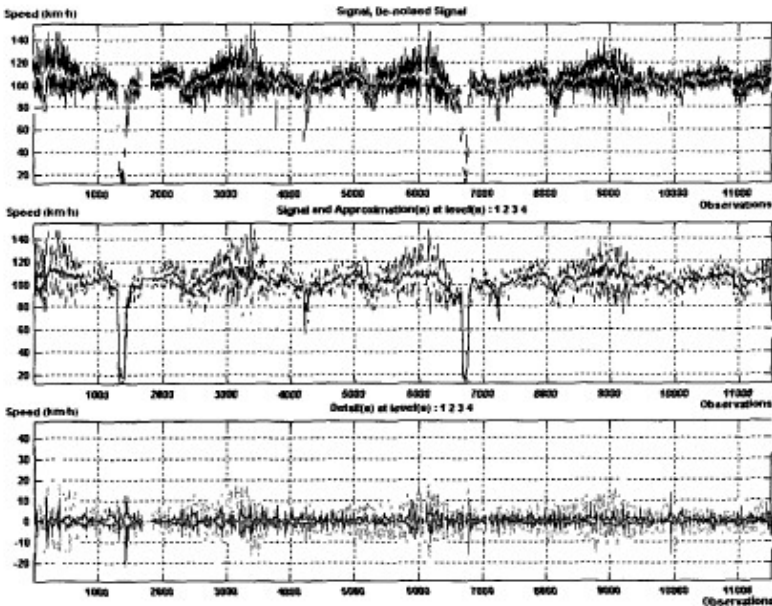
웨이블렛 변환에도 여러 가지 종류가 있으며 건설교통부에서 2002년 연구한 '다기종검지기 기반의 실시간 교통정보를 활용한 교통시설체계 개선기술개발'에서는 이산 웨이블렛 변환(DWT:Discrete Wavelet Transformation) 기법을 사용하여 검지기 자료가 갖는 노이즈를 제거하여 통행시간을 예측하였다.

이산 웨이블렛 변환에서는 우선 원래의 신호를 위계적으로 분해한다. 즉, 원신호를 전체적인 형태를 보여주는 근사항과 각 부분의 범위를 나타내는 상세항으로 구분하여 설명할 수 있다. <그림 3>에서 입력된 자료(cf. 웨이블렛 변환에서는 원 신호(Original Signal)로 표현함)는 일차적인 변환을 통하여 근사항(A1)과 상세항(D1)의 두 부분으로 나누어질 수 있다. 이때 근사항(A1)은 이동평균과 유사하고 A1의 전체적인 분포를 살펴보면 최초로 입력한 자료의 형태를 지니게 된다. 그러나 이동평균을 취하는 과정에서 미세한 부분들은 서로 상쇄되어 최초로 입력한 자료(S) 보다는 완곡한 커브를 그리게 되는데, 상대적으로 상세항(D1) 부분은 이동 간격(Moving Difference)이라 할 수 있으며 이동평균을 취하면서 상쇄된 부분에 대한 정보를 포함한다. 이산 웨이블렛 변환에서는 일차적으로 구해진 근사항(A1)을 이용하여 계속해서 이차적인 변환을 수행할 수 있고 이를 통해 A2와 D2를 구하게 된다. 이러한 과정은 이론적으로는 연속적으로 무한대까지 수행할 수 있으며 <그림 3>에서는 3차까지의 변환만을 표현하고 있다. 그리고 자료의 상세한 부분인 D1, D2 및 D3는 흔히 통계학에서 White Noise라 불리며 이들을 제거하는 과정을 통하여 자료에 내재된 오차를 제거할 수 있다.¹¹⁾ 이산 웨이블렛 변환을 이용한 자료의 전처리 기법은 자료의 시간간격이 일정하고 연속적인 도로상의 각종 루프검지기 및 PCS

11) 건설교통부(2002.9), 다기종검지기 기반의 실시간 교통정보를 활용한 교통시설체계 개선기술개발



〈그림 3〉 이산 웨이블릿 변환의 기본원리



〈그림 4〉 웨이블릿 변환을 이용한 시계열 데이터의 잡음(Noise)제거¹²⁾

(Personal Communication Service)와 Probe차량을 이용해서 수집한 자료 등에 적용하는 것이 유리한 기법이라 한다.

