

국지지역에서의 안전운전 지원을 위한 경보정보 설계

Amber Information Design for Supporting Safe-Driving Under Local Road in Small-scale Area

문 학 룡* 류 승 기**
(Hak-yong Moon) (Seung-ki Ryu)

요 약

이상기후는 도로교통 사고 위협요소로써 빈번하게 심각한 영향을 주고 있다. 특히, 도로교통에서 기상변화 또는 재해에 의한 영향은 장대교량, 터널, 사면 및 결빙 지역에서 영향이 크기 때문에 이들 지역에 대한 관심 있는 관리가 필요하며 발생할 수 있는 사고를 줄이기 위해서도 집중적인 도로 관리와 도로 기상 정보 제공 및 조기 경보, 도로 순찰, 교통통제와 같은 요소들이 필요하다. 도로의 눈과 결빙은 제설로 위험을 줄일 수는 있으나, 강풍은 피할 수 없는 요소이다. 본 연구에서는 도로 기상 정보와 기후, 재해 정보를 활용하여 국지 지역에서 안전운전을 위한 경보 정보를 설계를 하고자 한다. 극한 기상에 노출된 운전자를 위한 최상의 경보 정보 설계는 도로 상황 감시 개선, 도로 기상정보 감시, 정확한 사용자 정보 전달들이 될 것이며, 또한 바람 및 재해 상황에 대한 통계, 표면 조건 통계, 차종 및 차종에 따른 바람에 의한 사고 통계와 조기 경보 정책과 교육들도 이를 위해서는 수반되어야 할 요소들이다.

Abstract

Adverse weather (e.g. strong winds, snow and ice) will probably appear as a more serious and frequent threat to road traffic than in clear climate. Another consequence of climate change with a natural disastrous on road traffic is respond to traffic accident more the large and high-rise bridge zone, tunnel zone, inclined plane zone and de-icing zone than any other zone, which in turn calls for continuous adaption of monitoring procedures. Accident mitigating measures against this accident category may consist of intense winter maintenance, the use of road weather information systems for data collection and early warnings, road surveillance and traffic control. While hazard from reduced road friction due to snow and ice may be eliminated by snow removal and de-icing measures, the effect of strong winds on road traffic are not easily avoided. The purpose of the study described here, was to design of amber information the relationship between traffic safety, weather, user information on road weather and driving conditions in local-scale Geographic. The most applications are the optimization of the amber information definition, improvements to road surveillance, road weather monitoring and improved accuracy of user information delivery. Also, statistics on wind gust, surface condition, vehicle category and other relevant parameters for wind induced accidents provide basis for traffic control, early warning policies and driver education for improved road safety at bad weather-exposed locations.

Key word : Amber information, ITS(Intelligent Transportation System), gust, rule base system

* 주저자 및 교신저자 : 한국건설기술연구원 도로연구실 수석연구원

** 공저자 : 한국건설기술연구원 도로연구실 연구위원

† 논문접수일 : 2010년 5월 31일

† 논문심사일 : 2010년 7월 2일(1차), 2010년 9월 29일(2차)

† 게재확정일 : 2010년 9월 30일

I. 서론

우리나라는 1970년 이후 지구 온난화 영향권에 포함되어 연평균 온도 상승률이 지구 평균치보다 높으며, 이에 따른 기상 이변(e.g. 집중 호우, 강풍, 돌풍, 안개 및 눈)은 빈번하게 도로의 모든 구조물과 통과 차량들에 직접적으로 노출되어 도로교통 사고 위험도가 상승하며, 특히, 이상기후시 사망률이 맑은 날보다 높은 것으로 나타나고 있다[1].

특히, 정책적으로 도시화의 확대와 도로 교통 효율화가 강조되어 10년 전인 1997년보다 평균 교량 수는 6.68%, 연장은 14.5%, 연평균 터널 수는 47.8% 연장은 40.3%로 각각 증가하고 있지만 도로 구조물의 장대화, 고도화 및 경사면 심화가 동시에 수반되면서 기상 변화에 따른 가장 취약한 시설로 지적되고 있다[2].

이와 같은 도로 시설물 확대가 차량의 운행 및 속도의 증가 등 긍정적인 측면도 있으나, 한편으로는 강풍, 돌풍과 결빙 등의 기상 변화 및 상황들이 사고 발생의 위험도를 증가하고 있으며, 이러한 지역을 통과하는 운전자에게 안전 운전에 대한 최소한의 가치를 제공하는 것이 중요한 요소가 되어야 하지만 아직은 간과되고 있다. 더욱이, 더 큰 문제는 구조물 주위에서 발생할 수 있는 사고와 및 안전 운전이 시설물의 구조적인 대책에서만 강화되고 있을 뿐, 차량의 안전 운전을 유도하기 위한 정보 제공 기준과 제공 방법은 현재와 같은 국내 ITS(Intelligent Transportation System) 정보 체계에서 어떠한 문제가 발생될지 모른다는 점이다

돌풍 또는 난류가 차량에 미치는 영향은 차량이 크고, 주행 속도가 빠를수록 차량에 가해지는 사고 위험도는 2배 이상이지만 사고 충격량은 20배 이상 증가하는 것으로 보고되고 있다. 따라서, 해당 지역 통과 예정인 운전자에게 불안한 운전 요소에 대한 안전감 확보와 불쾌감만 줄여도 사고율이 감소되는 효과가 있으므로 운전자가 전방의 국지 지역에 대한 급변하는 기상, 기후 정보와 돌발적인 상황 정보의 정시 제공 및 사전 인식을 사고비용을 최소화시키는 변수가 될 수 있다[3].

따라서 본 연구에서는 국지 지역에서 발생할 수 있는 기상과 기후변화에 능동적인 정보 제공을 통해 해당 지역을 통과하는 운전자에게 주행 안정성과 안전감을 제공할 수 있는 경보 정보 제공 과정을 살펴보고자 한다. 이를 위해서 기상과 기후에 따르는 차량의 안전 운전을 위한 경보 정보 구현과 정보 연계를 다루고 도로 시행 규칙에 근거한 Fuzzy-Rule 기반의 통과 속도 정보와 통제 정보들을 다루는 경보 정보 시스템을 구현한다.

II. 정보 정의 및 기능분석

1. 경보 정의

교통사고를 줄이기 위한 요인 가운데 도로의 환경적인 요인에서 개선할 수 있는 항목은 도로의 선형이나 구배, 조명과 같은 인위적인 경우로 제한되지만 안개, 비, 눈, 바람, 기후 등은 피할 수 없는 자연적인 요인이다. 기상 상태에 따른 사고 발생건수와 구성비를 살펴보면 맑은 날을 제외하고 나머지 기상상태에서는 모두 발생 건수에 비해 사망자의 구성비가 높은 것으로 나타나며, 안개 낀 날은 사고 발생건수에 비해 사망자가 가장 높은 치사율을 보이고 있으며, 다음으로 흐림, 비오는 날, 눈오는 날 맑은 날 순으로 이상 기후시 치사율이 높은 것으로 보고되고 있다. 이러한 결과는 이상 기후 시에는 맑은 날보다 시계 및 노면 상태가 불량하기 때문에 사고나 과속 시와 급정지시의 추돌사고, 도로 외 이탈 등과 같은 사고로 인하여 치사율이 높아지고, 특히 안개 시에는 사고 발생시 연쇄충돌과 같은 대형사고 가능성이 높아 피해자가 많아지는 것으로 추정되고 있다. 따라서 도로의 날씨 정보 수집 및 제공을 사전에만 수행하여도 대형 사고는 줄어 들것으로 예상하고 있다[4].

