



Pedestrian-Vehicle Collision Detection System Using Acceleration and Gyroscope Sensors in Smart Phone

Tae-ho Lee, Sa-Joon Park*

Faculty of Medical Industry Convergence, Daegu Hanny University

ABSTRACT

Smart phones help people by providing convenience and mobility, etc. Due to the smart phone's diversified functions, the demand for smart phones is continuously increasing. In this paper, we propose a collision detection system to validate a car accident between a pedestrian and a car by using sensors embedded in a smart phone. The collision detection system consists of four modules: measuring module, accident decision module, accident class decision module, and message sending module. The measuring module conducts monitoring by using 3-axial acceleration and gyro sensors. The accident decision module executes the accident class decision module when the analyzed data satisfies the accidental condition. In order not to lose the precious time when the pedestrian meets the accident, the system is designed to decide the degree of the pedestrian's injury by using a self-decision algorithm and send important information such as the pedestrian's personal information, place, type and time of accident and other pertinent data to 119, 112 or to a predefined emergency contact address. We developed the optimal accident decision threshold values based on the graph of impact acceleration produced after collision between a vehicle and a pedestrian with simulation.

© 2017 KKITS All rights reserved

KEYWORDS: Pedestrian-vehicle collision, Detection system, Smart phone, Acceleration sensor, Golden time, Gyroscope sensor

ARTICLE INFO: Received 21 September 2017, Revised 9 October 2017, Accepted 13 October 2017.

*Corresponding author is with the Faculty of Medical Industry Convergence, Daegu Hanny University, 1 Hanuidae-ro Gyeongsan-si Gyeongsangbuk-do, 38610,

KOREA.

E-mail address: gambler623@naver.com
phdjoon@dhu.ac.kr

1. 서론

2009년 11월 아이폰 출시 이후 스마트 폰이 일상에서 사용되기 시작하였으며 국내에서는 2013년 7월 기준 스마트 폰 이용자 3,595만 명, LTE 가입자 2,399만 명을 기록했다[1]. 2013년 5월 12일 기준 세계이동통신사업자협회(GSMA) 산하 조사업체인 와이어리스 인텔리전스는 LTE 가입자 수가 1억 명을 돌파했다고 발표했다[2]. 전 세계적으로 스마트 폰이 사용됨에 따라 SNS, 메신저, 인터넷, 화상 채팅, 모바일 쇼핑, 금융 서비스, NFC 등 다양한 일상생활에서 사용되고 있다.

우리나라는 해마다 30만 건 이상의 교통사고가 발생하고 있으며 OECD 가입 국가 중 인구 10만 명당 교통사고 사망자 수가 12.1명으로 31개국 중 23위를 차지할 정도로 교통사고 발생률이 높다[3].

교통사고 중 특히 보행자사고는 같은 기간 동안 총 840,420건이 발생, 전체 사고의 30.2%를 차지한다[3]. 이 중 보행자 교통사고의 치사율이 전체 교통사고건수의 37.8%에 달한다. 전체 교통사고의 치사율인 2.2%와 비교해보았을 때 압도적으로 보행자 교통사고의 치사율이 높다고 볼 수 있다. 이는 교통사고 자체의 발생률이 높을 뿐만 아니라 사고 후 보행자에 대한 응급조치의 지연, 특히 응급 환자의 최대 치료 효과를 기대할 수 있는 ‘골든타임’ 즉, 4분 내 도달 확률은 32%에 불과하며 이로 인해 보행자 대 차량 교통사고에서 치사율이 더 높아진다고 할 수 있다.

현대인들이 항상 소지하고 있는 스마트 폰을 이용하여 교통사고 시 보행자와 차량 간의 충돌을 감지하는 시스템을 연구하면 사망자 수를 줄일 수 있다.

본 연구에서는 보행자의 스마트 폰을 이용한 모니터링 서비스를 통해 스마트 폰 이용자에게 보행 중 차량과의 교통사고 발생 시 충돌을 감지하고 교통사고 발생을 통지하는 알림 시스템을 개발한

다. 스마트 폰이 가지고 있는 센서를 이용하여 보행 중 발생한 교통사고를 감지하여 보행자가 의식 불명이거나 움직임이 불편할 경우 판단 알고리즘을 이용하여 사고자의 인적 사항, 사고 내용, 사고 위치, 사고 시간 등의 중요한 정보를 119, 112 또는 사전에 입력한 연락처로 사고 정보를 전송하여 사고 후 보행자의 골든타임을 놓치지 않기 위한 보행자-차량 충돌 감지 시스템을 개발한다.

