



## Journal of Knowledge Information Technology and Systems

ISSN 1975-7700 (Print), ISSN 2734-0570 (Online)

<http://www.kkits.or.kr>

# Design of Smart Vehicular Traffic Network for Self-Adaptive Prediction Service

Chulbum Ahn<sup>1</sup>, Jinhong Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Department of Information and Communication Engineering, Seoil University*

<sup>2</sup>*Department of Computer Engineering, Paichai University*

### ABSTRACT

Recently, A variety of vehicular network services are key technologies to estimate that vehicle could be located, and Intelligent Transportation Systems have a solution to this problem. In addition, Vehicular Ad hoc Networks emerge as ITS component that provides cooperative communication with vehicles and the necessary infrastructure to improve the flow of vehicles in cities. By the result, it has been a proliferation of challenges for authorities with regard to traffic management. Especially, according to consequence of congestion on traffic, accidents, and pollution, they are a still major cause, despite the development of well-made systems for traffic management and other technologies linked with vehicles. After all, it is necessary that a general system for accident management is developed. Such as, traffic congestion in most urban areas can be alleviated by the real-time planning of routes. Nevertheless, the designing of an efficient route planning algorithm to attain a globally optimal vehicle control is still a challenge that needs to be solved, particularly when the unique preferences of drivers are considered. The development of the vehicular network prediction algorithms using dynamic models, often required building a system model with complex equations. Accordingly, we propose the protocol of vehicular traffic that will receive a popular interesting in the vehicular network service in this paper. It has proven the usefulness of the system in order to apply toward an existing vehicular communication network. Among the experimented existing algorithm performance, we confirmed the effectiveness of all range from a single data, to verify the proposed algorithm.

© 2020 KKITS All rights reserved

**KEYWORDS :** Vehicular network services, Intelligent transportation system, Traffic management, Realtime planning, Vehicular network prediction algorithms, Vehicular communication network

**ARTICLE INFO:** Received 23 September 2020, Revised 2 November 2020, Accepted 11 December 2020.

\*Corresponding author is with the Department of Computer Engineering, Paichai University, Baejae-ro

Seo-gu Daejeon, 35445, KOREA.  
E-mail address: [jinhkm@pcu.ac.kr](mailto:jinhkm@pcu.ac.kr)

## 1. 서론

오늘날 지능형 자동차는 많은 수의 전자 제어장치와 센서를 내장하고 있으며, 서로 간의 데이터를 교환함으로써 차량 내부의 통신 및 운전자들에게 인포테인먼트를 이용한 서비스를 제공하고 있다. 지능형 자동차 제어의 전자화는 자동차 기기들의 적응화를 위한 기술 및 응용 소프트웨어 개발이 이뤄지고 있다 [1-4]. 이들을 위해서는 이를 보조하기 위한 다양한 전자제어장치가 요구되며, 기존 장치 간의 연결이 필요할 뿐 만 아니라 보다 최적화된 교통 정보 및 주행을 위해, 차량 및 기기종의 스마트 기기와의 데이터 통신이 또한 증가하고 있다 [5-9].

차량 내부의 수 많은 전자장치가 서로 연결되어 있는 환경에서 교통 정보 시스템을 제공하는 인프라 및 기기종 기기들과의 데이터 통신은 점점 더 복잡해지고 있다 [10].

따라서, 지능형 차량은 사물 인터넷(IoT), ICT 기술들과의 융합을 통해 장치들간의 서로 데이터를 직접 주고받고 제어할 수 있도록 적응화된 분산 시스템이 고려되고 있다 [11-14]. 이러한 시스템은 분산적으로 연계하여 동작 할 수 있으므로, 보다 효율적이고 지능화된 서비스를 제공해 줌으로서 교통 상황에 대한 빠른 인지를 통해 예측적 자가 적응형 서비스를 제공하기에 적합하다. 이처럼 증가하는 차량 장치와 장치 간 분산적 데이터 통신을 효율적으로 수용하기 위해서는 지능형 차량을 위한 통신 모듈 및 소프트웨어가 필요하다. 예를 들면, 차세대 교통 서비스의 핵심인 자율주행도(구글과 현대자동차 등)는 현재 도로에 크루즈 컨트롤 같은 낮은 단계의 자동화 및 적응화 된 응용 서비스 기술이 제공되고 있다 [15-18]. 또한, 미래 교통 서비스의 핵심인 공유 모빌리티, 자율주행, 차량 상거래 등 이를 활용하기 위한 차량 네트워

