

차량 간 통신 기반 전방추돌 및 연쇄추돌 방지 효과 분석

An Analysis on the Prevention Effects of Forward and Chain Collision based on Vehicle-to-Vehicle Communication

정 성 대*

(Sung-Dae Jung)

김 태 오**

(Tac-Oh Kim)

이 상 선***

(Sang-Sun Lee)

요 약

차량의 고속주행 중 발생하는 전방추돌사고는 치사율이 높으며 연쇄추돌사고를 야기한다. 대부분의 전방추돌사고는 안전거리 미확보와 운전자의 늦은 인지반응에 따라 충분한 제동거리를 확보하지 못하여 발생되고 사고 후 운전자누적 인지반응시간은 연쇄 추돌을 일으키는 원인이 된다. 이를 극복하기 위한 전방차량추돌경고 시스템은 전방차량과 자차의 안전거리를 유지시키고 운전자의 인지반응속도를 빠르게 하여 전방차량추돌을 예방한다. 하지만 전방차량 긴급 상황 발생으로 인한 급정지 시 전방차량과 자차의 거리 정보에만 의존하는 이 시스템은 운전자 인지반응시간의 누적으로 인해 연쇄추돌을 일으킬 수 있다. 본 논문에서는 가장 극한의 주행환경에서 일반 차량과 전방차량추돌경고 시스템 차량의 전방추돌 및 연쇄추돌에 대한 문제점을 분석하고 현재 주행 안전 시스템에서 중요한 이슈로 부각 되고 있는 차량 간 통신을 기반으로 하는 전방차량추돌경고 시스템 차량을 설명하고 그 효과를 비교 분석한다. 차량 간 통신을 기반으로 하는 전방차량추돌경고 시스템은 기존의 전방차량추돌경고 시스템과 같이 운전자의 인지반응시간을 감소 시 킬 뿐만 아니라 후방 차량들에게 동시에 긴급 상황을 방송함으로써 운전자 누적 인지반응시간을 제거하여 운전자가 긴급 상황에 사전 대처하여 연쇄 추돌의 위험성을 감소시킨다. 효과 분석 결과 일반 차량은 뒤따르는 전 차량이 연쇄 추돌의 위험성을 가지고 있으며 전방차량추돌경고 시스템 차량은 12대중 3~4대가 연쇄추돌의 위험성을 가지고 있다. 하지만 차량 간 통신 기반의 전방차량추돌경고 시스템을 장착한 차량은 연쇄추돌의 가능성이 거의 없는 것으로 확인된다.

Abstract

The forward collision of vehicles in high speed can cause a chain collisions and high fatality rate. Most of the forward collisions are caused by insufficient braking distance due to detection time of driver and safe distance. Also, accumulated detection time of driver is cause of chain collisions after the forward collision. The FVCWS prevents the forward collision by maintaining the safety distance inter-vehicle and reducing detection time of driver. However the FVCWS can cause chain collisions because the system that interacts only forward vehicle has accumulated detection time of driver. In this paper, we analyze forward and chain collisions of normal vehicles and FVCWS vehicles on static traveling scenario. And then, we analyze and compare V2V based FVCWS with them after explaining the system. The V2V FVCWS reduces detection time of driver alike FVCWS as well as remove accumulated detection time of driver by broadcasting emergence message to backward vehicles at the same time. Therefore, the system decrease possibility of forward and chain collisions. All backward normal vehicles and 3~4 backward FVCWS vehicles have possibility of forward and chain collisions in result of analysis. However V2V FVCWS vehicles almost do not chain collisions in the result.

Key words : FVCWS, vehicle collision avoidance, vehicle-to-vehicle(V2V) communication, ITS

† 본 연구는 지식경제부 국가플랫폼기술개발 사업 ‘차량-IT 융합 서비스 테스트 및 개발환경 구축(과제번호:10033661)’의 연구 결과로 수행되었음

* 주저자 : 한양대학교 전자컴퓨터통신공학과 박사

** 공저자 : 한양대학교 전자컴퓨터통신공학과 석사

*** 공저자 및 교신저자 : 한양대학교 전자컴퓨터통신공학과 교수

† 논문접수일 : 2010년 10월 26일

† 논문심사일 : 2011년 6월 8일

† 게재확정일 : 2011년 6월 9일

I. 서 론

2006년 10월 서해대교에서 발생한 29중 연쇄 추돌 사고는 11명이 사망하고 50여명의 부상자를 남겼다. 이 사고는 짙은 안개, 안전거리 미확보, 과속 및 운전자의 부주의로 연쇄적인 추돌이 일어난 대형사고이다. 이렇게 짙은 안개나 악천후, 야간에는 운전자의 시계확보가 어려워 긴급 상황 시 운전자의 인지반응 능력과 대처능력이 떨어지게 된다. 이러한 문제는 연쇄추돌과 같은 대형사고로 이어질 가능성이 크다.

