

커넥티드카 기술 기반 I2P 통신을 지원하는 CSdVF 시스템 모델의 구현

Implementation of CSdVF System model supporting I2P communication based on the Connected Car Technology

황교웅¹, 이민수², 조성국³, 전병국^{4*}

GyoUng Hwang¹, Minsu Lee², Sungguk Cho³, Byungkook Jeon^{4*}

요약

인적이 드문 지역에는 횡단보도에 교통 신호등이 대부분 미설치되어 있기 때문에 차량으로 부터 보행자를 보호하려는 안전성이 미흡하다. 따라서 본 논문에서는 신호등이 없는 횡단보도를 안전하게 건널 수 있도록 I2P(Infrastructure to Pedestrian) 통신 서비스와 V2I(Vehicle to Infrastructure) 통신 서비스를 제공하는 CSdVF(Connected Stationary dual Virtual Fence) 시스템 모델을 제안한다. 제안된 CSdVF 시스템 모델은 기존의 CSVF(Connected Stationary Virtual Fence)와 다르게 이중화된 CSVF이며, 보행자를 인식하는 CSiVF(Connected Stationary inner Virtual Fence)와 차량과 통신하는 CSoVF(Connected Stationary outer Virtual Fence)로 구성된다. 제안된 CSdVF 시스템 모델은 사전에 연구 개발된 커넥티드카 기반의 CMVF(Connected Mobile Virtual Fence) 시스템을 사용하여, 보행자에게 적용한다. 제안된 CSdVF 시스템 모델을 통해 앞으로 다가올 미래에 커넥티드카를 넘어서 자율주행차의 확산에 따른 편리성과 효과성, 안전성 등 많은 이점을 향상시킬 것이다.

핵심어 : CSdVF, CSiVF, CSoVF, I2P, V2I, CMVF 시스템

Abstract

In areas where people are rare, most traffic lights are not installed on pedestrian crossings so that the safety to protect pedestrians from vehicles is insufficient. Therefore, this paper propose a model of CSdVF(Connected Stationary Dual Virtual Fence) system that provides I2P(Infrastructure to Pedestrian) and V2I(Vehicle to Infrastructure) communication services to ensure safe crossing of crosswalks without traffic

1 Department of Software, Gangneung-Wonju Nat'l University, Wonju, Korea [Graduate Student]
e-mail: hky5399@naver.com

2 Department of Software, Gangneung-Wonju Nat'l University, Wonju, Korea [Graduate Student]
e-mail: minsuuuu@naver.com

3 Department of Multimedia Engineering, Gangneung-Wonju Nat'l University, Wonju, Korea [Professor]
e-mail: skc899@gwnu.ac.kr

4 Department of Software, Gangneung-Wonju Nat'l University, Wonju, Korea [Professor]
e-mail: jeonbk@gwnu.ac.kr (Corresponding author)

*이 논문은 2020년도 강릉원주대학교 학술연구조성비 지원에 의하여 수행되었음.

Received(May 19, 2020), Review Result(1st: June 2, 2020), Accepted(June 8, 2020), Published(June 30, 2020)



© 2020 The Authors. Published by NCISS.
This is an open access article licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.
To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

lights. The proposed CSdVF system model is a dualized CSVF, unlike the existing CSVF(Connected Stationary Virtual Fence), consisting of CSiVF(Connected Stationary inner Virtual Fence) to recognize pedestrians and CSoVF(Connected Stationary outer Virtual Fence) to communicate with vehicles respectively. The proposed CSdVF system model is applied to pedestrians using a pre-developed connected car-based CMVF(Connected Mobile Virtual Fence) system. Through the proposed CSdVF system model, it will improve many advantages such as convenience, effectiveness and safety following the spread of self-driving cars beyond connected cars in the future.

Keyword : CSdVF, CSiVF, CSoVF, I2P, V2I, CMVF System

1. 서론

커넥티드카(Connected Car)는 주변의 차와 사람, 모든 사물과 초고속 통신망으로 연결된 자동차를 일컫는 의미로, 차량 내·외부의 통신(Communication)을 통해 실시간 정보교환, 맞춤형 콘텐츠 제공, 차량 상태 모니터링 등이 용이하게 되어 운전자 및 동승자의 안전성과 편의성에 기여한다 [1][2]. 현재 전 세계적으로 5G 서비스 상용화, 인포매틱스(Informatics) 서비스 제도화, 카셰어링 서비스 활성화 등을 통해 커넥티드카 확산이 가속화되고 있다 [3]. 자율주행차 또한 완벽한 자율주행이 실현되려면 모든 사물이 연결되는 커넥티드 기술이 반드시 필요하다 [2]. 자율주행차가 안전하고 효율적으로 주행하기 위해서 모든 자율주행차와 통신이 매끄럽고 각종 사물과도 끊임없이 빠르게 정보를 주고받아야 하기 때문이다 [2].

