스마트폰 사용 보행자의 안전성 제공을 위한 알람서비스에 관한 연구: Depth-based alarming 적용 효과를 중심으로

김지윤*, 조영화**, 정재훈**
*성균관대학교 인터랙션사이언스학과
**성균관대학교 소프트웨어학과
e-mail : {yoonssl, jyh1127,pauljeong}@skku.ac.kr

A study on alarm service for providing safety for pedestrian using smartphone: Focused on the effectiveness of depth-based alarming

Ji-Yoon Kim*, Young-Hwa Jo**, Jaehoon (Paul) Jeong**
*Dept. of Interaction Science, Sungkyunkwan University
**Dept. of Software, Sungkyunkwan University

요 약

스마트폰의 보급률에 맞물려 스마트폰 사용으로 인한 보행자 교통사고가 증가함에 따라 전세계적으로 이에 관한 연구 또한 꾸준히 증가 추세임에도 불구하고 인구대비 스마트폰 보급률이 세계 최고인 국내에서는 이에 대한 연구가 아직 미흡한 실정이다. 본 연구에서는 보행 중 교통사고 중에서 큰 비중을 차지하고 있는 젊은층의 산만 보행에 관해 알아보고자 하였다. 본 연구는 정신과학 분야의 주의 네트워크 연구를 바탕으로 보행자의 안전도 향상은 물론, 스마트폰 이용자의 사용성을 고려한 depth-based alarming 서비스를 제안한다.–본 연구는 스마트폰 애플리케이션을 제작하여 국내 20대 스마트폰 이용자를 대상으로 피험자내 설계로 진행되었고, 보행자의 안전도에 관련한 무선조종 자동차에 대한 반응속도와 충돌여부를 측정하였고, 또한 앱 사용성에 관련한 방해도 및 만족도를 설문을 통해 측정하였다. 본 연구는 위험 상황을 알리는 alarm 을 제공하기 전에 미리 pre-alarm 을 제공하는 depth-based alarming 을 디자인 하였다. 본 연구는 실험을 통해 pre-alarm 제공시 alarm 에 대한 보행자의 반응 속도가 1.446 초 향상됨을 통계적 유의성을 통해 입증함으로써 pre-alarm 을 제공하는 depth-based alarming 서비스의 필요성을 제시한다.

1. 서론

요즘 길을 걷다 보면 걸어 다니며 스마트폰을 이용하는 사람을 흔히 볼 수 있다. 이동 중 스마트폰의 이용은 시간과 장소에 구애 받지 않는다는 점에서 그 편의성이 배가 되지만, 보행 중의 이용은 안전상의 이유로 이슈가 되고 있다. 미국의 경우, 2009 년 한 해 동안 20 만명이 이러한 산만보행(distracted walking)으로 인해 병원치료를 받았으며 이 중 4000 명가량 사망했다 [1]. 2011 년 미국 NSC(National Safety Council)의 보고에 따르면 최소 160 만명이 스마트폰과 관련된 사고를 겪었고, 이러한 경향은 증가 추세임이 보고된 바 있다[2]. 한국의 경우도 2013 년 교통안전공단이 실시한 '스마트폰 사용이 보행안전에 미치는 위험성연구' 결과에 따르면 최근 4 년간 보행 중 스마트폰 사용으로 인한 교통사고가 꾸준히 증가했고, 보행 중 교통사고 증가율도 OECD 평균보다 1.7 배 높게 나타났다 [3]. 보행 중 스마트폰 이용으로 인한 교통사고는 스마트폰의 이용자수와 비례하여 지속적으로 증가 중이며 이는 전 세계적으로 꾸준히 문제가 제기되고 있다.