도로교통공단에 따르면, 야간의 짙은 안개와 같은 악천후 상황에서의 사고는 치사율이 100건당 12.1명으로 맑은 날의 상황보다 5배 이상 높은 치수를 나타낸다[1]. 이러한 결과가 나타나는 이유는 앞 차량의 긴급 상황 발생 시 운전자는 앞차의 제동여부를 시각으로만 판단함으로써 인지반응 시간이 길어지기 때문이다. 짙은 안개나 악천후 시 운전자는 먼 거리의 긴급 상황을 시각능력으로만 감지하기 어려우며, 앞 차량과의 간격이 충분하지 않다면 앞차의 상황을 판단하고 제동장치를 작동하여 자신의 차를 세울 수 있는 제동시간이 충분하지 못하게 된다.

운전자의 반응 시간을 일반적으로 0.75~1.5 sec로 볼 때, 차량이 110 km/h의 속도에서 운전자가 위험을 감지하고 제동을 시작하면 그 시간동안 차량은 23~45 m를 더 이동한다[2]. 운전자 반응 시간이 1.5초이고 5대의 차량이 같은 차선으로 고속주행하고 있을 경우, 5번째의 차량은 첫 번째 차량이 감속하기 시작한 후 6초 후에나 제동이 시작된다. 이는 5번째 차량은 첫 번째 차량이 정지한 후 제동을 시작하기 까지 180 m를 더 이동한다는 것이다. 결론적으로 일차적인 긴급 상황에서 후방 차량의 운전자 반응 시간 누적은 연쇄추돌의 단초가 될 수 있다.

이를 극복하기 위하여 최근에는 첨단안전차량기술을 기반으로 전방차량추돌경고 시스템 (FVCWS: Forward Vehicle Collision Warning System)이 개발되고 있다. 이 시스템을 통해 운전자가 위험상황을 1

초 미리 인식하면 교차로나 추돌사고의 경우 약 90%, 정면충돌의 경우는 약 60% 사고방지를 할 수 있다[3]. 그러나 전방차량추돌경고 시스템은 차량에 장착된 센서를 바탕으로 전방차량과 자차의 거리 정보에만 의존하기 때문에 운전자 누적인지반응시간으로 인한 연쇄 추돌의 위험성은 여전히 내포하고 있다.

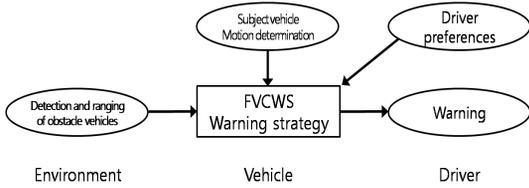
본 논문에서는 극한의 주행환경에서 일반 차량과 전방차량추돌경고 시스템 차량의 한계점을 분석하고 이를 극복하기 위한 차량 간 통신 기반 전방차량추돌 및 연쇄추돌방지 방안을 제시한다. 그리고 차량 간 통신 기반 전방차량추돌경고 시스템 차량이 얼마나 전방추돌 및 연쇄추돌에서 효과적인지를 비교 분석한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 전방추돌경고 시스템에 대해 간략하게 설명 한다. 그리고 3장에서는 일반 차량과 전방차량추돌경고 시스템 차량에 대한 전방차량추돌 및 연쇄추돌에 대해 분석하고 전방차량추돌경고 시스템의 한계점을 확인 한다. 4장에서 이를 극복하기 위한 차량 간 통신을 통한 전방추돌 및 연쇄추돌 방지 방안을 제시하고 그 효과를 비교 분석한다. 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

II. 전방차량추돌경고 시스템

전방차량추돌경고 시스템은 국제표준화회의(ISO: International Standard Organization)에서 ISO15623 표준에서 정의하고 있다[2]. 주요 기능은 후방차량이 경로 안에 있는 전방차량과 잠재적 추돌 위험 요소가 발생하는 상황일 때, 후방차량이 운전자에게 경고를 주도록 정의되어 있다. 전방차량추돌경고 시스템의 기능적 구성요소는 <그림 1>과 같이, 제어기에 수집된 정보들을 기초로 운전자에게 경고가 발생하는 유기적 관계를 보이고 있다.