앞으로 커넥티드카의 발전으로 자율주행차의 시대가 도래하지만 자율주행 중 보행자 사고가 종종 일어나고 있어 안전사고 문제는 여전히 해결해야 할 과제이다. 특히, 보행 신호등이 없는 횡단 보도에서는 안전사고 확률이 더 높다. 이러한 문제점을 개선하기 위해서 본 논문에서는 신호등이 없는 횡단보도에서 보행자가 안전하게 횡단보도를 건널 수 있도록 I2P(Infrastructure to Pedestrian) 통신 서비스와 V2I(Vehicle to Infrastructure) 통신 서비스를 제공하는 CSdVF(Connected Stationary dual Virtual Fence) 시스템 모델을 제안한다. CSdVF 시스템 모델은 이중화된 VF(Virtual Fence)로, 보행자를 인식하는 CSiVF(Connected Stationary inner Virtual Fence)와 차량과 통신하여 차량을 제어하는 CSoVF(Connected Stationary outer Virtual Fence)로 구성된다. CSiVF는 VF내에 진입하는 보행자는 CSiVF 인식 알고리즘에 의해서 보행자를 인지하여, 해당 정보를 CSoVF에 전달한다. 차량 제어를 위한 CSoVF는 CSiVF로 전달된 보행자 정보를 이용하여 주행 중인 차량들을 제어한다.

따라서 본 논문에서 제안된 CSdVF 시스템 모델을 적용할 경우 보행 신호등이 없는 횡단보도에서 보행자 안전사고를 감소시키는 등 안전성 및 효율성이 향상될 것으로 기대하며, 향후 스마트시티(Smart City)를 구현하는 기술로도 기여할 것이다.

본 논문의 구성은 2장에서 커넥티드카와 기존 연구들을 조사하고, 3장에서는 CSdVF 시스템 모델 메커니즘을 설계하고 4장에서 CSdVF 시스템 모델에 적용한 알고리즘을 구현한다. 끝으로 결론에서는 향후의 연구 방향을 논한다.

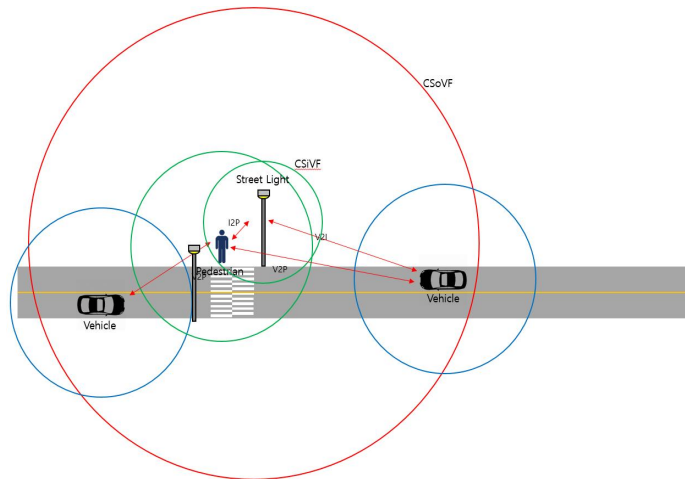
2. 연구배경

본 논문에서 제안된 CMdVF 시스템과 연동하는 CMVF 시스템은 사전에 연구 개발된 상황 인식 시스템으로서, 스마트폰을 이용해 상황 인식 서비스를 제공하는 서버와 클라이언트로 구성되어 있다 [4-6]. 차세대 지능형교통체계(Cooperative-Intelligence Transport System)와 같이 CMVF 시스템의 서버는 차량이 주행 중 운전자에게 주변 교통상황과 다른 차량의 정보를 실시간으로 제공하며, CMVF 시스템의 클라이언트는 스마트폰에 설치되기 때문에 차량에 탑재되면 V2V(Vehicle to Vehicle) 통신 서비스를 제공하여 주행중인 차량과 차량이 상황인식 정보를 상호 공유한다. 또한, 스마트폰에 적용된 CMVF 시스템의 클라이언트들은 차량 속도에 따른 가변형 VF를 지원하기 때문에, 주행중인 다른 차량 CMVF 클라이언트들이 서로 연결되면 상호 인식 메커니즘이 실행되면서 차량 운행 정보 같은 상황인식 메시지를 상호간에 교환하고 전달한다 [4-6]. 본 논문에서는 제안된 CSdVF 시스템을 위하여 보행자 CMVF와 차량 CMVF 클라이언트를 적용한다.

