안전지향형 노변방송서비스 체계에 관한 연구

정 성 학
한국건설기술연구원 첨단교통연구실
(2009. 5. 21. 접수 / 2009. 9. 22. 채택)

A Study on Safety Oriented System Design of Highway Advisory Radio Service

Sung-Hak Chung
Advanced Transport Research Division, Korea Institute of Construction Technology
(Received May 21, 2009 / Accepted September 22, 2009)

Abstract : The objective of this study is to develop highway advisory radio service for road safety oriented system design of the point by regional groups or geographical distributions. To develop these highway advisory radio service, traffic information provided service areas, responds for incident and accident, and road condition in service sections based on traffic information of highway advisory radio service. This study contributes to service of traffic information for safety driving, which is transport congestion areas and recognition of traffic congestion status in advanced traffic information service. As result of this study, systematic design of the advanced highway and traffic safety guides to management systems by highway advisory radio service.
Key Words : traffic safety, highway advisory radio(HAR), advanced traffic information service(ATIS), intelligent transport system(ITS)

1. 서 론

우리는 급격한 차량 증가로 인한 교통 혼잡과, 교통사고 등으로 일상의 절반을 도로상에서 보낸다고 해도 과언이 아닌 교통체증의 시대에 살고 있다. 정부에서도 계속해서 도로의 확충을 지속해 오고 있지만, 이러한 방법은 한정된 국토의 공간 위에서 교통문제를 해결하는 것에는 한계를 표출하게 되었고, 이러한 문제를 해결하기 위해서, 또 다른 측면에서 문제해결의 대안으로 지능형 교통체계(ITS: Intelligent Transport System)가 등장하였다.

지능형 교통체계는 도로-차량-물류 등의 교통시스템에 첨단기술을 접목하여 실시간으로 교통정보를 수집 · 관리 · 제공함으로서 교통서비스를 획기적으로 개선하는 지능형 교통체계를 말한다. 이는 기존도로의 운영기능을 극대화 시키고, 교통문제로 인한 사회적 낭비를 현격히 개선할 수 있는 효과적이면서, 친환경적인 교통시스템이다[1].

대도시의 광역화 및 주 5일 근무제 확대에 따른 주말 교통수요의 급증은 과거 단거리 위주의 통행패턴이 점차 장거리 여행으로 확대되고, 교통정보 또한 지역과 지역을 연결하는 지역간 도로(고속국도 및 일반국도)에 대한 교통정보를 요구하고 있다. 교통시스템과 정보기술은 세계적이며 전략적인 비교경쟁력의 국가 우위산업이 되어 있다. 따라서 우리나라에서도 첨단의 지능형교통시스템을 지속적으로 구축하여 원하는 목적지까지 보다 신속하고, 편리하게 이동할 수 있는 기반을 마련하고 있다.

2008년 12월 현재, 우리나라는 국민 1인당 2만불 소득수준의 사회 · 경제적 · 시장규모와 1,600만 대의 자동차시대를 살고 있고, 우리나라 일반국도의 약 1,550Km에 지능형 교통시스템을 구축하여 운영하고 있다. 자동차 증가에 따라 ITS 구축과 교통정보 유통활성화는 그 수요가 급격하게 증가하는 추세에 있다[2,3]. 특히, 운전 중 받을 수 있는 교통정보의 제공은 유료서비스인 DMB TPEG, Telematics 등과 같이 민간에 의한 서비스가 주를 이루고 있다. 하지만, 일반 국민들이 첨단 교통정보 서비스를 제

† To whom correspondence should be addressed.
shchung@kict.re.kr

공받으려면 전용단말기를 구입하거나 교통정보 서비스에 가입해야 함에 따라 국가 ITS 사업에서 제공될 교통정보 서비스는 전용단말기 가입자와 구매자로 제한되고 있다. 따라서 공공부문에서 교통정보이용 소외계층을 없애고, 불특정 다수를 대상으로 모든 국민이 기본 교통정보를 활용할 수 있도록 기본 교통 인프라구축이 지속적으로 확대되어야 한다.

우리나라의 도로교통 여건은 급속한 경제성장과 더불어 급격한 차량 증가와 그에 따른 도로 건설이 이루어지고 있다. 2003년부터 2007년까지 자동차 등록대수의 증가 추이를 살펴보면, 2003년도에 13,949,441대 였던 것이 2007년에는 15,895,234대로 연평균 486,448대(표준편차 119,851)가 증가하는 경향을 보였으며, 도로건설은 자동차의 증가와 함께 2003년도 도로연장길이가 88,774km에서 2007년말 통계에는 102,293km로서 연평균 2,724km (표준편차 1,477)의 도로연장이 증가되고 있다[4]. 또한, 도로교통 여건의 변화와 함께 교통사고는 매년 증가하고 있으며, 이에 대한 대책으로 지능형 교통체계를 통한 돌발상황 관리시스템 구축, 사면관리, 불량선형 개선사업 등을 전개하고 있다. 이러한 도로안전과 관련된 시스템은 사전 예방조치와 아울러 상황 발생시 시기적절한 정보의 전달을 통해 2차적인 안전사고를 대비하여야 한다.

그러나 국내의 경우, 실시간으로 교통사고, 낙석, 도로통제, 도로건설 및 유지관리 등과 같은 도로상의 돌발상황 및 안개, 노면결빙, 도로파손 등과 같은 도로 여건정보를 제공할 수 있는 수단이 미약한 실정이다. 따라서, 보다 안전하고 원활한 도로운영관리를 위해서 돌발상황 및 도로상황에 대한 안전지향형 교통정보의 서비스 체계구축이 필요하다.