전방차량추돌경고 시스템에서 후방차량과 전방 차량의 잠재적인 추돌시간은 대상차량의 속도와 전방차량과 거리 및 두 차량 간 상대속도로 판단된다. 이를 바탕으로 전방차량추돌경고 시스템은 사전 추



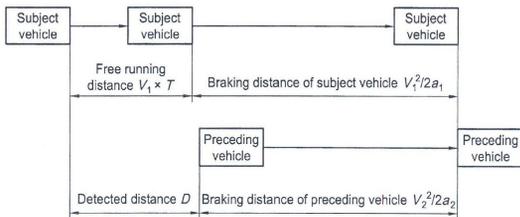
〈그림 1〉 전방차량추돌경고 시스템의 기능적 구성
〈Fig. 1〉 Functional structure of FVCWS

돌경고와 추돌경고로 구분되는 두 개의 다른 경고를 제공한다.

전방차량추돌의 경고거리는 <그림 2>와 같이 제동거리와 인지반응시간동안 이동하는 거리의 합으로 나타낼 수 있으며, 이것은 식 (1)로 정리할 수 있다. 이 경고거리는 운전자특성을 고려한 운전자반응시간 T와 각 차량의 속도 V_1 과 V_2 그리고 차량의 감속도 a_1 와 a_2 에 의해 결정된다.

$$D = V_1 \times T + (V_1^2 / 2a_1 - V_2^2 / 2a_2) \quad (1)$$

여기서, D는 목표 차량까지의 거리 [m], V_1 : 후방 차량 속도 [m/s], V_2 : 전방차량 속도 [m/s], T: 운전자 반응 시간 [sec], a_1 : 후방차량 감속도 [m/s^2], a_2 : 전방차량 감속도 [m/s^2] 이다.



〈그림 2〉 전방차량추돌 경고거리 산정
〈Fig. 2〉 Warning distance estimate

Ⅲ. 연쇄추돌 상황 분석

이 장에서는 극한의 주행 시나리오에서 일반적 차량이 가지는 전방추돌 및 연쇄추돌의 위험도에 대해 분석한다. 또한 이 시나리오를 통해 전방차량 추돌경고 시스템 차량의 전방추돌 및 연쇄추돌에

대한 한계점을 확인한다.

시나리오는 식 (1)에서 정의된 운전자 반응시간, 후방차량 속도, 전방차량 속도, 후방차량 감속도, 전방차량 감속도로 계산되어지는 이동거리를 바탕으로 시간에 따른 각 차량의 이동거리, 감속도 및 인지반응 시간에 따라 분석 되어졌다.

교통사고공학연구소(TAEDI)[4]에서는 운전자의 인지반응특성을 <표 1>과 같이 PIEV과정의 4단계로 정의하고 있다.

〈표 1〉 운전자의 인지 반응 PIEV특성
〈Table 1〉 PIEV characteristic of driver's reaction time

과 정	내 용
Perception	지각·상황 또는 위험을 인식하는 것
Identification	확인·상황·위험을 식별 이해하는 것
Emotion	의사결정 과정으로 어떻게 반응할 것인지에 대하여 결정
Volition	의사결정에 대한 동작의 수행

운전자가 전방의 위험을 인지하고 브레이크를 조작하여 타이어에 실제제동이 걸리기까지의 시간을 인지반응시간이라고 하며, 인지반응시간 동안의 주행거리를 공주거리로 정의한다. 인지반응시간은 차량의 구조, 운전자의 반응특성 등에 따라 개인차가 있으나 평균 약 0.7~1.0초 정도이다.

ISO15623 전방차량추돌경고 시스템 표준에서는 Johansson and Rumar의 실험을 통해 운전자 반응시간은 나이, 성별, 민첩도 등에 따라 다양하게 0.3~2 초로 넓게 분포되어 있으며 그 평균값은 0.66초라고 한다. 특히 전체 운전자의 98%이상을 고려할 경우에 운전자 반응시간은 1.5초로 정의하고 있다. 본 논문에서는 일반차량의 주행은 98%의 운전자를 고려하여 인지반응시간을 1.5초로 가정한다[5].