3. CSdVF 시스템 모델

3.1 CSdVF 시스템 모델 개요

본 논문에서 제안된 CSdVF 시스템은 신호등이 없는 횡단보도에서 보행자가 안전하게 길을 건널 수 있도록 도로 주변의 가로등이나 점멸등처럼 인프라에 설치되는 시스템이다.



[그림 1] CSdVF 시스템 모델의 전체 개요

[Fig. 1] An overview of the CSdVF System model

기존의 CSVF (Connected Stationary Virtual Fence) 시스템은 단일 VF로 구성되어 있지만, 본 논문에서 제안된 CSdVF는 이중화된 VF로 구성되어 있다. 즉 CSdVF 시스템은 보행자를 인식하는 CSiVF와 차량에게 신호를 보내는 CSoVF로 구조화되어 있다. CSiVF는 보행자를 인식하여 I2P 통신 서비스를 지원하도록 보행자 CMVF와 상황인식을 하고, CSiVF에서 인식한 보행자를 위해 CSoVF에 상황인식 정보를 전달함으로써 CSoVF는 V2I 통신 서비스를 제공하여 주행중인 차량들을 제어한다.

[그림 1]의 전체 개요도는 가로등에 CSdVF가 설치된 것으로, 보행자는 교통 신호등이 없는 횡단 보도를 건너려고 한다. 보행자가 CSiVF 반경 내에 진입하면, 보행자 CMVF와 I2P 통신을 통해 CSiVF가 보행자를 인지한다. CSiVF가 보행자를 인지함으로써, CSoVF는 지정된 VF내에 진입한 주행중인 차량들에게 교통 신호메시지를 전달한다. 메시지를 전달받은 차량들은 CSoVF에 적용된 교통 신호메시지의 명령에 적절하게 동작하게 되고, 보행자는 안전하게 횡단보도를 건넌다.

3.2 CSdVF 시스템 모델 정의

도로는 환경 및 날씨로 인한 여러 가지 변수가 발생할 수 있으므로 정확한 실험을 위해서 몇 가지 상황을 가정한다. 신호등이 없는 횡단보도에서 가로등이나 점멸 신호등에 본 논문에서 제안된 CSiVF와 CSoVF로 구성된 CSdVF 시스템 모델을 설치하며, 최대 속도 60km/h의 왕복 2차선 도로의 상황을 가정한다. 횡단보도의 길이는 도로교통공단의 규정에 한 쪽 차로의 폭이 최대 3.5m이기 때문에 이를 적용하여 본 논문에서의 2차선 도로의 폭은 7m이다 [7]. CSoVF는 VF가 고정형으로 반경 47m이다. CSoVF의 VF가 반경 47m로 적용한 이유는 정지선이 횡단보도로부터 최소 2m 이격되어있으며, 차량이 60km/h의 속도로 주행 중 일 때 맑은 날 최소 정지거리가 45m이기 때문에 정지거리 45m와 정지선의 거리를 합한 것이다 [8-10]. 한편으로 도로교통공단에서 제시한 횡단보도 폭의 최소 규정을 4m로 제안하였기 때문에 CSiVF 또한 VF가 고정으로 반경 4m로 설정한다 [8]. 이와 더불어 보행자가 횡단할 수 있도록 보행자 신호시간을 CSoVF에 적용해야 한다. 다음 [식 1]을 적용하여 보행자 신호시간을 산출하고 계산한다 [11].

$$T = t + \frac{L}{V} \tag{1}$$

- T = 보행자 횡단시간 (초)
- t = 초기진입시간 (7초)
- L = 횡단보도의 길이(m)
- V = 횡단보행 속도 (m/s)
- $\frac{L}{V}$ = 보행자 점멸 시간 (초)

횡단보행속도는 보통 1m/s를 적용하며, 어린이 및 노약자의 통행이 잦은 지역은 0.8m/s, 혼잡 교

차로 등 인파가 많은 지역은 0.9m/s를 적용하지만, 본 논문에서는 가장 일반적인 상황을 가정하여 1m/s의 횡단보행속도로 계산한다 [11]. 그러므로 본 논문에서는 왕복 2차선 도로 7m를 대상으로 하였기 때문에 [식 1]에 의하여 보행자가 횡단보도를 건너는 시간은 14초가 된다.