이와 같이 많은 사고를 유발하는 산만보행의 구체적인 수치를 살펴보면 이는 보행자의 29.8%에게서 나타나고, 이러한 경향은 10 대, 20 대에서 가장 높게 나타났다[4]. 전 연령대를 대상으로는 11.2%는 음악감상, 7.2%는 메시지(short message service, SMS) 이용으로 음악감상이 가장 많은 비율을 차지하였지만[4], 10 대의 산만보행에서 메시지 이용과 음악감상은 각 39%로 동일한 비율로 나타났다. 보행 중 스마트폰의 이용은 인지적 멀티태스킹이라는 점에서 모두 위험하지만 [5], 그 중 메시지 이용은 시각적 부주의가 일어난다는 점과 사고가 많이 일어나는 교차로에서 보행속도 또한 산만보행을 하지 않은 사람에 비해 평균 2 초가량 느리다는 점에서 산만보행 시 가장 위험한 행동으로 보인다[4].

이와 맞물려 산만보행을 방지하기 위한 움직임 또한 나타나고 있는데 워싱턴 DC 나 중국에서는 스마트폰 사용자를 위한 인도를 마련하였고, 실내에서의 충돌 방지를 위한 서비스인 BumpFree 가 연구를 진행중이며, 한국에서는 어린이들을 대상으로 '산만보행

예방 캠페인'이 진행된 바 있다. 하지만 높은 사고증가율에 비해 전 세계적으로 아직 예방대책이 미흡하고 특히, 국내의 경우는 높은 스마트폰 보급률과 산만보행에 관한 많은 문제가 제기되고 있음에도 대책은 물론 연구도 다른 나라에 비해 많이 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 보행자의 안전을 높일 수 있는 방안으로 스마트폰을 이용한 모바일 알람서비스를 구상하였고, 특히 이번 연구에서는 산만 보행시 가장 위험행동으로 지적 받는 메시지 이용 (instant message mode) 부분에서의 효과적인 알람 제공방식에 대해 연구하고자 하였다.

2. 이론적 배경

먼저 교통사고 방지를 위한 알람 효과에 관련된 연구를 먼저 살펴보면 운전자가 충돌방지 알람시스템에 노출된 경우, 알람을 받을 때에는 주행속도 면에서 부족함을 보였지만 알람을 받은 경우 알람을 받은 상황뿐만 아니라 그 이후에도 조심스러운 행동을 유지함은 물론 그 후로도 최소 6개월가량 더 안전한 경향을 보여 알람시스템의 제공은 알람을 제공한 시점은 물론 그 이후의 안전도에도 영향을 주는 것으로 나타났다[6]. 따라서 보행자의 경우에도 알람서비스를 제공할 경우 위와 같은 효과를 기대해 볼 수 있을 것으로 보인다.

알람서비스를 효과적으로 제공하기 위한 연구를 위해서는 사람의 행동을 관장하는 인지신경과학에 해당하는 주의네트워크(attentional network)를 살펴 볼 필요가 있다. 주의네트워크는 알림(alerting), 지향(orienting), 실행제어(executive control)의 3 가지로 나누어 지는데, 먼저 알림은 자극에 대한 내적인 상태변화를 포함하는 부분으로 알림을 받을 경우 전반적으로 반응속도를 향상시키는 효과가 있다. 지향은 무수히 많은 정보들 중 유효한 정보를 선택하는 역할을 한다. 실행제어는 이러한 정보를 처리하는 과정에서 일어날 수 있는 충돌을 감지하고 해결하는 역할을 한다. 각각의 활동은 유기적으로 연결되어 네트워크를 형성하고 그 결과는 신체적 반응으로 나타나게 된다[7].

효과적인 알람 제공방식을 연구하기 위해 고려해야 할 부분은 주의 네트워크에서 상호작용과 정보 통합 부분에 영향을 주는 지향 부분으로 여러 다른 실험조건들을 제공할 경우 이 부분에 다른 종류의 큐(que)를 제공하는 것에 해당한다[8]. 따라서 본 연구는 주의 네트워크 관련 연구 중 Jin Fan 교수가 여러 다른 종류의 큐를 제공하여 알람에 대한 행동적 반응에 대해 연구한 내용을 참조하여 보행자용 알람 제공방식에 대해 연구하고자 하였다.