따라서 기상 조건의 변화가 운전자나 자동차에 어떤 영향을 주고 그와 같은 결과가 생기는 원인을 찾아내어 정보로 제공함으로써 사고 발생을 최소화하거나 예방하는 기능이 가능하도록 경보 정보를 정의하는 것이 필요하다.

그러나, 본 논문에서는 기상과 태풍과 같은 한 계 이상의 풍하중 및 기상 환경에서 수행하는 적극적인 교통 통제 계획과는 별도로 현재 다루어지고 있는 돌발 상황 관리정보들 가운데 다소 정보로서의 취급이 미진한 기상, 일부 재해 정보를 적극적으로 생성하여 운전자용 정보구현이 목적이다.

기상 관련 정보는 해당 지역 또는 구조물 상에 설치되어 운영하는 RWIS(Road Weather Information System) 정보를 기준으로 국지지역에서의 경보성 통행 관련 속도 정보를 설정한다. 그러나 RWIS 정보가 각 시설물에 연계되어 유지관리 시스템으로 운영되는 과정은 본 논문에서는 논외로 한다.

2. 정보 설정

교량과 터널 및 사면과 같은 구조물 주위에서 발생하는 교통사고는 사고의 경중에 관계없이 대형 인명 사고와 재산 피해 유발의 잠재력이 높기 때문에 1차에 해당하는 사소한 사고에서도 2차 사고가 발생하지 않도록 즉시 사고 정보 전파와 경우에 따라서는 통제 정보가 전달되는 것이 중요한 요소가 된다.

이들 관계를 정보 측면에서 보면 도로 측면에서 보는 교통 정보는 속도, 차종, 교통량, 점유율, 중차량 정보들이 ITS 시설에서 생성되어 운전자들에게 시설물 접근하기 전에 소통상황, 사고 상황들이 제공되어 운전자가 사전에 인식하면서 운전이 되도록 이루어져 있다. 그러나 교통 측면에서 보는 시설물에서 제공하는 정보는 기상과 기후를 포함한 시설물의 거동특성 등 주행시 안전에 관련된 정보들이 포함되어 있으나 이들 정보는 구조물 설계 측면에서만 반영되어 있을 뿐 구체적인 정보 연계 방법이나 체계 등은 명시되지 않는 것이 문제점으로 지적되고 있다[5, 6].

구조물에서 취득할 수 있는 정보는 크게 두 가지로 구조물의 거동특성과 안전을 위하여 정적 정보와 동적 정보로 구분하여 구조물의 사용성 연장 및 안전성 확보 업무가 수행되고 있다. 통상 정

〈표 1〉 도로 구조물 진단계 정보
(Table 1) Monitoring information in road structure system

구분	모니터링 대상	수집계	수집주기	정보 특성	주요관리 요소
교통부분	영상	CCTV	실시간	동적 정보	교통 및 현장 상황
	속도, 차종, 교통량, 점유율, 중차량	영상검지 WIM검지	실시간 또는 3분 평균	동적 정보	교통상황 관리
기상기후	대기중 온도	RWIS	10[분]~30[분]	정적 정보	구조물 상태관리
	상대 습도				
구조물부분	풍향, 풍속	풍향, 풍속계	1/200[초]	동적 정보	거동특성 관리
	활하중에 의한 변형률	변형률계	10[분]~30[분]	정적 정보	처짐 추세 관리
	환경변화에 의한 변형률	변형률계			처짐 추세 관리
	온도	써미스터			내부 온도
	변위	변위계			신축이음 변위
	경사	경사계	1/200[초]	동적 정보	연직도
	가속도	가속도계			주파수 변화에 따른 거동 파악
지진	지진계	지진가속도 측정			

적 정보는 구조물의 상태 추이를 점검하는 정보로써 각각 초기치를 보정하는 정도의 수준으로 동적 정보는 장기적인 추세 분석을 위해 조절되는 대표값들로 <표 1>과 같다.

본 논문에서는 이들 정보 가운데 운전자용 정보로 전환하기 위한 시스템간 상관관계와 제공 정보로 가공하기 위한 기준 설정을 <표 2>와 같이 구현 한다.

이상의 정보로 교통 정보 제공을 위하여 가공하는 정보의 흐름 구조도는 <그림 1>과 같으며 구현된 구조는 독립된 시스템과의 연계와 동시에 교통정보 제공 의사 결정이 상위에서 이루어지는 형태를 취하는 구조가 된다. 의사 결정된 정보는 정보 제공체인 VMS(Variable Message Sign) 또는 LCS(Lane Control System) 및 비상 연락 체계 정보로 운전자와 관리자들에게 제공된다.

〈표 2〉 도로 구조물의 안전운전을 위한 정보 분류
 (Table 2) Monitoring information classification for safe-driving in road structure

정보 분류계	정보 수집계	수집 주기	정보 속성	운전용 가공 정보
기상, 기후	RWIS 기상청	실시간	- 온도, 풍향, 풍속, 습도, 강우량, 강설량, 가시도	- 온도, 풍속, 습도, 강우량, 강설량, 가시도
구조물 거동 상태	교량 터널	필요시 또는 실시간	- 구조물거동관리 기준치이상정보 - 지진/사태	- 차량 운행 - 통제 정보
차로 점유	교량 터널	필요시 또는 실시간	- 구조물보수보강 - 사고/안전점검	- 차선 통제 정보 - 우회 도로 정보
돌발 상황 및 교통량	ITS	실시간	- 사고/유고/혼잡 - 차로 점유	- 교통 정보, 통제 및 우회도로 정보
영상	CCTV	실시간	- 돌발, 유고혼잡	- 영상정보