본 연구에서는 지능형 첨단 교통정보시스템의 노변방송서비스 제공을 위하여 2장에서는 노변방송서비스체계와 구축사례, 3장에서는 관련규정, 지침, 구현특성을 기술하였다. 또한 4장에서는 안전지향형 노변방송서비스 구간 체계와 콘텐츠를 제공함으로서 본 연구는 ITS 센터에서 교통관제를 통한 사고예방효과와 안전지향형 교통관리시스템 구축에 기여하고자 한다.

2. 노변방송서비스

2.1. 노변방송서비스 체계

ITS센터의 노변방송서비스 체계는 운행 중인 구간에서 발생하는 교통상황을 실시간으로 운전자에게 전달하기 위하여 도로변의 노변장치(송출장치)를 통해 교통정보를 송출하여 도로이용자의 장비(라디오나 차량항법장치 등) 활용으로 교통정보를 제공하는 서비스 체계이다.

현재, 국내에서 주행로 상에 설치하여 운영하고 있는 교통정보의 제공장비·설비는 도로전광표지(VMS: Variable Message Sign)로 한정되어 있으며, 도로전광표지만이 도로의 교통상황을 실시간 으로 이용자에게 제공하여 주행경로의 의사결정을 수립하는데 이용할 수 있다. 이용자가 주행경로나 대안경로를 선택하고자 할 때에는 의사 결정하는 경로의 이전 시점에 도로전광표지를 설치하여 운전자의 의사결정에 도움을 주고 있는 상황이지만, 운전 중에는 차량의 운행속도에 따라 도로전광표지를 통하여 시각적으로 정보를 수용하거나 인지 할 수 있는 시간이 한정되어 있어서 이용할 수 있는 정보량은 제한된다.

그러므로, 설치지점 이외의 다른 시점에서 정보를 취득하는 것이 불가능하다. 결과적으로 도로전광표지는 특정한 지점에 도달해야만 정보를 제공받을 수 있는 반면, 노변방송서비스는 "누구나, 어디서든" 실시간으로 다량의 교통정보 서비스를 제공 받을 수 있는 장점을 가지고 있다[5]. 이러한 측면에서 유럽, 일본, 미국 등의 교통선진국에서는 노변방송서비스를 개발하고 도로상에 구현하여 차량내에 음성메시지로 운전자에게 전달함으로써 도로전광표지의 크기나 차량운행 속도에 의해 정보량이 제한되지 않고, 우천이나 안개시의 시각적인 정보습득이 어려운 환경변화에도 교통상황을 쉽게 인지할 수 있도록 활용하고 있다[6].

Fig. 1은 노변방송서비스 사례이다. 운전자가 일반국도 1호선을 따라 주행할 경우 제공되는 서비스로서, 차량의 증가로 인해 지·정체가 발생하면, 노변방송서비스는 일반국도 38호선을 이용하여 우회하라는 교통정보 제공 사례이다. 그리고, 일반국도 46호선 상에서 진행 방향의 직진은 안성방면이고, 좌회전은 인천방면이고, 우회전은 천안방면임을 알려주고 있으며, 교차로 직진 후 안성방면 10km 진행방향에는 1차선이 공사 중으로 폐쇄 되었음을 알려주고 있다. 그리고, 주행방향에 대해 휴게소 및 주차정보 등의 부가정보를 제공한다.

2.2. 노변방송서비스 체계 구축사례

미국의 노변방송서비스 체계는 1940년에 뉴욕시

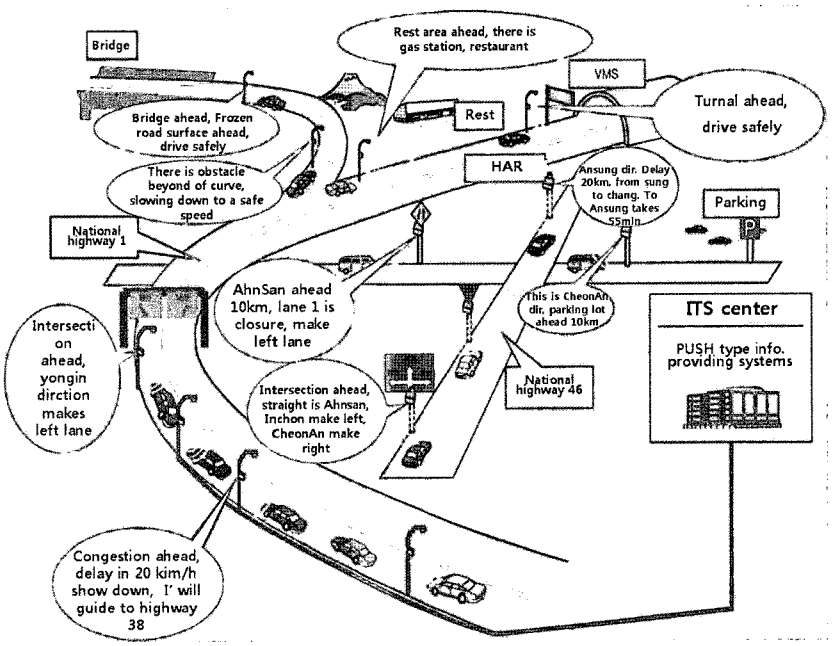

Fig. 1. HAR concept in ITS center.

