

위험물 운송사고 예방을 위한 안전관리시스템 개발

김연웅* · 김시곤*

*서울과학기술대학교 철도경영정책학과

Development of Real-time Safety Management System for Incident Prevention by Hazard Material Transport

Yeon Woong Kim* · Si Gon Kim**

*Dept. of Railway Management & Policy, Seoul National University of Science & Technology

Abstract

The incidents related to transporting hazardous materials may cause serious impacts on neighborhood and surrounding areas. It is essential to have a real-time safe management system for incidents prevention of transporting hazardous materials. Currently, the system is not integrated into one channel, which makes it difficult to control an incidents response. Another problem is that event status is not appropriately shared among authorities having responsibilities taking down the incidents. This paper investigates previous studies covering the real-time safety management system for hazard material transports and suggests an integrated management system that helps communicate effectively and promptly.

Keywords : Real-time Safety management system, Transporting Hazardous Materials, Incident prevention

1. 서론

국가의 재난 및 안전관리의 패러다임이 복구 중심에서 예방 중심으로 변하고 있다. 재난 발생 후 복구하는 것보다 사전에 예방하는 것이 사회적 비용 절감 측면에서 효율적이라는 공감대가 형성됨에 따라 민관 협력을 통한 재난 예방관련 시스템 구축 등의 필요성이 요구된다[1].

재난 및 안전관리 기본법에 따르면 재난은 국민의 생명·신체재산과 국가에 피해를 주거나 줄 수 있는 것으로서 자연재난과 사회재난으로 구분하여 정의한다. 사회재난은 화재·붕괴·폭발·교통사고(항공사고 및 해상사고 포함)·화생방사고·환경오염사고 등으로 분류한다[2].

위험물 운송 사고는 일반교통사고의 피해와 더불어 환경오염사고를 동반하는 사회재난에 해당된다. 국민안전처에 따르면 위험물을 실은 탱크로리 운송 사고는 2013년도에 15건, 피해금액 6,900만원이 발생했고, 2014년도에 8건, 피해금액 4억 4,200만원의 피해가 발생했다[3].

이와 같이 위험물 사고는 사회경제적으로 큰 손실을 가져온다. 특히 위험물 운송 사고는 전체 위험물 사고의 약 80%를 차지하고 있어 사고예방과 신속정확한 대응을 위한 효과적인 안전관리체계가 필요하다.

†Corresponding Author: Si Gon Kim

Dept. of Railway Management & Policy, Seoul National University of Science & Technology,
E-mail: sigonkim@seoultech.ac.kr

Received July 20, 2015; Revision Received September 08, 2015; Accepted September 10, 2015.



[Figure 1] Incident of Hazardous Materials

위험물 운송사고의 효과적인 안전관리를 위해서는 2차 피해 확산을 예방하는 것이 중요하다. 이를 위해서는 운전자, 차량, 운송여정 및 운송사고 등의 상태 정보를 실시간으로 관리하고 사고발생시 사고 정보를 유관기관에게 신속하고 정확하게 전달하는 관리체계가 필요하다.

우리나라의 위험물 운송 안전관리는 운송 업무에 대한 승안허가 및 사고 대응에 집중되어왔다. 실제로 검은색 바탕에 노란색 글자로 “위험물”이라고 적혀있는 규격화된 표지판을 설치하면 운행이 가능하다[4]. 일부 통제제한도로와 상수원보호구역을 지정함으로써 위험구간의 통행을 제한하고 있지만 통행여부에 대한 실시간 관리에는 한계가 있다.

본 논문에서는 위험물 운송사고 예방과 관련된 국내외 시스템 개발 현황 등을 분석하고 시사점을 도출하였다. 이를 기반으로 국내 환경에 적합한 시스템을 개발하고자 노력하였다. 본 논문에서 개발하고자하는 위험물 안전관리시스템은 경로관리시스템, 여정관리시스템, 차량관리시스템, 사고관리시스템 및 전용단말기를 포함한 통합안전관리시스템이다. 이를 통해 위험물 운송의 전 과정을 유기적으로 관리하여 안전을 확보하는데 목적이 있다.