본 연구에서 사람들의 안전도 향상에 영향을 끼칠 구체적인 큐로는 정규알람을 제공하되 그 이전에 사전알람을 한번 더 제공하는 pre-alarm(사전알람) 형태와, 알람 제공 시 사용자가 느낄 수 있는 심리적 거부감 또한 줄이기 위해 depth-based alarming(투명도 또는 컬러)을 통해 사전알람(pre-alarm)을 도입하는 방식을 고려하여 알람 서비스를 제공하고자 하였다.

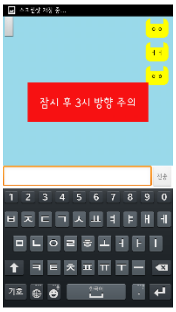
3. 연구설계

3.1 참가자

본 연구에서는 평소 스마트폰을 이용하는 20 대 남, 여 29 명(남자 21 명, 여자 8 명) 을 대상으로 실험하였으며 반응시간 측정을 위해 동영상 촬영 및 실험에 관한 동의서를 받고 진행하였으며, 실험은 투명도에 대해서는 피험자 내 설계로, 컬러에 대해서는 피험자 간 설계로 진행되었으며 투명도의 경우 순서는 랜덤(randomly assigned)으로 제공되었다. 위 피험자 중 실험 중 제공된 알람에 제대로 반응하지 않았거나 자극물의 소리에 민감하게 반응한 7 명의 데이터는 반응시간 측정시 사용되지 않았다.

3.2 무선조정 자동차(RC 카) 실험

실제 차량을 대체할 자극물로서 RC 카(M40S 폭스바겐 레이스 투아렉 3)를 이용하였고, 직접 제작한 어플리케이션을 통해 피험자에게 알람을 제공하였으며(그림 1), 피험자가 제공받는 알람의 시간정보를 실시간으로 파악하여 자극물을 제공하였다(그림 2).



(그림 1) 채팅창

(그림 2) 실험장면

피험자의 역할은 채팅 상대자와 채팅을 하며 걷다가 채팅창에 알람이 제공되면 그 정보를 참조하여 RC 카를 피하는 것이다.

실험은 Jin Fan 교수의 ANT-R 에서 이용된 사항들을 참조하여 인터벌, 조작방법, 큐 타입을 고려하였다[13]. 사전알람(que)과 정규알람(target)의 간격은 0 초, 2 초로 제공되었고, 조작은 4 가지 방향(3 시, 6 시, 9 시, 12 시 방향)에 대해 이루어졌고, 이는 어플리케이션 상으로 랜덤하게 제공되었다. 큐타입의 경우 red 색상과 yellow 색상의 두 가지 알람 색상과 100%, 50%, 0%의 알람의 투명도를 조합하여 사전알람을 제공하였다.

측정값은 RT(reaction time), disturbance, satisfaction 으로 RT 의 경우는 동영창 촬영 후 분석을 통해 밀리초까지 측정되었고, disturbance 과 satisfaction 은 실험 후 설문을 통해 측정되었다.

3.3 조작적 정의

실험 시 조작적으로 정의된 내용은 다음과 같다.

1. 정규알람(regular alarm): 위험 상황을 알리는 알람으로 1초 이내에 RC카와의 충돌 가능성이 있는 경우를 의미한다.

2. 사전알람(pre-alarm): 정규알람 이전에 제공되는 알람으로 ctoa(cue-target onset asynchrony)와 자극간 인터

벌은 본 연구에서는 2 초를 제공하였다[9]. 사람마다 다른 반응속도를 고려해 개개인 맞춤 인터벌 제공방식에 대한 연구를 추후 예정 중이다.

3. IM(Instant Messaging) mode: 메시지 서비스 이용시 제공받은 알람의 투명도에 따라 구분되며, 100: 투명도 없음, 50: 투명도가 50%, 0: 투명도가 100%, 즉 사전알람이 제공되지 않는 경우를 나타낸다.