조지 워싱톤 다리에 처음으로 소개되었다[6]. 이후 미국 연방도로청에서는 몇몇 성공사례와 현장구현을 지원하면서 1971년에 본격적인 노변방송에 대한 연구를 시작하였다. 1970년대 중반까지 미국의 펜실베니아주, 콜로라도주, 미네소타주, 와이오밍주 및 아이오와주에서 활용되어 왔었고, 현재 모든 주(고속도로, 공항, 주요도심부, 미식축구 경기장 주변, 야구장이나 전시장, 이벤트행사장, 철도역사, 자동차극장 등)에서 활용되고 있다[6]. 이러한 미국의 노변방송은 ITS센터에서 동영상정보수집장치(CCTV: Closed Circuit TeleVision), 차량검지기(VDS: Vehicle Detection System), 차량번호인식장치(AVI: Automatic Vehicle Identification) 등의 검지기를 통하여 교통정보를 수집하여 해당지역에 맞게 수집된 자료를 퓨전·가공하여 교통정보 메시지를 음성정보 및 문자정보로 휴대전화서버, FM 라디오 노변방송, 자동노변방송, 디지털 노변방송 등의 방식으로 차량내 운전자에게 제공한다[1,6].

일본의 노변방송서비스 체계는 도로변에 설치된 전파비콘(Radio-wave Beacon), 광비콘(Infrared Beacon)등의 시설을 통하여 국도사무소나 경찰, 고속도로 회사 등의 도로 관리자가 정보를 수집하여 일본도로교통정보센터(JARTIC: Japan Road Traffic Information Center)가 교통운영관리를 수행한다. 교통정보제공을 담당하는 일본도로교통정보통신시스템센터(VICS: Vehicle Information and Communication Service)가 정체 혹은 교통규제 등의 실시간 FM 다중방송(FM Multiplex Broadcast) 등의 노변방송서비스를 제공하고 있다[7,8].

유럽의 노변방송서비스 체계는 여행자 및 여행교통정보(TTI: Traffic and Travel Information)서비스로 라디오, TV, 다중문자, RDS-TMC와 같은 방송매개체를 활용한 노변방송서비스체계를 구축하였다[9-11]. 이는 교통프로토콜 전문가그룹(TPEG: Transport Protocol Expert Group)의 프레임웍으로 EPISODE 프로젝트에서 노변방송서비스 체계를 제공했고, 다양한 정보전달방식(DAB, DVB-T, RDS-TMC, UMTS 등)이 사용되었다[9,10]. 영국의 BBC(British Broadcasting Corp.)경우, 영국 전역의 도로망 56,000km에 대하여 교통정보를 제공하고, 스코틀랜드나 북부를 비롯하여 주요 도로망에서 단계적으로 확대 예정에 있으며, 런던과 주요연결 국도 및 고속국도에는 1,000개의 동영상정보수집장치를 통하여 6개의 지역별 교통정보를 24시간 수집하여, 디지털오디오방송(DAB: Digital Audio Broadcasting)이나 TPEG 서비스, 안내전화 형태 등의 Traffic Master서비스를 제공하고 있다[9,10]. 또한, 노변방송서비스 콘텐츠로는 ITS 연계교통정보로 도로, 철도, 항만, 공항, 버스, 택시, 지하철, 연계교통 정보망에 서비스를 개발하여 교통정보 서비스를 제공하고 있다[9].

3. 노변방송서비스 현황분석

3.1. 노변방송서비스 관련규정 및 지침

노변방송서비스를 제공하기 위해서는 노변방송 체계를 구축하여야 한다. 노변방송서비스 체계를 구축하기 위해서는 노변에 설치하는 하드웨어와 소프트웨어를 개발하여야 하고, 기술요건을 만족시켜야 한다. 본 연구에서는 노변방송서비스 체계를 위한 규정을 검토하였다. 본 연구는 미국 연방도로청(FHWA: Federal Highway Administration)의 노변방송관련규정, 미국 연방도로안전청(NHTSA: National Highway Traffic Safety Administration)의 관련규정, 미국 연방통신위원회(FCC: Federal Communications Commission)의 관련규정, 전파법, 전파법 시행령을 검토하였다[12-18]. 이들 규정집에서 법규상 주요한 기술검토 사항을 요약하면 주파수, 전계강도, 통신 커버리지, 정보제공 구간 체계 및 영역 체계 등이 있다.

노변방송서비스 체계 개발을 위한 관련지침의 검토에서는 ITS기본계획, 기본교통정보 교환기술기준, 국가 ITS 아키텍처 등을 검토하였고, 서비스 대상자를 중심으로 7개 서비스 분야와 62개 단위 시스템으로 세분하였다[19]. 이 중 "교통정보 유통 활성화" 서비스 분야는 권역단위의 교통정보센터를 구축하고, 각 기관별로 수집·관리하는 모든 교통정보를 연계·통합하는 노변방송서비스 체계를 고려할 수 있다. 기본 교통정보는 도로상태, 교통흐름, 돌발상황, 기상 등 관할시설의 포괄적 모니터링과 인접 시설의 교통개황 파악, 이동에 대한 필요한 정보이다.

3.2. 노변방송서비스 구현특성

노변방송서비스 체계 개발을 위해서는 제공구간 체계에 따라 지점기반표출서비스 체계와 영역기반표출서비스 체계로 분류하고, 표출형태에 따라 음성정보표출서비스와 미디어정보표출서비스로 분류할 수 있다. 또한, 정보제공 구간 체계를 살펴보면, 정보운영자관리 구간 체계(OMS: Operator Management Systems)와 정보이용자관리 구간 체계(IPS: Information Provide Systems)로 구분하여 운영하고 있다. 이것은 노변방송서비스 체계 개발시 단위 정보량을 결정하는데 기준 지침이다. 단위 정보량을 기준으로 정보제공 구간 체계(IPA: Information Provide Areas), 즉 동일한 정보를 제공하는 구간 체계를 제공한다. 다음 Table 1은 지방국토관리청별 차량검지기, 도로전광표지, 동영상정보수집장치, 차량번호인식장치의 설치현황과 국도 ITS 구간 체계이다. 서울지방국토관리청의 경우, ITS 장비의 수는 505대이며, 해당 ITS구축 도로연장은 291km, 정보운영자 관리구간 수는 127개, 정보제공구간 수는 64개이고, 해당구간 체계의 평균거리는 4.5km이다.