2. 국내외 관련연구

2.1 국내 위험물 안전관리 연구

위험물 운송사고 예방을 위한 연구는 육상 운송 이외에도 철도, 항공, 해양 수단에서 많은 연구가 다양한 주제로 활발히 진행되어왔다. 국내에서는 위험물질의 분류, 표준화 방안 및 사고대응과 함께 고정시설에 대한 안전관리가 중점적으로 이루어졌다. 김시곤(2013)은 위험물질 사고대응에 관한 국내외 실태에 대한 조사로 문제점을 분석해 국내에 적용 가능한 사고대응체계를 제안하였다. 이봉우(2013)는 국내 운송 위험물 현황, 관련법 및 문제점을 파악해 국제운송위험물 규칙인 UN-RTDG(United Nations Recommendations on the Transport of Dangerous Goods)와 비교 및 검토

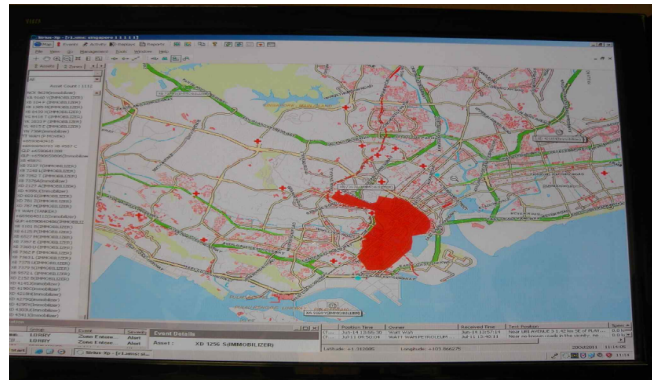
하여 위험물 분류표준화 방안과 통일된 위험물 표시를 제시하였다. 박동주(2011)는 위험물 운송 시 공공입장의 안전성과 기업입장의 통행시간 최소화와의 우선순위가 상충되는 문제를 다기준 의사결정을 통해 합리적인 경로를 도출하는 최적경로 알고리즘을 개발하였다.

또한 SK, KT 등과 같은 민간기업체는 위험물 운송차량을 포함한 화물차를 대상으로 위치추적 및 배차관리 등을 목적으로 하는 시스템을 개발하여 상용화하고 있다.

2.2 국외 위험물 안전관리 연구

국외의 경우 싱가포르, 호주, 미국, EU는 위험물 운송의 사고예방 및 대응을 위한 목적으로 안전관리시스템을 구축하여 운영 중에 있다. 시스템의 주요기능은 위치추적기술(GPS)을 활용하여 위험물 운송 차량과 컨테이너 등에 대하여 경로관리, 진입제한구역의 통행관리, 위치관리 등을 실시간으로 관리한다.

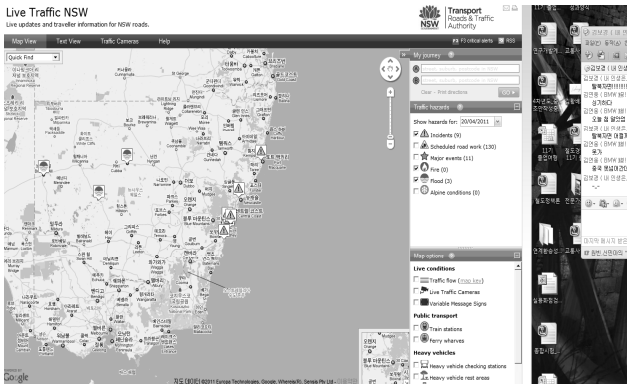
싱가포르의 시민방위청(Civil defense force)은 위험물 관리부처, 운수업체, 제조업체를 대상으로 위험물 운송차량이 통행 가능한 경로를 별도 지정하여 시스템을 통해 실시간으로 관리하고 있다. 안전관리를 위한 기능은 위치추적, 경로지정, 정차장치(Immobilization), 면허/자격 허가제도(Haz-mat Transport Driver Permit) 등이 있다[5].