4. RT(Reaction Time): 알람을 제공받은 후 이용자가 RC 카와 충돌을 피하기 위해 신체적으로 반응한 시간.

5. disturbance: 피험자의 짜증도를 측정하는 값이며, 소음관련 짜증도 설문[10]을 참조해 설문 문항 작성.

6. satisfaction: 피험자의 만족도를 측정하는 값이며, 클라이언트와 환자의 만족도 평가내용[11]을 참조해 설문 문항 작성.

3.4 장치 및 실험방법

실험은 성균관대학교 의대 강당 로비에서 피험자의 신체적 반응 측정용 캠코더(canon FS200), 설문용 노트북(ZD360-GD70K), 피험자 채팅용 스마트폰(SHV-250), 피험자 알람 정보 제공 스마트폰(SHV-160)과 태블릿 pc(SHW-M380S), 그리고 자극제인 RC 카를 이용해 진행되었다.

채팅의 진행을 위해 채팅상대자로 실험도우미가 고용되었으며 채팅 내용은 추석, 개강에 대해 사전에 선정된 질문을 위주로 대화를 진행하였고, 채팅상대자나 피실험자, 실험자는 모두 실험을 위해 제작된 앱을 이용해 실험하였다. 실험방법 및 목적은 구두로 설명되었고 RC 카의 소리를 듣고 반응하는 것을 방지하기 위해 귀마개 착용 및 알람이 제공되지 않았을 때에는 메시지에만 신경 써줄 것을 별도로 요청하였다. 한 사람당 3 가지 IM mode(메시지 이용 시 제공되는 알람 모드)를 모두 실험하였으며 각 모드별 10 회~20 회, 총 3 회 실험하였고 사전연습 대신 순서를 랜덤으로 제공함으로써 학습효과로 인한 영향을 줄이고자 하였다.

3.5 데이터 분석 SPSS

RT 의 경우 실험 시 녹화된 피험자의 반응 중 문제가 없는 10 개의 데이터를 채택하여 동영상 편집 프로그램을 통해 측정되었으며, disturbance 와 satisfaction 는 google docs 통해 설문조사하였고, 데이터 분석에는 SPSS 가 이용되었다. 일변량 분산분석을 통해 IM mode 와 color 의 반응시간에 대한 주 효과와 상호작용효과, distarbance 의 평균에 대한 주 효과 상호작용효과, satisfaction 의 평균에 대한 주 효과와 상호작용효과를 고려하였다.

4. 분석결과

표 1 은 100, 50, 0 의 각 IM mode 별 반응시간의 평균을 나타내는 것으로 반응속도는 정규알람(T2)을 기준으로 측정되었다. 표 1 의 측정단위는 밀리초(ms)이다. (그림 3) 마이너스 값은 정규알람 이전에 반응을 보인 경우로, 플러스 값은 정규알람 이후에 반응을 보인 경우로 해석할 수 있다. 따라서 표 1 의 결과를 보면 IM mode 0 의 경우는 정규알람을 제공받은 후 반응을 보인 것을 알 수 있고, IM mode 50, 100 의 경우는 사전알람을 제공받은 후 정규알람이 제공되기 전에 반응을 보인 것을 알 수 있다. 특히 red 색상의 경우 투명도 50 과 100 간의 차이가 없으나 yellow 색상의 경우는 그 차이가 크게 나타났다.

기술통계량

종속 변수: 소요시간부호반영

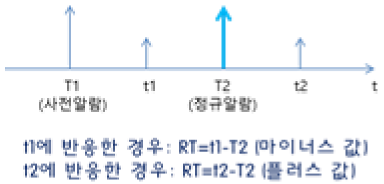
IMmode	color	평균	표준편차	N
.0	red	636.32575757576	504.81403706458	220
	yellow	912.05128205128	564.32108938388	130
	합계	738.73809523810	543.52864424528	350
50.0	red	-817.3863636364	836.92402956858	220
	yellow	-447.6923076923	819.02642211950	130
	합계	-680.0714285714	848.22198422370	350
100.0	red	-816.4285714286	750.27060255875	210
	yellow	-535.2564102564	754.73137127593	130
	합계	-708.9215686275	763.23355807247	340
합계	red	-325.0512820513	988.54691423634	650
	yellow	-23.63247863248	978.32218934712	390
	합계	-212.0192307692	995.02225096764	1040