운전자가 브레이크를 밟아 제동을 시도할 때 제동거리는 감속도에 의해 결정된다. 이러한 감속도는 차량의 종류, 제동 방법 등에 따라 다르다. ISO15623 전방차량추돌경고 시스템 표준의 JAMA (Japan Automobile Manufacturers Association, Inc)의 실험 결과와 [6]에 따르면 자동차의 최대 감속도는

8.5 m/s²로 그 이상의 감속도는 사고와 같은 비정상적인 차량의 정지상황을 의미한다. 일반적으로 주행 중인 차량이 안전하게 정지하기 위한 최대 감속도는 약 3.5 m/s²이고 그 이상의 감속도 (3.6m/s²~8.5m/s²)는 차량이 전방 차량과 충돌 할 수 있는 가능성을 내포하는 급감속을 의미한다[2]. 본 논문에서 이를 바탕으로 극한적 시나리오에서 성능 분석을 위한 안전하게 정지 할 수 있는 최대 감속도는 3.5 m/s²로, 긴급 상황시 정지 할 수 있는 최대 감속도는 8.5 m/s²로 가정한다.

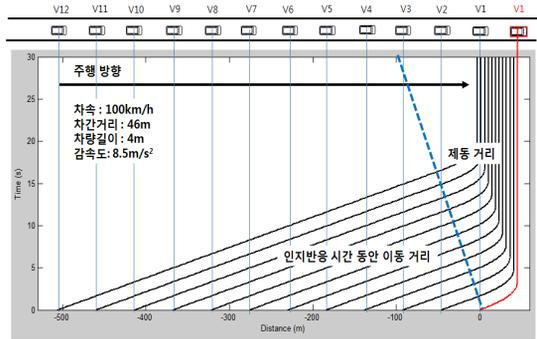
3. 일반차량 연쇄추돌 시나리오 및 상황 분석

주행 중 차량의 연쇄추돌 위험성을 판단하기 위하여 우리는 본 논문에서 전 후방의 주행 상태만을 고려하여 고속 도로 단일차로를 대상으로 한다. 또한 연쇄추돌의 위험성을 평가하기 위하여 주행 중인 일반차량들이 충돌하지 않는 극한 조건에서 한계 값을 가정하여 사용한다. <표 2>는 시나리오 구성을 위한 파라미터를 정의 하고 있다.

<표 2> 시나리오 파라미터
(Table 2) Scenario parameters

변 수	값
차량 수	12대
차량 속도	100 Km/h = 약 23 m/s
차량 간 거리	46m (-8.5m/s ² 시 정지거리)
차량 길이	4m
일반 감속도	3.5 m/s ²
긴급 감속도	8.5 m/s ²
운전자 반응시간	1.5초 (일반) / 1초 (경고시스템)

<그림 3>은 가장 극한의 한계값을 가지는 경우의 일반적인 차량의 정지 시나리오이다. 차량 1이 긴급 상황을 인지하고 최대 급감속도 8.5 m/s²로 감속할 경우 뒤따르는 11대의 차량은 차량 간 거리를 46m로 유지 할 때 운전자가 인지반응시간을 1.5초로 유지하고 8.5m/s²의 감속도로 급감속한다면 전방

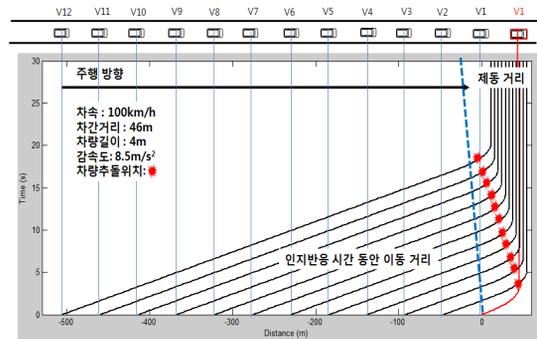


<그림 3> 일반적인 정지 시나리오
(Fig. 3) A typical scenario that stop vehicles

추돌 없이 정지 할 수 있음을 보여주고 있다. 하지만 모든 차량이 8.5m/s²로 급감속 한다는 것은 언제든지 대상 차량이 전방차량에 대해 추돌위험을 가지고 있다는 것을 의미하며 이것은 후방의 전차량이 연쇄추돌을 일으킬 수 있다는 것을 의미한다.

만약 두 번째 차량이 0.5초 (인지반응시간 2초) 늦게 인지반응 한다면 <그림 4>에서 보여주는 것과 같이 뒤따르는 11대의 차량은 연쇄추돌을 일으키게 된다.