크 히스토리 분석을 통해 서비스를 제공함에 있다. 이처럼, 차량 내 통신 및 서비스는 서로 다른 네트워크에 연결된 장치들 간 데이터 교환을 위해서는 차량 내부의 통신 중계 및 데이터 변환이 필요하다. 따라서 본 논문에서는 예측적 자가 적응형 서비스를 위한 최적화된 스마트 차량 네트워크 트래픽 네트워크에 대해 제안하고자 한다 [19].

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 차량 네트워크 토폴로지에 대해서 살펴본다. 제 3장에서는 스마트 차량 트래픽 네트워크에 대해 살펴보고, 제 4장에서는 실험 및 검증과, 마지막 장에서는 결론을 기술한다.

## 2. 차량 네트워크 토폴로지

차량 네트워크의 애플리케이션은 유연성 접근 방식으로 네트워크 컨트롤러, 인프라 컨트롤러 및 사용자 디바이스를 통해 서비스들이 제공된다. 이를 위한 소프트웨어는 차량 네트워크에 인프라-인프라(I2I) 간 링크, 차량-인프라(V2I) 간 링크, 차량-차량(V2V) 간 링크가 포함된다 [20]. 차량 네트워크를 기반으로 한 정보는 차량 및 사용자 간의 통신 공유와 분산형 제어 시스템을 통해 모든 유기적인 정보가 제공된다. 이는 수많은 차량 내 제어장치와 센서를 내장하고 있고, 중앙 제어장치와의 데이터 교환 뿐 만 아니라, 각 제어 장치와 센서 사이의 데이터 교환이 있을 수 있다.

### 2.1 차량 네트워크 구성

차량 네트워크에서 토폴로지는 네트워크 신뢰성을 기반으로 ECU들이 전송하는 데이터 통신을 위해 지속적인 연결이 되어야 한다. 이를 위한 네트워크 구성은 LT, ST, HT, RHT등이 존재하며, LT와 ST로 구성할 경우 백본 링크가 존재하지 않아 링

크 연결 단절시 데이터 전송이 불가능하게 된다. RHT는 예비 링크가 존재하는 토폴로지로 구성하여야 시스템의 안정성이 보장된다. 또한, 자동차 네트워크에서 데이터 량이 증가함에 따라 기존 자동차 CAN, LIN 네트워크에서 차량 이더넷을 활용한 네트워크 구성이 진행되며, 네트워크 구성은 <그림 1>과 같이 차량 이더넷 스위치로 구성된다.

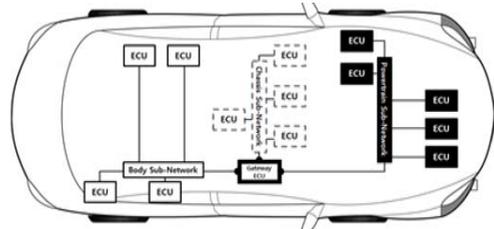


그림 2. 차량 통신 프로토콜  
Figure 2. Vehicular Communication Protocol

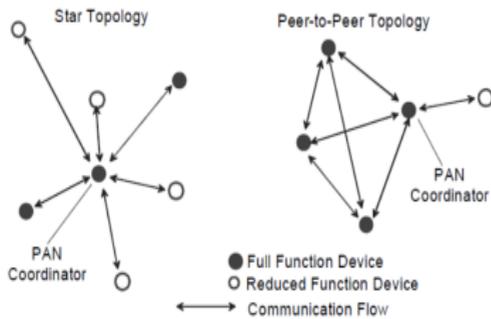


그림 1. 차량 네트워크 토폴로지  
Figure 1. Vehicular Network Topology

## 2.2 차량 통신 프로토콜

차량 내부에는 각종 전자제어 시스템이 탑재되어 있으며, 아래의 <그림 2>와 같이 각 전자제어시스템들은 전자제어장치 간의 통신을 위해 독립적인 통신 환경을 구성하고 있다. 차량 내부 통신 환경에 사용되는 통신 프로토콜은 1) 클래스 A 통신 : LIN, SAE J1850, 2) 클래스 B 통신 : 저속 CAN, 3) 클래스 C 통신 : 고속 CAN, 4) 클래스 D 통신 : CAN FD, FlexRay 등이다. 차량 내부 전자제어시스템은 각 전자제어시스템의 통신 요구사항에 따라 클래스 A부터 D까지의 표준 통신 프로토콜을 이용하여 통신 환경을 구성하고 있다. 차량의 운행, 제어와 연관된 대부분의 전자제어장치들은 CAN, CAN FD, Flexray 통신 프로토콜을 사용한다.