[Figure 2] HTVTS in Singapore

호주 New South Wales주 도로교통국은 대형트럭 운전자의 과속/과로 운전행태를 예방하기 위한 목적으로 운행 전 시스템에 접속해 출발지와 도착지를 입력하게 하여 운송 허가를 받게 한다[6].

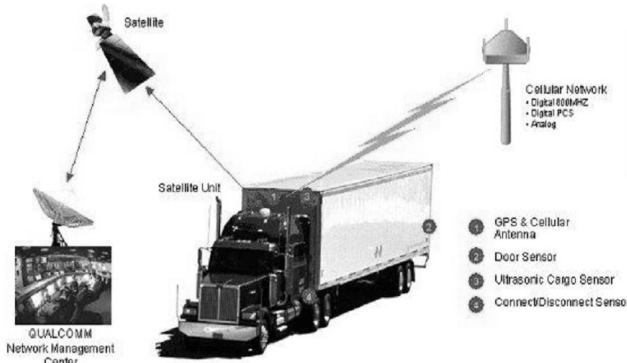
미국 도로교통국은 UTT(Untethered Trailer Tracking) 시스템의 도입을 통해 경고, 전환 또는 도난 이벤트 등에 대한 대처 방안 제공을 통한 실시간 모니터링을 한다. 또한 위험물 운송의 운행제한 구간, 위치 및 상태에 대한 향상된 가시성을 통해 안전도를 높이는데 활용한다[5].



[Figure 3] RTA in Australia



[Figure 5] Good Route in EU



[Figure 4] UTT system

유럽연합(EU)은 국가 공동 프로젝트 사업으로 Good Route를 개발하였다. 특정도로(터널, 다리 등) 인프라(Infra)를 통해 운송 차량의 경로를 재설정하거나 승인한다. 주로 위치추적과 경로탐색, 통계자료 등을 제공한다[7].

2.3 시사점

국내의 위험물 운송사고 예방과 관련된 연구를 살펴본 결과, 아직까지 우리나라는 국외처럼 국가차원에서 위험물 운송의 안전관리시스템을 통한 안전관리체계는 미흡한 것이 사실이다.

<Table 1>은 주요국가의 위험물 운송 안전관리의 주요 기능을 비교하였다. 여기서 주목할 것은 주요 국가에서는 위치추적기술을 기반으로 경로관리, 통행제한관리 등을 포함한 실시간 모니터링 시스템을 구축하여 정부에서 관리한다.

반면 우리나라에서는 정부차원에서 위험물 운송 안전관리를 수행하기에는 크게 3가지의 한계점이 있다.

첫째, 우리나라는 개인정보보호법에 의해 운전자들의 신변이 노출되는 이유로 국가에서 강제적으로 다루기에는 아직 한계가 따른다.

둘째, 위험물과 관련되어 적재, 분류, 포장 등의 수많은 법들이 여러 부처에 산재되어 있어 운송 부문만을 관리하는 부처를 지정하는 것도 모호하다.

<Table 1> Leading countries of Transporting Hazardous Materials Management System

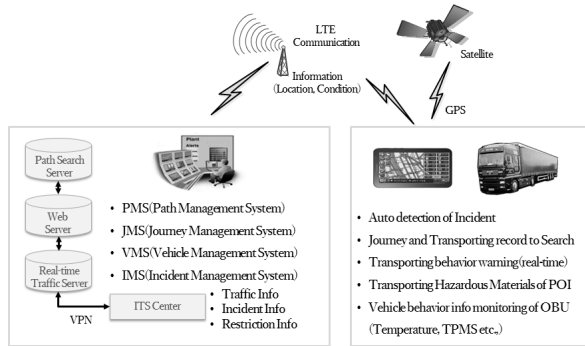
Main function	Singapore	Australia	EU	U.S.A	U.K	Canada
Administrator	government	government	government	government	government	government
System	HTVTS	RTA	Good Route	Geo fencing	NCEC	CANUTEC
Cost-bearing	government & private	government	government & private	User	government & private	government
LBS	○	○	○	○	■	■
Route	○	○	○	○	■	■
Restriction	○	○	■	○	●	■
Transporting	■	●	○	○	■	■
Rest	■	●	●	●	■	■
Incident	●	●	●	●	○	●
Traffic	○	○	■	○	■	■
e-Call	■	■	○	○	■	■