3. 제공 정보 설계

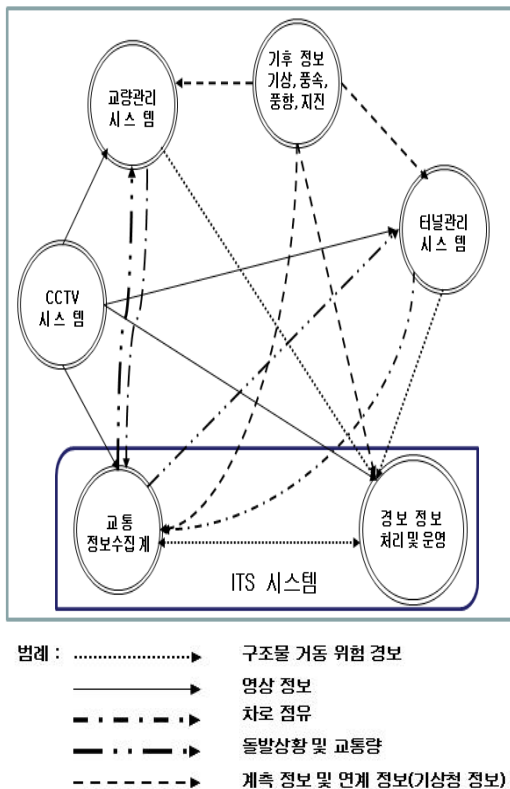
교통정보의 정시성과 신속성을 확보하는 개발이 ATMS(Advanced Transportation Management System) 기반에서 진행되고 있으나 자동차가 폭로 환경에서 노출되어 발생할 수 있는 돌발 상황에 대한 정보운영 방안은 근래에나 추진되고 있다. 폭로 환경에서 선진국의 통행규제는 국내와 달리 풍속 레벨의 증가에 따라 ‘통행주의’, ‘속도규제’, ‘통행정지’ 와 같은 방식으로 기상적인 조건에 따른 주의 문안을 전달하고 있으며, 국내에서는 도로교통법에 의거하여 통제의 근거를 마련하고 있다[7].

본 논문에서는 국지지역에서 기상 계측 장비인 RWIS 정보를 포함한 국지 지역의 기상정보를 활용하여 주행 중인 운전자가 직접적으로 느끼는 기상 및 기후의 급격한 변화에 대한 안전 운전을 위한 경보성 제공을 제공하고자 하였다. 이를 위하여 풍속과 기상에 따른 노면 조건 및 지진을 입력 패턴으로 이용하고 해당 구간에서 통행 속도 정보 정보를 경험적 규칙에 의한 룰 기반으로 구성하는 시나리오를 구현하였다. 구현 기준은 왕복 4차선의 국도를 기준으로 하며, 도로 시행 규칙 12조에 의거한 법적 사항을 준수하는 설계 속도는 80[km/h]로 가정한다[8].

1) 풍하중에 따른 정보 제공 계획

국지 지역으로 유입하는 바람은 지형의 영향을 받지 않고 유입되는 바람은 지형의 영향을 받지 않을 경우에는 낮은 돌풍계수(1.3~1.4)이지만, 풍향에 따라 불어오는 바람이 지형을 거쳐 불어오는 경우에는 돌풍계수가 높게(1.7~2.1)나타난다[9].

실제적으로 바람에 의한 피해는 최대 순간 풍속인 돌풍(Gust)이 주요 원인으로 주행 중인 차량이 이와 같은 풍하중에 최대 노출되는 경우는 교량과 터널 및 경사면 지역이 될 수 있다. 차량이 최대 풍하중에 노출되는 환경에서 통행 규제의 근거를 본 본문에서는 차종별 풍하중의 영향과 케이블 강 교량 설계 지침(2006)의 설계기준을 활용



〈그림 1〉 도로 구조물의 교통 정보 흐름 정의
 (Fig. 1) Information flow definition to offer traffic status in road structure

〈표 3〉 경보를 위한 풍속과 속도 정보 매칭 계획
 〈Table 3〉 Matching plan over wind speed and vehicle speed to output amber information

입력 정보		비 고
풍속[m/sec]	속도[km/h]	
15 미만	속도 60이상	-
15~20 미만	속도 60이하	설계속도 20/100 이상 감속
20~25 미만	속도 40이하	설계속도 50/100 이상 감속
25 이상	속도 20이하	전면통제

하였다. 풍속 25[m/sec]에서 차량의 수평 및 수직 최대 가속도 0.5[m/sec²]이하를 최고로 기준으로 설정하여 평균 풍속이 25[m/sec]에서 전면 통제를 알리기 위한 정보 제공 매칭 운영시나리오를 <표 3>과 같이 설정한다.

2) 가시거리에 따른 정보 제공 계획

가시거리에 따른 통과 속도 제한 정보를 도로 시행 규칙 12조에 의거하여 <표 4>와 같이 시나리오를 설정한다.

3) 노면 상태에 따른 정보 제공 계획

적설량 또는 습기 상태에 따른 통과 속도 제한 정보를 도로 시행 규칙 12조에 의거하여 <표 5>와 같이 시나리오를 설정한다.

4) 지진에 대한 정보 제공 계획

진도 6이상을 최대 규모로 하여 진도 규모 5 이상에서 전면 통제 정보가 제공되며, 지진 규모에

〈표 4〉 가시거리와 속도 정보 매칭 계획
 〈Table 4〉 Matching plan over visibility and vehicle speed to output amber information

입력 정보		비 고
가시거리[m]	속도[km/h]	
100 이상	속도 60이상	-
100~50 미만	속도 60이하	-
50 미만	속도 40이하	설계속도 50/100 이상 감속
40 미만	속도 20이하	-

〈표 5〉 노면상태(적설량 포함)와 속도 매칭 계획
 〈Table 5〉 Matching plan over road surface (included snowfall) and vehicle speed to output amber information

입력 정보		비 고
노면상태 [mm]	속도[km/h]	
습기	60이상	-
습기 또는 적설량 20 미만	60이하	설계속도 50/100 이상 감속
적설량 20 이상	40이하	-
적설량 100 이상	20이하	-

따른 단계적 속도 제한 정보를 제공하도록 <표 6>과 같이 시나리오를 구성한다.

5) ITS 속도 정보 및 출력 정보

ITS측에서만 인식된 정보의 변수 설정은 <표 7>과 같이 설정한다. 설정된 정보는 본 연구에서 추론한 기상에 따른 속도 정보와 같이 운전자에게 제공될 수 있도록 가동 처리된다.

〈표 6〉 지진 규모에 따른 속도 매칭 계획
 〈Table 6〉 Matching plan over earthquake scale and vehicle speed to output amber information

입력 정보		비 고
진도(지진가속도: gal = [m/s ²])	속도[km/h]	
ZERO	60이상	-
진도 2이하(25 gal)	60이하	-
진도 4이하(25 gal~80gal)	40이하	설계속도 50/100 이상 감속
진도 5이상(80gal)	20이하	-

〈표 7〉 ITS 속도 정보용 매칭 계획
 〈Table 7〉 Matching plan over velocity information

속도에 따른 제공 정보		비 고
제한 속도 조건	제공정보	
60[km/h]이상	소통원활(Moving Well)	-
40~60[km/h]미만	주의 운전 (60[km 운전 이하])	설계속도 20/100 이상 감속
40[km/h]미만	정체 및 지체 (40[km 운전 이하])	설계속도 50/100 이상 감속
사고 및 돌발 상황	전면 통제	-

6) CCTV에 의한 상황 모니터링

CCTV는 사고 검지 및 현장 상황 감시의 실시간 모니터링 이외에 사고 유형과 상황 판단을 위한 정보로 사용 가능하므로 본 사고 추론 과정에서는 논외로 한다.