## 2.3 차량 통신 환경

차량 통신 환경은 파워트레인시스템, 샤시 시스템, 바디 시스템, 안전 시스템이 있다 [21-23]. 파워트레인시스템은 엔진이나 변속기 등 차량의 동력을 생산하는 전자제어시스템으로 차량 운행과 관련된 중요한 기능을 수행하며, 클래스 C 이상의 통신 프로토콜을 사용한다. 샤시 시스템은 브레이크, 서스펜션 등 자동차의 움직임을 제어하며, 이 또한 클래스 C 이상의 통신 프로토콜을 사용한다. 바디 시스템은 시트, 도어, 미러 등 차량의 편의 기능을 구축하고 [24], 고속의 통신을 요구하지 않기 때문에 클래스 A 이상의 통신 프로토콜을 사용한다. 마지막으로, 안전 시스템은 차량의 사고 및 위험에 대해 운전자의 부상을 방지하거나 최소화하는 안전장치 또는 교통사고를 원천적으로 방지할 수 있는 전자제어시스템으로 클래스 C 이상의 통신 프로토콜을 사용한다 [25]. 결국, 차량 통신은 전자제어장치간의 효율적인 통신을 지원하는 CAN으로 BUS 네트워크 토폴로지를 위한 송신자 ID 기반의 브로드캐스트 통신을 하며, 최대 1 Mbit/s의 통신 속도를 지원한다. CAN은 아래 <그림 3>과 같이 동일 프레임 포맷을 이용하여 데이터를 송수신한다. CAN은 1회 데이터 프레임 전송 시 최대 8 byte의 데이터를 전송할 수 있으며, CRC 필드를 이용하여 데이터 전송 오류를 검출한다.

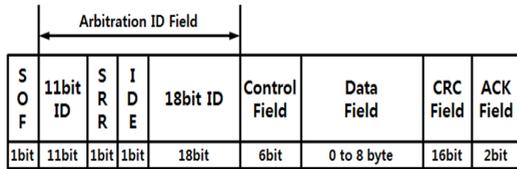


그림 3. CAN 데이터 프레임 포맷  
Figure 3. CAN Data Frame Format

### 3. 스마트 차량 트래픽 네트워크

스마트 차량 트래픽 네트워크는 도로 환경에 따른 차량 네트워크를 위한 노변 기지국들과의 통신을 통해 교통정보를 생성하고 교통관제센터에 실시간으로 보고한다. 이러한 상태 정보를 통해 주행 경로를 기반으로 교통관제센터는 차량 트래픽을 고려한 최적화된 경로를 안내하여 트래픽을 부하 분산 시킨다.

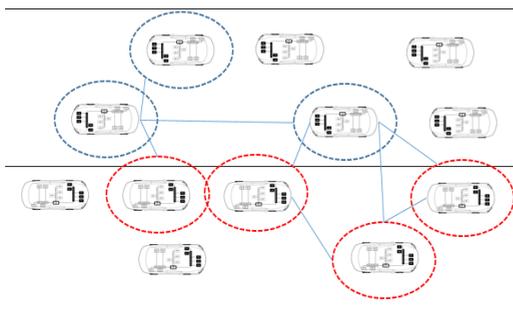


그림 4. 차량 트래픽 네트워크 구성도  
Figure 4. Vehicular Traffic Network Configuration

<그림 4>는 차량 트래픽 네트워크 정체를 나타낸다. 차량이 교통관제센터로부터 안내를 받아 경로를 따라 운행할 때 원으로 표시된 차량들의 상태 정보를 기반으로 도로교통상의 트래픽 부하 분산시키기 위한 서비스 수행을 제공한다.