본 연구에서는 스마트 폰에 내장되어 있는 3축 가속도 센서와 자이로스코프 센서를 이용하여 충돌 차량과 보행자의 중량, 충돌차량의 속도가 사고 발생 시 보행자의 이동 및 상해에 미치는 영향을 알기 위해서 설정한 차량의 충돌 속도와 보행자의 무게에 대한 여러 경우의 상황을 시뮬레이션을 통해 보행자의 속도 변화량과 충격 가속도를 산출하여 상해역치 값 및 사망역치 값의 경계를 기준으로 충돌 차량의 속도와 보행자 무게에 따른 결과 값과의 연관성을 분석한다.

2. 관련 연구

스마트 폰에 내장되어 있는 가속도 센서를 이용한 연구는 꾸준히 진행되어 오고 있으며, 시중에 출시되어 서비스되고 있는 애플리케이션 또한 많다. 흔히들 많이 사용하고 있는 예로써 실내에서의 이용자 위치 예측[4], 스마트 폰이나 웨어러블 기기를 이용한 걸음 수 측정[5], 보행자의 자세 추적 등 실생활에서 가속도 센서를 이용한 이용자 행동 인식 연구 [6] 및 애플리케이션이 많은 비중을 차지하고 있다.

특히 본 시스템과 유사한 연구로써 이용자의 가속도 패턴 분석을 통한 위기상황 알림 애플리케이션[8], 가속도 센서를 이용한 차량 사고 유형 판단 방법 연구[9] 등이 있다. 하지만 앞선 내용의 연구는 사고 유형 중 낙상의 경우에 알림이 적용되는 경우이다. 차-보행자 간의 사고에서 보행자를 중심으로 한 사고

역치 및 알림에 관한 연구는 찾아보기 힘들다.

또한 시중에서 공식적으로 서비스되는 애플리케이션 중 교통사고와 관련된 애플리케이션으로는 도로상의 교통사고 현황을 나타내주는 애플리케이션[10], 교통사고 발생 시 가해자 및 피해자의 사고 과실을 판단해 주는 애플리케이션[11]만 서비스 되고 있을 뿐, 교통사고 발생 시 보행자의 사고 내용이나 위치 등을 전송하는 경우뿐만 아니라 보행자 대 차 사고와 같은 경우에서도 이용할 수 있는 애플리케이션은 전무한 실정이다.

3. 보행자-차량 충돌 감지 시스템

3.1 전체 시스템 개요

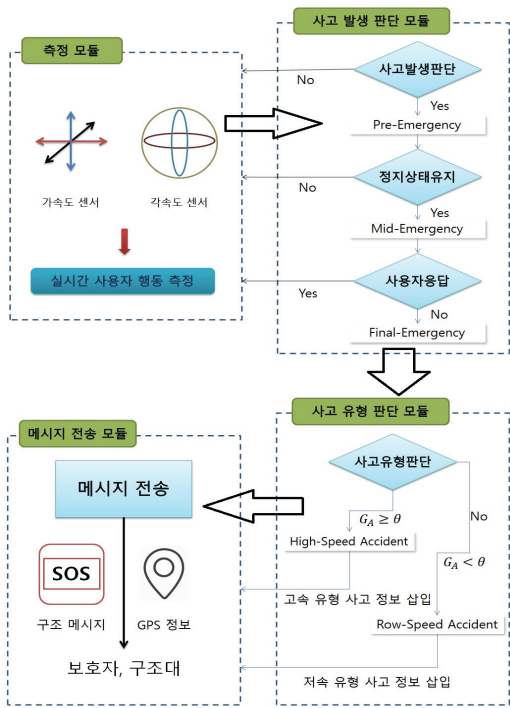


그림 1. 시스템 개요
Figure 1. System Overview

보행자-차량 충돌 감지 시스템은 측정 모듈, 사고 발생 판단 모듈, 사고 유형 판단 모듈, 메시지 전송 모듈로 네 개의 모듈로 구성된다. 전체 시스템 개요도는 <그림 1>과 같다.