Ⅲ. 경보정보 메시지 설계 및 추론 모델

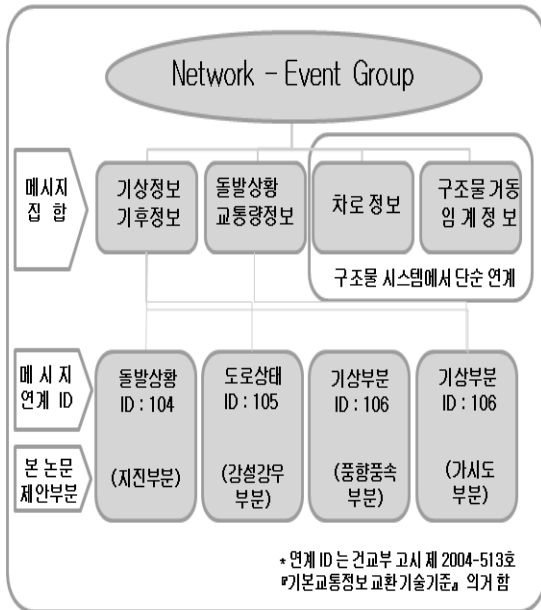
1. 경보 정보 메시지(Message) 코드 분류

도로 상에서 돌발 상황 관리는 검지, 확인 및 검증, 응답과 처리의 4단계 과정으로 이루어지만 가장 중요시 되는 항목은 신속한 발견과 발생 시 이를 정확히 설명하고 관련 시스템에 전달하기 위한 정보의 형식과 체계이다. 정보 체계의 표준은 「도로-네트워크」, 「네트워크-상태」, 「네트워크-이벤트」, 「교통-요청」, 「교통-장치-상황」, 「교통-제어」 등 6가지 그룹으로 이루어지며 그룹별 형식은 메시지 집합과 메시지로 구성되어 있다. 메시지는 데이터 항목과 속성의 집합체로 돌발적인 상황을 다루게 된다.

통행속도 제한 정보는 돌발성 정보를 다루게 되므로 도로의 돌발 상황을 다루는 「네트워크-이벤트 메시지」그룹에 배당하고 그 하위에 4가지의 메시지 집합으로 형성시켰다. 본 논문에서 구현하고자 하는 기상과 기후 정보 메시지 집합(Set)에서의 정보 연계 구조는 <그림 2>와 같이 설정한다.

<표 8> ID104-제한 메시지의 속성(지진 상황)
<Table 8> ID104-proposed message character at earthquake

구분	메시지 SET					
돌발상황 경정보 (104)	지진상황					
	MESSAGE GROUP : NETWORK -EVENT MESSAGE SET : CURRENT NETWORK INCIDENT MESSAGE : INCIDENT EVENT(Earthquake Strength)					
	명칭	ASN.1 데이터 명	설명	단위	데이터 유형	유료값
	지진	evsn-Earthquake Strength	지진강도	gal	INTEGER	(0..3000)
		evsn-Earthquake Strength Code			ENUMERATED	
			지진강도 3 이하			0
		지진강도 4 이하			1	
		지진강도 5 이상			2	



<그림 2> 돌발상황 메시지 분류체계
<Fig. 2> Classification of incident message

메시지 집합에서 다루게 되는 정보의 정의(Semantics)와 형식(Syntax)은 정보 교환 코드 체계를 적용하여 시스템간의 정보연계의 혼란을 최소화하고자 한다.

이들 메시지는 정보 교환 기준에서 정의한 ASN (Abstract Syntax Notation).1 기준의 분류 코드 체계를 적용시켜 메시지의 속성과 본체로 구분하여 제안된 속성을 정리하면 <표 8>, <표 9> 및 <표 10>과 같다.

또한, 이를 기준으로 ANSI.1 표준에 의한 정보 교환 기준에서 노면조건과 기상을 고려하면 <그림 3>과 <그림 4>와 같이 설계할 수 있다.

〈표 9〉 ID 105-제한 메시지 속성(도로상태상황)
 〈Table 9〉 ID105-proposed message character at road surface

구분	메시지 SET					
도로상 태 정보 (105)	감우/설량/수위					
	MESSAGE GROUP : NETWORK -EVENT MESSAGE SET : CURRENT NETWORK INCIDENT MESSAGE : INCIDENT EVENT(Surface Precipitation Depth)					
	명칭	ASN.1 데이터 명	설명	단위	데이터 유형	유효값
	감우 설량 수위	evsn- DataSurface Precipitation Depth	환경감지기(에서 도로 노면의 강 수량 수위를 나 타내는 숫자적 인 색인	mm	INTEGER	(0..3000)
		evsn- DataSurface Precipitation Depth Code			ENUMERATED	
			습기 및 적설량 20mm 미만			0
			적설량 20mm 이상 적설량 100mm 이상			1 2

```

MESSAGE GROUP : NETWORK -EVENT
MESSAGE SET : CURRENT NETWORK INCIDENT
MESSAGE : INCIDENT EVENT(Surface Precipitation Depth)
RDWSFST DEFINITIONS AUTOMATIC TAGS ::= BEGIN
RoadwaysurfaceStatus ::= SEQUENCE
{
  node-Node Id Number          UTF8String      (SIZE(1..40)),
  link-Link Id Number          UTF8String      (SIZE(1..40)),
  link-SurfaceConditionCode    BIT STRING
}
{
  other-no-additional-information-required (0)
  other-additional-information-required (1)
  no-determination-made (2)
  wet (3)
  ice (4)
  snow (5)
  rocks (6)
  oil (7)
  debris (8)
  broken-pavement (9)
  power-lines-down (10)
  material-spill (11)
  chemical-spill (12)
  inundation (13)
}
link-LandBlockedOrClosedCode BIT STRING
{
  other-no-additional-information-required (0)
  other-additional-information-required (1)
  no-determination-made (2)
  open (3)
  closed (4)
}
evsn-DataSurfacePrecipitationDepth INTEGER (0..3000) OPTIONAL
evsn-DataSurfacePrecipitationDepthCode BIT STRING
{
  humidity/snowfall20mmblow (0)
  snowfall20mmhigh (1)
  snowfall100mmhigh (2)
}
evsn-DataSurfaceTemperatureQuantity INTEGER (0..3000) OPTIONAL
},
END
    
```



〈그림 3〉 적설량 프로토콜 설계

〈Fig. 3〉 Protocol plan over snowfall with humidity at road surface

〈표 10〉 ID 106-제한 메시지의 속성(기상 상황)
 〈Table 10〉 ID105-proposed message character at weather