#### 3.1 스마트 차량 통신 프로토콜

차량 트래픽 네트워크를 위한 통신 프로토콜은 비동기식 동작들에 의해 발생하는 교통 상황정보에 대한 문제를 고려하여, 차량 네트워크상에 있는 차량들 간의 프로토콜에 동의해야 한다. 이런 프로토콜은 차량 이름, 위치, 접속 설정 등을 고려해야 한다. <그림 4>의 각각의 차량은 데이터 교환을 위해 프로토콜 스택으로 <그림 5>와 같이 각 차량 통신 메시지 교환이 이뤄진다.

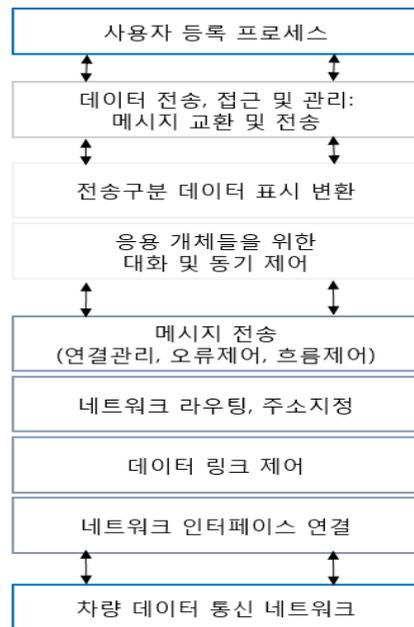


그림 5. 차량 통신을 위한 프로토콜 스택  
Figure 5. Protocol Stack for Vehicular Traffic

#### 3.2 스마트 차량 통신 알고리즘

네트워크도 토폴로지도 패킷이 돌아다니는 도로의 집합으로, 본 논문에서는 차량 통신 프로토콜 스택을 ERS 알고리즘을 적용하여 차량 트래픽 네트워크 부하 분산을 해결하고자 한다.

알고리즘 1. Vehicular Traffic Network

- 1: repeat on Routing
2. Straight line connecting source and target.
3. if traffic is heavy then
4. Begin to complete right-hand traversal around heavy and remember all points.
5. Go to the crossing point that is nearest to the target.
6. endif
7. until target is reached.

차량이 이동하는 시간과 패킷이 한 홉을 이동하는 시간을 비교하면 패킷의 이동시간이 짧아 컨트롤러가 스위치로부터 받아 실시간으로 처리해야하기 때문에 부하를 일으키고 지속적인 서비스 제공이 불가능 할 수 있다. 이에, 아래와 같은 단계를 거쳐 컨트롤러가 정체가여도 차량 네트워크 트래픽 최적화를 하고자 한다.

- 1) 새로운 TCP Connection이 발생하고 초기 패킷이 위치한 스위치에 도착하면 이를 차량 컨트롤러에 알린다.
- 2) 차량 컨트롤러가 관리하는 정체가에도 벡터와 ERS 알고리즘을 사용해 최소로 증가하는 경로를 찾는다
- 3) 찾아낸 경로에 위치하는 스위치들에 플로우를 설정한다.
- 4) 패킷이 이동하기 위해 설정한 경로에 벡터 행렬을 추가하고, TCP Connection이 유지될 때까지 해당 경로를 따라 패킷이 이동하며, TCP Connection이 종료되면 컨트롤러에 이를 알리고 경로에 해당하는 플로우를 모두 삭제한다.

이처럼 1) ~ 4)의 반복적 수행은 아래의 알고리즘2에 의해 처리된다.

Algorithm 2. Vehicular Traffic Network of ERS

(Input)

Trajectory List traj, Temporal Distance

Td, Spatial Distance Sd, Frequency f

(Output)

Trajectory VTN TN

- 1:  $n \leftarrow [traj]$
- 2: create a undirected graph TN
- 3: for each trajectory T in traj do
- 4: create a node in TN
- 5: end for
- 6: if frequency  $\geq f$  then
- 7: add edge (traj[i], traj[j]) in TN
- 8: end if
- 9: end for
- 10: end for
- 11: return TN

## 4. 실험 및 검증

### 4.1 실험 조건

제안 알고리즘을 기반으로 구현 가능성과 유용성을 위해 다음과 같이 실험을 하였다. 우선 데이터의 전송 시 동작여부를 확인하기 위해 페이로드에 컨트롤 데이터와 어시스턴스 데이터를 구분하였고 정수형과 문자형 데이터를 생성하여 활용하였다. 이때, 실험적 데이터의 크기는 상황에 의해 각 크기가 달라질 수 있으므로 정수형의 경우에 0~255까지의 코드를 통해 컨트롤 데이터를 처리를 가정한 경우, 프로그램의 수행 시 발생한 시간에 따라 데이터의 내용이 달라지도록 데이터를 생성하였다.