3.2 측정 모듈

스마트 폰에는 기본적으로 여러 가지 센서가 탑재되어 출시되는 데 본 연구에서는 보행자가 지니고 있는 스마트 폰의 3축 가속도 센서와 각속도 센서를 사용한다. 충격 센서가 아닌 가속도 및 각속도 센서의 변화량을 이용하기에 충돌 발생 시 보행자가 스마트 폰을 어느 형태로 지니고 있다 하더라도 센서의 측정값 변화에는 큰 영향을 주지 않는다.

3.2.1 3축 가속도 센서를 이용한 움직임 측정

3축 가속도 센서는 x, y, z 축을 기준으로 질량이 있는 물체가 운동할 때 가해지는 속도나 충격을 측정하는 센서이다. 3축을 기준으로 하는 가속도 센서의 위치가 바뀌거나 회전이 일어나게 되면 3축 가속도의 측정값 또한 상이하게 바뀌게 된다.

본 연구에서는 3축으로 측정되는 가속도 값을 어느 방향으로 변화가 일어나도 영향을 받지 않는 측정값을 출력하기 위하여 하나의 값으로 측정 및 판단 할 수 있도록 3축 가속도 값을 통합 및 평균화한다.

가속도 센서는 임의의 시간 t 에 세 개의 값, x 축의 가속도 Ax , y 축의 가속도 Ay , z 축의 가속도 Az 를 측정하며, 이 값들을 이용하여 식(1)의 가속도 Acc 를 계산한다.

$$Acc = \sqrt{(Ax)^2 + (Ay)^2 + (Az)^2} \quad (1)$$

스마트 폰이 정지 상태에 있을 때 Acc 는 항상 중력 가속도가 작용하여 $9.8m/sec^2$ 내외로 일정한 값을 나타내며, 공중에 낙하 도중의 경우에는 3축으로 어떠한 힘도 작용하지 않는 일시적 무중력 상태가 되어 $0m/sec^2$ 로 수렴되는 값이 나타난다.

3.2.2 가속도 센서를 이용한 회전 측정

가속도 센서만을 이용하여 사용자 움직임을 측정하게 된다면 실생활에서 발생할 수 있는 생활 충격 등에 의한 측정 오류가 일어 날 수 있다. 실생활에서의 충격 발생과 교통사고로 인한 충격 발생 시 가속도 센서를 이용해 가속도 값을 측정하여 회전 정도를 파악한 후 일정 범위 이상의 회전이 일어난다면 사고 상황으로 판단할 때 정확도를 올려주는 수단으로 사용한다.

가속도 센서는 임의의 시간 t 에 세 개의 값, x 축의 가속도 Gx , y 축의 가속도 Gy , z 축의 가속도 Gz 를 측정하며, 이 값들을 이용하여 식(2)의 가속도 Gyr 를 계산한다.

$$Gyr = \sqrt{(Gx)^2 + (Gy)^2 + (Gz)^2} \quad (2)$$

측정 모듈에서는 보행자의 가속도와 각속도를 실시간으로 측정하며, 측정된 가속도와 각속도를 종합하여 다음 순차 모듈인 사고 발생 판단, 사고 유형 판단 모듈에서 사용한다.

3.3 사고 발생 판단 모듈

사고 발생 판단 모듈은 다음의 두 개의 조건을 순차적으로 모두 만족 시키고, 일정 시간 동안 보행자의 응답 없이 정지상태가 유지 될 시에 보행자의 사고 상황이라 판단하여 다음 모듈인 사고

유형 판단 모듈을 실행한다.

첫 번째 조건은 [그림 2]의 1~9에 해당하는 부분으로 측정 모듈에서 실시간 측정 중에 현재의 가속도 값이 직전의 가속도 값보다 급격한 변화가 8회 연속으로 측정될 시 두 번째 조건 검사를 시작한다.

사고 발생유무 판단 알고리즘	
Variable :	Impact-Acceleration1 Acc_t , Impact-Acceleration2 Acc_{t-1} , Realtime Acceleration Acc_{Rt} , Impact-Gyroscope Gyr
Count A	$CountA$
Input :	Acceleration Sensor Ax, Ay, Az Gyroscope Sensor Gx, Gy, Gz
Output :	$Acc = \sqrt{(Ax)^2 + (Ay)^2 + (Az)^2}$ $Gyr = \sqrt{(Gx)^2 + (Gy)^2 + (Gz)^2}$
1:	$CountA = CountA + 1$
2:	While ($CountA \leq 8$)
3:	Do
4:	$Acc_{t-1} = Acc_t, Acc_t = Acc_{Rt}$
5:	if ($Acc_t - Acc_{t-1} > 0$)
6:	$CountA = CountA + 1$
7:	else
8:	$CountA = 1$
9:	End
10:	if ($G_{t-1} \geq \theta$ and $Gyr \geq \mu$)
11:	Call Accident type-Judgment Algorithm
12:	else
13:	return Accident occurrence-Judgment Algorithm