구분	메시지 SET					
기상 정보 (106)	풍 속					
	MESSAGE GROUP : NETWORK -EVENT MESSAGE SET : CURRENT NETWORK INCIDENT MESSAGE : INCIDENT EVENT(Wind speed Quantity)					
	명칭	ASN.1 데이터 명	설명	단위	데이터 유형	유효값
	풍속	wthr-Windspeed Quantity	바람의 속도	m/s	INTEGER	(0..255)
		wthr-Windspeed Quantity code	바람 속도		ENUMERATED	
			20m/s 미만			0
			20m/s~25m/s			1
			25m/s 이상			2
	풍 향					
	MESSAGE GROUP : NETWORK -EVENT MESSAGE SET : CURRENT NETWORK INCIDENT MESSAGE : INCIDENT EVENT(Wind Direction consistency)					
	명칭	ASN.1 데이터 명	설명	단위	데이터 유형	유효값
	풍향	wthr- WindDirection Consistency Code	교각과 풍향 일치		ENUMERATED	
			풍향과 일치			0
		불일치			1	
가 시 도						
MESSAGE GROUP : NETWORK -EVENT MESSAGE SET : CURRENT NETWORK INCIDENT MESSAGE : INCIDENT EVENT(Visibility Quantity)						
명칭	ASN.1 데이터 명	설명	단위	데이터 유형	유효값	
가시 거리	wthr-visibility Quantity	가시거리 m로 표시	m	INTEGER	(0..256)	
	wthr-visibility Quantity code	가시거리		ENUMERATED		
		100m 이하			0	
		50m 이하			1	

```

MESSAGE GROUP : NETWORK -EVENT
MESSAGE SET : CURRENT NETWORK INCIDENT
MESSAGE : INCIDENT EVENT(Weather Visibility Quantity)
MESSAGE : INCIDENT EVENT(Wind Speed Quantity)
MESSAGE : INCIDENT EVENT(Wind Directions Quantity)
WETHINFO DEFINITIONS AUTOMATIC TAGS ::= BEGIN
Weather Information ::= SEQUENCE
{
  wthr-ForecastOrActualCode    ENUMERATED
  {
    actual (0),
    Forecast (1)
  }
  wthr-TemperatureQuantity    INTEGER (-128..127) OPTIONAL,
  wthr-HighTemperatureQuantity INTEGER (-128..127) OPTIONAL,
  wthr-LowTemperatureQuantity INTEGER (-128..127) OPTIONAL,
  wthr-SpecialConditions      BIT STRING
  {
    other-no-additional-information-required (0)
    other-additional-information-required (1)
    avalanche (2)
    cloud-coverage (3)
    extreme-cold (4)
    extreme-heat (5)
    flood (6)
    fog (7)
    typhoon (8)
    ozone-alert (9)
    precipitation (10)
    thunderstorm (11)
    ultra-violet-light-alert (12)
  }
  wthr-SpecialConditionsOther  UTF8String (SIZE(1..256)) OPTIONAL
  wthr_ProbabilityPercent     INTEGER (0..100)
  wthr-VisibilityQuantityActualCode ENUMERATED
  {
    VisibilityQuantity 100mlow (0)
    VisibilityQuantity 50mlow (1)
  }
  wthr-WindSpeedQuantityActualCode ENUMERATED
  {
    WindspeedQuantity 20m/slow (0)
    WindspeedQuantity 20m/shighor25m/shigh (1)
    WindspeedQuantity 25m/shigh (2)
  }
  wthr-WindDirectionQuantityActualCode ENUMERATED
  {
    WindDirectionQuantity samedirection (0)
    WindDirectionQuantity nonsamedirection (1)
  }
  wthr-WindDirectionCode     ENUMERATED
  {
  },
  },
END
    
```



〈그림 4〉 기상정보 프로토콜 설계

〈Fig. 4〉 Protocol plan over weather information

2. 정보 메시지(Message) 추론 모델

<표 11> 1: 1 매치형 제어 규칙
<Table 11> Control rule by 1:1 rule base

운행 속도 제한을 위한 정보제공은 세 가지의 기준을 가지고 정보 추론을 수행한다. 우선 어떤 상황이라도 도로의 설계 속도는 80[km/h] 이상을 넘지 않도록 정보제공 계획을 세운다. 다음으로 구조물에서 제공하는 정보 가운데 기상 정보인 풍속, 노면 조건 및 가시도 정보만을 다루는 것으로 제한한다. 구조물의 거동 특성을 나타내는 정보는 정보 제공 교환 기준 및 선행적 경험이 부족한 관계로 본 연구에서는 논외로 한다. 마지막으로 속도 제한 정보 산출은 법적 기준에 의거하여 정보 내용을 산출하는 것으로 한다. 추론을 위하여 적용하고 있는 추론 방법은 다음과 같이 구성된다.

속도(SD)	VSEV	SV	GV	EV	속도(SD)	VSEV	SV	GV	EV
Zero		SC	VC	MW	Zero		SC	VC	MW
Light	SC	SC	VC	VC	Light	SC	SC	VC	VC
Medium	SC	SC	SC	SC	Medium	SC	SC	SC	SC
Heavy	ALC	ALC	ALC	ALC	Heavy	ALC	ALC	ALC	ALC

속도(SD)	VSEV	SV	GV	EV	속도(SD)	VSEV	SV	GV	EV
Zero		SC	VC	MW	Zero		SC	VC	MW
Light	SC	SC	VC	VC	Light	SC	SC	VC	VC
Medium	SC	SC	SC	SC	Medium	SC	SC	SC	SC
Heavy	ALC	ALC	ALC	ALC	Heavy	ALC	ALC	ALC	ALC

- 추론 도입부 : 추론을 위하여 입력요소로 적용하는 항목은 풍속, RWIS의 적설량과 강우 및 가시도와 지진을 입력 요소로 선정한다.
- 추론 방법 : If-then제어 규칙으로 「풍속과 속도」, 「가시도와 속도」, 「적설량과 속도」, 「지진과 속도」의 제어규칙을 형성한다.
- 제어 규칙 : 통행 속도 제한 정보로 제어 규칙을 설정하기 위한 룰 기반을 다음과 같이 3가지의 관계가 성립하도록 형성한다.
 - 풍속과 속도, 지진과 속도, 적설량과 속도, 가시거리와 속도
 - 기상 관계에 따른 속도 제공 규칙 설정
 - 속도와 기상에 속도 정보 제공 규칙

1) 풍속과 속도, 가시거리와 속도, 적설량과 속도, 지진과 속도별 정보 규칙표

<표 11>은 정보 제공 제어 규칙을 설명으로 가로는 속도(SD)변수이며, 세로 정보는 풍속(WS), 가시도(VD), 적설량(SF), 지진(EQ) 값이며, 표 안의 값은 출력 정보로 속도제한 정보(MESS)다. 각 규칙에서 공백은 R1 추론 규칙과 같은 정보를 제공하므로 제어 규칙에서는 제외하였다. 각각의 제어규칙은 15개로 풍속과 속도의 추론 규칙은 <그림 5>, 적설량과 속도의 추론 규칙은 <그림 6>와 같다.