2008년 12월 말 현재, 서울지방국토관리청, 291km, 부산지방국토관리청, 255km, 익산지방국토관리청 61km, 대전지방국토관리청 278km, 고속도로우회국도 665km 등 총 1,550km의 일반국도에 대해 지능형 교통체계를 구축하여 운영 중에 있다. 일반국도의 지능형 교통체계를 위해서 서울·부산·익산지방 국토관리청은 1.7~3.0km의 운영자 구간 체계와 3.0~4.5km의 정보제공 구간 체계를 운영하고 있고, 대전지방국토관리청과 고속도로우회국도는 정보운영자 구간 체계와 정보제공 구간 체계를 0.7km로 운영하고 있다.

정보운영자관리 구간 체계는 지능형 교통체계를 구축/운영하는 운영자의 시설관리 및 정보의 관리를 위해 설정한 구간 체계이며, 정보제공 구간 체계는 이용자들에게 소통정보, 돌발상황, 도로상태 등 도로교통 관련 정보를 제공하기 위해 설정한 단위 구간 체계이다. 노변방송 체계를 위한 동일 정보의 제공구간 체계는 정보이용자를 대상으로 동일한 정보가 제공되는 묶음구간 체계이다. 이를 위해서는 관리자 입장에서의 구간 설정보다는 이용자의

Table 1. Status of ITS construction in national highway

Regional area	ITS equipments					Road Length (km)	Number of OMS	Number of IPS	Ave distance (km)
	VDS	VMS	CCTV	AVI	Total				
Seoul	335	61	48	61	505	291	127	64	4.5
Busan	254	54	40	101	449	255	153	76	3.4
Iksan	62	9	16	25	112	61	20	20	3.0
Deajeon	227	59	99	66	451	278	392	373	0.7
Al_freeway	724	175	211	196	1306	665	1014	1002	0.7
Total	1267	358	414	449	2823	1550	1706	1535	1.4

정보제공 구간 체계가 중요하다. 따라서 노변방송서비스 체계를 위해 동일한 정보를 제공하는 구간은 서울·부산·익산의 지방국토관리청에서 관리하고 있는 정보제공 구간 체계로 3.0~5.0km의 반경으로, 대전지방국토관리청과 우회국도는 0.7km 반경으로 설정하는 구간 체계를 구축한다. 체계의 최적화를 위해서는 이용자가 제공 받는 서비스에 영향을 고려하여 서비스를 이용하는 위치 지점에서 전·후방으로 떨어진 해당구간의 거리까지 정보를 제공해야 한다. 그러므로, 기존의 운영자관리 구간 체계로 0.7~3.0km를 구간 설정값으로 고려할 수 있다.

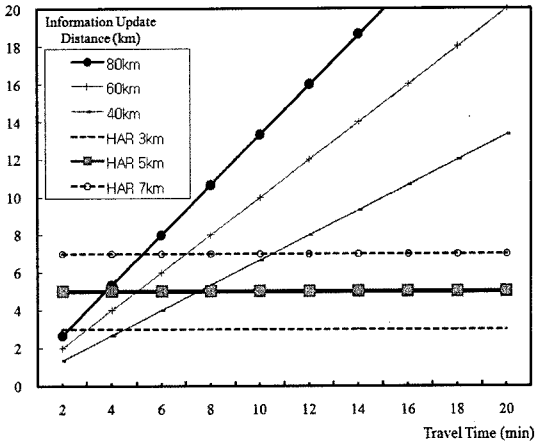

Fig. 2. Information update distances for travel time.

4. 안전지향형 노변방송서비스 체계 구축

4.1. 안전지향형 노변방송서비스 체계

안전지향형 노변방송서비스 체계는 노드링크 공간 체계(NSS: Node-link space systems), 노드링크 통행시간 체계(NTTS: Node-link Traveling Time Systems), 링크 정보갱신 체계(NUS: Node-link Update Systems), 이력자료 이용자 서비스 체계(ADUS: Archived Data User Service), 자료수집제공체계(TDADs: Traffic Data Acquisition and Distribution systems)의 서브 체계로 구성하였다.

노드링크 공간 체계는 지점교통정보를 기반으로 구간교통정보를 산출하는 체계이다. 차량검지기, 차량번호인식장치, 도로기상정보시스템(RWIS: Road Weather Information System), 무선전파인식태그(RFID: Radio Frequency IDentification), 이동식 다중네트워크센서(USN: Ubiquitous Sensor Network)를 통하여 네트워크를 구성하는 하나의 특정 노드에서 다른 노드까지 가장 짧은 거리를 갖는 경로를 찾는 문제라 할 수 있다. 네트워크에서 노드와 링크로만 구성되는 일반적인 구조라고 하면 네트워크는 링크의 길이 또는 링크를 통과하는데 소요되는 시간 등과 같은 수치 파라미터가 포함되는 공간 체계를 의미한다.

노드링크 통행시간 체계는 출발 및 도착시간을 기준으로 통행시간의 개념을 각각 산출한 후 출발시간기준 통행시간 정보를 도착시간 기준과, 반대로 동일한 출발시간을 갖는 차량들에 대해 서로 다른 도착시간을 대응비교하여 조화평균으로 산출한다. 이것은 운전자의 인적요소로서 운전습관이 직무상황에 따라 달라지는 혼잡 수준에 의한 운전영향이다[20]. 따라서 이에 대한 과대 혹은 과소추정에 대한 기존 연구들이 수행되어 왔다[21-23]. 노드링크 통행시간 정보의 품질과 신뢰성에 있어서 통행시간 정보를 신속하게 제공하기 위해서 정보제공의 갱신범위를 줄이면 추정 오차율은 높아지며, 추정 오차율을 낮추면 상충관계가 발생한다. 안전지향형 노변방송서비스의 정보제공 영역거리를 통행시간에 따라 도식화 하면 Fig. 2와 같다.

