

# 상충지역에서 고령 보행자를 위한 안전메시지 전송기술 : 배경 및 기술 개념

조 응\* · 장정아\*\*

Safety Message Transmission Technology for the Elderly Pedestrians at the Conflict Area:  
Background and Technology Concept

Woong Cho\* · Jeong-Ah Jang\*\*

요 약

고령화의 증가에 따라 고령자의 교통사고가 사회적으로 이슈가 되고 있다. 본 논문에서는 고령자의 교통사고 현황을 분석하고, 분석된 자료를 기반으로 하여 보행 고령자를 위한 안전메시지 전송기술에 대해 소개한다. 제안하는 안전메시지 전송기술은 정보통신기술을 차량과 고령자에 접목한 차량-보행자간 통신기술에 기반을 두고 있다. 제안하는 전송기술의 개념의 동작원리에 대해 소개하고 제안하는 시스템을 구현하기 위해 필요한 사항들에 대해 논의한다.

ABSTRACT

As the elderly are increasing, traffic accidents which are related to the elderly are one of major issues in aged society. In this paper, we analyze traffic accident statistics for the elderly. Based on the analyzed data, safety message transmission system for the elderly pedestrians is introduced. The proposed system is based on the P2V(Pedestrian-to-Vehicle) communication which combines ICT(Information and Communication Technology) with vehicles and pedestrians. We introduce the concept and principle of the proposed system and discuss implementation issues for realizing the proposed system.

키워드

Conflict Area, Safety Message, Elderly, P2V Communication  
상충 지역, 안전 메시지, 고령자, 보행자-차량간 통신

## 1. 서 론

고령인구의 비유에 따라 전체 인구 중 65세 이상 인구비율이 7%이상 14% 미만인 사회를 흔히 ‘고령화 사회(Aging society)’하고 하며, 14%이상 20% 미만인 사회를 ‘고령 사회(Aged society)’, 그리고 20%이상인

사회를 ‘초 고령 사회(Super Aged society)’라고 구분한다. 한국은 전 세계 유래 없이 빠르게 고령인구가 증가하고 있고, 2000년에 이미 고령화 사회로 진입하였으며, 2018년에는 고령사회로, 2026년에는 초 고령 사회로의 진입이 예상된다[1]. 이러한 인구 고령화에도 불구하고 고령자와 관련된 법적 및 사회적인 인식

\* 중원대학교 컴퓨터시스템공학과(wcho@jwu.ac.kr)

\*\* 교신저자(corresponding author) : 아주대학교 TOD기반 도시교통연구센터(azang@ajou.ac.kr)

접수일자 : 2015. 01. 26

심사(수정)일자 : 2015. 03. 13

게재확정일자 : 2015. 03. 23

은 매우 미흡한 것으로 분석되었으며, 도로교통공단의 교통안전교육 실적을 살펴보면 어린이 안전교육 실적은 2013년 1,991,901명인데 비해 고령자의 교통안전교육 실적은 2013년 111,797명에 불과한 것으로 조사되었다. 또한 교통사고 사망자의 경우도 고령자의 교통사고 사망자가 어린이의 23배에 달하는 것으로 조사되었다.

고령자는 일반 성인들과 비교해서 신체적인 기능이 저하되고 감각이 무뎌지며 시야가 좁아지고 쉽게 피로해지는 경향이 있어 장거리 연속이동 및 장시간 서 있는 것이 곤란하다. 또한 변화에 반응하는 속도가 느려져 환경의 변화에 적용하기 힘들어진다. 이와 같은 신체적인 기능이 저하는 고령자의 교통사고 증가에도 직접적인 영향을 미치게 된다. 따라서 고령자와 관련된 교통사고 현황을 분석하고 이를 해결하기 위한 방안은 고령화 사회의 사회적인 문제를 해결하는 방안이 될 수 있다. 최근에는 정보통신기술 (ICT: Information and Communication Technology)을 교통과 보행환경에 접목하여 보행사고를 줄일 수 있는 기술 개발이 다양한 분야에서 진행되고 있다[3-4]. 대표적인 예로서 정보통신기술을 차량 및 보행자의 휴대 통신기기에 장착하여 보행자-차량간 통신 (P2V: Pedestrian-to-Vehicle communications)을 이용하여 안전메시지를 송수신 하는 서비스가 제안되었다[5-6]. 본 논문에서는 고령자의 일반적인 사고 현황을 분석하고, 분석된 데이터를 기반으로 하여 안전메시지 전송기술의 개념에 대해 설명한다. 또한 안전메시지 전송기술의 구현을 위해 필요한 실질적인 적용관련 사항에 대해서도 논의한다.