그림 2. 사고 발생 판단 알고리즘

Figure 2. Accident Occurrence-Judgement Algorithm

두 번째 조건은 [그림 2]의 10~13에 해당하는 부분으로 사고 상황인지 아닌지를 정확히 판단하기 위하여 앞선 조건의 마지막 최고점 가속도 값이 사고판단 임계값 이상이고 가속도 값이 적정범위 이상의 값이 측정될 때 사고 감시 팝업 창을 출력하며, 일정 시간동안 정지상태가 유지되며 팝업창에 대한 보행자의 응답 부재 시 세 번째 모듈인 유형별 측정 모듈을 실행시킨다. 두 번째 조건을 충족하지 못하거나 사고 감지 팝업창에 대한 보행자

응답, 일정 크기 이상의 움직임 발생 시 사고 발생 판단 모듈은 다시 측정 모듈로 돌아간다. [그림 2]에 사고 발생 판단 알고리즘을 기술한다.

3.4 사고 유형 판단 모듈

보행자 대 차량 교통사고에서 보행자와 차량의 충돌 이후 보행자의 운동은 보행자의 무게 및 무게 중심, 충돌 차량의 속도 및 중량에 따라 상이한 운동 진행이 발생한다.

가장 많이 연출되는 운동 상황으로는 첫째, 차량과 보행자가 접촉한다. 접촉부위는 주로 80-90% 차량의 전면이다. 둘째, 충격이 가해져 보행자 신체의 가속 및 회전이 일어나며, 사고 차량과의 1차 및 2차 충돌이 일어난다. 셋째, 차량에서 노면으로 낙하한다. 마지막으로 노면 상에서 활주 운동을 한다.

또한 차량의 속도별에 따라 보행자의 부상 정도가 경상, 중상, 사망 등으로 상이하게 나타난다.

본 연구에서 설정한 사고 발생 판단 기준 속도 값으로는 30km/h이며, 이때 발생할 수 있는 보행자 상해 정도로는 경상 80%, 중상 40%, 사망 20%로 나타난다. 보행자 대 차량 교통사고 발생 시 보행자가 높은 확률로 사망에 이를 수 있는 속도 값은 50km/h 내외이며, 이때 발생할 수 있는 보행자 상해 정도는 경상 98%, 중상 80%, 사망 60%이다[11]. 이처럼 여러 가지 변수 조건에 의하여 사고 발생 시 보행자의 운동 진행, 충격 가속도, 상해 정도가 천차만별로 나타난다. 또한 보행자의 신장, 체중 등에 따라 상해 정도가 달라질 수 있으므로 보행자에게 사전에 신장, 체중 등의 신체 정보를 입력 받아 사고 유형 판단 계산에 적용한다.

사고 유형 판단 모듈은 최초 보행자 사고 발생 시의 충격값을 이용하여, 사고 발생 판단을 위한 임계값과 저속 사고 상황과 고속 사고 상황을 나누는 또 다른 기준 임계값을 설정하여 각 유형별

로 나눈다. 저·고속 상황을 나누는 임계값은 보행자의 신체정보에 따라 좁은 폭의 변화를 준다.

3.5 메시지 전송 모듈

사고 발생 판단과 사고 유형 판단 모듈을 통하여 보행자에게 완전한 사고 발생 상황이라고 판단 되면 메시지 전송 모듈에서는 119, 112 그리고 보행자에게 사전에 입력 받은 비상연락처로 사고 발생 알림 메시지와 함께 사고 발생 시각, 보행자의 위치, 예상사고 유형 및 상해 정도의 정보를 함께 전송한다. 보행자의 위치는 사고 발생 당시의 GPS 위치 정보를 수집하여 메시지에 삽입하며, 사고자의 인적사항, 비상연락처 등의 개인 정보는 앱 최초 실행 시 앱 내에서의 사용으로만 제한하여 개인정보 활용 동의를 받은 후 수집한다.



그림 3. 시스템 실행 화면
Figure 3. System Run-time Screen

위 [그림 3]은 보행자의 스마트폰에 설치된 시스템 실행 화면으로 좌측부터 실시간 측정 화면, 사고 감지로 인한 팝업 창 출력 화면, 정지 상태 유지 및 보행자 응답 부재로 인한 메시지 전송 화면이다.

