



A study on the Long range communication between Arduino for V2I networking

Jang Mi Baek¹, Eun Sung Kim², In Sik Hong¹

¹*Department of Computer Science & Engineering, Soonchunhyang University*

²*Department of Electronic Engineering, Soonchunhyang University*

A B S T R A C T

Importance of V2V technology has been increasing as a manner of information exchange between cars. V2V shares information about position and velocity of cars nearby and includes techniques for preventing cars from sudden accident. Lately, V2I field has been spotlighted as an infra between cars. Accordingly, safe traffic system is required to be implemented through network system building of infra between cars. Role of network system between infra became important as an effective safety system using infra information for vehicle is getting more required. Especially, to satisfy a demand of traffic information system with high safety preparing for aging population, it is important to develop an far data transfer algorithm of network connection system. To provide a safety, information should be offered during driving by detecting an environment of lanes, surrounding vehicles and pedestrians so that environment recognition and decision are controlled. However, the implementation has a problem that there is no algorithm based on far network connection for building the infra. To solve the problem, this paper constructed far network system based on Arduino framework to build V2I network based technology. Arduino framework and Xbee network techniques were applied to propose an algorithm available for far network connection. The system would be the base technique for V2I network. Our algorithm is a technique for detecting surrounding conditions. We provide an effective algorithm for researching far network connection mechanism and build the system to increase data stability derived from the far network connection.

© 2015 KKITS All rights reserved

KEYWORDS : Arduino, Long range communication, ITS, V2V, V2I, Xbee

ARTICLE INFO: Received 4 May 2015, Revised 12 June 2015, Accepted 12 June 2015.

*Corresponding author is with the Department of Computer Engineering, Soonchunhyang University, 22

Soonchunhyang-ro, Asan-si, Chungcheongnam-do, Korea
E-mail address: ishong@sch.ac.kr

1. 서론

현대인에게 자동차와 같은 이동용 운송 수단은 없어서는 안 되는 필수적인 장치가 되었다. 중요 이동 수단인 만큼 교통안전 시스템 기술에 대한 관심이 증가하고 있는 시점에서 수동적 방식에서 벗어나 능동적으로 대처할 수 있는 차량 간 통신 기술을 적용한 안전장치들이 등장하고 있다. 차량 간 통신 기술은 V2V(Vehicle to Vehicle)로 표현되며 자동차 간의 정보를 주고받는 기술을 의미한다.

V2V는 차량의 위치파악, 속도 정보를 공유하며 갑작스러운 교통안전 사고를 예방하기 위한 기술들을 내포하고 있다. V2V 뿐만 아니라 차량 간 인프라 V2I(Vehicle to Infra) 영역의 관심도 증가함에 따라, 응용 분야의 개발이 활발히 진행되고 있다.

특히 지능형 교통 시스템인 ITS(Intelligent transport systems)의 발달과 함께 V2I의 영역을 넓히고 있으며, 이에 발맞추어 차량 통신 국제 표준으로 IEEE의 WAVE가 제정되었다[1]. ISO도 차량 통신 표준 작업이 이루어지고 있으며[2], C2C-CC 등의 민간단체도 차량 통신 표준을 제정하고 있다[3].

안전성 기반의 교통 시스템은 네트워크 인프라 구축이 기본적 배경으로 설계 되어야 한다. 모든 사물이 연결되어야 한다는 의미를 내포하기 위해서는 단순하면서 특화된 응용이 가능한 보드를 적용하는 것이 최대의 성능 효율을 꾀할 수 있다.

본 논문에서는 아두이노 프레임워크를 기반으로 장거리 통신이 가능한 시스템을 구축함으로써 V2I의 네트워크 기반 기술이 되고자 한다. 아두이노 프레임워크와 이더넷 통신 모듈을 적용하여 장거리 통신이 가능한 알고리즘을 제안하고 제안한 알고리즘을 적용한 시스템을 구현한다.

2장에서는 관련 기술 및 동향에 대하여 설명하고, 3장에서 V2I 네트워크를 위한 아두이노 기반의 장거리 통신 알고리즘에 대한 시스템 구조 및 알

고리즘을 설명하고, 4장에서 구축된 시스템에 대하여 소개한 후 결론을 맺도록 한다.

2. 관련 기술 및 동향

국제적으로 V2V의 안전성을 목표로 기술 도입을 법제화가 진행되고 있다. 현재의 V2V 기술은 Wi-Fi 무선통신을 기반으로 위치 공유가 가능하며 일정 범위 내에 있는 자동차들이 교통상황정보를 주고받을 수 있다. 따라서 일반 주행 상황에서 사고로 연결되는 모든 과정으로부터 탑승자를 안전하게 보호하며 교통사고의 80%를 예방할 수 있다. 충돌 상황의 경우 일반 주행상황, 위험상황, 사고 방지 및 경감과 같이 충돌 전 모든 상황에 V2V가 관여하며 피해를 최소화할 수 있는 환경을 만들어 준다[4].

