화물 수송의 최적화를 위한 ITMS(Intelligent Transport Monitoring System) 설계

정은희¹ · 이병관^{2*} · 정이나³

A Design of ITMS(Intelligent Transport Monitoring System) for Optimization of Freight Transport

EunHee Jeong¹ · ByungKwan Lee^{2*} · INa Jung³

¹Department of Regional Economics, Kangwon National University, Samcheok 245-711, Korea

²Department of Computer, Kwandong University, Gangneung 210-701, Korea

³Department of Computer Engineering, Kwandong University, Gangneung 210-701, Korea

요 약

본 논문에서는 기상청, 교통관리센터, GPS, 센서 등을 이용하여 화물의 이동 경로, 컨테이너의 화물 보관 상태를 관리하는 지능형 운송 모니터링 시스템인 ITMS(Intelligent Transport Monitoring System)을 제안한다. ITMS는 컨테이너 내부의 온도 및 습도에 대한 정보, 화물 차량의 위치 정보를 ITMS 서버에 전송하는 CIMS(Container Inner Monitoring System), 화물 차량의 위치정보로 도착 예정시간을 산출하여 CIMS에게 전달하는 TMM(Transport Management Module), 수집한 컨테이너의 온도 및 습도 정보를 이용하여 화물의 신선도를 점검하고 관리하는 FMM(Freight Management Module), 그리고 CIMS, TMM, FMM으로부터 전달받은 정보로 컨테이너 하역 장소를 선정하고, 화물에 대한 정보를 RFID 라벨로 출력하여 컨테이너에 부착하는 SMM(Stevedoring Management Module)로 구성된다. 제안하는 ITMS는 CIMS를 이용하여 화물의 상태를 수시로 점검할 뿐만 아니라, RFID 라벨로 빠르게 화물의 정보를 획득하고, 관리하는데 소요되는 시간을 단축할 수 있다.

ABSTRACT

This paper proposes the ITMS(Intelligent Transport Monitoring System) which manages the route and state of freight by using the Meteorological Office, the Transportation Management Center, GPS and Sensors, etc. The ITMS consists of the CIMS(Container Inner Monitoring System) transmitting the inner temperature and humidity of a container, the TMM(Transport Management Module) computing an estimated time of arrival with Freight Vehicle location information and transmits the result to the CIMS, the FMM(Freight Management Module) checking and managing the freight freshness by using the temperature and humidity of the collected containers, and the SMM(Stevedoring Management Module) selecting the container loading and unloading places with the information transmitted from the CIMS, the TMM, and the FMM and attaching the freight formation to containers using an RFID label. The ITMS not only checks the freight condition at intervals but also acquires and manages the freight information with RFID labels rapidly and accurately.

키워드 : 지능형 모니터링 시스템, 컨테이너 내부 모니터링 시스템, 센서, 화물 운송, 화물 관리

Key word : Intelligent Monitoring System, Container Inner Monitoring System, Sensor, GPS

접수일자 : 2013. 11. 13 심사완료일자 : 2013. 11. 14 게재확정일자 : 2013. 11. 29

* **Corresponding Author** ByungKwan Lee(E-mail:bklee@kd.ac.kr, Tel:+82-33-649-7573)

Department of Computer, Kwandong University, Gangneung 210-701, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2013.17.12.2853>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

미래 사회의 첨단 교통시스템으로 기대되고 있는 지능형 교통시스템(ITS, Intelligent Transportation System)은 도로 및 교통관리, 교통정보제공, 대중교통 및 화물 차량의 운영 등 교통의 전 분야를 정보통신기술, 센서 제어기술을 접목함으로써 여러 문제에 대한 비용을 절감하는 것이다[1-3].

국내 ITS 서비스는 국토부를 중심으로 제공되는 DSRC/WAVE 서비스와 경찰청이 중심이 되어 제공하는 UTIS(Urban Traffic Information System) 방식이 있다[4]. UTIS 사업의 목적은 도시지역에 최적화된 교통정보시스템의 구축을 통하여 정확한 교통정보를 수집하여 이를 운전자에게 제공함으로써 교통 혼잡을 감소시키고 궁극적으로는 물류 효율화를 통하여 국가경쟁력을 강화하는데 있다[5].