이는 운전자의 부주이나 짙은 안개, 폭우와 같은 악천후 인해 인지반응시간을 확보하지 못해 전방추돌을 발생하고 후방차량들은 앞 차량의 브레이크 등에만 제동 여부를 판단하기 때문에 생기는 운전자 누적인지반응시간으로 연쇄추돌이 발생한다. 이러한 상황은 운전자의 시각적 능력의 한계로 빈번하게 발생하는 전방추돌 및 연쇄추돌의 일반적인 상황이다.

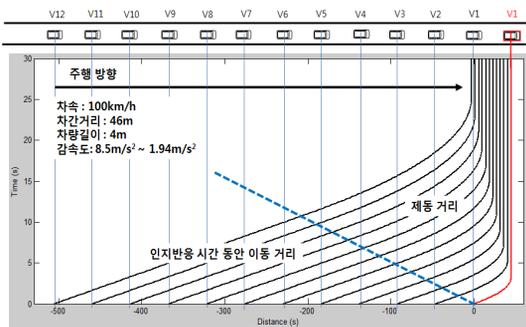


<그림 4> 일반적인 연쇄추돌 시나리오
(Fig. 4) A typical scenario that causes a chain collision

4. 전방추돌경고 시스템 차량의 연쇄추돌 시나리오 및 상황분석

전방추돌경고 시스템은 일반적인 전방추돌 및 연쇄 추돌상황에서 발생할 수 있는 운전자의 인지 반응시간이나 시각적 능력의 한계를 극복한다. 이 시스템은 차량의 정면에 장착된 센서를 통해 전방의 장애물을 인식하여 안전 주행 거리를 유지 시켜 주고 추돌이 예상될 시 운전자에게 경고를 해준다.

<그림 5>은 모든 차량이 전방차량추돌경고 시스템을 장착하고 있다는 가정에서 분석한 주행 시나리오이다. 시나리오 환경적인 조건과 파라미터는 운전자 인지반응시간 1초를 제외하고 모두 앞장에서 설명한 것과 동일하다.



<그림 5> 전방추돌경고시스템 차량의 정지 시나리오
(Fig. 5) A scenario that stop FVCWS vehicles

전방추돌경고 시스템을 장착한 차량은 주변의 환경적 상황에 영향을 받지 않고 전방차량의 감속여부를 확인 할 수 있어 짧은 인지반응시간을 유지한다. 빠른 인지반응시간은 인지반응거리를 줄여 제동거리를 늘여줌으로써 후방차량들이 보다 적은 감속도로 정지 할 수 있는 기회를 제공해 안전성을 높인다. 하지만 이 시스템 역시 후방차량들의 감속하는 것에 원인이 되는 V1 차량이 아닌 바로 전방차량의 상황에만 대응하기 때문에 누적 인지반응시간에 의한 연쇄추돌의 위험성을 완전히 해결해 주지 못하고 있다. <표 3>에 나타난 각 차량의 감속도를 보면 V2, V3, V4, V5 차량은 V1 차량의 급감속에 의해 여전히 급감속을 하고 있기 때문에 전방추돌 및 연

<표 3> 전방추돌경고 시스템 차량의 감속도
(Table 3) Deceleration of FVCWS vehicles

	V1	V2	V3	V4	V5	V6
감속도	8.5 m/s ²	6.5 m/s ²	5.3 m/s ²	4.4 m/s ²	3.8 m/s ²	3.3 m/s ²
	V7	V8	V9	V10	V11	V12
감속도	3.0 m/s ²	2.7 m/s ²	2.5 m/s ²	2.2 m/s ²	2.1 m/s ²	1.9 m/s ²

쇄추돌의 위험을 내포하고 있다고 볼 수 있다.

IV. 차량 간 통신을 이용한 전방차량추돌 및 연쇄추돌 방지

이 장에서는 차량 간 통신을 이용한 전방차량추돌 및 연쇄추돌 방지 방안에 대해 설명하고 앞장에서 설명된 일반차량이 정지 할 수 있는 극한 시나리오에서 일반차량과 전방차량추돌경고 시스템 차량의 추돌 시나리오와 비교 분석하고 그 효과를 설명한다.

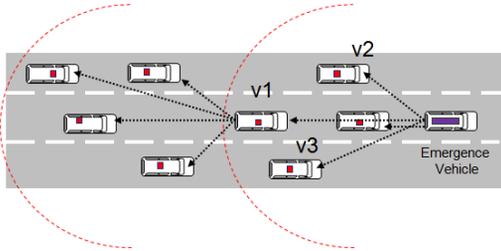
1. 차량 간 통신을 이용한 추돌 방지 방안

차량 간 통신기술은 이동 중이거나 정지중인 차량 간에 데이터를 송수신하는 무선통신 기술로 실시간성과 높은 전송 신뢰성을 보장하고 다중 홉을 통한 장거리 전달이 가능한 특징을 가지고 있다[7].