표 1. 정수형 및 문자형 데이터 형식  
Table 1. Integer and Character Data Type

Int-type Data				
Number of Packet	100	5,000	10,000	16,384
epoch	3,000	3,000	3,000	3,000
Data size (byte)	-	-	-	74,908
Char-type Data				
Number of Packet	100	5,000	10,000	16,384
epoch	3,000	3,000	3,000	3,000
Data size (byte)	-	-	-	81,689

위에서 보는바와 같이 정수형 데이터와 문자형 데이터에 대한 실험을 하였다. 메시지 데이터의 처리를 가정하여, 메시지 길이와 내용을 시간에 따라 달라지도록 srand() 함수에 의한 임의의 데이터를 생성하고, 차량 통신 시 데이터가 정상적인 문자 데이터 값을 나타내도록 지정하였다.

#### 4.2 실험 결과

대용량의 차량 트래픽 데이터를 처리하기 위해서는 실시간 처리 상황에 따른 오류에 의한 Fault Tolerance 실험하였다.

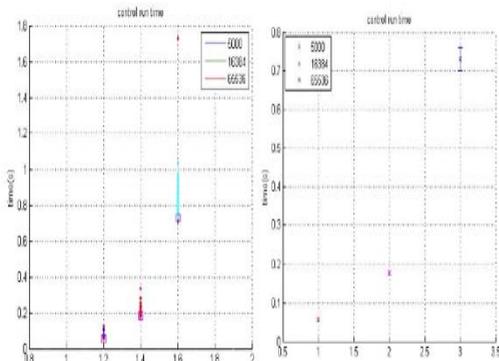


그림 6. 차량 트래픽 네트워크에서의 데이터 생성 및 오류복구 측정 시간 결과

Figure 6. The Result of Time with Data Creation and Error Recovery on Vehicular Traffic Network

위의 <그림 6>은 차량 트래픽 네트워크 환경에서의 데이터를 생성, 오류를 복구하고 데이터를 전송하는데 걸리는 시간에 대한 측정 결과이다. 위의 그림에서 보는 것처럼 한 데이터 세트를 모두 처리하는데 걸리는 시간을 나타내며, 오류는 임의의 임계값에 대한 결과가 나타났음을 볼 수 있다. 총 3,000번의 N값으로 유사한 실험의 결과를 나타냈지만, 5,000 패킷 데이터와 16,384 패킷의 데이터는 차량 트래픽 통신에서의 수행 시간보다 약 1 sec 지연결과가 나타났음을 볼 수 있다.

#### 5. 결론

본 연구는 최적화된 스마트 차량 네트워크에 대해 제안하였다. 실험을 통해 구성된 차량은 테스트 환경 기반이지만, 향후 지능형 및 스마트 차량의 빠른 발전으로 진화될 것으로 기대된다. 구현과 검증에서 제안된 알고리즘에 의해 차량 네트워크 토폴로지, 차량 통신 환경과 프로토콜에 의한 차량 데이터 및 메시지 데이터의 성능을 비교했을 때, 컨트롤 데이터의 처리속도가 보다 빠른 결과를 수행했음을 알 수 있다. 실제 주행 차량의 데이터 전송 시 오류를 검출하고, 그 오류 복구를 위해 걸리는 시간 및 트래픽 부하 분산을 위한 더 좋은 성능 결과를 나타낼 것으로 기대된다.

#### References

[1] J. H. Kim, S. C. Kim, *Design of architectural smart vehicle middleware*, Information An International Interdisciplinary Journal, International Information Institute, Vol. 16, No. 4, Apr. 2013.