오차 분산의 동일성에 대한 Levene의 검정 [a]

종속 변수: 소요시간부호반영

F	df1	df2	유의확률
10.077	5	1034	.000

(표 1) IM mode 별 반응시간



(그림 3) 반응시간 측정 방법

이는 사후 인터뷰에서 red 버전에 비해 yellow 의 옅은 색상과 투명도로 인해 알람이 시각적으로 눈에 덜 띄어 반응속도에 부정적인 영향을 끼친 것으로 파악되었다.

표 2 는 IM mode 와 color 각각의 효과와 IM mode 와 color 의 상호작용 효과를 검정한 결과값이다. IM mode 는 pre-alarm 이 제공된 50, 100 mode 와 0 mode 에 관해 검정하였고, 그 결과 p=0.00 로 pre-alarm 을 제공하는 것이 유의하다고 나왔고, color 역시 red 와 yellow 간 유의한 차이가 있음이 밝혀졌다. 하지만 IM mode 와 color 는 p=0.641 로 각각은 유의할지라도 둘 간에는 독립적으로 서로 연관이 없음을 알 수 있다.

개체-간 효과 검정

종속 변수: 소요시간부호반영

소스	제 III 유형 제곱합	자유도	평균 제곱	F	유의확률
수정 모형	500732742.237[a]	5	100146548.447	196.139	.000
절편	30908694.471	1	30908694.471	60.535	.000
IMmode	443474749.596	2	221737374.798	434.277	.000
color	23248805.081	1	23248805.081	45.533	.000
IMmode * color	453668.499	2	226834.250	.444	.641
오차	527949239.601	1034	510589.207		
합계	1075432222.222	1040			
수정 합계	1028681981.838	1039			

(표 2) 반응시간에 대한 IM mode, color 각각, 혹은 IM mode 와 color 간 효과 검정

표 3 은 설문을 통한 disturbance 를 알아본 것으로 disturbance 의 평균에 대한 각 요소별 효과를 조사한 결과, color 의 경우 p=0.241 이고, IM mode 의 경우 p=0.718 이고, IM mode 와 color 의 경우 p=0.411 로 사용자 입장에서 느끼는 심리적 disturbance 의 차이는 없다고 나타났다. 특히 color 의 경우 사후 인터뷰에서 pre-alarm 이 잘 보이지 않아 짜증나고, 방해되었다는 평이 많아 수치적으로는 유의하게 나타날 것을 기대했으나 설문에서와 달리 실험에서 반응속도(RT)에 영향을 끼쳤다는 점이 예상과 달랐다.

표 4 의 경우도 설문을 통해 satisfaction 을 알아보았고 satisfaction 의 평균에 대한 각 요소별 효과를 조사한 결과, color 의 경우 p=0.107 이고, IM mode 의 경우 p=0.603 이고, IM mode 와 color 의 경우 p=0.430 으로 사용자 입장에서 느끼는 satisfaction 의 차이 또한 없는 것으로 나타났다.

개체-간 효과 검정

종속 변수: D평균

소스		유의확률
절편	가설	.017
	오차	
color	가설	.241
	오차	
alarm_mode	가설	.718
	오차	
color * alarm_mode	가설	.411
	오차	

(표 3) disturbance 에 대한 IM mode, color 각각, 혹은 IM mode 와 color 간 효과 검정

개체-간 효과 검정

종속 변수: S평균

소스		유의확률
절편	가설	.033
	오차	
color	가설	.107
	오차	
alarm_mode	가설	.603
	오차	
color * alarm_mode	가설	.430
	오차	