- R₁: if WS is ZERO and if SD is SV then MESS is SC
(설명: 풍속이 "15[m/s]미만"이고 차량의 이동속도가 "10[km/h]에서 30[km/h]"이면 제공 메시지 "정체 및 지체 정보" 제공)
- R₂: if WS is ZERO and if SD is GV then MESS is GV
(설명: 풍속이 "15[m/s]미만"이고 차량의 이동속도가 "30[km/h]에서 50[km/h]"이면 제공 메시지 "주의 운전 정보" 제공)
- R₃: if WS is ZERO and if SD is EV then MESS is MW
(설명: 풍속이 "15[m/s]미만"이고 차량의 이동속도가 "50[km/h] 이상"이면 제공 메시지 "소통 원할정보" 제공)
- R₄: if WS is LIGHT and if SD is VSEV then MESS is SC
(설명: 풍속이 "15[m/s]~20[m/s]"이고 차량의 이동속도가 "20[km/h] 미만"이면 제공 메시지 "정체 및 지체 정보" 제공)
- R₅: if WS is LIGHT and if SD is SV then MESS is SC
(설명: 풍속이 "15[m/s]~20[m/s]"이고 차량의 이동속도가 "10[km/h]에서 30[km/h]"이면 제공 메시지 "정체 및 지체 정보" 제공)
- R₆: if WS is LIGHT and if SD is GV then MESS is VC
(설명: 풍속이 "15[m/s]~20[m/s]"이고 차량의 이동속도가 "30[km/h]에서 50[km/h]"이면 제공 메시지 "주의 운전 정보" 제공)
- R₇: if WS is LIGHT and if SD is EV then MESS is VC
(설명: 풍속이 "15[m/s]~20[m/s]"이고 차량의 이동속도가 "50[km/h] 이상"이면 제공 메시지 "주의 운전 정보" 제공)
- R₈: if WS is MEDIUM and if SD is VSEV then MESS is SC
(설명: 풍속이 "20[m/s]~25[m/s]"이고 차량의 이동속도가 "20[km/h] 미만"이면 제공 메시지 "정체 및 지체 정보" 제공)
- R₉: if WS is MEDIUM and if SD is SV then MESS is SC
(설명: 풍속이 "20[m/s]~25[m/s]"이고 차량의 이동속도가 "10[km/h]에서 30[km/h]"이면 제공 메시지 "정체 및 지체 정보" 제공)
- R₁₀: if WS is MEDIUM and if SD is GV then MESS is SC
(설명: 풍속이 "20[m/s]~25[m/s]"이고 차량의 이동속도가 "30[km/h]에서 50[km/h]"이면 제공 메시지 "정체 및 지체 정보" 제공)
- R₁₁: if WS is MEDIUM and if SD is EV then MESS is SC
(설명: 풍속이 "20[m/s]~25[m/s]"이고 차량의 이동속도가 "50[km/h] 이상"이면 제공 메시지 "주의 운전 정보" 제공)
- R₁₂: if WS is HEAVY and if SD is VSEV then MESS is ALC
(설명: 풍속이 "25[m/s]이상"이고 차량의 이동속도가 "20[km/h] 미만"이면 제공 메시지 "전면 통제 정보" 제공)
- R₁₃: if WS is HEAVY and if SD is SV then MESS is ALC
(설명: 풍속이 "25[m/s]이상"이고 차량의 이동속도가 "10[km/h]에서 30[km/h]"이면 제공 메시지 "전면 통제 정보" 제공)
- R₁₄: if WS is HEAVY and if SD is GV then MESS is ALC
(설명: 풍속이 "25[m/s]이상"이고 차량의 이동속도가 "30[km/h]에서 50[km/h]"이면 제공 메시지 "전면 통제 정보" 제공)
- R₁₅: if WS is HEAVY and if SD is EV then MESS is ALC
(설명: 풍속이 "25[m/s]이상"이고 차량의 이동속도가 "50[km/h] 이상"이면 제공 메시지 "전면 통제 정보" 제공)

<그림 5> 풍속에 따른 추론 규칙
<Fig. 5> Inference rule by wend speed

- R₁: if SF is ZERO and if SD is SV then MESS is SC
(설명: 적설량, 습기 '없고' 차량의 이동속도가 '10[km/h]에서 30[km/h]' 이면
제공 메시지 '정체 및 지체 정보' 제공)
- R₂: if SF is ZERO and if SD is GV then MESS is GV
(설명: 적설량, 습기 '없고' 차량의 이동속도가 '30[km/h]에서 50[km/h]' 이면
제공 메시지 '주의 운전 정보' 제공)
- R₃: if SF is ZERO and if SD is EV then MESS is MW
(설명: 적설량, 습기 '없고' 차량의 이동속도가 '50[km/h] 이상' 이면
제공 메시지 '소통 원할정보' 제공)
- R₄: if SF is LIGHT and if SD is VSEV then MESS is SC
(설명: 적설량이 '200미만' 또는 노면 '습기' 이고 차량의 이동속도가
'20[km/h] 미만' 이면 제공 메시지 '정체 및 지체 정보' 제공)
- R₅: if SF is LIGHT and if SD is SV then MESS is SC
(설명: 적설량이 '200미만' 또는 노면 '습기' 이고 차량의 이동속도가
'10[km/h]에서 30[km/h]' 이면 제공 메시지 '정체 및 지체 정보' 제공)
- R₆: if SF is LIGHT and if SD is GV then MESS is GV
(설명: 적설량이 '200미만' 또는 노면 '습기' 이고 차량의 이동속도가
'30[km/h]에서 50[km/h]' 이면 제공 메시지 '주의 운전 정보' 제공)
- R₇: if SF is LIGHT and if SD is EV then MESS is MW
(설명: 적설량이 '200미만' 또는 노면 '습기' 이고 차량의 이동속도가
'50[km/h] 이상' 이면 제공 메시지 '주의 운전 정보' 제공)
- R₈: if SF is MIDUM and if SD is VSEV then MESS is SC
(설명: 적설량이 '200이상' 또는 노면 '습기' 이고 차량의 이동속도가
'20[km/h] 미만' 이면 제공 메시지 '정체 및 지체 정보' 제공)
- R₉: if SF is MIDUM and if SD is SV then MESS is SC
(설명: 적설량이 '200이상' 또는 노면 '습기' 이고 차량의 이동속도가
'10[km/h]에서 30[km/h]' 이면 제공 메시지 '정체 및 지체 정보' 제공)
- R₁₀: if SF is MIDUM and if SD is GV then MESS is SC
(설명: 적설량이 '200이상' 또는 노면 '습기' 이고 차량의 이동속도가
'30[km/h]에서 50[km/h]' 이면 제공 메시지 '정체 및 지체 정보' 제공)
- R₁₁: if SF is MIDUM and if SD is EV then MESS is SC
(설명: 적설량이 '200이상' 또는 노면 '습기' 이고 차량의 이동속도가
'50[km/h] 이상' 이면 제공 메시지 '정체 및 지체 정보' 제공)
- R₁₂: if SF is HEAVY and if SD is VSEV then MESS is ALC
(설명: 적설량이 '100 이상' 또는 노면 '습기' 이고 차량의 이동속도가 '20[km/h] 미만' 이면
제공 메시지 '전면 통제 정보' 제공)
- R₁₃: if SF is HEAVY and if SD is SV then MESS is ALC
(설명: 적설량이 '100 이상' 또는 노면 '습기' 이고 차량의 이동속도가
'10[km/h]에서 30[km/h]' 이면 제공 메시지 '전면 통제 정보' 제공)
- R₁₄: if SF is HEAVY and if SD is GV then MESS is ALC
(설명: 적설량이 '100 이상' 또는 노면 '습기' 이고 차량의 이동속도가
'30[km/h]에서 50[km/h]' 이면 제공 메시지 '전면 통제 정보' 제공)
- R₁₅: if SF is HEAVY and if SD is EV then MESS is ALC
(설명: 적설량이 '100 이상' 또는 노면 '습기' 이고 차량의 이동속도가
'50[km/h]' 이상이면 제공 메시지 '전면 통제 정보' 제공)