교통 상황은 시간에 따라 빠르게 변화하므로 이러한 교통자료를 시계열 신호라 볼 수 있다. 따라서 이산 웨이블릿 기법은 원래의 실시간 교통 데이터에 적용할 수 있다. 과거 교통자료는 많은 양의 노이즈를 가지고 있고, 이

12) 건설교통부(2002.9), 대기중검지기 기반의 실시간 교통정보를 활용한 교통시설체계 개선기술개발

것을 제거한다면 예측값의 질을 향상시키는데 유익할 것이라는 논리이다.

그 방법으로는 시계열 데이터를 4단계로 분해한 후, 일반적으로 노이즈의 성격을 띄는 가장 빈도수가 높은 고주파 신호부분을 제거하여 입력 시계열 데이터의 추세를 그대로 유지하면서 세부적으로는 선형의 특성을 보이는 시계열로 전처리하는 것이다. <그림 4>는 판교 인터체인지에서 30초 간격으로 들어온 5일간의 원 데이터와 이산 웨이블릿 기법을 적용한 데이터간의 관계를 분석하였다. 첫 번째 그림은 원 데이터이고 나머지는 각각 평균과 편차를 나타낸 것이다.

교통자료평가지 가장 중요한 요소는 수집되어지는 검지기의 검지방범 및 이용자가 필요로 하는 자료, 즉 가공되어질 자료의 특징이 중요하다고 판단된다. 따라서 각 검지기별, 자료별 수집방법을 고려한 올바른 필터링 및 오차 최소화 방안에 대한 연구가 필요할 것이라 본다.

Ⅲ. 국내 교통자료 평가상의 문제점 및 향후 개선방향

1. 교통자료의 활용분야

현재 교통자료의 활용 범위에 대한 정의가 마련되어 있지 않고, 수요에 대한 조사체계가 확립되어 있지 않아 교통자료의 효율적 운영 및 활용이 이루어지고 있지 않고 있다. 따라서 보존되어야 할 교통자료가 일정한 규정없이 활용되거나 버려지고 일부 교통자료들은 교통정책의 기초자료가 될 수 있는 교통 DB로 저장되지 않아 효율적으로 활용하는데 어려움이 많다. 또한 불필요한 교통자료의 저장으로 수집관리비용이 낭비되고 있는 실정이며 교통자료의 활용은 수요가 많은 일부 교통자료들에 한정되어 있어 교통자료의 활용분야도 정보제공과 일부 콘텐츠 분야에 국한되어 있다. 또 다른 문제점은 각각의 기관에서 수집되는 교통자료들은 기관의 용도에 맞게 수집되어 가공되기 때문에 타 기관에서 수집된 교통자료와 연계 활용은 어렵다고 할 수 있다.

이렇듯 고급화된 교통정보에 대한 시민들의 욕구는 지속적으로 증대하고 있으나 공공기관의 교통정보 수집을 위한 인프라 구축을 재정확보 및 정책적 지원의 어려움으로 난항을 겪고 있는 것이 국내 교통이용의 현실이다.

그렇기 때문에 무분별하게 버려지고 있는 교통자료의 활용 및 유지 관리에 관한 연구가 필요할 것이다.