[표 1] 신호등이 없는 횡단보도에 적용하는 CSdVF 신호주기
[Table 1] CSdVF signal cycle for crosswalk without traffic lights

Signal(sec)	Vehicle's Action
A_Count(∞)	Be careful
Y_Count(3)	Bypass
YtoR_Count(2)	Pass quickly
R_Count(14)	Stop
RtoY_Count(2)	Stop and wait

*법례 : A_Count = 상시 황색신호 Y_Count = 황색신호 YtoR_Count = 보행전신호 R_Count = 적색신호 RtoY_Count = 전적색신호

일반적인 왕복 2차선 도로에 교통 신호등의 전체 신호주기는 녹색등, 황색등, 적색등이 반복되며 총 시간은 약 120초이다 [12]. 그러나 본 논문에서는 기존 CSVF에서 적용한 신호주기와 다르게 신호등이 없는 횡단보도에 적용하기 때문에, 녹색신호시간을 제외한 황색신호시간(3초), 보행 전 신호시간(2초), 보행자 신호시간(14초), 전 적색 신호시간(2초)만을 [표 1]과 같이 CSdVF에 적용한다. 그리고 녹색신호시간을 대신해 신호등이 없는 횡단보도에서보행자 안전을 위해 점멸등처럼 CSoVF는 주행중인 차량 CMVF에게 상시 황색신호를 적용한다.

CSoVF가 차량 CMVF에게 전달하는 메시지는 'Bypass', 'Pass quickly', 'Stop', 'Stop and wait'으로 정의한다. 'Bypass' 메시지와 'Pass quickly' 메시지는 차량이 최대 60km/h의 속도를 유지하며 빨리 횡단보도를 통과해야 한다는 메시지이다. 'Stop' 메시지는 반드시 정차하고, 'Stop and wait' 메시지는 정차 후 출발 대기 를 의미한다.

3.3 보행자 인식 기준

교통 신호등이 없는 횡단보도라 할지라도 보행자가 안전하게 횡단보도를 건너기 위해서 교통 신호등의 대체 수단, 방법 또는 역할이 필요하다. 신호등이 없는 횡단보도에서 가로등이나 점멸등과 같은 설치물은 보행자를 위한 매우 미흡한 보호수단이 되지만, 본 논문에서 제안된 CSdVF 시스템 모델은 가로등이나 점멸등에 부착되어 운영될 경우 능동적 보행자 보호 수단이 된다.

CSdVF 시스템 내의 CSiVF가 능동적으로 횡단하려는 보행자로 인식하는 기준은 다음을 조건을 모두 만족하여야 한다.

조건 1. 보행자가 CSdVF 시스템 설치 기준 반경 4m 이내 존재.

조건 2. 보행자는 CSiVF 내에서 최소 4초 동안 존재.

조건 3. 보행속도는 0 ~ 0.002km/h 범위 유지.

여기서 조건 2의 경우, CSiVF 범위내 최소 4초 이상 머무는 시간을 인식기준으로 한 이유는 보행자가 횡단보도를 건너기 전에 도로상의 차량을 좌우로 살피는 행위로서 좌우 각각 2초씩 보는 행위분석에 따른 대기 시간에 해당한다. 또한 조건 3의 경우 보행속도는 보행자가 횡단하기 위해 대기하거나 서성거릴 때의 최대 보행속도를 반영한 것이다.

그러므로 보행자가 비보호 횡단보도를 건너는데 필요한 총 횡단주기 시간(Total crossing cycle time)은 기존의 차량 신호등에서 녹색신호시간을 제외함에도 보행자가 안전하게 횡단하기 위해서 보행자를 기준으로 [표 1]의 황색신호시간, 보행 전 시간, 보행자 신호시간, 전 적색 신호시간을 모두 합한 시간으로 21초를 적용하며, 이에 대한 계산식은 다음의 [식 2]와 같다.

$$\text{Total crossing cycle time} = D + Y + B + T + R \quad (2)$$

[식 2]에서 D는 CSiVF 반경 내에 보행자가 머무르는 시간 4초이고, Y는 황색신호시간(3초), B는 보행 전 시간(2초), T는 [식 1]의 결과로서 보행자 횡단시간(14초), R은 전 적색 신호시간(2초)이다. 따라서 CSdVF 시스템의 총 횡단주기 시간은 25초이다.

3.4 CSdVF의 제어 메커니즘

본 논문에서는 능동적으로 보행자를 인식하여 안전하게 도로를 횡단하기 위해 3.3절의 보행자 인식 기준을 바탕으로 CSdVF 시스템에서의 CSiVF와 CSoVF 각각에 대해 제시된 알고리즘들은 다음과 같다.