이러한 특성을 가지는 차량 간 통신 기술은 주로 전방 사고 정보, 추돌경보 및 교차로 충돌 방지 등의 주행 안전 서비스의 핵심기술로 주목을 받고 있다. 미국, 유럽, 일본, 한국을 중심으로 전용 통신 기술이 개발되고 표준화 되고 있으며 다양한 프로젝트를 통해 그 성능이 평가 되고 있다.

교통사고 정보와 같은 주행 안전 서비스에 대한 정보 데이터는 차량 간 통신에서 높은 우선순위와 낮은 전송 지연을 요구한다. 미국 NHTSA의 차량 간 통신 기반 차량 주행 안전 프로젝트 보고서[8]에서 이러한 정보는 100ms이내의 전송 지연을 보장해야 한다고 언급하고 있다. 특히 차량 간 통신 위하여 IEEE802.11p WAVE (Wireless Access in Vehicular Environments)[9] 기술 표준이 IEEE 무선랜 그룹에

서 표준화 되었다. WAVE 통신기술은 기존의 IEEE 802.11 Wireless LAN 통신 표준을 기반으로 차량환경에 적합하게 수정되어 제정의 되었다.



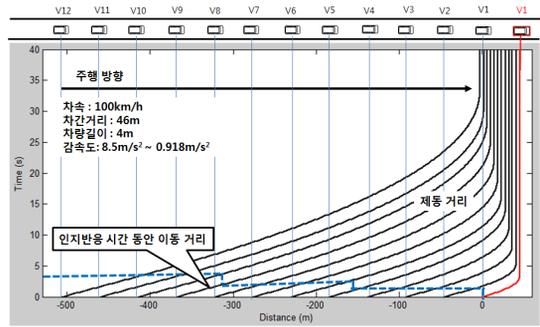
<그림 6> 차량 간 통신기반 전방차량추돌 시스템
(Fig. 6) FVCWS based on V2V communication

차량 간 통신기반 전방차량추돌경고 시스템을 장착한 차량은 <그림 6>과 같이 전방추돌 및 연쇄추돌을 방지 한다. 긴급 상황 이벤트를 인지한 전방차량은 최소한의 전송 지연을 바탕으로 수백 미터 통신영역내의 모든 차량에게 긴급 상황 정보(속도, 감속도, 위치)를 방송한다. 또한 이 정보를 수신한 노드들은 브로드캐스팅 라우팅 알고리즘에 의해 다시 이 정보에 자신의 정보를 추가하여 후방노드로 재전송 한다.

긴급 상황 발생 차량의 통신영역 내에 있는 모든 후방 차량들은 동일한 시간에 전방차량의 상황을 인지 할 수 있어 같은 인지반응시간을 가지게 된다. 따라서 같은 통신 영역에 존재하는 차량은 운전자 누적인지반응시간이 제거된다. 단지 통신영역을 벗어나 다중 홉으로 이 정보를 전달할 경우에만 누적 인지반응시간이 존재하게 된다. 긴급 상황 정보를 수신한 후방차량들은 전방차량의 속도, 감속도, 위치정보와 자신의 속도 위치정보를 바탕으로 정지 가능한 최소의 감속도 감속하거나 정지 할 수 있다.

2. 차량 간 통신 기반 전방추돌경보 시스템의 연쇄추돌 시나리오 및 상황분석

차량 간 통신기반 전방추돌경고 시스템은 일반적인 전방추돌 및 연쇄추돌상황에서 발생할 수 있는 운전자 인지반응시간이나 시각적 능력의 한계를



<그림 7> 차량 간 통신기반 전방추돌경고시스템 차량의 정지 시나리오

(Fig. 7) A scenario that stop FVCWS vehicles based on V2V communication

극복할 뿐만 아니라 누적 인지반응시간에 의한 연쇄추돌의 위험성을 가지는 전방차량추돌경고 시스템의 문제를 해결해 줄 수 있다.