## II. 고령자 사고 현황 분석

이번 장에서는 고령자 사고의 일반현황을 통계자료를 바탕으로 하여 분석한다. 상충(Conflict)의 사전적 의미는 교통사고 직전에 발생할 수 있는 잠재적 사고 상황을 말하는데 본 연구에서는 보행자와 차량간의 잠재적 사고 위험이 나타날 수 있는 지역을 의미한다. 2011년 교통사고통계에 의하면 사고가 발생했을 때 사망사고의 비율이 차량과 사람간의 사고였을 때가 45.5%로 차량간사고시 17.6%, 차량 단독사고시 16.6%

에 비해 월등히 높은 것으로 나타났다. 보행 중 사상자는 전체 교통사고 사망자의 39.1%인 2044명이 발생하였으며, 부상자의 20%인 51,289명이 발생하였다[8].

표 1. 연령층별 보행자 사상자수[7]  
Table 1. Casualties depending on the age[7]

Age	Casualties/ Percent	Deaths/ Percent	Death Rate
Total	53,333 100%	2,044 100%	3.8
Under 12	6,291 11.8%	49 2.4%	0.8
13~20	6,078 11.4%	60 2.9%	1.0
21~30	6,878 12.9%	97 4.7%	1.4
31~40	6,079 11.4%	142 6.9%	2.3
41~50	8,472 15.9%	288 14.1%	3.4
51~60	7,958 14.9%	376 18.4%	4.7
61~65	2,561 4.8%	149 7.4%	5.8
Over 65	9,014 16.9%	833 43.2%	9.8
Undefined	2 0.0%	0 0.0%	0

표 1은 연령층별 보행자 사상자수를 나타내는데, 표에서 알 수 있듯이 사상자와 사망자수 모두 65세 이상의 고령자에서 높은 비율을 나타냄을 알 수 있으며 특히 사망자수는 43.2%를 차지한다. 표 1에서 사망율(Death Rate)은 (사망자수(Deaths)/사상자수(Casualties))×100을 이용하여 계산된 값인데 사망자수 뿐만 아니라 사망률이 65세 이상에서 가장 높게 나타남을 알 수 있다. 2012년 자료를 살펴보면 보행 중 사망자의 경우 전체 사망자 중 47.3%가 고령자이며, 연령이 증가할수록 사망자의 비율이 증가하는 것을 알 수 있다.

이를 바탕으로 하여 고령자의 도로형태별 보행자 사망사고를 분석하였는데, 그 결과가 표 2에 사망자수와 비율로 표시되었다. 도로는 단일로(Single road)와

표 2. 보행자 도로형태별 사망자 수[7]  
Table 2. Deaths of pedestrians depending on the road type[7]

		Single road					Intersection		Others	Total
		Crosswalk	Near Crosswalk	Inside tunnel	Above bridge	Other Single roads	Intersection	Near intersection		
65~70	Deaths	24	9	0	1	127	43	32	8	244
	Percent	9.8%	3.7%	0.0%	0.4%	52.0%	17.6%	13.1%	3.3	100.0%
71~80	Deaths	58	20	2	3	282	76	57	10	508
	Percent	11.4%	3.9%	0.4%	0.6%	55.5%	15.0%	11.2%	2.0	100.0%
81~	Deaths	16	7	0	4	108	34	32	6	207
	Percent	7.7%	3.4%	0.0%	1.9%	52.2%	16.4%	15.5%	2.9	100.0%
Total	Deaths	98	36	2	8	517	153	121	24	959
	Percent	10.2%	3.8%	0.0%	0.8%	53.9%	16.0%	12.6%	2.5	100.0%

교차로(Intersection)으로 구분하였으며, 단일로는 횡단보도상(Crosswalk), 횡단보도부근(Near crosswalk), 터널안(Inside tunnel), 교량위(Above bridge), 및 기타 단일로(Other single road)로 구분하였으며, 교차로는 교차로내(Intersection) 및 교차로부근(Near intersection)으로 구분하여 조사하였다. 표 2에서 알 수 있듯이 고령자의 도로형태별 사망사고 분석 결과를 보면 기타단일로(53.9%) 및 교차로 및 교차로주변(28.6%)에서 보행중 사망사고가 많이 발생하는 것으로 나타났다.

이와 같은 분석 자료를 바탕으로 하여 다음 장에서는 단일로 및 교차로에서 고령자에게 적용 가능한 안전메시지 전송 시스템을 제안하고 시스템 구현시 고려사항에 대해 논의한다.