갱신하는 시간을 줄여 신속하게 정보를 제공할 경우, 정확성이 떨어지는 문제로서 동일 시간대에 출발한 모든 차량이 도착지점에 도달할 시간을 기다리면 정보갱신 시간은 더 늘어나야 한다는 것이다. 그러므로 노드링크의 통행시간 정보 체계의 품질과 신뢰성을 위해서 정확성과 적시성 간의 최적화를 향상시키는 노드링크 통행시간 체계를 고려해야 한다. 본 연구에서는 베이지안 추론방법을 적용하였다. 베이지안 추정방법은 자료의 모수, 결측치 등이 불확실하여, 이 불확실한 정보를 확률로 표현한다는 가정에서 출발한다. 모수의 사전확률분포를 결정하고, 자료와 사전확률분포를 이용한 사후확률분포를 계산한 후에 사후확률분포를 이용하여 모수를 추론하는 방식을 사용하였다. 개별차량들의 이력자료 통행시간 값과 동일 시간대에 출발한 차량들 중에서 현재까지 도착한 개별차량들의 통행시간 정보를 이용하여 사후정보를 추정하였다. 사전정보는 과거 이력자료에서 동일 출발시간대에 출발한 차량들의 통행시간을 x_1^o, x_2^o, x_3^o, ..., x_i^o라 하고, $P(x_i^o)$를 x_i^o의 사전확률이라 할 때 추가로 관측되는 자료 θ에 대해서는 $P(x_i^o)$의 사후확률($P(x_1^o/\theta)$)의 추정식은 다음 식 (1)과 같다.

$$P(x_i^o/\theta)=\frac{P(x_i^o/\theta)((P(x_i^o/\theta)}{\sum P(x_i^o)P(x_i^o/\theta)} \quad (1)$$

본 연구에서는 사전분포로, 한국건설기술연구원(2007)과 김병휘 외(2001)의 연구를 근거로 자료의 표본에 사전정보에 대한 분포 반영을 우도함수(l/θ)로 나타내었다[3,24]. 본 연구에서는 노드링크 통행시간체계를 산출하기 위해서 Sen et al.(1997)과 Shrinivasan and Jovanis(1996)의 노드링크 통행시간 연구에서와 같이 우도함수의 형태를 정규분포로 가정한다[25,26]. 본 연구에서 사용된 노드링크 통행시간에 대한 사후확률($P(x_i^o/\theta)$)과 우도함수(l/θ)와의 관계식은 다음 식 (2)와 식 (3)이며, 노드링크 통행시간 대표값($\bar{x}$)을 식 (4)와 같이 산출하였다.

$$l(\theta) \propto \exp[-\frac{n}{2\sigma^2}(M-\bar{x})^2] \quad (2)$$

여기서, M: 평균시간, σ: 표준편차, $\bar{x}$: 통행시간 평균치, n: 차량수

$$P((x_i^o)|\theta) \propto \frac{P(x_i^o)\times\exp[-\frac{n}{2\sigma^2}(M-\bar{x})^2]}{\sum[P(x_i^o)\times\exp[-\frac{n}{2\sigma^2}(M-\bar{x})^2]]} \quad (3)$$

$$\bar{x} = \sum x_i^o \cdot P((x_i^o)|\theta) \quad (4)$$

노드링크 정보갱신 체계는 노드링크 공간 체계와 노드링크 시간 체계에서 정보 활용을 위한 정확성과 정보제공의 적시성을 고려한다. 노드링크 정보갱신 체계는 통행시간을 기준으로 정보갱신 구간의 교통정보 품질과 신뢰성을 기반으로 정보갱신 체계를 현장의 상황에 맞게 상보관계(trade-off)를 고려하여 안전지향형 노변방송서비스 체계를 설계한다. Fig. 3은 평균통행시간과 각 추정 값들 간의 추정오차율(MAPE: Mean absolute percent error)을 정보갱신 구간(3km, 5km, 7km)별로 비교하여 도식한다. 주행속도에 따라 정보제공 구간을 7km 단위 곡선(ABC), 5km단위 곡선(A'B'C'), 3km단위 곡선(A"B"C")으로 표기한다. 여기서, A의 통행시간 정보는 B와 C의 통행시간 정보에 비해 정확성은 23% 떨어지나, 적시성 측면에서는 40%우수하다. 반면, B'에 해당하는 정보제공구간은 B에 비해 추정오차율이 1.8배 높지만, B"에 비해서는 4%가 떨어지는 것을 알 수 있다.

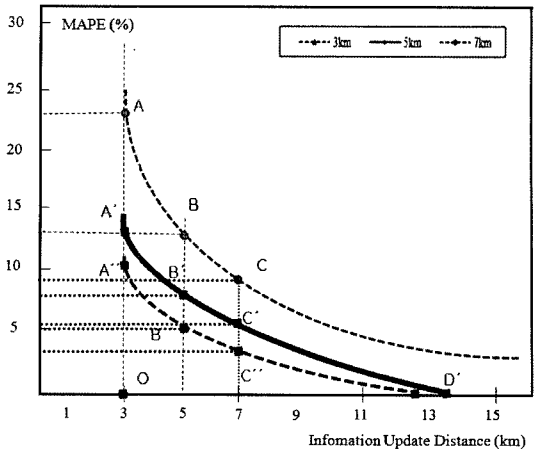

Fig. 3. Comparison analysis of between 3km, 5km, and 7km in information update intervals distance.