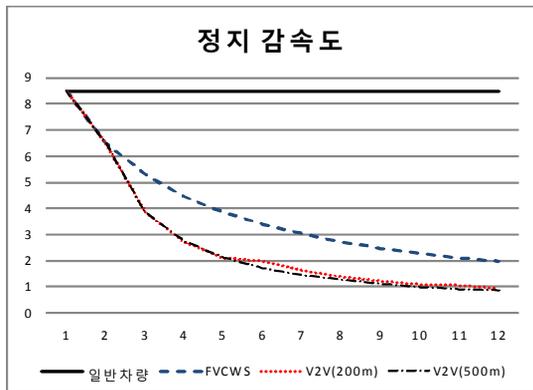
<그림 7>은 모든 차량이 차량 간 통신 기반 전방차량추돌경고 시스템을 장착하고 있다는 가정에서 앞장에서 설명한 것과 같이 일반차량이 정지 할 수 있는 극한의 조건에서의 주행 시나리오이다. 시나리오 환경적인 조건과 파라미터는 일반차량 및 전방차량추돌경고 시스템 차량의 것과 모두 동일하다.

<그림 7>에서 모든 차량의 차량 간 통신을 위한 통신 반경은 200m 가정하였다. 따라서 운전자의 누적 인지반응 시간은 <그림 7>에 나타난 것과 같이 통신 반경 200m 마다 1초씩 누적된다. 차량 간 통신기반 전방차량추돌경고 시스템은 그림에서와 같이 인지반응시간을 동일하게하고 누적인지반응시간을 급격하게 단축한다. 이것은 후방차량들이 제동할 수 있는 제동거리와 제동시간을 보장해 줌으로써 운전자가 여유 가지고 감속할 수 있도록 하여 연쇄추돌의 위험을 감소시킬 수 있다. <표 4>와 같이 각 차량의 감속도를 살펴보면 세 번째 차량부터 감속도가 급격하게 감소하는 것을 볼 수 있다. 비록 3번째 차량이 일반적인 주행 상황에서 안전하게 정차 하기 위한 최대 감속도 $3.5m/s^2$ 보다 커 급감소에 포함 되지만 비교적 안전하게 정차하기 위한 안정된 감속도 값에 가까운 값을 가지기 때문에 연쇄추돌의 가능성이 적다고 볼 수 있다.

〈표 4〉 차량 간 통신기반 전방추돌경고 시스템 차량의 감속도
 〈Table 4〉 Deceleration of FVCWS vehicles based on V2V communication

	V1	V2	V3	V4	V5	V6
감속도	8.5 m/s ²	6.5 m/s ²	3.8 m/s ²	2.7 m/s ²	2.1 m/s ²	1.9 m/s ²
	V7	V8	V9	V10	V11	V12
감속도	1.6 m/s ²	1.4 m/s ²	1.2 m/s ²	1.1 m/s ²	1.0 m/s ²	0.9 m/s ²

일반차량이 정지 할 수 있는 극한 한계값을 가지는 주행 환경에서 시스템별 연쇄 추돌의 위험성을 분석하기 위하여 <그림 8>에서 후방차량이 정지하기 위한 감속도 값을 비교하였다.



〈그림 8〉 시스템별 차량들의 정지 감속도
 〈Fig. 8〉 Deceleration to stop vehicles base on systems

그림에서와 평가를 위한 극한 상황에서 일반차량들은 정지하기 위해 모든 차량이 8.5 m/s²의 감속도를 가진다. 이 감속도는 주행 중이 차량이 정지하기 위한 최대 감속도로 모든 차량이 매우 높은 전방추돌의 위험을 내포하고 있어 연쇄추돌이 일어날 가능성이 매우 높다고 할 수 있다. 이와 상대적으로 전방차량 추돌경고시스템 차량은 후방차량으로 갈수록 정지하기 위한 감속도가 줄어드는 것을 볼 수 있다. 하지만 6번째 차량까지 급감속의 범위에 들어가는 감속도 값을 가지기 때문에 전방추돌 및 연쇄추돌의 위험성을 가진다. 이에 반하여 차량 간 통신 기반 전방추돌 경고 시스템은 두 번째 차량부터 급격히 정지하기 위

한 감속도 값이 감소하여 안전하게 정지 할 수 있는 조건을 가지게 되어 연쇄추돌이 발생할 수 있는 위험성이 급격히 감소됨을 확인 할 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 단일 고속도로 환경에서 고속이동 시 발생하는 전방추돌 및 연쇄추돌의 원인을 분석하였다. 분석 결과 전방추돌 및 연쇄추돌이 발생하는 가장 큰 이유는 운전자의 부주의나 짙은 안개, 악천후 등의 영향으로 인지반응시간 및 누적인지반응시간이 길어져 충분한 제동거리를 가질 수 없기 때문이다. 이러한 문제를 해결하기 위해 첨단안전차량기술들이 발전하고 있으며 이 중 전방차량추돌 경고 시스템은 차량 센서를 활용하여 운전자의 인지반응 시간을 줄여 전방추돌을 회피하기 위한 최소 제동거리를 산출하여 연쇄추돌을 방지하고 있지만 누적인지반응 시간에 따른 연쇄추돌을 근본적으로 해결하지 못하고 있다.