2.1 ITS(Intelligent transport system)

ITS는 도로, 차량, 신호시스템 등 기존 교통체계의 구성요소에 전자, 제어, 통신 등 첨단기술을 접목시켜 교통시설의 효율을 높이고, 안전을 증진하기 위한 차세대 교통 시스템을 의미한다[5]. 실시간 교통상황 정보를 토대로 구성되는 첨단교통관리시스템(ATMS), 교통정보를 실시간으로 제공하는 첨단교통정보시스템(ATIS), 대중 교통수단의 정보를 제공하는 첨단대중교통시스템(APTS), 화물 및 화물차량에 대한 관리를 제공하는 첨단화물운송시스템(CVO), 도로에 차량과 통신할 수 있는 기반 시설 기반으로 정보를 제공하는 첨단차량도로시스템(AVHS)등의 분야에서 응용되고 있다.

2.2 C-ITS(Cooperative ITS)

전 세계 첨단교통 시장을 장악하고 있는 미국,

유럽, 일본은 새로운 패러다임으로의 전환에 집중하고 있다. C-ITS는 차세대 ITS의 의미로 차량 관련 인프라 간 양방향 통신과 교통정보의 상호공유를 통해 도로교통의 안전성, 지속성, 효율성, 편리성을 향상시키기 위한 오픈 플랫폼이다[6][7].

국내에서는 2013년에 국토교통부에서 C-ITS의 도입을 위한 정책 연구를 수행하기 시작하였으며, 이동성, 지속성과 친환경성을 증진시키기 위한 목적으로 오픈 독립형 플랫폼의 구축을 시행하고 있다[8].

3. 장거리 통신을 위한 알고리즘

사물인터넷의 발전으로 차량을 위한 인프라 정보를 활용하여 효율적인 안전 시스템을 제공하기 위한 필요가 확대되고 있는 시점에서 인프라 간의 통신 시스템의 역할이 중요한 관점이 되었다. 특히 인구 구조의 변화로 노령화 인구에 대비하여 안전성 높은 교통 정보 시스템의 요구를 수용하기 위해서 네트워크 통신 시스템의 장거리 정보 전송 알고리즘 개발이 중요하다고 판단된다. 주변 환경의 인식과 판단을 제어하기 위하여 차선, 주변차량, 보행자 등의 주변 환경을 감지하여 주행 시 정보를 제공함으로써 안전성을 확보해야 한다.

본 알고리즘은 주변 환경을 감지하기 위한 기술로서 네트워크의 장거리 통신 기법의 연구를 위해 아두이노의 특성을 극대화할 수 있는 효율적인 알고리즘을 제안하고 시스템을 설계함으로써 장거리 네트워크 통신상에서 발생하는 데이터 안정성을 높이고자 한다.

3.1 아두이노를 이용한 장거리 통신 시스템

아두이노 시스템의 특성상 특정 알고리즘의 응

용 없이는 아두이노 자체만으로는 장거리 통신은 불가능하다. 그럼에도 불구하고 아두이노를 시스템의 핵심 보드로 설정한 것은 개발이 용이하고 가격대비 성능이 우수하며 단순화된 특화 기능 내장으로 범용 임베디드 보드로써의 최적의 기능을 제공할 수 있기 때문이다. 본 연구는 아두이노를 각 노드로 설정하여, 점대점 방식의 네트워크 기법을 적용함으로써 장거리 통신이 이루어질 수 있는 알고리즘을 제안한다.

TCP/IP(Transfer Control Protocol/Internet Protocol)프로토콜의 일부로 동작하는 ICMP(Internet Control Message Protocol) 인터넷 제어 메시지 프로토콜 기반의 알고리즘[9][10] 적용이 가장 효율적인 프로토콜 방식으로 적용 가능지만, 아두이노 자체적으로 ICMP 프로토콜을 제어하기 위한 기능을 수행하기에는 하드웨어의 부담이 커짐으로 하드웨어를 부담을 줄이기 위한 간단하면서도 명확한 데이터 전송 알고리즘이 요구된다.

아두이노 장거리 통신 알고리즘의 기반 사항은 전체 시스템 비용의 감소를 위해서 네트워크 전송 매체를 Xbee 무선 네트워크를 사용하며 하나의 아두이노가 각 노드 역할을 수행한다.