Algorithm 1. CSiVF의 보행자 인식 알고리즘

- ① CSiVF 반경 4m 내에 보행자가 진입;
- ② 보행자의 속도가 0 ~ 0.002km/h;
- ③ CSiVF에서 머무는 시간이 최소 4초 이상;
- ④ 1 ~ 3의 조건이 모두 만족 시 CSoVF 제어 알고리즘 호출;

Algorithm 2. CSoVF의 차량 제어 알고리즘

```
input : CSiVF로 부터의 보행자 상황 정보;
while (true) {
    CSoVF 반경 47m 내에 차량 인지작업 실행;
```

```
    운행중인 차량 CMVF들에게 주의용 황색신호 메시지 전송 및 차량 통과;
    if (CSiVF = true ) { // 알고리즘 1의 입력이 있을 경우.
        보행자를 인식한 현재 시점(t) 추출;
        if (차량 수 >= 1) { // CSoVF 범위 47m 내에 차량이 1대 이상 존재할 경우.
            현시점 t ~ (t+5)초 동안 신속 통과하도록 차량 CMVF에게 메시지 전송,
            단, 시점 t에서 없던 차량이더라도 t+5초 사이에 진입하는 차량에 대해서는
            정지 메시지 전송;
        }else if (차량 수 = 0) { // 시점 t에서 CSoVF 범위에 차량이 없는 경우.
            현시점 t부터 진입하는 차량은 무조건 정지 메시지 전송;
        }else if (보행자 수 >= 2) { // 선행 보행자 횡단중 연속적 후행 보행자가 발생.
            알고리즘 1 호출;
            알고리즘 1에 의해 후행 보행자로 인식되면, 재산정된 시점 t부터 정지하
            고 있거나 또는 새로 진입하는 차량 CMVF들에게 정지 메시지 전송;
        }
    } // end if
    보행자 CMVF에 횡단하도록 메시지 전달함으로써 보행자 횡단;
} // end if
} // end of while
```

CSiVF에 적용된 알고리즘 1은 이전의 3.3절에서 정의된 보행자 인식 기준에 의해서 보행자를 판별한다. 보행자는 CSiVF 반경 4m 내에 진입하고 0.002km/h 이하의 속도를 유지하면서 4초 이상 머물러야 한다. 이 조건이 만족되면 CSiVF는 횡단하려는 보행자로 인지하고, CSoVF로 보행자를 인지한 상황 정보를 전송한다. 이를 전송받은 알고리즘 2의 CSoVF 제어 알고리즘이 수행한다. 알고리즘 2에서는 3개의 상황이 존재한다. 첫 번째 상황인 경우, 보행자를 인식한 시점으로부터 반경 47m 이내에 존재하는 차량들은 [식 2]의 Y와 B 시간 안에 보행자가 횡단할 수 있도록 빨리 지나 가게 한다. 이후 현시점부터 5초가 지나면 나머지 진입 차량은 모두 정차한다. 보행자는 [식 2]의 T와 R 시간 동안 횡단한다. 두 번째 상황인 경우, 보행자를 인식한 시점으로부터 반경 47m 이내에 존재하는 차량이 없을 때, 즉시 횡단할 수 있도록 [식 2]의 T 시간을 부여한다. 세 번째 상황은 선행 보행자가 횡단중에 후행 보행자가 발생한 경우이다. 이때 알고리즘 1에 의해 CSiVF가 후행 보행자를 인식하면 T를 초기화 하여 즉시 횡단할 수 있는 시간을 부여한다. 그 이유는 선행 보행자가 이미 횡단하고 있는 상태는 차량들이 모두 정차한 상태이거나 반경 47m 이내에 차량이 없기 때문이다.