자료수집제공 체계는 미국 워싱턴 주 시애틀시의 대표적인 사례와 같이, 단위시간 검지기의 자료를 저장하여 교통량, 속도정보를 제공하며 이 자료를 바탕으로 연간 정보지표를 만들고 분석하게 되며, 이와 함께 연동된 이력자료 이용자 서비스 체계는 검지기 자료에 대한 집계시간 통계값 및 패턴 값을 이용자가 자주 통행하는 도로구간별, 시간대별, 교통패턴을 제공하게 된다. 집계간격과 주기에 따라 반복정체 구간이나 시간대별 특성, 일변동계수, 요일변동계수, 연평균 일일교통량, 일평균, 주간평균, 월평균, 연평균 등의 다양한 통계와 설계시간교통량을 통한 차로수 추정, 사고빈발 구간의 교통패턴, 기하구조 등의 시·공간적 교통자료 추출, 이용자 중심의 정보집계, 정보서비스 수준의 시각화 체계 등을 구축하여 분석한다[5]. 본 연구에서는 국토해양부의 국가교통정보센터의 2009년 3

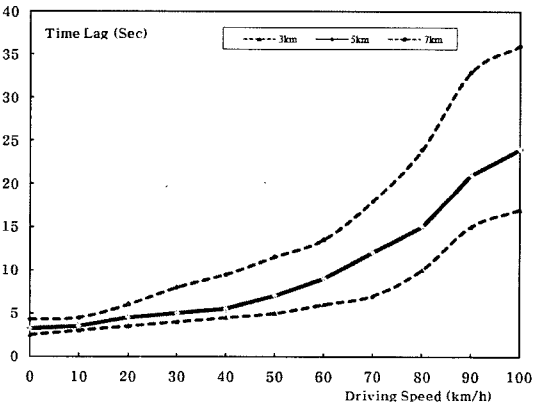

Fig. 4. Comparison analysis time lag between 3km and 7km on the driving speed.

월 1일부터 3월 4일까지의 국도 차량 검지기 자료를 시간 집계간격(5분주기)과 공간 집계간격(약 3km, 5km, 7km)구간으로 시간지연(Time Lag) 값을 산출하였다[22,23]. Fig 4는 주행속도별로 평균 시간지연 값을 도식한 것이다.

그러므로, 노변방송시스템의 정보제공 구간 체계의 설정은 제공 받는 서비스의 이용자 위치지점에서 전·후방으로 얼마만큼 떨어진 거리까지 정보를 제공할 것인가를 고려하였다. 서비스 제공은 차량경로의 변경 및 안전운전에 따른 사고위험의 감소 등의 역할을 수행한다. 따라서 서비스제공 구간 체계는 전방의 교통상황을 파악하고 우회할 수 있는 경로를 선택할 수 있는 인지반응 시간체계 범위를 고려하여 제공되어야 한다. 이를 위한 우회경로는 일반국도에 있어서 우회경로 3개의 운영자관리 구간인 평균 1.7km 정도이다. 이와 같이 우회가능 노선을 3개 포함하는 것으로 정보제공 영역 체계를 선정한다고 가정하면, 정보제공의 영역 체계는 약 5km 정도가 된다. 그러므로, 서비스의 이용자 정보제공 구간 체계는 평균 5km로 설정하는 것이 바람직하다고 판단된다.

또한, 노변방송서비스 체계의 구현특성에 따라 표출 시나리오별 소요시간 및 현장 여건 등을 고려하여 노변방송서비스 체계를 구현시 지리적인 현장 특성을 반영하는 검토가 필요하다. 향후, 고급화 단계에서의 미디어정보표출서비스에 의한 정보의 제공형식으로 정보의 제공량이 방대해지고, 차량항법장치와 같은 단말기에 의한 표출방식이 가능함으로 국가교통정보센터, 권역교통정보센터, 지역교통정보센터의 센터위계 체계에서 안전지향형 노변방송서비스 체계는 각 권역교통정보센터에서 노변방송서비스의 운영관리를 담당하는 것이 바람직하다.

4.2. 안전지향형 노변방송서비스 콘텐츠

노변방송서비스 콘텐츠 개발을 위한 표출형태에 따른 음성정보표출서비스와 미디어정보표출서비스를 살펴보면, 국가 ITS 아키텍처에서 기본정보서비스로 도로정보, 교통정보, 돌발상황정보, 기상정보로 구분하였다[19-21]. 도로정보는 도시부간선도로/고속도로, 고속도로, 국도/지방도에 대한 동적/정적 도로정보이며, 동적정보(구간별 통행시간정보, 대기행렬정보, 반복정체정보 등)에는 도로노면정보, 도로파손정보, 도로폐쇄정보, 차로폐쇄정보, 도로 통제정보, 우회도로정보가 있고, 정적정보(검지기/감시기 운영구간정보 및 설치정보 등)로는 도로공사정보, 도로구조정보, 도로표지정보가 있는데, 이것은 구간별 정적교통정보 및 동적 교통상황정보가 있다. 도로교통에 대한 돌발상황 정보에는 돌발상황 발생정보, 돌발상황 발생시기, 돌발상황 발생위치, 돌발상황 구간정보, 돌발상황 원인, 발생 후 교통상태 파급정보, 돌발상황 대처정보, 예상종료시점 등이 있고, 현재 기상정보·향후 예측정보가 구간별로 제공될 수 있는 정보가 있다. 아울러 도로주행상 급커브 구간, 낙석지역, 사고다발지역 등과 같은 위험지역의 주의를 요하는 구간에 대한 안전정보, 네비게이션과 같은 항법장치를 통한 동적 주행경로 안내, 여행시간 정보 등의 부가정보를 포함하여 서비스를 구성한다[5,6,9-11,15-18]. 기본교통정보교환기술 기준에서 제시한 교통정보 수집·관리, 교통정보센터와 정보연계, 자체 노변설치물의 관리 및 특별수송 지원 등을 위한 서비스를 기초 자료로 하였다. 노변방송서비스 체계는 우선 음성과 같은 단순한 형태의 서비스를 제공함으로써 이용자의 저변을 확대하고, 문자, 그래픽, 동영상 등의 이용자의 추가적인 고급서비스 수요 증가에 따라 고급화하는 정책이 필요하다. 이를 위해 노변방송서비스는 향후 고급서비스로의 제공을 위해 직무분석과 상황인식, 노변방송서비스 시나리오 개발, 사용성 평가 등의 다양한 서비스 개발이 적합하게 서비스 체계를 구현하도록 한다.