Management authority : System (○), Regulation, Enactment and Manual etc (●), N/A (■)

마지막으로 분단국가로 테러에 이용될 수 있기 때문에 국가 차원으로 시스템으로 개발할 경우에 더 큰 위험에 노출될 수 있다고 사료된다. 이러한 한계점에도 불구하고 위험물 운송 사고를 효과적으로 예방하기 위해서 주요국가처럼 위치추적을 기반으로 한 경로관리, 여정관리, 차량관리 및 사고관리 등을 통한 실시간 통합관리체계 마련이 필요하다.

3. 위험물 운송 안전관리시스템 개발

위험물 운송 안전관리시스템은 통합관리시스템과 전용 단말기로 구성된다. 통합관리시스템은 웹서비스를 지원하는 웹서버, 위험도를 통한경로탐색을 지원하는 길찾기서버, 도로상황(돌발, 통제)을 지원하는 실시간교통정보서버로 구성된다. 전용 단말기는 여정 및 운행력 조회, 운전행태 정보관리, 차량상태 정보관리, 사고자동인지모들이 탑재되어 운전자와 차량에게 안전운전을 지원하는 기능이 탑재된다. 차량의 위치정보는 GPS를 통해서 정보를 생성하고 통합관리시스템과 차량단말기는 LTE(3G 포함)통신망을 통해 양방향으로 송수신한다.



(a) management system (b) Terminal

[Figure 6] Composition of system

시스템 구현 및 개발환경은 <Table 2>와 같다.

<Table 2> Implementation environment of system

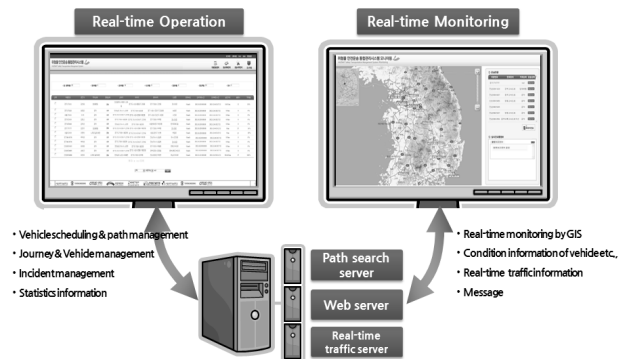
Division	OS/Specifications
Server	WinServer2012R2/HP/16G
Terminal	Android 4.2/2G(RAM)/1.5GHz
DB	MySQL

3.1 통합관리시스템

통합관리시스템의 주요기능은 안전한 길을 탐색하고 제공하기 위한 경로관리시스템(Path Management

System), 운전 행태를 실시간으로 관리하는 여정관리 시스템(Journey Management System), 차량 상태를 실시간으로 관리하는 차량관리시스템(Vehicle Management System), 사고발생시 자동으로 인지하여 관리시스템 및 유관기관에게 자동통보하고 전자대응매뉴얼을 지원하는 사고관리시스템(Incident Management System)이 있다.

통합관리시스템은 <Figure 7>과 같이 2개의 화면으로 구성되어 있다. 하나는 운송계획수립, 차량 및 운전자 등록 등과 같은 운영에 필요한 화면이다. 다른 하나는 차량의 위치를 실시간으로 한눈에 파악할 수 있는 모니터링 화면이다.



[Figure 7] Composition of system

통합관리시스템의 사용자 권한은 정부와 운수업체, 화주 등의 기업 관리자가 사용할 수 있으며 각자의 역할에 따라 권한이 부여된다. 정부 관리자는 본 시스템에 등록된 모든 차량을 관리할 수 있는 권한이 있으며 기업 관리자는 다른 회사의 차량을 볼 수 없고 자사 차량만을 관리할 수 있어야한다.

3.1.1 경로관리시스템

경로관리시스템은 도로 주변에 포함되는 인구, 환경 등의 데이터를 가공하여 도로별 위험도를 판단한다. 이를 통해 상대적으로 위험도가 낮은 경로를 제공하는데 목적이 있다. 즉 위험물 운송사고발생시 피해가 가장 적은 길로 안내한다.