DSRC(Dedicated Short Range Communication)는 한국도로공사의 하이패스 서비스에 사용되고 있는 무선 통신 방식이다. 근거리 통신용이므로, 기술적 한계로 인하여 다양한 서비스 요구를 수용하기에는 어려움이 있기 때문에 이를 대체할 수 있는 기술로 WAVE 방식이 검토되고 있다[3,6,7].

WAVE는 한국전자통신연구원에서 연구가 진행되고 있으며, 이것을 한국도로공사 산하 스마트하이웨이 사업단과 교통안전관리공단에서 u-Transportation 서비스 등에 적용할 것을 검토하고 있다[6].

본 논문에서는 기상청, 교통관리센터, GPS, 센서 등을 이용하여 화물의 도착 예정시간을 산출하고, 화물의 이동 경로를 파악하고, 화물의 보관 상태를 실시간으로 관리하는 지능형 운송 모니터링 시스템인 ITMS(Intelligent Transport Monitoring System)을 제안하여 ITS의 목적을 실현하고자 한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 화물 운송의 최적화를 위한 ITMS를 제안한다. 그리고 3장에서 ITMS를 분석한 결과를 설명하고, 4장에서 결론을 맺는다.

II. ITMS 설계

본 논문에서는 ITS, 기상청, 교통관리센터, GPS, 센서 등을 이용하여 컨테이너차량에게 최적화된 운송 경

로를 전달하거나, 컨테이너 화물의 상태, 화물 이동 경로를 모니터링 하는 지능형 운송 모니터링 시스템인 ITMS(Intelligent Transport Monitoring System)을 제안한다.

제안하는 ITMS의 컨테이너 차량에는 차량 위치를 추적할 수 있는 GPS, 차량 단말장치인 OBU(On Board Unit)가 내장되어 있으며, 컨테이너 내부에는 온도 및 습도를 감지하는 센서가 부착되어 있다고 가정한다. OBU는 센서 데이터 집계기로 사용되며, 수집한 데이터는 RSU(Road Side Unit)와 연결하여 전송하거나 혹은 Multimedia 데이터는 Wi-Fi와 같은 고대역폭 무선 통신을 사용하여 전송하는 역할을 한다.

그림 1은 본 논문에서 제안하는 ITMS의 전체적인 흐름을 설명한 것이다. 화물차량은 GPS로 차량 위치를 파악한 후 ITMS 서버에 전달하고, ITMS는 ITS, 기상청, 교통관리센터 등으로부터 정보를 수집하여 화물차량에 전달한다. ITMS는 CIM(Container Inner Monitoring System) 의해 전달받은 화물 컨테이너의 내부 정보인 온도 및 습도 등을 모니터링 하도록 제안한다.

그림 1. ITMS 구성 요소 및 흐름도
Fig. 1 The component of ITMS and flowchart

2.1. CIMS 설계

차량 내부 상태 모니터링 시스템(Container Inner Monitoring System)은 컨테이너 내부에 장착된 sensor로 수집한 온도 및 습도 정보와 차량에 장착된 GPS로 파악된 차량의 위치정보를 실시간으로 ITMS 서버에

전달하도록 설계한다. 특히, CIMS는 도로 변에 설치되어 있는 RSU(Road Side Unit)를 이용하여 ITMS 서버에 전달하거나, 차량 내부의 블랙박스에 담긴 영상과 같이 비교적 큰 데이터는 Wi-Fi와 같은 환경을 이용하여 ITMS 서버에 데이터를 실시간으로 전달하도록 설계한다.

그림 2는 화물 차량에서 수집한 정보를 모니터링을 위해 ITMS 서버에 전달하기 위한 센서 데이터 통신 절차에 대한 전체 흐름도를 설명한 것이며, 단계별 절차는 다음과 같다.

그림 2. 센서 데이터 통신 절차
Fig. 2 The transmission procedure of sensor data

[1 단계] OBU는 컨테이너 내부의 온도 및 습도 센서가 측정한 데이터를 시간, 컨테이너 ID, 센서 ID, 데이터로 구성된 표 1의 형식으로 OBU의 내부 Buffer에 임시 저장한다.