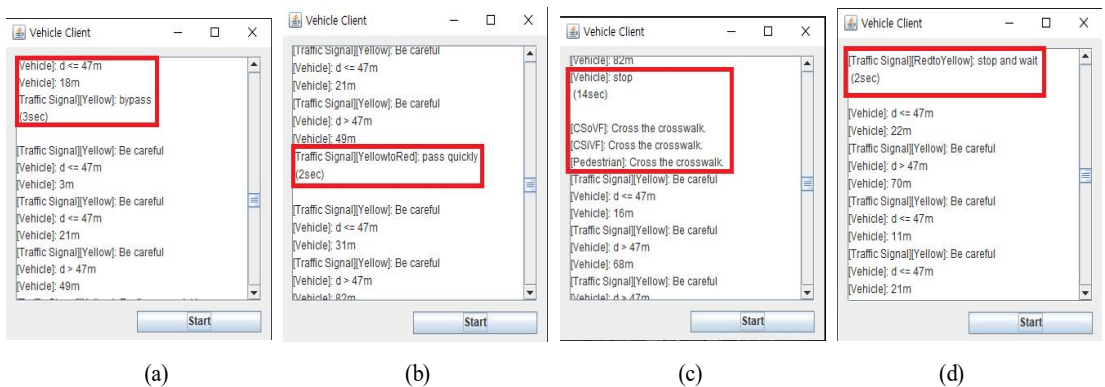
4. 실험 결과

4장에서는 본 논문에서 제안된 보행자 인식 메커니즘과 CSdVF 시스템 모델의 제어 메커니즘을 실험하기 위해 JAVA 환경에서 프로그램을 구현하여, 보행자와 CSiVF 간의 I2P 통신과 CSoVF와 차량 간 V2I 통신이 통해 CSdVF 시스템 모델이 원활하게 작동하는 것을 중점으로 테스트를 진행한다.

시스템 모델의 실험을 위해 서버와 4개의 클라이언트(Pedestrian Client, CSiVF Client, CSoVF Client, Vehicle Client)로 구성했다. CSdVF와 차량과의 거리를 변수 d 라 할 때, CSoVF Client에서는 $d \leq 47m$ 인 상황과 $d > 47m$ 인 상황을 Vehicle Client로부터 메시지를 받아 상황에 맞는 신호주기를 나타낸다. 그리고 Pedestrian Client는 CSiVF Client에 진입 시, CSiVF에서 인식 결과를 나타낸다.

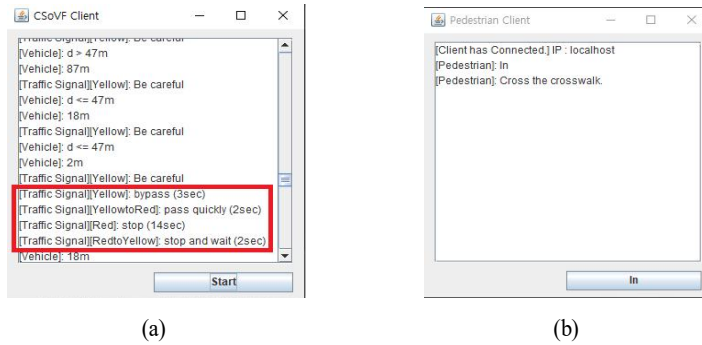
4.1 CSdVF와 차량과의 거리가 47m 이하일 때의 실험 결과

[그림 2]와 [그림 3]은 차량과 CSdVF 시스템간 거리가 $d \leq 47m$ 일 때에 대한 실험 결과이다. CSiVF Client에서 보행자를 인식하면 CSoVF Client로 인식했다는 메시지를 전달하여 [그림 3(a)]처럼 상시 황색신호에서 [표 1]에서 정의한 신호주기가 실행된다. [그림 2]는 Vehicle Client가 CSoVF Client로부터 전달받은 메시지를 보여준다. $d \leq 47m$ 일 때, 차량은 3초의 ‘bypass’와 2초의 ‘pass quickly’ 메시지를 받아 신속히 횡단보도를 벗어나며, 나머지 진입하는 차량에게 14초의 ‘stop’ 메시지와 2초의 ‘stop and wait’을 메시지를 전달하여 보행자가 횡단보도를 벗어날 때까지 정차한다.



[그림 2] $d \leq 47m$ 일 때, Vehicle 제어 메시지 : (a) bypass, (b) pass quickly, (c) stop, (d) stop and wait

[Fig. 2] In the case $d \leq 47m$, Vehicle’s control message : (a) bypass, (b) pass quickly, (c) stop, (d) stop and wait

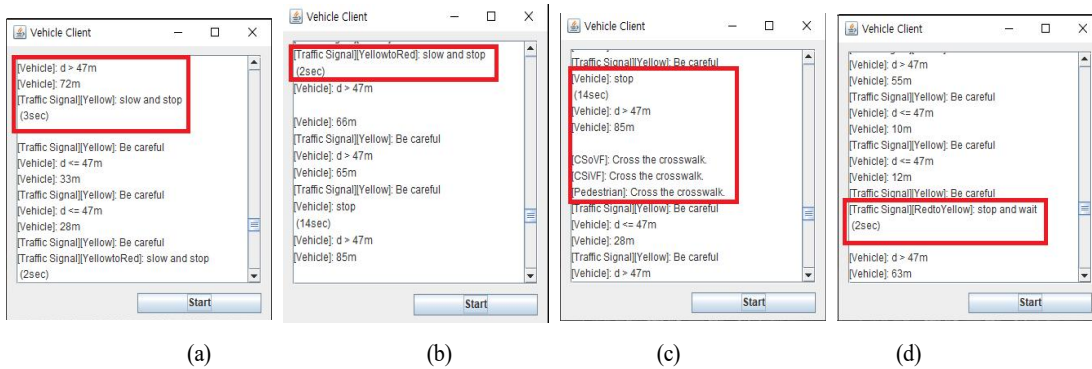


[그림 3] $d \leq 47m$ 일 때, (a) CSovF 신호 메시지, (b) Vehicle(stop), 보행자에게 횡단 메시지 전달

[Fig. 3] In the case $d \leq 47m$, (a) CSovF's signal message, (b) Send 'Cross the crosswalk' message to Pedestrian