(표 4) satisfaction 에 대한 IM mode, color 각각, 혹은 IM mode 와 color 간 효과 검정

5. 결론

본 연구에서 밝혀진 사실은 크게 세 가지로 정리할 수 있다. 먼저, 보행자의 safety 를 높이기 위해 사전알람을 제공하는 것은 의미 있다는 점이다. 사전알람의 제공했을 경우 그렇지 않은 경우보다 보행자의 안전에 영향을 끼치는 반응속도가 빠른 것으로 나타났다. 둘째, color 와 transparent 의 측면에서 depth 를 적용했을 경우 red 색상의 경우가 yellow 색상의 경우보다 반응속도가 빠른 것으로 나타났다. 특히 yellow 에서 transparent 를 준 경우에는 색상도 옅고 투명해 사후 인터뷰 시 알람이 잘 보이지 않았다는 평이 많아 사용자의 disturbance 에서는 유의미한 차이가 보일 것으로 예상되었지만, 결과적으로 distrubance 가 아닌 반응속도에 영향을 끼쳤다는 점이 흥미로웠다. 셋째, 사용자의 안전도뿐만 아니라 disturbance 를 줄이고 satisfaction 을 늘리기 위해 depth 를 제공하는 여러 조건을 실험하였으나 disturbance 와 satisfaction 에는 영향을 끼치지 않는 것으로 나타났다. 결론적으로, pre-alarm 을 제공하는 depth-based alarming 방식에 따라 보행자의 반응 속도에 차이를 보였으므로 pre-alarm 을 제공하는 depth-based alarming 서비스의 중요성 및 알람 설계방식의 중요성을 통계적으로 입증하였다.

Acknowledgement

이 논문은 2014 년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2014006438).

참고문헌

[1] Katherine W. Byington and David C. Schwebel, “Effects of mobile Internet use on college student pedestrian injury risk,” *Accident Analysis and Prevention*, vol. 51, pp.78-83, Mar. 2013.
[2] National Safety Council, “National Safety Council Estimates that At Least 1.6Million Crashes Each Year Involve Drivers Using Cell Phones and Texting,” http://www.nsc.org/Pages/NSCestimates16millioncrashescausedbydriversusingcellphonesandtexting.aspx
[3] 교통안전공단, “보행 중 스마트폰 이용자 행태조사 보고서,” http://www.ts2020.kr/tsk/rck/InqDetPTRTrafficSafety.do?ctgCd=1&searchCtgCd=+&bbsSn=5275&pageIndex=3+&searchCnd=&searchWrd
[4] Leah L Thompson, Frederick P Rivara, Rajiv C Ayyagari, and Beth E Ebel, “Impact of social and technological distraction on pedestrian crossing behaviour: an observational study,” *Open Access*, vol. 19, no. 4, Aug. 2013.
[5] D. Kahneman, “Attention and Effort,” *Prentice-Hall*, 1973.
[6] Avner B Yaacov, M Maltz, and D. Shinar, “Effects of an In-Vehicle Collision Avoidance Warning system,” *Human Factors and Ergonomics Society*, vol.44, no.2, 2002.
[7] J. Fan and M. Posner, “Human Attentional Networks,” *Journal of Cognitive Neuroscience*, vol.18, no.10, Oct. 2007.
[8] Jin Fan and Xiaosi Gu, “Testing the behavioral interaction and integration of attentional networks,” *Brain Cognition*, vol. 70, no.2, Jul. 2009.
[9] Alexander A. Fingelkurts and Andrew A. Fingelkurts, “Probability interrelations between pre-,post-stimulus intervals,” *Clin Neurophysiology*, vol.113, no.6, Jun. 2002.
[10] Martin Schütte and Anke Marks, “The development of the noise sensitivity questionnaire,” *Noise and Health*, vol. 9, no. 34, Jan. 2007.
[11] D. Larsen, C. Attkisson, W. Hargreaves, and T. Nguyen, “Assessment of Client Patient Satisfaction,” *Evaluation and Program Planning*, vol. 2, no. 3, 1979.