차량 간 통신 기술을 기반으로 한 전방차량추돌 경고 시스템은 긴급 메시지를 무선 통신으로 전파하여 운전자 인지반응 시간을 줄이고 인지반응시간의 누적 문제를 해결함으로써 운전자의 부주의나 악천후 상황에서도 전방추돌 및 연쇄추돌을 방지 할 수 있다. 특히 차량 간 통신 기술을 통해 획득 한 주변 차량의 정보를 바탕으로 능동적으로 자동차를 제어할 수 있다면 완전자동주행 자동차의 실현에 중요한 요소가 될 것이다. 이를 위해차량 간 통신 기반 전방추돌경보 시스템은 향후 다 차로와 복합적인 주행 환경에서 성능을 분석하고 평가하여 보완 되어 질 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 교통사고종합분석센터, “교통사고 통계분석 2010,” 도로교통공단, 2010. 8.
- [2] ISO 15623 Transport information and control systems-Forward Vehicle Collision Warning Systems-Performance requirements and test procedures, ISO, Oct. 2002.

- [3] D. Scherrer, "Short Range Devices, Radio Frequency Identification Device, Bluetooth, Ultra Wideband System, Automotive Short Range Radars, Overview and Latest Developments," *OFCOM*, Feb. 2003.
- [4] 교통사고공학연구소, "교통사고에서의 인간특성," <http://www.taei.re.kr>.
- [5] G. Johansson and K. Rumar, "Driver's Brake Reaction Times. Human Factors," *Human Factors and Ergonomics Society*, vol. 13, no. 1, pp.23-27, Apr. 1971.
- [6] Rice and Alianello, "Transportation Engineering," University of Wisconsin, 1987.
- [7] A. F. Molisch, F. Tufvesson, J. Karedal and C. F. Mecklenbrauker, "Propagation aspects of vehicle-to-vehicle communications - an overview," *Proceedings of the 2009 IEEE Radio and Wireless Symposium*, vol. 1, pp.179-182, Jan. 2009.
- [8] The CAMP Vehicle Safety Communications Consortium consisting of BMW, DaimlerChrysler, Ford, GM, Nissan, Toyota and VW, "VehicleSafety Communications Project Task 3 Final Report," NHTSA, Mar. 2005.
- [9] IEEE std 802.11p, "IEEE Standard for Information technology-Telecommunications and information exchange between systems-Local and metropolitan area networks-Specific requirements Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications Amendment 6: Wireless Access in Vehicular Environments," Jul. 2010.

저자소개



정 성 대 (Jung, Sung-Dae)

2011년 2월 ~ 현재 : LG전자 Car사업부 선임연구원
 2011년 2월 : 한양대학교 전자통신컴퓨터 공학박사
 2005년 2월 : 한양대학교 전자통신전파 석사
 2003년 2월 : 부경대학교 제어계측공학 학사



김 태 오 (Kim, Tae-Oh)

2011년 2월 ~ 현재 : 현대모비스 연구원
 2011년 2월 : 한양대학교 전자통신컴퓨터 공학석사
 2009년 2월 : 홍익대학교 전자전기컴퓨터공학 학사



이 상 선 (Lee, Sang-Sun)

2006년 ~ 현재 : 한국통신학회 ITS/Telematics 연구회 위원장
 2006년 ~ 현재 : TTAPG310 ITS/Telematics 분과의장
 2005년 ~ 현재 : ITS학회 대중교통정보관리 및 통신연구위원회 위원장
 2005년 ~ 현재 : 산업자원부자동차 텔레매틱스 포럼 기술 분과 위원
 2002년 ~ 현재 : 한국표준협회 ISO TC204 WG16 국내 대표
 1993년 ~ 현재 : 한양대학교 전자통신컴퓨터공학부 정교수
 1993년 2월 : 전자부품종합기술연구소 선임 연구원
 1991년 11월 : 생산기술원 선임 연구원
 1990년 2월 : University of Florida, 전기 공학 박사
 1983년 2월 : 한양대학교 전자 공학 석사
 1978년 2월 : 한양대학교 전자 공학 학사