ITS센터의 노변방송서비스 체계에서는 위치기반의 교통정보제공을 위한 노변방송서비스 체계로서 교통관리, 대중교통, 전자지불, 교통정보유통, 여행정보제공, 지능형 차량도로, 화물운송 등의 국가 ITS 기본계획과 도로소통정보부문, 교통통제정보부문, 돌발상황정보부문, 도로상태정보부문, 우회도로정보부문, 부가정보부문에서 정보서비스 제공을 검토하였다[19,27,28].

안전지향형 노변방송서비스를 위하여 7가지부문의 정보서비스 체계를 음성정보표출서비스와 미디어정보표출서비스로 분류하여 제공하는 형태이다[19]. 노변방송서비스 체계는 기본 교통정보를 주 대상으로 하여 위치기반서비스 체계를 제공한다. 본 연구에서는 ITS센터에서 고통정보를 제공함에 있어서 대표적인 안전지향형 노변방송서비스를 제공하고자 한다. 일본 돗토리하천 국도사무소는 설한대책의 일환으로 안전지향형 노변방송서비스를 제공한다. 운전자에게 출발전 인터넷을 통하여 교통정보를 제공함과 동시에 운전 중 진행방향의 도로상황을 제공함으로서, 운전자는 미리 결빙도로에 대한

Table 2. HAR contents of voice and multi-media by display methods

Parameters		HAR contents	Display for HAR	
			Voice	Medi
Road circulation	Traveling speed	Natural passages : Average speed (Km/h) in sections and natural passage Delay · congestion : Average speed in sections and natural passage in the remaining sections	○	○
	Traveling time	Information for the estimating travel time for estimating in sections	○	○
Traffic control	Road closure	Location for the section, types of controls, objects, period	○	○
	Lane closure	Locations of work zones or road closures in lanes sections, types of control, objects, period	○	○
	Road control	Events of the section for road controls, types of control, objects, period	○	○
Sudden Occurrence		Location, time, accidents and trouble situations, casualty, degree of damages	○	○
Road status	Road surface	Load surface for snow, rain, frozen road, humidities, fall of rocks, spell of gas, wreckage, fog, types of pavement, power closures, occupations of the road, stuff fall down on carrying, chemical leakage, flood et al.	○	○
	Rain Snow	Amount of rain and snowfall in sections	○	○
Alternative route		Travel speed and traveling time on the alternative route	○	○
Additional information	Safety driving	Sharp bend sections, rockfall area, accident area of frequent occurrence, an bundle location, school zone	○	○
	Dynamic traveling paths	Optimal routes provided with arrival point for the driver on real time traffic situations	×	○
Guide & advertisement	Guide	Information for new routes, expected road closures near future	○	○
	Advertisement	Major issues, and regulation of updates	○	○

대비운전 정보를 취득하고, 도로상황에 따라 안전운전과 사고예방을 위한 운전자의 상황인지력을 고취한다. 이러한 일본의 사례는 국도관리사무소나 경찰, 고속도로 회사 등의 도로 관리자는 물론 운전자에게 해당지역의 교통안전정보를 공유함으로서 도로소통과 교통 전체적인 통행시간의 정보제공에서 안전지향형 정보기능 향상을 도모할 수 있다.

이와 같은 안전지향형 노변방송서비스는 Table 2와 같이 정보표출방식에 따라 노변방송용 라디오 음성정보표출서비스와 멀티 미디어정보표출서비스를 제공하게 된다. 차량항법장치를 기반으로 노변방송 미디어정보표출서비스를 제공할 경우 다음과 같이 콘텐츠를 부가적으로 제공할 수 있다. 본 연구에서 개발한 안전지향형 노변방송서비스 콘텐츠를 소개하면 다음과 같다.

5. 결론 및 고찰

본 연구에서는 이용자가 위치한 해당 지점을 대상으로 국소 지역범위에 교통정보를 제공하는 안전지향형 노변방송서비스 체계에 초점을 두었다. 안전운전과 첨단여행정보(ATIS: advanced traffic information service)제공을 위하여 위치기반서비스에서는 도로소통, 교통통제, 돌발상황, 도로상태, 안전운전정보를 제공함으로서 해당지역 교통상황의 인지향상과 교통혼잡시 분산을 유도한다. 이러한 안전지향형 노변방송서비스의 제공은 첨단교통시스템에서 사고 예방효과와 지능형 도로교통관리시스템 구축에 기여한다. 안전지향형 노변방송서비스 콘텐츠 개발을 위해서는 제공구간 체계에 따라 지점기반표출서비스 체계와 영역기반표출서비스 체계로 분류하고, 표출형태에 따라 음성정보표출서비스와 미디어정보표출서비스로 분류하였다. 일반국도의 지능형교통체계 1,550km에 대해서 지역 운영특성에 따라 지방 국토관리청은 0.7km~4.5km의 정보운영자 구간 체계와 3.0km~4.5km의 정보제공 구간 체계를 운영하고 있다. 이와 같이, 수리모델에 의한 노드링크 통행시간 산출거리인 평균 1.7km를 정보제공 구간 체계의 기본 값으로 설정하는 것을 제안한다. 또한, 이용자가 제공 받는 서비스의 영향을 고려하여 서비스를 이용하는 위치지점에서 전 · 후방으로 얼마만큼 떨어진 거리까지 정보를 재공하게 된다. 따라서, 정보이용자의 정보처리 능력을 감안하여 최적정보량에 따라 정보제공 범위를 산출하였다. 그러므로, 3개의 정보체공 구간을 단위로 지역의 운영여건에 따라 우회가능 노선을 3개 정도 포함하는 것으로 이용자 정보재공 구간 체계를 선정하면, 약 5km 구간에서 서비스의 개발이 바람직할 것으로 판단된다. 또한, 노변방송서비스 체계의 구현 특성에 따라 표출 시나