〈그림 6〉 적설량에 따른 추론 규칙
〈Fig 6〉 Inference rule by snowfall

2) 기상 관계에 따른 통합형 속도 제공 규칙 설정

기상관계에 따른 통합형 제어규칙은 <표 12>와 같다. 입력 구성은 4개의 기상적 요소들이며 가운데는 속도제공 정보(MESS)들이다. 실제적으로 49가지의 선택적 요소가 존재하지만 13개의 제어 규칙이면 모든 경우의 적용이 가능하다. 이와 같이

- R₁: if WSSITS is MWTS and if SD is VSEV then MESS is SC
(설명: 기상에 의한 속도 정보가 '소통원할' 이고 차량의 이동속도가
'10[km/h]에서 30[km/h]' 이면 운전제공 메시지는 '정체 및 지체 정보' 제공)
- R₂: if WSSITS is MWTS and if SD is SV then MESS is SC
(설명: 기상에 의한 속도 정보가 '소통원할' 이고 차량의 이동속도가
'30[km/h]에서 50[km/h]' 이면 운전제공 메시지는 '정체 및 지체 정보' 제공)
- R₃: if WSSITS is MWTS and if SD is GV then MESS is GV
(설명: 기상에 의한 속도 정보가 '소통원할' 이고 차량의 이동속도가
'50[km/h] 이상' 이면 운전제공 메시지는 '주의 운전 정보' 제공)
- R₄: if 기상에 의한 속도 정보가 '소통원할' 이고 and if SD is EV then MESS is MW
(설명: 기상에 의한 속도 정보가 '소통원할' 이고 차량의 이동속도가
'80[km/h] 미만' 이면 운전제공 메시지는 '소통 원할정보' 제공)
- R₅: if WSSITS is VCITS and if SD is VSEV then MESS is SC
(설명: 기상에 의한 속도 정보가 '30[km/h]에서 50[km/h]' 이고 차량의 이동속도가
'10[km/h]에서 30[km/h]' 이면 운전제공 메시지는 '정체 및 지체 정보' 제공)
- R₆: if WSSITS is VCITS and if SD is SV then MESS is SC
(설명: 기상에 의한 속도 정보가 '30[km/h]에서 50[km/h]' 이고 차량의 이동속도가
'30[km/h]에서 50[km/h]' 이면 운전제공 메시지는 '정체 및 지체 정보' 제공)
- R₇: if WSSITS is VCITS and if SD is GV then MESS is GV
(설명: 기상에 의한 속도 정보가 '30[km/h]에서 50[km/h]' 이고 차량의 이동속도가
'50[km/h] 이상' 이면 운전제공 메시지는 '주의 운전 정보' 제공)
- R₈: if WSSITS is VCITS and if SD is EV then MESS is MW
(설명: 기상에 의한 속도 정보가 '30[km/h]에서 50[km/h]' 이고 차량의 이동속도가
'80[km/h] 미만' 이면 운전제공 메시지는 '소통 원할정보' 제공)
- R₉: if WSSITS is SCITS and if SD is VSEV then MESS is SC
(설명: 기상에 의한 속도 정보가 '10[km/h]에서 30[km/h]' 이고 차량의 이동속도가
'10[km/h]에서 30[km/h]' 이면 운전제공 메시지는 '정체 및 지체 정보' 제공)
- R₁₀: if WSSITS is SCITS and if SD is SV then MESS is SC
(설명: 기상에 의한 속도 정보가 '10[km/h]에서 30[km/h]' 이고 차량의 이동속도가
'30[km/h]에서 50[km/h]' 이면 운전제공 메시지는 '정체 및 지체 정보' 제공)
- R₁₁: if WSSITS is SCITS and if SD is GV then MESS is GV
(설명: 기상에 의한 속도 정보가 '10[km/h]에서 30[km/h]' 이고 차량의 이동속도가
'50[km/h] 이상' 이면 운전제공 메시지는 '정체 및 지체 정보' 제공)
- R₁₂: if WSSITS is SCITS and if SD is EV then MESS is MW
(설명: 기상에 의한 속도 정보가 '10[km/h]에서 30[km/h]' 이고 차량의 이동속도가
'80[km/h] 미만' 이면 운전제공 메시지는 '정체 및 지체 정보' 제공)
- R₁₃: if WSSITS is ALCITS and if SD is VSEV then MESS is SC
(설명: 기상에 의한 속도 정보가 '전면 통제' 이면 차량의 이동속도에 관계 없이
차량의 이동속도에 관계 없이 운전제공 메시지는 '전면 통제 정보' 제공)
- R₁₄: if WSSITS is ALCITS and if SD is SV then MESS is SC
(설명: 기상에 의한 속도 정보가 '전면 통제' 이면
차량의 이동속도에 관계 없이 운전제공 메시지는 '전면 통제 정보' 제공)
- R₁₅: if WSSITS is ALCITS and if SD is GV then MESS is GV
(설명: 기상에 의한 속도 정보가 '전면 통제' 이면
차량의 이동속도에 관계 없이 운전제공 메시지는 '전면 통제 정보' 제공)
- R₁₆: if WSSITS is SCITS and if SD is EV then MESS is MW
(설명: 기상에 의한 속도 정보가 '전면 통제' 이면
차량의 이동속도에 관계 없이 운전제공 메시지는 '전면 통제 정보' 제공)

〈그림 7〉 기상에 의한 속도 정보 추론 규칙
〈Fig. 7〉 Inference rule of velocity information by weather

제어 규칙이 작은 것은 하나의 규칙이 영향을 미칠 수 있는 영역이 크기 때문이다. 표의 구성은 두 개 이상의 입력 가운데 한가지가 Heavy 이면 출력은 ALC가 되기 때문에 별도의 제어규칙이 필요없다.