표 1. 센서 데이터 형식
Table. 1 The data format of sensor

Time_stamp	Identifier	Sensor_ID	Data
------------	------------	-----------	------

[2 단계] OBU의 내부 버퍼에 저장된 데이터가 온도 및 습도 두 가지 센서의 정보가 모두 수집되었다면, CIMS은 데이터 수집 시간, 컨테이너 ID, 차량 ID, 센서 ID, 데이터로 구성된 표 2의 형식으로 데이터 전송 메시지를 생성한다.

표 2. 데이터 전송 메시지 형식
Table. 2 The format of data transmission message

Time_stamp	Identifier	Vehicle_ID	Sensor_ID(1)	Data	Sensor_ID(2)	Data
------------	------------	------------	--------------	------	--------------	------

[3 단계] CIMS은 2단계에서 생성한 데이터 전송 메시지를 모니터링 서버에 전송을 시도하기 전에 컨테이너 차량의 통신 장치의 연결 상태를 확인한다. CIMS은 차량이 터널 혹은 전파가 닿지 않는 지역에 도달하였을 경우 차량의 데이터 통신은 실패하므로, 통신 신호가 임계치 미만일 경우 데이터를 Buffer에 임시 저장한다.

[4 단계] CIMS은 차량이 통신 가능 지역에 도달하였을 경우 실시간으로 전송하는 데이터보다 우선순위를 주어 Buffer에 저장한 데이터를 Time_stamp 기준으로 정렬하여 전송한다. 이때, 메시지의 Time_stamp는 Reply와 같은 공격을 방지하거나, 중복 데이터를 필터링할 때 사용하기도 한다.

[5 단계] CIMS가 전달한 데이터는 RSU 혹은 Wi-Fi 환경에서 인터넷과 같은 환경을 이용하여 ITMS 서버에 전송된다.

2.2. ITMS Server 설계

ITMS의 Server는 TMM(Transport Management Module), FMM(Freight Management Module), SMM(Stevedoring Management Module)로 나뉘어서 컨테이너 화물을 모니터링하도록 설계한다.

그림 3은 ITMS 서버 모니터링을 담당하는 TMM, FMM, SMM에 대한 전반적인 흐름도를 설명한 것이다.

2.2.1. TMM

TMM(Transport Management Module)은 CIMS로부터 전달받은 GPS 정보를 이용하여, 화물 차량의 목적지와 현재 위치를 비교하여 화물 차량의 도착시간을 예측하여 ITMS 관리자와 SMM에게 전달한다.

TMM은 교통정보센터, 기상청으로부터 수집한 도로 상황 및 날씨 등을 감안하여 가장 적절한 운행정보를 컨테이너 차량 모니터링 시스템인 CIMS에게 제공한다.

그림 3. ITMS 서버 구성요소 및 전체 흐름도
Fig. 3 The component and flowchart of ITMS server

2.2.2. FMM

FMM(Goods Management Module)은 컨테이너의 보관되는 화물이 종류에 따라 부패 및 변질의 가능성이 있으므로 본 논문에서 제안하는 ITMS는 CIMS로부터 전달받은 정보로 컨테이너 관리 상태를 점검하도록 설계한다. 특히, 컨테이너의 온도는 화물이 부패하는 원인이고, 습도 또한 부패 속도에 영향을 미치는 요소이므로, ITMS는 컨테이너의 온도 및 습도를 모니터링하기 위해서는 각 컨테이너에는 온도 및 습도 센서가 부착시키고, 차량의 OBU가 센싱된 데이터를 수집하여 ITMS에 전달하도록 설계하였다.

ITMS 서버는 IATA Perishable Cargo Regulation[8]이 규정한 화물관리 적정 온도 범위에 따라 컨테이너 온도를 모니터링 한다.

표 3. IATA Perishable Cargo Regulation에 따른 화물관리 온도

Table. 3 Freight management temperature according IATA Perishable Cargo Regulation

구분	보온	보냉	냉장	냉동
온도범위	15℃~20℃	2℃~15℃	-9℃~2℃	-10℃이하

ITMS의 FMM의 처리 절차는 다음과 같다.