위험도가 낮은 경로는 사고 빈도가 낮고, 사고발생시 피해가 적은 경로를 탐색하는 것으로 기존사고발생지역, 인구밀집지역 및 환경노출지역(상수원보호구역 등)의 피해를 최소화한다.

<식 1>은 일반적으로 위험도를 산정하는 식이다. 위험물 운송시 예상되는 위험도는 크게 위험물 운송 차량의 사고, 특히 위험물 방출을 수반하는 사고발생확률(Probability)에 비례하고, 동시에 사고발생 시점 및

지점에서의 피해가능규모(Cons-quence)에 비례한다. 즉, 위험도는 사고발생확률에 피해가능규모의 곱으로 표현된다[5].

$$risk(R) = probability(P_i) \times consequence(C_i) \quad (1)$$

사고발생확률(P)은 위험물 차량이 사고를 발생할 확률이다. 이는 주행차량대수와 링크길이에 영향을 받을 것이다. 우선, 단위 길이 당 트럭사고발생률(Truck Accident Rate)을 구하고 사고발생시 위험물 노출가능성을 감안한다면 사고발생확률은 <식 2>와 같다.

$$P_i = TAR_i \times P(R|A)_i \times L_i \quad (2)$$

트럭사고발생률(TAR_i)은 위험물 사고발생확률을 결정하는데 가장 중요한 값으로, 주어진 링크에 위험물 차량 교통량과 위험물 차량 교통사고에 기초하여 구할 수 있다. 하지만 현실적으로 이러한 데이터의 획득은 매우 어렵다. 이를 극복하기 위해서 위험물 차량의 사고발생 특성이 일반트럭의 사고발생특성과 유사하다고 가정하였다. 즉 위험물 트럭에 의한 트럭사고발생률과 일반트럭에 의한 트럭사고발생률이 유사하다.

$$TAR = \frac{\text{Number of All Truck Accidents}_i}{TADT_i \times 365 \times \text{Years} \times L_i} \quad (3)$$

$$TADT_i = \text{Truck flow} \in \text{link } i$$

$$L_i = \text{Length of link } i$$

트럭사고발생에 따른 위험물 누출확률($P(R|A)$)은 사고마다 다를 수 있지만 도로종류 및 지역별로 유사한 형태를 가질 수 있다.

팽정광(2012)은 지방부와 도시부로 트럭사고율과 위험물 누출확률이 다를 것으로 판단하고 도로 형태에 따라 달라질 것으로 제시하였다[9]. 본 연구에서는 신규도로와 같이 통계자료가 없는 도로에 대해 <Table 3>의 트럭사고율과 위험물 누출확률을 사용하였다.

<Table 3> Release probability of HAZMAT by truck transportation

Area	road type	release of accident (million-mile)	probability of release
rural road	two lanes	0.19	0.086
	non-division multi lane	0.36	0.081
	division multi lane	0.18	0.082
	highway	0.06	0.090
urban road	two lanes	0.60	0.069
	non-division multi lane	0.77	0.055
	division multi lane	0.77	0.062
	one-way road	0.54	0.056
	highway	0.14	0.062

피해가능규모(C_i)는 위험물 차량 사고로 인한 위험물 노출에 따른 피해정도를 나타내는 값이다. 피해의 대상은 사람과 환경으로 구분한다. 따라서 피해가능규모는 사고발생시점과 장소에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어 중심상업지구 등 도심지역에서는 피해 가능한 인구 및 건물 등이 많이 노출되어 있고 산악지역에서는 인구 및 건물 등이 거의 노출되어 있지 않다. 또한 위험물의 양에 따라서도 피해규모가 달라질 것이다. 이러한 사실들을 모두 모형으로 나타내기는 쉽지 않고 제안되는 위험도 모형은 상대적인 위험도를 평가하는 모형으로 피해가능규모는 단지 위험물별로 영향을 미칠 수 있는 범위 내에 속하는 인구와 환경의 노출량으로 정의한다.