〈표 12〉 통합형 룰 기반 제어 규칙
 〈Table 12〉 Control rule by total rule base

		풍 향							
		HEAVY	MIDUM	LIGHT	ZERO	LIGHT	MIDUM	HEAVY	
지	HEAVY				ALC				HEAVY
	MIDUM				SC				MIDUM
	LIGH				VC				LIGH
	ZERO	ALC	SC	VC	MW	VC	SC	ALC	ZERO
진	LIGHT				VC				LIGHT
	MIDUM				SC				MIDUM
	HEAVY				ALC				HEAVY
			HEAVY	MIDUM	LIGHT	ZERO	LIGHT	MIDUM	HEAVY

3) 속도에 의한 정보 제공 규칙 설정

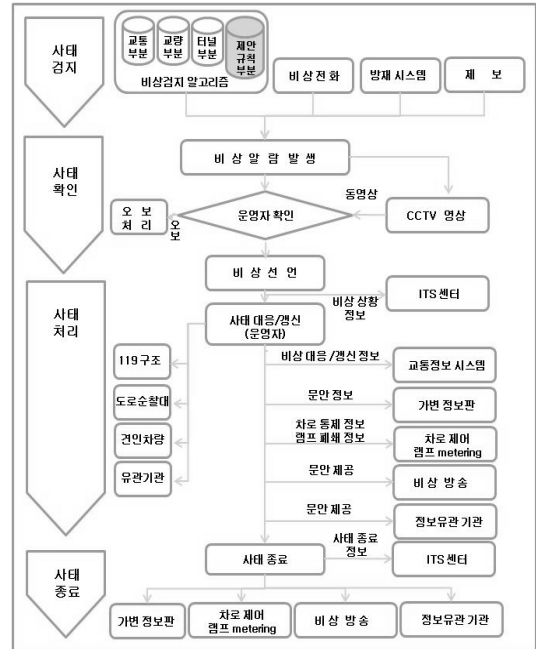
기상관계 의한 속도 정보 제공 결론과 ITS 설비에서 검지된 속도 정보와 관계에서 결정된 정보 제공 규칙은 <표 13>과 같으며, 추론 규칙은 <그림 7>과 같다.

도로가 통과하는 구조물 주위를 포함하여 국지 지역에서 기상 정보를 습득할 수 있는 경우 정의 한 기상 및 기후 조건을 포함한 통행 속도 제한 정보를 돌발 상황 관리 기준에 의거하여 운영 시스템의 흐름 구조로 정리하면 <그림 8>과 같다.

시스템의 구조는 설계된 풍속, 기상에 의한 노면 조건, 가시거리 및 지진에 의한 속도 추론 정보는 비상 검지 알고리즘에 할당하여 비상 전화와 제보 및 방재 시스템과 연계가 되며 돌발 상황 발생시 신속하게 운영자도 개입되어 가변 정보판, 비상 방송에 정보 제공을 하며 필요시 차로 제어 및 차량 통제와 같은 강제적 교통 상황 관리를 수행하다.

〈표 13〉 기상에 의한 속도 제어 규칙
 〈Table 13〉 Velocity control rule by weather

속도(SD)	VSEV	SV	GV	EV
기상에 의한 속도(WSSITS)				
MWITS	SC	SC	VC	MW
VCITS	SC	SC	VC	VC
SCITS	SC	SC	SC	SC
ALCITS	ALC	ALC	ALC	ALC



〈그림 8〉 제안된 비상 상황 운영 흐름
 〈Fig. 8〉 Proposed emergence status operation

본 논문에서 제안한 제안 규칙과 정보 연계에 관련된 정보는 제안 규칙 DB에 구축하여 시스템 정의와 같은 비상상황에 대비하고자 하였으며, 추론을 위한 알고리즘 구동은 운영자 환경에서 운영되어 항상 운영자가 현장 확인 후 처리되는 구조로 운영된다.

제안된 정보 표출 방법에서의 차이점은 풍속과 적설량, 가시거리 및 지진들과 차량 속도를 입력 변수로 설정하여 운전자에게 적정 운전 조건을 제공하는 방법을 제시하여 운전자가 원인 결과에 대한 논리적인 정보를 가지고 적정 운전 조건을 수행하는 방법을 취하였다.

IV. 결 론

지구 온난화에 따른 도로들이 폭로환경에 노출되어 해당 지역을 운행 예정 또는 운행 중인 운전자가 안전 운전과 운행의 안전감을 제공하고자 풍속, 적설량, 가시거리 및 지진을 중심으로 룰 기반에 의한 적정 운행 속도 정보 및 통제 정보를 제공

하는 경보정보 원형을 다루었다.

차량 주행속도와 바람이 부는 속도가 상호 미치는 영향은 차량이 클수록 주행 속도가 빠를수록 차량에 가해지는 사고 위험도는 같은 차종에서 속도가 2배 차이에서도 20배 이상 나타난다는 결과와 구조물의 고도가 높을수록 돌풍의 속도는 상승하는 것에 따른 사전 정보 인식만으로도 사고율이 40% 이상 줄어드는 사례에 의거하여 폭로환경에서의 적정 통행 속도 제한 정보와 도로 상황을 동시에 제공하는 전략으로 통과 지역에서 안전 운전 확보 및 불쾌감을 최소화하고자 하였다.

선진국에서처럼 국내에서도 기상과 기후 등의 상황 변화와 구조물이 위치한 지역에서의 기상에 따른 속도 제한 규정 및 통행 제한 기준 뿐만 아니라 이에 관련된 경험이 축적되면 도로 환경의 변화가 되어 가는 시점에서 도로 이용자 측면에서 그 효과는 충분히 있을 것으로 판단된다.

향후 구조물이 위치하고 있는 국지 지역뿐만 아니라 난류 지역의 도로 이용자에게도 사전 정보를 제공하는 것이 안전성과 안정감을 제공하는 것이 사고 발생의 최소화를 유도하는 것이므로 폭로 환경에서 안전 운전을 위한 감시와 이에 따른 정보 제공 시나리오 마련을 위한 연구는 지속적으로 수행되어야 한다.

참 고 문 헌

- [1] 임민철, “운전자의 기후 변화 대응과 환경운전 의식조사 연구,” 2009년 도로교통공단 교수연구논문집, pp. 511, 2009. 12.
- [2] 심우배, “기후 변화에 따른 재해가 도시에 미치는 영향 및 효과적인 적응 방안,” 국토정책 Brief, 국토 개발연구원, 제 276호, 2010. 5.
- [3] 한국건설교통기술 평가원, “초장대 교량 사업단 사전기획 최종 보고서,” 2007. 8.
- [4] 도로교통공단, “교통사고 통계 분석,” pp 173-176, 2008. 8.
- [5] 황진하, 박종희, 조대현, “상시 계측관리의 자료를 위한 데이터베이스의 원형 설계,” 건설기술연구소 논문집, 제 22권, 제 2호, pp. 249-259, 2003. 11.
- [6] 황진하, 박종희, 정진덕, 김주한, “원격구조모니터링 시스템 개발을 위한 개념 설계,” 건설기술연구소 논문집, 제 22권, 제 2호, pp. 260-269, 2003. 11.
- [7] 경찰청, “도로교통법,” 2005. 5.
- [8] 건설교통부, “시설물의 안전관리에 관한 특별법, 시행령, 시행규칙,” 2006. 2.
- [9] 정우식, 박종길, 이화운, 감은별, “강풍조건에서 국지규모 지형 변화에 따른 풍하중 바람장 변화,” 한국기상학회지, 제16권, 제3호, pp.169-185, 2006. 9.

저자소개



문 학 룡 (Moon, Hak-Yong)

2001년 : 숭실대학교 전기공학과 박사 졸업
 2007년 9월 ~ 현 재 : 한국과학기술연합대학원대학교 부교수
 1997년 2월 ~ 현 재 : 한국건설기술연구원 도로연구실



류 승 기 (Ryu, Seung-Ki)

1999년 : 충북대학교 전기공학과 박사 졸업
 1994년 4월 ~ 현 재 : 한국건설기술연구원 기반연구본부