2. 교통자료의 평가체계

교통자료 수집체계는 교통수집검지와 관리활용체계의 조화를 통해 도로이용자들에게 신뢰성있는 최적의 정보를 제공하게 된다. 교통자료 수집체계를 단계적으로 발전시켜 온 선진도시들 역시 교통수집검지와 관리활용체계의 조화를 통해 실시간 교통상황의 모니터링은 물론 교통정책이나 사업을 지속적으로 평가할 수 있는 체계를 갖추고 있다. 서울시의 경우, ITS분야의 지속적인 투자로 많은 인프라가 구축되어 있으나 종합적인 교통자료 수집 및 가공체계가 미흡하며 효율적인 교통운영 및 관리에 어려움을 겪고 있는 실정이다. 또한 교통검지체계의 관리활용에 관한 고찰과 함께 교통수집자료의 자체에 대한 신뢰성을 높이는 연구가 필요하다. 이를 위해서는 각 수집자료에 대한 오류발생원인 및 구조적 특성연구를 통한 오차의 최소화 방법, 필터링 기술, 누락데이터의 보정, 요구정확도 결정기술, 최적정보 갱신을 위한 주기 결정기술, 정확한 평가지표의 선정 등의 기술이 개발되어야 할 것이다. 또한 기초 교통자료는 시간적·공간적으로 연속성을 갖추어야 활용도가 높아질 수 있다. 하지만 현재 국내에서 수집되고 있는 교통자료는 시·공간적으로 연속성이 결여되어 자료의 가치가 저하되고 있다고 할 수 있기 때문에 이에 대한 고려도 필요할 것이다.

Ⅳ. 결론

지능형 교통체계(ITS)는 실시간 교통상황에 대응하여 교통관리를 수행하므로 현장에서 수집하는 원시교통자료의 품질은 최종적으로 사용되는 도로이용자에게까지 영향을 미치는 중요한 요소라고 할 수 있다. 하지만 현재의 교통정보제공체계의 검지장비의 운영 및 관리방안, 설치기준 등은 최근에 개발되어 현장에서 적용되고 있으나 검지기를 통해 실시간으로 얻어지는 교통자료들에 대한 명확한 평가기준이나 체계, 지표 없이 교통정보로 가공되어 사용되고 있다. 교통자료가 얼마나 정확한 것인지를 모르는 상태에서 그 자료를 바탕으로 이루어진 교통정보의 정확성은 원천적으로 위협을 받을 수 있

다. 따라서 ITS 및 교통정보의 신뢰성 확보 및 실시간 교통자료 활용성 증진을 위해서는 교통자료의 평가를 통한 품질관리가 필수적이다. 이를 위해서는 검지기를 통해 수집되어진 방대한 양의 교통자료들을 필터링 하고 보정하는 기술 그리고 교통자료에 대한 정확성과 신뢰성을 평가할 수 있는 평가체계구축이 필요하며 이에 대한 지속적인 연구개발 노력이 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

1. 건설교통부(2002.9), 다기준검지기 기반의 실시간 교통정보를 활용한 교통시설체계 개선기술개발.
2. 김원호(2007.4), 서울시 교통데이터 수집관리 실태와 개선방안, 서울정책포커스 제21호, p.3.
3. 배성일, 한용석, 김항주, 고속국도 우회도로 ITS구축(1단계)사업 기본 및 실시설계, 유신기술화보 제11호, p.100.
4. 백승걸, 남궁성, 차량검지기자료의 효율적인 수집저장 및 관리체계 연구.
5. 신승진, 박동주, 김한수, 백승걸, 남궁선(2007.9), 차량검지기 자료품질의 평가 방법론 및 프로그램 개발, 교통 기술과 정책 제4권 제3호, p.143.
6. 오영인, 윤철식, 김응배(1997.6), ITS 서비스 정의 및 통신기술, 전자통신동향분석 제12권 제3호, p.13.
7. 정대훈(2001.11), 실시간 교통 데이터 활용 프로그램 개발, 교통연구원 연구총서 01-07, p.21, p.39.
8. 한국교통연구원(2006), ITS정보수집기준 및 시스템개선연구, p.121.
9. John E. Hanke-Arthur G. Reitsch(1992), Business Forecasting 4th Edition, Allyn and Bacon.



김태완



김서정