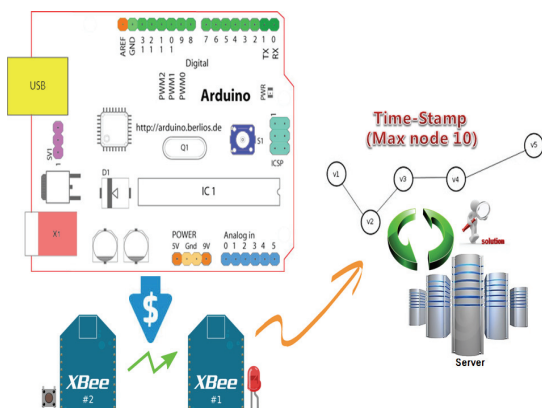


그림 1. 아두이노 장거리 통신 시스템 시나리오
Figure 1. Scenarios of Arduino Long range communication System

〈그림 1〉과 같이 각 노드는 양방향 통신이 가능하도록 구성하였다. 각 노드는 서버까지 한 사이클로 구성되며 각 노드는 타임스탬프가 요구된다. 서버와의 통신 노드는 최대 10개의 노드로 가정하였으며 노드 간 통신 알고리즘을 위하여 정상 감시관 알고리즘과 비정상 감시관 알고리즘으로 구성하였다. 랜덤수를 발생시켜 두 노드 사이의 통신이 이루어지면 다음 노드 검사를 반복 수행한다. 모든 노드가 서버로 일대일 통신이 되지 않음으로 랜덤수를 발생시킨 노드에서 다음 노드와의 통신이 이루어 지지 않을 경우 서버에게 통신 단절 노드를 알려주도록 설계하였다.

3.2 아두이노를 이용한 장거리 통신 알고리즘

장거리 데이터 송신을 위해서는 각각의 노드의 역할이 중요하다. 중간 노드의 데이터를 통해 통신이 원활하게 이루어지는지에 대한 검사가 진행된다. 각각의 노드는 노드 식별자를 가지고 있으며 데이터를 전송하는 경우 식별자를 붙여서 데이터를 전송한다.

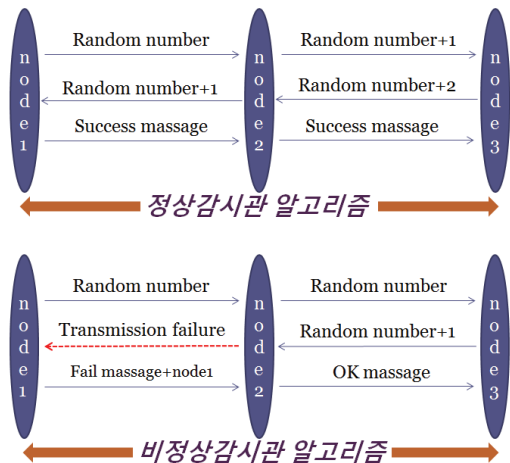


그림 2. 장거리 데이터 전송 알고리즘
Figure 2. Long range Data Transfer Algorithm

〈그림 2〉에서와 같이, 감시관에 이상이 없는 경우의 알고리즘은 노드1에서 노드 개수의 배수에 해당하는 수를 생성하여 다음 노드2로 식별자와 함께 전송한다. 노드2는 노드1에서 받은 데이터에 1을 더하여 노드3으로 전송하는 간단하면서도 복잡도가 낮은 알고리즘으로 구성하였다. 감시관에 이상이 발견되지 않는 경우는 이전 상태 값의 1이 더해진 알고리즘으로 판별이 가능하다. 감시관의 이상이 발견되었다는 것은 데이터의 전송이 제대로 이루어지지 않은 상황을 의미한다. 시작 데이터는 노드1에서 랜덤수를 생성하여 다음 노드2로 전송하게 되지만 데이터 전송이 실패되었을 경우, 즉 중간 노드의 데이터 통신이 단절되었을 경우 어느 위치의 노드에서 문제가 발생했는지 판단할 수 있어야 한다. 기본적으로 하나의 노드에서 다른 노드로 데이터를 전송하는 경우 타임스탬프와 3번의 반복 데이터 요구를 통해 데이터 전송을 요구받는다. 기다려도 데이터가 오지 않는 경우는 현재 노드에서 다시 새로운 노드 개수의 배수를 생성하여 다음 노드로 전송한다. 이전의 데이터를 받지 못하고 새롭게 생성된 데이터에 현재 노드의 식별자를 지속적으로 붙여 보내기 때문에 어떤 노드에서 문제가 발생했는지 감지할 수 있다.