$$C_i = C_i^p + C_i^e \quad (4)$$

$$C_i^p = \text{population exposure} \in \text{link } i$$

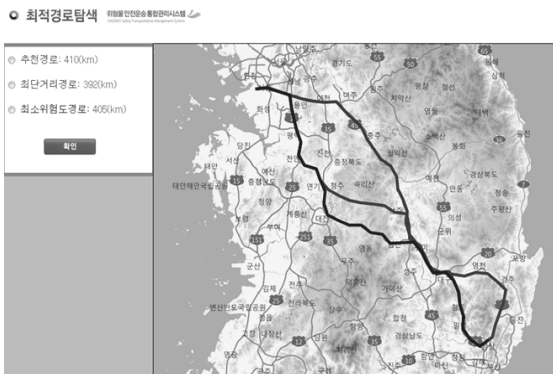
$$C_i^e = \text{environmental exposure} \in \text{link } i$$

<Figure 8>은 위험도 모형에 따라 국내 도로 네트워크(약 168만개 링크)에 위험도를 구축한 위험도 지도이다. 인구가 밀집되어 있는 대도시권과 상수원 인근의 도로는 위험도가 높아 붉은색으로 표출되는 것을 확인할 수 있다.



[Figure 8] Risk of Map

경로관리시스템은 위험도를 기반으로 하고 있기 때문에 출발지와 도착지를 입력하면 시스템에서는 위험도가 최소인 경로, 거리가 최소인 경로, 위험도와 거리를 동시에 고려한 추천경로 총 3개의 대안 경로를 탐색하여 제공한다.



[Figure 9] Path management system

3.1.2 여정관리시스템

여정관리시스템은 운전자가 출발지(Origin)에서 도착지(Destination)까지 안전하게 운송될 수 있도록 지원하는데 목적이 있다.

운전자의 운전행태인 급가속, 급감속, 과속, 통행제한 구역 진입 여부 등을 실시간으로 관리하여 운전자에게 안전한 운전을 유도하여 사고를 예방한다. 또한 운전자의 피로도 관리를 위해서 2시간 연속으로 운행할 경우에는 휴식을 권고할 수 있도록 시스템에서 알람을 준다.

피로도 관리를 통해 충분한 휴식을 취한 운전자를 우선 배정하는데 활용할 수 있다.



[Figure 10] Journey management system

3.1.3 차량관리시스템

차량관리시스템은 차량의 상태정보인 진동, 온도, TPMS(Tire-pressure monitoring system)등의 정보를 통해 차량 및 적재물 상태를 실시간으로 관리한다. 진동, 온도 등의 데이터는 차량 및 이동탱크에 센서를 부착하고 zigbee 통해 전송한다. 전송된 데이터는 OBD(On-Board Device)에서 취합되며 이를 차량 단말기로 송신한다. 또한 LTE(3G포함)등의 통신모듈을 통해 관제센터에 데이터를 제공한다.



[Figure 11] Vehicle management system

3.1.4 사고관리시스템

위험물 운송 사고는 신속하고 정확한 정보를 대응하는 유관기관에게 전달해야한다. 구미 4공단 지역의 불산 폭발사고에서 알 수 있듯이 불산은 석회가루로 중화시켜야한다. 그러나 위험물의 정보가 부족하여 물로 진압했다가 물과 반응하여 2차 폭발로 인해 피해가 확산되었다. 따라서 위험물과 관련된 사고는 사고발생시 사고와 관련된 모든 정보를 유관기관에게 신속하고 정확하게 전달해야한다.

사고관리시스템은 사고발생시 사고자동인지모듈을 통해서 사고를 자동으로 인지하고, 사고와 관련된 모든

정보인 사고영상, 사고위치, 위험물 종류, 적재량 등을 통합관리시스템 및 유관기관에게 자동으로 전송한다.

사고자동인지모듈은 블랙박스와 같이 평소 영상을 전후방을 촬영하고 있으며 GPS, G-Sensor(가속도, 자이로 등)를 활용하였다. 일정한 충격값을 모듈에서 정의하고 정해진 충격값을 벗어났을 때 사고라고 인지한다. 이후 단말기에서는 사고알람창이 자동으로 생성된다. 운전자가 의식이 없을 경우를 대비해 30초간 단말기에서 아무런 조작이 생기지 않으면 사고는 자동으로 전송된다. 또한 운전자에게는 자신이 적재한 위험물의 진입방법, 행동요령 등이 포함된 전자사고대응매뉴얼을 제공한다.