### III. 안전메시지 전송시스템

앞 장에서 보였듯이 고령 보행자의 사고의 대부분은 기타단일로 및 교차로 부근에서 발생한다. 이를 이용하여 비신호 단일로 및 교차로에서 적용 가능한 안전메시지 전송시스템을 제안한다. 그림 1은 제안하는 안전메시지 전송시스템의 개념도를 나타낸다. 전체시스템은 보행자통신장치(PU: Portable Unit), 차량통신장치(OBU: On Board Unit), 노변통신장치(RSE:

Road Side Unit)들로 구성되며 노변통신장치들은 서버/제어기(Server/Controller)로 연결되어 있다.

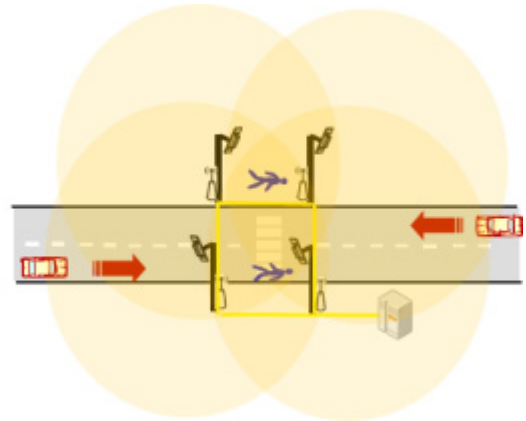


그림 1. 단일로에서 안전메시지 전송시스템  
Fig. 1 Safety message transmission system in the single road

안전메시지는 차량과 보행자간에 송수신되는 상호간의 정보 이야기한다. 정보전송은 보행자와 차량간의 통신에 의해서 이루어지게 되는데, 실질적인 정보의 송수신은 차량-노변간 및 노변-보행자간 통신을 통해서 이루어진다. 이를 좀 더 자세히 나타내면 그림 2와 같이 나타낼 수 있다. 그림 2에서처럼 보행자는 휴대통신장치를 이용해서 노변통신장치와 통신을 하고, 노

변통신장치는 차량통신장치와 통신을 하게 된다.

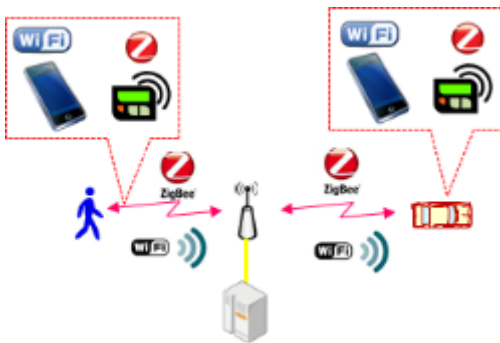


그림 2. 보행자-차량간통신 개념도  
Fig. 2 Concept of P2V(Pedestrian-to-Vehicle) communication

위 그림과 같은 시스템을 이용하여 안전메시지가 보행자로부터 차량으로 전송되는 과정을 살펴보면 다음과 같다.

1. 보행자가 노변기지국으로 접근한다.
2. 보행자가 노변기지국의 통신반경에 들어오면, 보행자-노변기지국 통신을 통해 보행자 정보가 노변기지국으로 송신된다.
3. 노변기지국은 보행자로부터의 정보를 수신한다.
4. 노변기지국은 노변기지국-차량 통신을 통해 안전메시지를 해당 차량에게 송신한다.
5. 차량은 안전메시지를 수신한다.
6. 차량은 주위에 노약자가 있음을 파악하여 안전운행을 하게 된다.

이와 유사하게 차량으로부터 보행자로 안전메시지가 전송되는 과정은 다음과 같다.

1. 차량이 노변기지국으로 접근한다.
2. 차량이 노변기지국의 통신반경에 들어오면, 차량-노변기지국 통신을 통해 차량의 정보가 노변기지국으로 송신된다.
3. 노변기지국은 차량의 정보를 수신한다.
4. 노변기지국은 노변기지국-보행자간 통신을 통해 안전메시지를 보행자에게 송신한다.
5. 보행자가 안전메시지를 수신한다.
6. 보행자가 안전메시지를 수신하게 되면 주변에 차량이 있음을 감지하여 주변차량을 조심하게 된다.

두 가지 경우 모두 안전메시지를 수신하여 교통사

고를 감소시키는 효과를 발생시킬 수 있다.