4. 아두이노 장거리 통신 시스템 설계

알고리즘의 효율성을 증명하기 위하여 Xbee를 내장한 아두이노를 노드로 사용하는 시스템을 구축하였다.

아두이노는 RS485의 홈 네트워크를 지원하는 시리얼 통신의 프로토콜 규격을 사용하였다. 시스템의 데이터 전송을 위해 모든 장치들이 같은 라인에서 데이터를 송수신 할 수 있도록 설계하였으며 설계된 시스템은 반이중 전송 방식을 지원한다. 또

한 최대 드라이버 리시버의 수를 각각 32개로 설정하고 최대 1.2km의 네트워크 구축이 가능하도록 설계하였다.

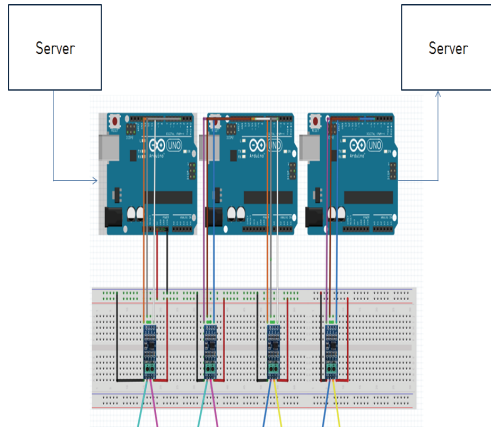


그림 3. 아두이노 장거리 통신 시스템 설계
Figure 3. Design of Arduino Long range communication System

<그림 3>은 아두이노를 노드로 하여 장거리 통신이 가능한 시스템의 구성도이다. 데이터의 전송 유무를 정확하게 파악하기 위하여 오실로스코프를 통하여 데이터 파형 분석을 수행하고 파형 분석을 통해 데이터의 오류 발생 여부를 확인할 수 있다.

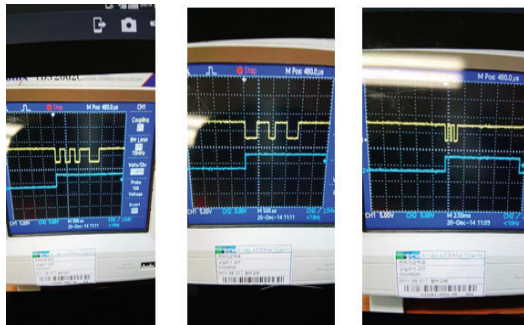


그림 4. 오실로스코프 파형 분석
Figure 4. Oscilloscope waveform analysis

<그림 4>는 오실로스코프의 파형 분석을 통해서

아두이노 노드 간의 데이터 통신이 원활하게 이루어지는지를 보여주는 그림이다. 아두이노의 송신부 노드는 노란색으로 표시된다. 노란색의 파형은 서로 다른 임의의 숫자를 RS485를 통해 보냈을 때 생성된다. 아두이노 노드의 수신부 파형은 파란색으로 표시되며 데이터를 수신할 때 생성되는 파형이다. 파형의 형태가 변했다는 의미는 데이터의 수신에 문제가 없이 이루어 졌다는 것을 의미하며, 파형이 다시 아래로 변하게 되면 데이터 수신을 받지 않는 상태를 의미한다.



그림 5. 아두이노 장거리 통신 시스템 설계
Figure 5. Arduino long range Communication System Design

<그림 5>는 아두이노를 노드로 하여 RS485통신을 위한 통신 라인을 구축하고 실험하는 과정이다. 제안한 알고리즘을 적용하여 각 노드간의 데이터 전송이 문제없이 이루어지는지를 검증하는 과정이다. 한 노드에서 다른 노드로 데이터를 전송할 때 데이터의 값의 변화를 주어 데이터의 전송 중 발생하는 오류를 감지할 수 있도록 설계하였다.

5. 결 론

차량 간 인프라 구축에 관심이 높아지면서 안전성 있는 교통 시스템 기술이 요구되고 있다. 안전성을 높이기 위해서는 장거리 통신 기술의 요구가 필요하며 인프라간의 네트워크 설계가 기본적으로 구축되어야 한다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 본 연구는 아두이노 프레임워크를 기반으로 장거리 통신이 가능한 시스템을 구축함으로써 V2I의 네트워크 기반 기술을 설계하였다.

아두이노 시스템의 효율성을 극대화 시킬 수 있는 장거리 통신 알고리즘을 제안하고 아두이노 시스템을 이용한 장거리 통신 시스템의 설계를 통하여 시스템의 효율성을 검증하였다. 이러한 연구를 바탕으로 안전성 높은 V2I 구축을 위한 기반이 될 수 있으리라 판단하며, 다양하게 요구되는 응급상황의 데이터 전송을 위한 기반 기술로도 사용될 수 있다고 판단된다.