[그림 3(b)]는 'stop' 메시지와 함께 보행자에게 횡단할 수 있다는 메시지를 CSiVF Client로부터 전달받아 횡단보도를 건널 수 있도록 한다.

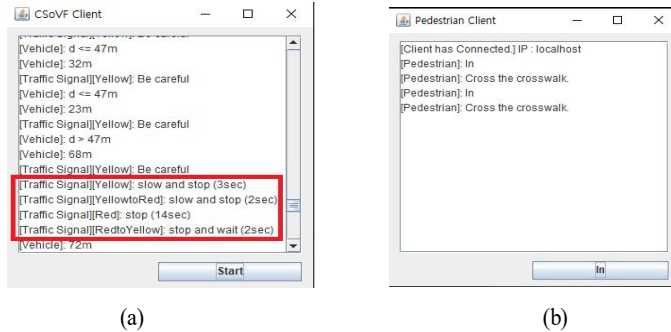
4.2 CSdVF와 차량과의 거리가 47m 이상일 때의 실험 결과



[그림 4] $d > 47m$ 일 때, Vehicle 제어 메시지 : (a) slow and stop, (b) slow and stop, (c) stop, (d) stop and wait
[Fig. 4] In the case $d > 47m$, Vehicle's message : (a) slow and stop, (b) slow and stop, (c) stop, (d) stop and wait

[그림 4]와 [그림 5]는 CSdVF와 차량과의 거리가 47m 이하일 때의 실험 결과이다. 앞선 4.1절의 $d \leq 47m$ 인 상황과 다르게 [표 1]에 제안된 신호주기는 같지만, $d > 47m$ 일 경우 차량은 [그림 4(a)]와 [그림 4(b)]에서 나타난 바와 같이 $d > 47m$ 의 차량은 3초의 'slow and stop' 메시지를 수신하여 정차한다. 여기서 CSdVF와 차량들의 거리가 47m 이상인 차량에게 3초의 'bypass' 메시지와 2초의 'pass quickly' 메시지를 전송할 경우 선행 차량은 횡단보도를 지나갈 수 있는 시간일 수 있다. 그러나 후행 차량은 해당 메시지를 따를 경우 교통사고의 위험이 발생하거나 횡단보도 정지선을 지나쳐 정차할 수 있고, 또는 정지선에 도달하기 전 횡단보도와 멀

리 떨어진 상태에서 정차하도록 하는 신호 메시지를 받을 수 있기 때문이다. 이후에는 14초의 ‘stop’ 메시지와 2초의 ‘stop and wait’을 메시지를 통해 보행자가 횡단보도를 벗어날 때까지 차량은 정차한다. [그림 5(b)]의 Pedestrian Client는 ‘stop’ 메시지와 함께 횡단할 수 있다는 메시지를 전달받아 횡단보도를 건널 수 있도록 한다.



[그림 5] $d > 47m$ 일 때, (a) CSoVF 신호 메시지, (b) Vehicle(stop), 보행자에게 횡단메시지 전달
 [Fig. 5] In the case $d > 47m$, (a) CSoVF's signal message, (b) Send 'Cross the crosswalk' message to Pedestrian

5. 결론

본 논문에서는 신호등이 없는 횡단보도나 건널목 등지에서 점멸등이나 가로등과 같은 도로 주변의 인프라에 커넥티드 통신 서비스를 위한 기반 기술로서 CSdVF 시스템을 설치함으로써 횡단하려는 보행자를 상황인식하여 해당 정보를 주행중인 차량에 교통신호 서비스를 전송하는 시스템 모델을 제안하였다. 제안된 CSdVF 시스템은 커넥티드카 기술을 지원하기 위해 이중화된 VF로 구성되어, 보행자를 인식하는 CSiVF와 차량에게 교통신호 메시지를 보내는 CSoVF로 구성되어 있다. CSiVF는 횡단하려는 보행자를 자동으로 상황인식하여 보행자 CMVF와 I2P 통신 서비스를 지원하고, CSiVF에서 인식한 보행자를 위해 CSoVF에 보행자의 상황인식 정보를 전송함으로써 CSoVF는 주행중인 차량들에게 교통신호 메시지를 전송하는 V2I 통신을 제공하였다. 이를 위해서 보행자를 인식하는 CSiVF 알고리즘과 차량 제어를 위한 CSoVF 알고리즘을 제안하였으며, 이에 대한 검증을 위해서 시뮬레이션으로 구현하여 커넥티드카 기술의 제공 가능성을 제시하였다.