4. 시뮬레이션 및 평가

4.1 시뮬레이션 개요

본 연구를 위한 보행자 대 차량 사고는 실제 재현할 수 없는 현실적 제약으로 인해 Algodoo 시뮬레이션 프로그램[13]을 이용하여 사고 상황을 구성하여 재현하였다. 충돌차량과 보행자의 중량을 다양하게 변화시키고, 충돌 차량의 충돌 속도를 변화시켜 차와 충돌하는 보행자의 속도 변화량과 충격 가속도를 산출하여 사고 발생 판단 알고리즘에 적용할 임계값을 설정하는데 활용하였다.

다양한 종류의 차량을 반영하기 위해 승용차 중 경차, 소형차, 중형차, 대형차의 중량과 운전자의 무게, 적재물 등의 무게를 모두 반영하여 편의상 경형(1000kg), 소형(1300kg), 중형(2000kg), 대형(2500kg)으로 차량의 무게를 변경하여 시뮬레이션 하였다.

차량과 보행자는 상대적으로 무게에서 약 15배 이상, 속도에서 약 5배 이상 차이가 난다. 이런 차이가 날 때, 충돌이 발생하게 되면 보행자는 상호 운동량을 교환하게 되면서 순간적으로 차량 속도까지의 속도변화량을 가지게 되며, 이때의 충격가속도는 온전한 사람의 힘으로써는 낼 수 없는 큰 값을 나타나게 된다.

4.2 시뮬레이션 환경 설정

시뮬레이션에서 보행자의 무게는 편의상 대표적인 성인 남성의 평균 무게인 70kg로 설정하여 진행하였으며, 도로를 횡단하는 보행자의 운동 진행 방향과 충돌 차량의 운동 진행방향은 수직으로 선정하고, 보행자 대 차량 간의 속도차를 고려하여 편의상 보행자는 정지 상태(0km/h)로 설정하였다.

시뮬레이션에서는 보행자에게 50%이상의 확률로

중상이 발생하는 30km/h의 속도를 사고 발생 판단을 할 수 있는 최소값으로 설정하였으며, 사고의 유형이 고속 및 저속인지를 판별하기 위한 값으로 50km/h로 설정하여, 시뮬레이션에서 설정할 충돌 차량의 속도를 20km/h, 30km/h, 50km/h, 70km/h, 100km/h로 설정하였다.

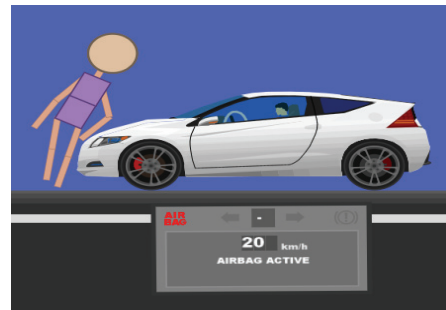


그림 4. 시뮬레이션 진행 화면
Figure 4. Simulation Progress Screen

시뮬레이션은 4종류의 차량, 5가지 충돌 속도를 적용하여, 총 20가지 시나리오로 시뮬레이션 결과를 도출하였다. 시나리오 당 정확한 결과값을 산출하기 위하여 10번의 시뮬레이션을 반복 진행하였고, 10개의 산출된 결과값을 평균하여 임계값을 나타내었다.

4.3 시뮬레이션 결과

Algodoo 프로그램을 이용한 시뮬레이션 한 결과 <표 1>에는 경차-속도별 가속도, <표 2>에는 소형차-속도별 가속도, <표 3>에는 중형차-속도별 가속도, <표 4>에는 대형차-속도별 가속도 측정 결과를 토대로 차량과 보행자의 충돌 이후의 충격 가속도를 <그림 5>의 시뮬레이션 결과 그래프로 산출하여 각각의 시나리오 결과를 확인하였다.

시뮬레이션에 사용된 보행자의 충격 내성은 3500Ns로 설정하였으며, 충돌 이후 산출되는 충격

가속도 값의 그래프에서 충돌 이후 기울기 값이 완만해지는 지점의 충격 가속도 값을 임계값으로 산출하였다.