[2] M. Cintra, *A crise do trânsito em São Paulo e seus custos*, GV-executivo, Vol. 12, No. 2,

- pp. 58-61, 2013
- [3] H. B. Cho, *Implementation and standard of ITS telematics service using inter-vehicle communication*, The Korean Institute of Communications and information Science, Vol. 25, No. 1, pp. 69-73, 2008.
- [4] F. Qu, F. Y. Wang, and L. Yang, *Intelligent transportation spaces: Vehicles, traffic, communications, and beyond*, IEEE Commun. Mag., Vol. 48, No. 11, pp. 136-142, Nov. 2010.
- [5] G. Karagiannis, *Vehicular networking: A survey and tutorial on requirements, architectures, challenges, standards and solutions*, Commun. Surv. Tutorials, IEEE, Vol. 13, No. 4, pp. 584-616, 2011.
- [6] M. Faezipour, M. Nourani, A. Saeed, and S. Addepalli, *Progress and challenges in intelligent vehicle area networks*, Commun. ACM, Vol. 55, No. 2, pp. 90-100, 2012.
- [7] A. Boukerche, *A new solution for the time-space localization problem in wireless sensor network using UAV*, in DIVANet 2013 - Proceedings of the 3rd ACM International Symposium on Design and Analysis of Intelligent Vehicular Networks and Applications, Co-located with ACM MSWiM 2013, pp. 153-160, 2013.
- [8] A. Boukerche, H. A. B. F. Oliveira, E. F. Nakamura, and A. A. F. Loureiro, *Vehicular Ad Hoc networks: A new challenge for localization-Based systems*, Computer Communication, Vol. 31, No. 12, pp. 2838-2849, Jul. 2008.
- [9] R. S. Alves, *Veiculares: Princípios, aplicações e desafios*, in Minicursos do simpósio brasileiro de Redes de Computadores, pp. 199-254, 2009.
- [10] X. Yang, J. Liu, F. Zhao, and N. Vaidya, *A vehicle-to-vehicle communication protocol for cooperative collision warning*, in First Annual International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Networking and Services (MobiQuitous'04), pp. 114-123, 2004.
- [11] F. Li, and Y. Wang, *Routing in vehicular ad hoc networks: A survey*, Veh. Technol. Mag. IEEE, Vol. 2, No. 2, pp. 12-22, Jun. 2007.
- [12] Z. Hameed Mir and F. Filali, *LTE and IEEE 802.11p for vehicular networking: a performance evaluation*, EURASIP J. Wirel. Commun. Netw., Vol. 2014, No. 1, p. 89, 2014.
- [13] M. Gerla, and L. Kleinrock, *Vehicular networks and the future of the mobile internet*, Comput. Networks, Vol. 55, No. 2, pp. 457-469, 2011.
- [14] J. Gozávez, M. Sepulcre, and R. Bauza, *IEEE 802.11 p vehicle to infrastructure communications in urban environments*, IEEE Commun. Mag., Vol. 50, No. 5, 2012.
- [15] J. Jeong, S. Guo, Y. Gu, T. He, and D. H. C. Du, *TSF: Trajectory-based statistical forwarding for infrastructure-to-vehicle data delivery in vehicular networks*, in Distributed Computing Systems (ICDCS), 2010 IEEE 30th International Conference On, pp. 557-566, 2010.
- [16] Y. Peng, Z. Abichar, and J. M. Chang, *Roadside-aided routing (RAR) in vehicular networks*, in Communications, 2006. ICC'06. IEEE International Conference on, Vol.8, pp. 3602-3607, 2006.
- [17] O. Trullols, M. Fiore, C. Casetti, C. F. Chiasserini, and J. M. B. Ordinas, *Planning roadside infrastructure for information dissemination in intelligent transportation*