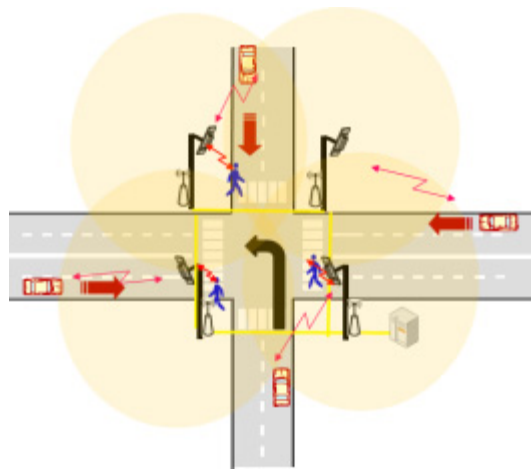


그림 3. 교차로에서 안전메시지 전송시스템  
Fig. 3 Safety message transmission system in the intersection

이와 유사하게 위의 단일로에서의 안전메시지 전송을 확장하여 나타내면 그림 3과 같이 나타낼 수 있다. 안전메시지를 송수신하는 원리는 단일로에서와 동일하게 적용할 수 있다. 그러나 단일로와는 다르게 네 방향으로 부터 접근하는 보행자와 차량의 방향 및 위치를 더 정확하게 파악하여 필요한 정보만 전송할 수 있는 알고리즘의 적용이 필요하다.

#### IV. 구현시 고려사항

앞 장에서 소개한 시스템을 실제시스템으로 구현하기 위해서는 통신시스템 전체 구조를 비롯하여 안전메시지 전송을 효과적으로 적용하기 위한 여러 가지 구현관련 사항들을 고려하여야 한다. 이 장에서는 안전메시지 전송시스템을 구현하기 위해 통신방식, 위치 정보 및 정보관리 사항 등에 대해 논의한다.

##### 4.1. 통신방식

보행자와 차량간의 통신을 위해 여러 가지 무선통신방식이 가능하다. 현재 상용화 되어있는 기술로는 셀룰러 시스템, 무선랜, 지그비 및 DSRC(Dedicated Short Range Communications)등이 고려될 수 있으며 차량통

신에 적용하기 위해 무선랜을 변형시킨 WAVE(Wireless Access in Vehicular Environments)기술도 적용 가능하다. 다양한 통신방식에 대해서 통신범위, 주파수 사용여부(허가대역 및 비허가대역), 전력사용량 등을 고려하여 적합한 통신방식을 선정하는 것이 필요하다. 본 논문에서 소개하는 시스템은 공공의 이익을 고려하여 제안하는 시스템이기 때문에 누구나 사용할 수 있는 비허가 면허대역을 사용하고 최소한 수십m의 통신 거리를 보장하면서 보행 고령자들이 휴대하기 간단한 크기의 통신장치를 선택하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

#### 4.2. 위치정보

차량에게 보행자의 정보를 알려주거나 혹은 보행자에게 차량의 정보를 알려주기 위해서는 위치정보도 중요한 역할을 담당하게 된다. 특히 단일로나 교차로 등의 한정된 공간에서 정보를 전송하기 때문에 10m의 위치오류를 가지는 일반 GPS보다는 좀더 정밀한 위치정보 제공이 필요하다. 위치정보는 AGPS(Assisted GPS) 혹은 좀더 정밀한 정보를 제공하는 DPGS(Differential GPS) 방식을 제공하는 GPS에 기반을 방식이 있다. 또한 참조신호의 시간을 이용하거나 수신신호의 세기를 이용하는 등의 통신에 기반을 둔 방식이 있다. 보행자-차량간 안전메시지 정보전송 기술은 특정지역에서 정보를 전송하는 방식에 초점을 두어 정밀한 위치 정보전송이 가능한 위치정보 전송 시스템을 선택해야 한다.

#### 4.3. 정보처리

마지막으로 고려해야 할 사항으로서는 정보처리에 관련된 부분이 있다. 앞의 그림 1과 3에서 보였듯이 단일로 혹은 교차로에는 차량 및 보행자들이 무작위호 접근할 수 있다. 이때 정해진 단일로 및 교차로에 접근하는 모든 사용자를 관리하고 제어하는 기술이 필요하다. 이는 노변기지국에 제어기를 설치하여 중앙집중식형태 혹은 각각의 통신장치가 주변정보를 받아 분산처리형태로 처리 가능하다. 효과적이고 빠른 데이터 처리를 위해서는 중앙집중식형태가 유리하며 시스템을 간략화하여 운영하기 위해서는 분산처리형태 또한 가능하다. 실제시스템을 어느 정도의 신뢰성을 가지고 얼마만큼의 정보를 전송할 것인지에 따라 정보처리

주체를 정하는 것은 전체시스템을 운영하는데 중요한 부분을 차지할 것으로 판단된다.