[Figure 12] Incident management system

3.2 차량단말기

차량단말기는 안전운전을 지원하기 위해 차량에 부착되는 장비이다. 주요 역할은 내비게이션, 통행제한도로 진입금지 및 경고, TPMS, 축하중, 온도상태 및 사고자동인지모듈 등이 탑재된다. 본 연구에서는 안드로이드 기반의 OS와 LTE통신, 8.9인치 LCD화면, 1280*800의 해상도를 지원하는 Tablet PC에 적용하였고 <Figure 13>과 같이 실제 차량에 부착하였다.



[Figure 13] Terminal in Vehicle

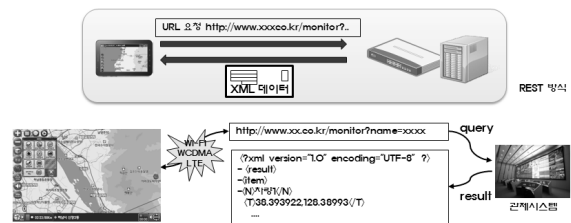
3.3 통합관리시스템과 단말기 인터페이스

통합관리시스템과 단말기간의 인터페이스는

REST(REpresentation State Transfer)방식으로 OpenAPI를 이용하여 구현하였다.

REST는 고유한 URL로 서버의 리소스 데이터, 서비스에 접근 가능하다는 장점이 있다. 단말기에서는 관리시스템의 데이터에 접근하기 위해 사전에 정의된 URI(Uniform Resource Identifier)를 호출함으로써 기능이 수행되고, 관리시스템에서는 요청에 대해 처리를 수행하여 XML(eXtensible Markup Language)형식으로 단말기에 결과를 제공한다.

단말기에서 서버로 전송되는 문자열 정보는 UTF-8 형식으로 인코딩하여 전송한다. 한글과 같이 Web browser에서 제대로 인식되지 않는 경우를 방지한다. 또한 경로정보와 같이 전송 데이터의 양이 많은 경우 URL글자 수 제한에 의해 데이터가 누락되는 문제가 있어 여러 개의 URI로 정의하였다.



[Figure 14] HTTP based REST

<Table 4> List of API

No	Classification	URL
1	Login	%base_url%/login
2	Route plan	%base_url%/plan
3	Transporting	%base_url%/history
4	Status	%base_url%/status
5	Position	%base_url%/pos
6	Message	%base_url%/msg
7	Message send	%base_url%/msg_send
8	Routes	%base_url%/route
9	Route info	%base_url%/infos
10	Route info to server	%base_url%/routes_i
11	Route to server	%base_url%/routes_l
12	Traffic(speed)	%base_url%/real_t
13	Traffic(Incident)	%base_url%/real_i
14	Incident info	%base_url%/accident

<Table 4>는 인터페이스를 위해 정의한 API목록이다. 다음의 API들은 위험물 운송의 안전관리에 필요한 항목이다. 이를 통해서 관리자와 운전자간 양방향 통신 및 안전운전서비스 기능을 지원한다.

4. 결론 및 향후연구과제

4.1 결론

본 논문에서는 위치추적기술(GPS)를 기반으로 위험물 운송 차량의 안전운송을 위한 실시간 안전관리시스템을 제안하였다.

본 논문에서 제시한 안전관리시스템의 역할은 크게 4가지로 정리될 수 있다.

첫째, 위험물 차량에게 위험도를 최소화하는 경로를 제공하여 사고발생시 피해가 최소화되고 운전경력이 미흡한 운전자에게도 도착지까지 안전한 길을 제공하여 안전을 확보할 수 있도록 한다.

둘째, 차량 상태를 항상 안전하게 유지하여 차량장치 결합(기계적 부품 및 타이어 등)에 의한 사고로부터 보호하고 탱크로리의 온도, 축하중, TPMS 등의 센서를 장착하여 실시간으로 관리할 수 있도록 한다.