- [1 단계] FMM은 화물의 형태와 특성에 따라 관리되는 온도와 습도가 분류하고, CIMS로부터 전달받은 센서 데이터가 적절한 온도와 습도인지를 판단한다.
- [2 단계] FMM은 1 단계의 판단 결과에 의해 컨테이너 내부의 온도 또는 습도가 적절하지 않은 것으로 판단되면, ITMS 관리자에게 컨테이너의 온도와 습도 상태를 알린다.
- [3 단계] FMM은 해당 컨테이너의 CIMS로부터 전달받은 컨테이너의 온도 및 습도 데이터를 분석하여 화물의 변질 여부를 판단하여 관리자에게 알린다.
- [4 단계] 또한, 컨테이너는 운송 중 또는 하역과정이나 보관 과정 중 개폐되지 않아야 한다. 만약 컨테이너가 운송 중에 비정상적으로 오픈되었을 경우, 컨테이너에 부착된 RFID에 의해 CIMS에 의해 감지되고, CIMS는 ITMS 서버에게 알린다. 그리고 FMM은 이 정보를 관리자에게 신속하게 전달한다.

2.2.3. SMM

SMM(Stevedoring Management Module)은 TMM으로부터 전달받은 컨테이너 화물의 도착 예정시간과 FMM으로부터 전달받은 컨테이너 화물의 정보에 적합한 적재 위치를 선정하고, 그 정보를 컨테이너 차량 모니터링 시스템인 CIMS에게 전달한다.

또한, SMM은 화물 정보, 하역 시간과 위치에 대한 정보를 기록하는 RFID 라벨을 생성하고, 모든 컨테이너 화물에 이 RFID 라벨을 부착한다. 이 RFID 라벨은 RFID Reader기에 의해 ITMS의 관리자에게 전달되어 화물의 정보 및 위치를 관리하는데 있어서 많은 시간을 단축할 수 있도록 한다.

III. ITMS 분석

본 논문에서 제안한 ITMS는 컨테이너 화물의 보관 상태에 대한 정보를 수집하는 CIMS와 컨테이너 화물을 모니터링 하는 ITMS 서버로 구성된다.

ITMS 서버는 최적의 운송경로를 제공하는 TMM, 컨테이너 화물의 보관 상태를 모니터링 하는 FMM, 컨테이너 화물의 하역에 관련된 전반적인 작업을 관리하는 SMM이 있다.

표 4는 ITMS의 처리내용 및 결과에 대한 분석표이다.

표 4. ITMS 분석

Table. 4 The analysis of ITMS

모듈	처리내용	결과
CIMS	-컨테이너 온도 및 습도 -차량 위치 -컨테이너 개폐여부	-화물 상태 (온도, 습도, 위치, 개폐여부)
TMM	-차량 위치 -교통정보분석 -날씨정보분석	-최적의 운송경로 -도착예정시간
FMM	-IATA 화물 관리 규정 -컨테이너 온도 및 습도 -컨테이너 개폐여부	-화물 상태 -비정상적인 컨테이너 개방여부
SMM	-화물적정 온도, 습도 -하역위치	RFID 레이블

첫째, CIMS는 컨테이너 내부의 온도 및 습도 센서, 컨테이너 문에 부착된 RFID를 이용하여 컨테이너 화물의 온도 및 습도 정보, 컨테이너 문의 개폐정보를 수집하여 RSU, Wi-Fi로 정보를 전달함으로써 실시간으로 컨테이너 화물의 정보를 모니터링 할 수 있다.

둘째, TMM은 컨테이너 화물 도착 예정시간을 측정하여 SMM에게 전달하고, 기상청, 교통정보센터로부터 날씨 및 도로 교통상황을 수집하여 컨테이너 화물차량에 도로 정보를 실시간으로 제공 할뿐만 아니라 날씨, 도로 교통상황을 분석하여 최적의 운송경로를 제공함으로써 운송시간을 줄일 수 있다.

셋째, FMM은 컨테이너 화물의 보관 상태를 실시간으로 모니터링 함으로써 컨테이너 화물의 보관상태 실시간으로 관리할 수 있다. 그 결과, 컨테이너 화물의 관리 소홀로 인해 발생할 수 있는 비용을 절감할 수 있다.