실제시스템 구현을 위해서는 이장에서 논의한 시스템구조 및 운영적 측면이외에도 실제 고령자들의 요구사항을 파악하여 시스템을 구현했을 경우 사용자가 필요로 하는 시스템의 설계가 필요하다. 예를 들어 고령자들이 안전메시지를 수신해서 정보를 표출하는 방식에 대한 고려가 필요하다. 고령 보행자가 지니고 있는 통신장치 자체에서 소리, 빛, 떨림 등을 이용해서 정보 수신을 알려주도록 할 수 있다. 또한 수신된 정보를 스마트폰을 연계하여 스마트폰을 통해 정보를 표출할 수 있다. 어느 방식이 더 효과적인 지를 판단하기 위해서는 다양한 설문조사 및 인터뷰를 통한 필요한 요소 및 요구사항의 파악이 필요할 것으로 판단된다. 마지막으로 실제 상용화를 고려한 통신장치의 구현형태에 대해서도 고려해야한다. 통신장치 자체의 성능이 우수하다고 해도 실제사용자들이 사용할 수 있는 방안을 고려한 구현형태의 고려가 필요하다.

### V. 결 론

본 논문에서는 상충지역에서 고령보행자를 위한 안전메시지 전송시스템에 대해 소개하였다. 먼저 고령자들의 교통사고 형태를 파악하여 우선적으로 안전메시지 전송이 필요한 지점을 선택하고, 안전메시지 전송을 위한 구조도 및 안전메시지 전송절차에 대해 소개하였다. 또한 실제 시스템구현을 위해 고려해야할 사항에 대해 논의하였다. 실제 시스템 구현시는 본 논문에서 제시한 구현 고려사항을 참조로 하여, 고령자들이 필요로 하는 사항들을 다양한 자료수집을 통해 반영해야 할 것으로 판단된다.

#### 감사의 글

본 연구는 국토교통부 교통물류연구사업의 연구비지원에 의해 수행되었습니다. (과제 ID-79209)

#### 참고 문헌

- [1] *Traffic Accident Analysis Kit*, 2013-0258-115, Road

Traffic Authority, 2013.

- [2] *An analysis of elderly accident cause and improvements*, 11-1611000-001676-01, Minister of Land, Infrastructure and Transport, 2011.
- [3] W. Cho, "Physical layer issues in vehicular communications," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 7, no. 5, 2012, pp. 1229-1234.
- [4] W. Cho, "Service Realization of WAVE based vehicular communication systems in the testbed," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 8, no. 10, 2013, pp. 1589-1594.
- [5] A. Lewandowski, S. Böcker, V. Köster, and C. Wietfeld, "Design and performance analysis of and IEEE 802.15.4 V2P pedestrian protection system," In *Proc. of the Int. Symp. on Wireless Vehicular communications (WVec)*, June 2013, pp. 1-6.
- [6] M. Nagai, K. Nakaoka, and Y. Doi, "Pedestrian-to-vehicle communications access method and field test results," In *Proc. of Int. Symp. on Antennas and Propagation (ISAP)*, Oct. 2012, pp. 712-715.
- [7] *2011 Statistical analysis of traffic accidents*, 2012-0225-052, Road Traffic Authority, 2012.

저자 소개

**조 응(Woong Cho)**



1997년 울산대학교 전자공학과 졸업(공학사)  
 1999년 한양대학교 대학원 전자통신공학과학과 졸업(공학석사)

2003년 Univ. of Southern California 대학원 전기전자공학과 졸업(공학석사)

2007년 Univ. of Florida 대학원 전기컴퓨터공학과 졸업(공학박사)

2008년 2월~2011년 2월 한국전자통신연구원

2012년 3월~현재 중원대학교 컴퓨터시스템공학과 교수

※ 관심분야 : 무선통신, 협력통신, ITS

**장정아(Jeong-Ah Jang)**



2000년 아주대학교 환경도시공학부 졸업(공학사)

2002년 아주대학교 일반대학원 건설교통공학과(공학석사)

2009년 아주대학교 일반대학원 건설교통공학과(공학박사)

2004년 5월~2014년 3월 한국전자통신연구원 융합기술연구부분 연구원/선임연구원

2014년 4월~현재 아주대학교 TOD기반 도시교통연구센터 연구교수

※ 관심분야 : ITS, TOD(Transit Oriented Development), 교통정보융합기술, 자동차-IT