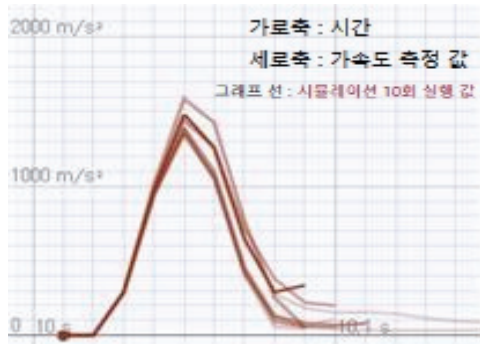


그림 5. 시뮬레이션 결과 그래프
Figure 5. Simulation Result Graph

표 1. 경차-속도별 충격 가속도
Table 1. Light Vehicle-Measurement of Impact Acceleration
By Speed

	경차-속도별 충격 가속도(m/s^2)				
	20km/h	30km/h	50km/h	70km/h	100km/h
경차 (1000kg)	115.24	223.37	328.18	579.13	962.18
	148.95	224.78	337.95	562.99	1004.95
	109.36	215.26	320.72	566.89	1083.00
	129.64	211.34	318.45	567.82	1065.95
	136.85	209.27	330.11	594.82	961.04
	117.16	220.69	318.45	551.50	1014.91
	142.22	214.93	327.24	597.95	874.20
	126.11	217.01	336.03	561.23	923.32
	122.76	200.60	332.44	607.05	998.92
	122.35	208.63	330.40	598.72	1026.60
평균	127.07	214.59	328.00	578.81	891.61
변환충격 가속도	1.52	2.57	3.93	6.94	10.69
부상값	경상	경상	중상	사망	사망

표 2. 소형차-속도별 충격 가속도
Table 2. Small vehicle-Measurement of Impact Acceleration
By Speed

	소형차-속도별 충격 가속도(m/s^2)				
	20km/h	30km/h	50km/h	70km/h	100km/h
소형차 (1300kg)	148.69	369.83	562.42	702.06	1125.39
	142.24	350.52	277.20	644.77	1105.97
	128.11	324.96	478.43	649.60	1130.68
	124.15	438.50	505.81	646.64	1105.48
	142.46	419.05	552.04	703.18	1118.47
	167.95	274.92	497.48	670.80	1120.10
	137.75	465.41	452.22	646.64	1116.32
	144.89	244.96	531.60	681.08	1118.76
	133.69	327.02	601.27	653.37	1126.07
	127.96	381.49	478.09	664.16	1113.59
평균	139.79	359.67	493.66	666.23	1118.08
변환충격 가속도	1.67	4.31	5.92	7.99	13.41
부상값	경상	중상	중상	사망	사망

표 3. 중형차-속도별 충격 가속도
Table 3. Medium Vehicle-Measurement of Impact Acceleration
By Speed

	중형차-속도별 충격 가속도(m/s^2)					
	20km/h	30km/h	50km/h	70km/h	100km/h	
중형차 (2000kg)	165.42	451.43	645.89	871.17	1387.68	
	153.67	442.13	494.01	880.46	1332.64	
	151.64	391.27	673.26	909.26	1325.11	
	144.48	384.16	485.70	890.27	1324.25	
	138.78	530.54	766.21	888.28	1285.48	
	143.74	418.83	557.72	901.76	1295.87	
	155.00	350.44	589.42	865.32	1310.41	
	142.12	369.34	556.77	871.18	1292.19	
	153.10	403.63	564.46	979.20	1309.25	
	156.14	399.28	726.99	922.46	1338.23	
	평균	150.41	414.11	606.05	897.93	1320.11
	변환충격 가속도	1.80	4.96	7.27	10.77	15.84
	부상값	경상	중상	사망	사망	사망

표 4. 대형차-속도별 충격 가속도 측정
Table 4. Large Vehicle-Measurement of Impact Acceleration
By Speed

	대형차-속도별 충격 가속도(m/s^2)				
	20km/h	30km/h	50km/h	70km/h	100km/h
대형차 (2500kg)	199.09	572.08	882.89	999.77	1612.39
	208.60	335.06	790.79	984.78	1561.90
	186.45	551.64	765.87	971.40	1568.39
	202.89	461.63	685.15	977.16	1577.54
	247.14	506.43	802.04	952.80	1610.59
	221.49	448.40	950.08	944.42	1570.51
	195.57	505.86	739.91	986.90	1582.52
	248.89	582.43	950.48	954.70	1591.87
	225.51	551.64	752.02	942.68	1568.54
	216.94	457.56	828.85	952.73	1585.06
평균	215.56	497.28	814.81	966.73	1582.93
변화충격 가속도	2.58	5.96	9.77	11.60	18.99
부상값	경상	중상	사망	사망	사망

충돌차량 별 속도 및 중량에 변화를 주어 설정한 5개 시나리오의 시뮬레이션 결과를 살펴보면 충돌차량의 속도가 빨라질수록 충격가속도 값이 평균적으로 증가함을 알 수 있고, 차량 무게 또한 증가함에 따라 충격가속도 값이 증가함을 알 수 있다.