- systems, Computer Communication, Vol. 33, No. 4, pp. 432-442, 2010.
- [18] S. Olariu, I. Khalil, and M. Abuelela, *Taking VANET to the clouds*, Int. J. Pervasive Comput. Commun., Vol. 7, No. 1, pp. 7-21, 2011.
- [19] W. He, G. Yan, and L. Da Xu, *Developing vehicular data cloud services in the IoT environment*, IEEE Trans. Ind. Informatics, Vol. 10, No. 2, pp. 1587-1595, 2014.
- [20] M. Lippi, M. Bertini, and P. Frasconi, *Short-term traffic flow forecasting: An experimental comparison of time-series analysis and supervised learning*, Intell. Transp. Syst. IEEE Trans., Vol. 14, No. 2, pp. 871-882, 2013.
- [21] J. H. Kim, and S. C. Kim, *Toward hybrid model for architecture-oriented semantic schema of self-adaptive system*, International Conference on Grid and Pervasive Computing, LNCS, Springer, Vol. 7861, pp. 832-827, 2013.
- [22] J. S. Kim, and J. H. Kim, *Towards knowledge-oriented smart vehicle adaptive traffic service*, Applied Mechanics and Materials, Vol. 365-366, pp. 459-462, 2013.
- [23] J. H. Kim, and S. C. Kim, *Adaptive smart vehicle middleware platform for aspect oriented software engineering*, International Conference on Grid and Pervasive Computing, LNCS, Springer, Vol. 7861, pp. 659-664, 2013.
- [24] J. Zhao, and G. Cao, *VADD: vehicle-assisted data delivery in vehicular ad hoc networks*, Proceedings IEEE INFOCOM 2006, IEEE, Vol. 57, pp. 1910-1922, 2008
- [25] V. Tamgnoue, V. Moeyaert, and P. Mergret, *Performance analysis of dvb-h ofdm hierarchical modulation in impulse noise environment*, IEEE Xplore, Dec. 2007.

---

## 자가 적응형 예측 서비스를 위한 스마트 차량 네트워크 설계

안철범<sup>1</sup>, 김진홍<sup>2</sup>

<sup>1</sup>서일대학교 정보통신공학과 조교수

<sup>2</sup>배재대학교 컴퓨터공학과 조교수

---

### 요 약

최근 다양한 차량 네트워크 서비스는 차량의 위치를 추정할 수 있는 핵심 기술이며, 지능형 교통 시스템은 이러한 문제를 해결하기 위한 솔루션을 가지고 있다. 또한, 차량 애드혹 네트워크는 도시의 차량 흐름을 개선하고 인프라 및 차량과의 협력 통신을 위해 ITS 구성 요소로 확대되고 있다. 그 결과 교통 관리와 관련된 기반 연구들이 확대되고 있다. 특히, 교통 정체, 사고, 공해 등 교통 관리를 위한 잘 만들어진 시스템 및 차량과 관련된 기타 기술이 개발됨에도 불구하고, 여전히 주된 문제를 가지고 있다. 이에, 이러한 관리를 위해 일반적 시스템이 개발되어야 한다. 예를 들면, 도시 지역의 교통 혼잡은 실시간 경로 계획에 의해 완화될 수 있다. 하지만, 전 세계적으로 최적의 차량 제어를 달성하기 위해 효율적인 경로 계획 알고리즘 설계는 운전자의 고유 선호도를 고려하도록 설계해야 할 과제이다. 동적 모델을 사용하는 차량 네트워크 예측 알고리즘 개발은 종종 복잡한 방식으로 시스템 모델을 구축해야 한다. 따라서, 본 논문에서는 차량 네트워크 서비스에의 차량 트래픽 프로토콜을 제안하고자 한다. 기존 차량 통신망에 적용하기 위한 시스템의 유용성을 또한 입증하고자 한다. 실험에서의 기존 알고리즘 성능 중 단일 데이터에서의 모든 범위 효과를 확인하고 제안된 알고리즘을 검증하고자 한다.

---



**Chulbum Ahn** is Assistant Professor of Department of Information and Communication Engineering at the Seoil University, in Seoul, Korea. He received the Ph.D. degree in the Department of Electronics and Computer Engineering from Dankook University, Korea, in

2010. His current research interests include Smart Vehicular Network, Smart Platform, IoT, and Big Data.

*E-mail address:* cbahn@seoil.ac.kr



**Jinhong Kim** is Assistant Professor of Department of Computer Engineering at the Paichai University, Daejeon, Korea. He respectively received his Ph.D. degrees in

Electronic, Electrical and Computer from Sungkyunkwan University, Korea, in 2006. Dr. Kim served or currently serving as a reviewer and Technical Program Committee for many important Journals, Conferences, Symposiums, Workshop in Big Data area. His research interests include Smart Vehicular Network, Smart Platform, Machine Learning, Artificial Intelligent, Intelligent Software, Intelligent Agent System, and Big Data. He is a life member of the KKITS.

*E-mail address:* jinhkm@pcu.ac.kr