리오별 소요시간 및 고유의 현장 특성을 고려하여 반영하는 검토가 필요하다. 향후, 고급화 단계에서의 미디어정보표출서비스에 의해서 정보량이 방대해지고, 차량항법장치와 같은 단말기에 의한 표출방식이 가능함으로 운전자의 정보처리 능력과 각 권역센터의 수준으로 서비스 개발의 기준구간 체계를 설정하는 것이 바람직하다. ITS센터의 노변방송서비스는 운행 중인 구간에서 발생하는 교통상황을 실시간으로 운전자에게 전달하기 위하여 도로변의 노변장치(송출장치)를 통해 교통정보를 송출하여 도로이용자의 장비(라디오나 차량항법장치 등)를 통해 교통정보를 제공한다. 노변방송서비스는 우선 음성과 같은 단순한 형태의 서비스 콘텐츠를 제공함으로써 이용자의 저변을 확대하고, 문자, 그래픽, 동영상 등 이용자의 추가적인 고급서비스 수요 증가에 따라 고급화하는 단계적인 정책이 필요하다. 이를 위해 노변방송서비스 콘텐츠는 향후 고급서비스로의 제공을 위해 운전자와 멀티미디어정보에 대한 직무분석, 운전자가 노변방송서비스를 수신하여 현장에서의 교통정보를 활용할 수 있도록 상황인식과 사용적합성, 서비스 콘텐츠 시나리오에 따른 상호작용의 연구를 수행할 것이다.

참고문헌

1) Kan Chen and John C. Miles, ITS Handbook 2000, Artech house, 1999.
2) 국토해양부, 자동차 등록 통계, 2008.
3) 한국건설기술연구원, 교통정보제공 기반조성에 관한 연구, 2007.
4) 국토해양부, 도로연장 통계, 2008.
5) Federal Highway Administration, Freeway Management and Operations Handbook, 2003.
6) New York State Department of Transportation, Highway Advisory Operational Guidelines, 2003.
7) AHSRA, 技術研究綜合_走行支授道路發展 機構, 日本AHSRA, 2008.
8) 國土交通省, SMARTWAY 2008, 日本國土交通省 道路局 ITS推進室, 2008.
9) Public transport information via TPEG_CEN Standard review, 2007.
10) Traffic Advisory Unit, Traffic and Traveller Information Services, ITS Department for Transport UK, 2003.
11) UK dft, RDS-TMC Evaluation, Final Report for the DTLR, 2003.
12) 법제처, 전파법, 2005.
13) 법제처, 전파법 시행령, 2005.
14) Federal Communications Commission, Code of Federal Regulations, 2005.
15) ISO 14819, Traffic and Traveller Information via the Traffic Message Channel, Protocol, Message Set and Location Coding, 2003.
16) ISO 14821, Traffic and Traveller Information via Cellular Telephone Networks, 2003.
17) ISO 14823, Graphic Data Dictionary for Stationary Dissemination Systems, 2003.
18) ISO 18234, Traffic and Traveller Information via High Data Rate Digital Broadcast Bearers, 2003.
19) 국토연구원, 국가ITS 아키텍처 확립을 위한 연구, 1999.
20) Liping Fu. and Rilett L. R., Expected Shortest Paths in Dynamic and Stochastic Traffic Networks' Transportaton Research, Part B, Vol. 32, No. 7, pp. 499~516, 1998.
21) Sen, A., P. Thakuriah, X. Zhu and A. F. Karr, "Frequency of Probe Vehicle Reports and Variance to Travel Time Estimate, Journal of Transportation Engineering, Vol. 123, No. 4, pp. 290~297, 1997.
22) 김재진, 노정현, 박동주, 남궁성, 출발시각기준 링크통행시간 정보의 공간적 설계(연속류를 중심으로), 대한교통학회지, 제25권 제2호, pp. 145~155, 2007.
23) 백승걸, 남궁성, 차량검지기자료의 효율적인 수집저장 및 관리체계 연구, 한국도로공사 도로교통기술원, pp. 45~98, 2006.
24) 김병휘, 백호유, 박태룡, 오현숙, 장인홍, 베이지안 통계계산, 자유아카데이, 2001.
25) Srinvasan, K. K. and P. P. Jovanis, Determination of Number of Probe vehicles Required for Reliable Travel Time Measurement in Urban network, Transportation Research Record 1537, pp. 15~22, 1996.
26) Nihan, L. L. and G. A. Davis, Recursive Estimation of Origin-Destination Matrices from Input-Output count, Transportation Research 21(B), pp. 149~163, 1987.
27) 건설교통부, 기본교통정보 교환기술 기준-I, 2004.
28) 국토해양부, 기본교통정보 교환기술 기준-II, 2008.