시뮬레이션을 통해 산출한 충격가속도 값에 따르면 충돌차량의 속도 및 중량이 증가할 때마다 충격가속도 값 또한 증가함을 알 수 있다. 또한, 차종별 동일 속도 간 충격가속도 값이 차량의 중량이 증가할 때마다 더욱 큰 폭으로 증가함을 알 수 있고, 차량의 속도가 저속일 경우 비교적 작은 폭의 차이를 나타낸다.

[그림 3]의 실행화면 결과는 경차(1000kg)가 20km/h 속도로 충돌 하였을 때의 충격 가속도 값 $127.07m/s^2$ 을 낙하 실험으로 완화하여 대체한 실행 화면이다.

$$t = \frac{v}{g} \tag{3}$$

$$h = \frac{gt^2}{2} \tag{4}$$

식 (3), (4)에서 t는 낙하시간, v는 낙하속도, g는 중력가속도, h는 낙하높이를 나타낸다. 두 식을 이용하여 계산하게 되면, 약 0.64초만큼 자유 낙하를 하게 되면 20km/h로 충돌하였을 때와 같은 수준의 순간 속도 값을 갖게 되고, 이는 약 2.007m의 높이에서 자유 낙하 실험을 진행했을 때와 같다. 낙하 실험이란 특성상 가속도 값은 0에 가까운 수치로 나타난다. 다른 조건에서의 해당 낙하 실험은 경상 3이하, 중상 6이하, 사망 6초과의 수치를 나타내는 것이 본 연구의 시뮬레이션에서 판단한 사고 유형 판단 임계값 경상 $300m/s^2$ 이하, 중상 $500m/s^2$ 이하, 사망 $500m/s^2$ 초과와 일치하는 것으로 나타났다.

5. 결론 및 향후 연구 과제

본 연구에서는 스마트 폰에 내장된 3축 가속도 센서와 자이로 센서를 이용하여 보행 중 발생할 수 있는 보행자 대 차량의 교통사고를 감지하는 차량 충돌 감지 시스템을 개발했다. 보행자-차량 충돌 감지 시스템은 측정 모듈, 사고 발생 판단 모듈, 사고 유형 판단 모듈, 메시지 전송 모듈로 네 개의 모듈로 구성된다. 측정 모듈에서 3축 가속도 센서와 자이로 센서를 이용하여 데이터를 수집하여 사고 발생 판단 모듈에서 교통사고를 판단하여 교통사고 발생시 자체 판단 알고리즘을 이용하여 보행자의 상해 정도를 판단하여 메시지 전송 모듈을 이용하여 보행자의 사고 정보를 전송하여 사고 후 보행자의 골든타임을 최대한 놓치지 않기 위한 기능을 설계 및 구현했다. 시뮬레이션을 통해서 차량과 보행자의 충돌 이후의 충격 가속도 값의 그래프를 산출하여 최적의 사고 판단 임계치를

추출하였다.

향후 연구에서는 스마트 워치 등 헬스케어 기기와 연동하여 다양한 센서들의 측정 값을 사용하여 사용자의 부상 상태를 측정된 생체 데이터와 연동하여 사고자의 부상 상태를 정확하게 파악하여 생체 정보를 응급센터에 전송하는 시스템을 연구할 예정이다.