References

[1] IEEE, *Draft guide for wireless access in vehicular environments (WAVE) - architecture*, IEEE P1609.0/D6.0, pp. 1-96, 2014.

[2] ISO/CD, *Intelligent transport systems-communications access for land mobiles (CALM)-non IP communication mechanisms*, ISO/CD 29281, 2008.

[3] <http://www.car-2-car.org/>

[4] José Santaa, Antonio F. Gómez-Skarmetaa, Marc Sánchez-Artigasb, *Architecture and evaluation of a unified V2V and V2I communication system based on cellular networks*, Computer Communications, Vol. 31, No. 12, pp. 2850-2861, 2008.

[5] E Taniguchi, RG Thompson, T Yamada, and R Van Duin, *City logistics. Network modelling and intelligent transport systems*, TRIS, 2001.

[6] EC, *Standardization mandate addressed to CEN, CENELEC, and ETSI in the field of information and communication technologies to support the interoperability of co-operative systems for intelligent transport in the European Community*, EC Mandate M/453, 2009.

[7] AMSTERDAM Group, *Road-map between automotive industry and infrastructure organizations on initial deployment of Cooperative ITS in Europe*, Version 1.0, 2013.

[8] Jung Sungi, Won Gwanghui, Ju Jihun, and Han Dongseok, *Communication and situation cognition technology for C-ITS*, Korean Institute of Communications and Information Sciences, Vol. 30, No. 10, pp. 10-17, 2013.

[9] Carlton R. Davis, *IPSec : Securing VPNs*, McGraw-Hill, 2001.

[10] W.Richard Stevens, and Gary R. Wright, *TCP/IP illustrated : The protocols*, Addison-Wesley, 2011.

V2I 네트워크 구축을 위한 아두이노간 장거리 통신에 관한 연구

백장미¹, 김은성², 홍인식¹

¹순천향대학교 컴퓨터공학과

²순천향대학교 전자공학과

요 약

자동차 간의 정보를 주고받는 기술로써 근처 차량의 위치 파악, 속도 정보를 공유하며 갑작스러운 교통 안전 사고를 예방하기 위한 기술들을 내포하고 있는 V2V 기술의 중요성이 부각되고 있다. 특히 차량 간

인프라로써 V2I 영역의 관심도 증가에 따라 차량 간 인프라의 통신 시스템의 구축을 통한 안전한 교통 시스템의 구현을 요구하고 있다. 그러나 이러한 인프라를 구성하기 위한 장거리 네트워크 통신 기반 알고리즘의 부재로 구현상의 문제가 야기되고 있다. 이를 위하여 본 논문은 아두이노 프레임워크를 기반으로 장거리 통신이 가능한 시스템을 구축함으로써 V2I의 네트워크 기반 기술을 설계하고자 한다. 아두이노 프레임워크와 Xbee 통신 기술을 적용하여 장거리 통신이 가능한 알고리즘을 제안하고 알고리즘을 적용한 시스템을 구축함으로써 V2I의 네트워크 구축의 기반 기술이 되고자 한다.

감사의 글

본 연구는 순천향대학교 학술연구비 지원으로 수행하였음.



Jang Mi Baek received an M.S. and Ph.D. in Computer Engineering from SoonChunHyang University in South Korea, in 2001, and in 2006, respectively.

She worked at the School of Information Studies of Howard University as a Post-Doc from 2006 to 2007. He has been working as a visiting professor at SoonChunHyang University in South Korea since 2011. She is interests include Multimedia Network System, Mobile System Development and Design, Ubiquitous Healthcare System Development, and Embedded System.

E-mail address: bjm1453@sch.ac.kr

Eun Sung Kim received an Ph.D. in the Department of Electronic Engineering from Hanyang University in South Korea, in 1989. He was visiting professor at Northeastern



University and University of Pittsburgh in 2000 and 2010, respectively. He has been a professor at Soonchunhyang University in South Korea since 1989. His research interests include High Performance Computer Architecture, Embedded System and Snesor Network System.

E-mail address: eskim@sch.ac.kr



In Sik Hong received an M.S. and Ph.D. in the Department of Electronic Engineering from HanYang University in South Korea, in 1981 and 1988, respectively. He was senior researcher at Frontier Research Program for Water Resources from 2002 to 2011. He has been a professor at SoonChunHyang University in South Korea since 1991. His research interests include AR Technology, GIS, Embedded System and IT Convergence Technology.

E-mail address: ishong@sch.ac.kr