셋째, 운송사고의 가장 큰 원인인 졸음, 안전운전불이행과 같은 사고를 예방하기 위해 운전자의 운전습관(급가/감속, 과속 등)을 실시간으로 확인하고 운송과정의 모든 상황을 관제할 수 있도록 한다.

마지막으로 사고발생시 자동으로 인지하여 정확한 사고정보를 대응기관에게 전달하고 신속정확한 사고대응을 할 수 있도록 위험물질별로 사고대응방법을 제공할 수 있도록 한다.

이를 통하여 국내 위험물 운송 안전관리체계는 주요 국가처럼 정부차원에서 관리할 수 있는 기반을 제공할 수 있을 것으로 기대된다. 더 나아가 위험물 운송 분야 이외에 여객운송, 공공차량 관리, 기업차량 관리 등 다양한 분야에 적용될 수 있어 국가교통물류 수준을 향상하는데 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

4.2 향후연구과제

본 논문에서는 위험물 운송에서 안전성을 확보하기 위해 경로관리, 여정관리, 차량관리 및 사고관리를 포함한 안전관리시스템을 제안하였다. 그러나 이는 어디까지나 실용화 구축에 필요한 기본방안 제시라는 한계에 머무른다. 왜냐하면 실제 본 시스템의 기능들은 정부부처 또는 사고대응기관의 시스템과 맞물려서 운영되어야 하기 때문에 테스트 등에서 환경적인 한계에 부딪힌다. 또한 사고자동인지모듈 및 내비게이션 등의 App를 iOS에서 구동하기 위해서는 추가적인 연구를 통하여 안정화 및 보안문제에 대하여 면밀히 검토되어야 한다. 특히 보안 문제는 위험물질의 특성상 노출될 경우, 테러 등에 악영향을 끼치기 때문에 철저한 보안관리가 요구되어야 할 것이다.

위험물 안전관리 운송 체계의 확립을 위해서는 본

연구를 기반으로 정부차원의 세부적인 안전관리시스템의 구축이 필요하며 이는 정부, 연구소, 학계 및 산업계의 합동 개발이 필요할 것으로 판단된다.

5. References

- [1] Ministry of Government Administration and Home Affairs(2014), "National Safety Management Plan(2010-2014)", Central Security Management Committee.
- [2] Ministry of Government Legislation(2015), "Framework Act on the Management of Disasters and Safety", <http://www.law.go.kr>
- [3] Ministry of Public Safety and Security(2015), "Dangerous Goods statistics data"
- [4] Lee B.W.(2013), "A Study for Safety Management on Road Transportation of Dangerous Goods", Journal of the Korean Institute of Gas, 17(6):77-82.
- [5] The Korea Transport Institute(2014), "Monthly KOTI Magazine on Transport", 197:6-10.
- [6] Australia Transport for NSW, <http://www.rta.nsw.gov.au>
- [7] EU, <http://www.goodroute-eu.org>
- [8] Chung S.B.(2011), "Development of HAZ-RAM for reducing HAZMAT transportation accident" Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation, 11(4):87-94.
- [9] Paeng J.G(2009), "A Study on Standardization of Optimum Transportation Routing based on GIS for railway HAZMAT Transportation" Journal of Korea Safety Management & Science, 11(4):201-211.

저자 소개

김 연 용



남서울대학교에서 공학사를 취득하였고, 서울과학기술대학교 철도경영정책학과에서 석사를 취득하고 동 대학교 대학원 박사를 수료하였다.

관심분야는 운송안전관리, 교통물류GIS, 첨단물류시스템, 철도물류 등이다.

김 시 콘



부산대학교에서 학사, 미국 버지니아공대에서 석사와 공학박사를 취득하였으며, 한국교통연구원에서 철도연구실장을 역임하였다. 남서울대학교에서 부교수로 재직하였고, 현재는 서울과학기술대학교 철도전문대학원 교수 겸 원장으로 재직 중에 있다.

관심분야는 철도안전, 교통수요예측, 철도정보시스템 등이다.