References

- [1] H. Jo, *Sex and age of smartphone users a study on the current state*, Internet and Security Focus of the Korea Internet and Security Agency, Vol. Nov, pp. 35-51 2013.
- [2] GSMA, <https://www.gsmainelligence.com/>, Feb. 2017
- [3] KoRord, *Traffic accident analysis system*, <http://www.koroad.or.kr/>, Feb. 2017
- [4] J. I. Cho, C. Oh, N. I. Kim and M. S. Jang, *A study on pedestrian accident Reconstruction model : Comparison and improvement*, Journal of Korean Society of Transportation, Vol. 25, No. 4, pp. 69-77, 2007.
- [5] Loplat, <http://loplat.azurewebsites.net/>, Apr. 2017.
- [6] STEPZ, <http://stepzapp.com/>, Apr. 2017.
- [7] G. S. Heo, S. H. Yang, S. R. Lee, J. G. Lee, and C. Y. Lee, *A study on particular abnormal gait using accelerometer and gyro sensor*, Journal of the Korean Society for Precision Engineering, Vol. 29, No. 11, pp. 1199-1206, 2012.
- [8] S. H. Lee, Y. J. Kim, H. D. Kim, and J. S. Ahn, *Pattern-based emergency alarm application*, Proceedings of the Fall Conference of The Korean Institute of Communications and Information Sciences, Vol. 2015, No. 11, pp. 42-44, 2015.
- [9] J. C. Park, *Car Accident reconstruction*, Physics and High Technology of the Korean Physical Society, Vol. 15, No. 4, pp. 2-7, 2006.
- [10] Traffic Notification-e, <http://mutic.go.kr/main/main.do>, Apr. 2017.
- [11] Percentage of Fruit Ratio Recognition, <http://www.knia.or.kr/accident>, Apr. 2017.
- [12] B. H. Choi, *Study on hot-lengths involving pedestrian*, Traffic Safety Research of the Korea Transportation Safety Authority, 2009.
- [13] Algodoo, <http://www.algodoo.com/>, Apr. 2017.
- [14] S. D. Heo, *Accident type judgment method for vehicle accident partten using a 3-axis acceleration sensor*, Master of the Graduate School of Information and Communication at Sogang University, 2014..
- [15] Q. T. Huynh, U. D. Nguyen, S. V. Tran, A. Nabili and B. Q. Tran, *Fall detection System using combination accelerometer and gyroscope*, Proceedings of the Second International Conference on Advances in Electronic Devices and Circuits, pp. 52-56, 2013.

스마트 폰에 있는 가속도 센서와 자이로 센서를 이용한 보행자-차량 충돌 감지 시스템

이태호, 박사준

¹ 대구한의대학교 의료산업융합학부

요 약

현대인들에게 스마트 폰은 편리성과 유용성 등으로 일상생활에 많은 도움을 주고 있다. 스마트 폰 기능의 다양화로 스마트 폰의 이용률은 꾸준히 증가하고 있다. 본 논문에서는 스마트 폰에 내장된 센서를 이용하여 보행 중 발생할 수 있는 보행자 대 차량의 교통사고를 감지하는 보행자-차량 충돌 감지 시스템을 제안한다. 충돌 감지 시스템은 측정 모듈, 사고 발생 판단 모듈, 사고 유형 판단 모듈, 메시지 전송 모듈로 네 개의 모듈로 구성된다. 측정 모듈은 3축 가속도 센서와 자이로 센서를 이용하여 모니터링을 한다. 사고 발생 판단 모듈은 모니터링 중에 발생하는 데이터를 이용, 사고 발생 조건을 만족시킬 때, 보행자의 사고 상황이라 판단하여 사고 유형 판단 모듈을 실행한다. 자체 판단 알고리즘을 이용하여 보행자의 상해 정도를 판단하여 메시지 전송 모듈을 이용하여 보행자의 인적 사항, 사고 내용, 사고 위치, 사고 시간 등의 중요한 정보를 119, 112 또는 사전에 보행자에게 입력받은 연락처로 전송하여 사고 후 보행자의 골든타임을 최대한 놓치지 않기 위한 기능을 설계 및 구현한다. 시뮬레이션을 통해서 차량과 보행자의 충돌 이후의 충격 가속도 값의 그래프를 산출하여 최적의 사고 판단 임계치를 추출한다.

Faculty of Medical Industry Convergence at Daegu Haany University since 2005. His current research interests include artificial intelligence, semantic web, and mobile contents.

E-mail address: phdjoon@dhu.ac.kr



Tae ho Lee will receive the bachelor's degree in the Faculty of Medical Industry Convergence at Daegu Haany University in Feb. 2018. His current research

interests include artificial intelligence, internet of things and mobile contents.

E-mail address: gambler623@naver.com



Sa Joon Park received the bachelor's degree, the M.S. degree and the Ph.D. degree in the Department of Computer Science and Engineering from Chung-Ang

University in 1990, 1994, and 2004, respectively. He has been a professor in the