넷째, SMM은 컨테이너 화물 도착예정시간에 맞춰 하역작업을 준비함으로써 하역작업 대기시간을 줄임으로써 운송비용을 줄일 수 있다. 또한, 컨테이너 화물에 부착된 RFID 라벨을 이용하여 화물 관리자들은 컨테이너 화물의 위치 및 정보를 모니터링 하는 시간을 단축시킬 수 있다.

IV. 결 론

본 논문에서는 화물 수송의 최적화를 위한 지능형 운송 모니터링 시스템인 ITMS(Intelligent Transport Monitoring System)을 제안하였다.

제안한 ITMS는 컨테이너 내부에 부착된 센서로부터 컨테이너 온도 및 습도를 모니터링 하는 CIMS와 CIMS로부터 전달받은 차량 위치, 기상청, 교통관리센터 정보를 이용하여 최적의 운송경로와 도착예정시간을 산출하고, 온도 및 습도의 정보로 컨테이너 화물의 보관 상태를 실시간으로 모니터링 할 수 있다.

또한, 컨테이너 화물 정보에 따라 RFID 라벨을 작성하여 컨테이너 화물에 부착함으로써 컨테이너 화물의 위치 및 정보를 모니터링 하는 시간을 단축시켰을 뿐만 아니라 화물 운송비용을 절감할 수 있으므로, ITMS는 효율적인 화물운송의 최적화 시스템이라고 할 수 있다.

REFERENCES

- [1] Sang-Woo Lee, Hyun-Kyun Choi, Hyun-Seo Oh, "Development of the WAVE-based Vehicle Communication Technology," *Communications of the Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, Vol. 27, No.9, pp.41-47, 2009.
- [2] Yong-Seo Park, Jae-Kyoung Lee, Jin-Ho Lee, Byeong-Gwon Kang, "Standardization Plans for Consolidated Implementation of ITS Technology," *The Journal of Digital Policy & Management*, Vol.11, No.7, pp.149-155, 2013.
- [3] D.S. Han, R. Woo, and S.W. Hong, "The status of communications technology of intelligent transportation system," *KICS-Information & Communication magazine*, Vol.29, No.2, pp.46-51, 2012.
- [4] UTIS, <http://www.utis.go.kr/main/main.do>
- [5] Yong-Seo Park, Jae-Kyoung Lee, Jin-Ho Lee, and Byeong-Gwon Kang, "Policy Plans for Activation of Korean ITS Industry," *The Journal of Digital Policy & Management*, Vol.11, No.5, pp.187-192, 2013.
- [6] G.H. Ahn, "Expanding urban areas, metropolitan traffic information based business progress and future plans," *TTA Journal*, Vol.11, No.3, Special Report, 9/10, 2007.

- [7] Jae-Wan Kim and Doo-Seop Eom, "A Study of Collision Avoidance Algorithm based on Multi-Beacon in the Vehicular Ad-hoc Network," *Journal of the Korea society of IT services*, Vol.11, No.4, pp.195-213, 2012.
- [8] Min-Gyu Son, "A study of AIDC based perishable cargo management in air cargo terminal," Master's dissertation, Korea Aerospace University, Korea, 2011.

정은희(EunHee Jeong)

1991년 2월 : 강릉대학교 통계학과 이학사
1998년 2월 : 관동대학교 전자계산공학과 공학석사
2003년 2월 : 관동대학교 전자계산공학과 공학박사
2003년 9월 ~ 현재 : 강원대학교 지역경제학과 부교수
※관심분야 : 전자상거래 보안, 인터넷 보안, IoT

이병관(ByungKwan Lee)

1979년 2월 : 부산대학교 기계설계학과 공학사
1986년 2월 : 중앙대학교 전자계산공학과 공학석사
1990년 2월 : 중앙대학교 전자계산공학과 공학박사
1988년 3월 ~ 현재 : 관동대학교 컴퓨터학과 교수
※관심분야 : 네트워크 보안, 인터넷 보안, 빅데이터, IoT

정이나(INa Jung)

2011년 2월 : 관동대학교 컴퓨터학과 공학사
2013년 현재 : 관동대학교 전자계산공학과 석·박사통합과정
※관심분야 : 네트워크 보안, 빅데이터