앞으로의 연구 과제로서 본 논문에서 제안된 커넥티드카 기술을 지원하는 CSdVF 시스템을 이용하여 스마트시티 구축과 자율주행차를 위한 V2X(Vehicle to Everything) 통신 서비스를 제공하는 기술로의 확장이 필요하다. 향후 제안된 CSdVF 시스템을 지속적으로 성능 향상을 하면 자율주행차 시대에 교통 약자를 위한 안전과 편리성, 그리고 경제성 등의 분야에 기여할 것이다.

References

- [1] FESCARO, “Connected Car Trend”, fescaro.com/ko/index, www.fescaro.com/ko/archives/582, (accessed March 2, 2020).
- [2] HMG Journal, “How will connected cars change our lives?”, lboon.kakao.com, <https://lboon.kakao.com/HMG/5d5e2cc73fc4313536496533>, (accessed March 2, 2020).
- [3] S. S. Kwon, “The Present and Future of Connected Car”, kaja.org, www.kaja.org/1458275600/?q=YToxOntzOjE5OiRZl3b3JkX3R5cGUiO3M6MzoiYWxsIjt9&bmode=view&idx=2931579&t=board, (accessed March 2, 2020).
- [4] Y. H. Eom, Y. K. Choi, H. M. Yoo, S. K. Cho, B. K. Jeon, “A Flexible Mobile-Geofence to support Connected-Cars Technology”, Journal of Smart Media, vol. 6, no. 3, September 2017, pp. 89-94.
- [5] Y. H. Eom, Y. K. Choi, I. H. Kim, H. M. Yoo, S. K. Cho, B. K. Jeon, “A Mechanism to configure for Connected Car Service Environment using Mobile Virtual Fence”, The Journal of the Convergence on Culture Technology(JCCT), vol. 4, no. 3, August 2018, pp. 227-233, doi: 10.17703/JCCT.2018.4.3.227.
- [6] B. K. Jeon, “Development of adaptive three-dimensional geofence technology to support active avoidance to prevent secondary accidents in the event of a traffic accident”, Gangneung-Wonju Univ. Industrial-Academic Corp., Korea, 11-B552989-000075-01, February 2019.
- [7] The Road Traffic Authority, “Road Q&A”, koroad.or.kr, www.koroad.or.kr/kp_web/roadQnAList.do, (accessed November 4, 2019)
- [8] Police • The Road Traffic Authority, “Guide to the Installation of Safety Facilities to Prevent Pedestrian Accident”, Police and The Road Traffic Authority, Korea, December 2016. [Online]. Available: www.koroad.or.kr/kp_web/safeDataView.do?board_code=DTBBS_030&board_num=100291.
- [9] Queensland Government, “Stopping distances: speed and braking”, qld.gov.au, www.qld.gov.au/transport/safety/road-safety/driving-safely/stopping-distances, (accessed November 4, 2019).
- [10] Queensland Government, “Stopping distances on wet and dry roads”, qld.gov.au, www.qld.gov.au/transport/safety/road-safety/driving-safely/stopping-distances/graph, (accessed November 4, 2019).
- [11] D. Y. Kim, “A Study on the Advancement of Transportation Operation System: V. Pedestrian Flashing Signal Flashing Point adjustment plan”, The Road Traffic Authority, Korea, March 2010, [Online]. Available: www.prism.go.kr/homepage/entire/retrieveEntireDetail.do?jsessionid=A94A30D8781684AA944%2017803813CFCA4.node02?cond_research_name=&cond_research_start_date=&cond_research_end_date=&research_id=1320000-200900010&pageIndex=1406&leftMenuLevel=160.
- [12] T. C. Kim, “Technical service for improving the traffic signal system in 2013: III. theory of traffic signal operation”, Daejeon City of The Road Traffic Authority, Asan, Korea, June 2014, [Online]. Available: www.prism.go.kr/homepage/theme/retrieveThemeDetail.do?leftMenuLevel=110&cond_brm_super_id=NB000120061201100059544&research_id=4520000-201400004.