한국ITS학회논문지
J. Korea Inst. Intell. Transp. Syst.
15(1): 39~51 (2016)
ⓒ 2016. The Korea Institute of Intelligent Transportation Systems. All rights reserved.
pISSN 1738-0774, eISSN 2384-1729
DOI http://dx.doi.org/10.12815/kits.2016.15.1.039

고령자 맞춤형 보행보조서비스 설계를 위한 심리측정 분석

Psychometric Analysis for Designing Elderly Customized Walking Assist Device

김 정 화* (Junghwa Kim) (Ajou University)
장 정 아** (Jeong-ah Jang) (Ajou University)
최 기 주*** (Keechoo Choi) (Ajou University)

요 약

본 연구는 고령자의 스마트폰 이용률 증가에 따라, 고령자가 활용이 가능한 ICT(정보통신기술) 기반의 맞춤형 보행보조기술 개발을 제시하고 이에 대한 사용자 니즈(needs)를 규명하고자 하였다. 맞춤형 보행보조서비스의 형태는 햅틱(진동 및 촉각정보)을 통한 보행안내지원 서비스와 자동 및 셀프 SOS 시스템, 그리고 접근차량의 정보알람 서비스가 포함된 웨어러블(Wearable) 보행안내 보조 장치를 기반으로 한다. 이러한 서비스의 실효성을 검토하기 위하여 189명의 잠재적 고령자와 고령자를 대상으로 그들이 가지는 보행에 관한 심리적 태도 및 각 서비스에 대한 선호도, 그리고 보행안내 보조 장치에 대한 WTP (willingness to pay)를 조사 및 분석하였다. 또한 조사된 변수를 통해 요인분석(Factor analysis)을 수행하였으며 여기서 도출된 요인간 상관관계 파악을 위해 경로모형 (path model)을 추정하였다. 분석된 결과를 통해 연령대에 적합한 보행보조 장치의 맞춤형 서비스의 방향을 제시하였으며, 이는 제품화된 기술에 대한 활용범위를 증대시키고 궁극적으로 고령자의 보행 안전성을 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다.

핵심어 : 고령보행자, 고령자 ICT 서비스, 보행자 안전, 지불의사액, 경로모형

ABSTRACT

In accordance to rapid aging of population, the accidents of elderly pedestrian and pedestrian safety are becoming very important issues. In terms of smartphone technologies, older people are increasingly looking for useful and friendly ICT services that which can add a value on their silver life. This paper introduced a new IT-based service for elderly walking assist using a smart-phone accompanied by a wearable watch. We describe the functional requirements and a systems architecture model with an interface between a smart-phone and wearable watch. Moreover, this study attempted to verify what services are needed and to estimate elderly pedestrians' WTP (willingness to pay) for IT-based walking assistance device. A total of 189 elderly pedestrians were randomly surveyed through face-to-face interviews. The questionnaire consisted of 3 categories: (1) questions pertaining to socio-economic status, (2) 12 questions regarding walking attitudes, and (3) a question to measure WTP. With this gathered data, factor analysis and path model estimating were conducted. The results identified the elderly user requirements and the use-value of new innovative products for IT-based walking assistance services by two groups(latent elderly and elderly). The modeling result shows that elderly's service preference would increase the possibilities for the commercialization of IT-based walking device with improving their walking safety.

Key words : Elderly walking, Elderly ICT service, Pedestrian safety, WTP, Path model

† 본 연구는 국토교통부 교통물류연구사업의 연구비 지원(과제 ID-79209)과 2014년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원에 의해 수행되었습니다 (NRF-2014R1A1A3052320).
* 주저자 : 아주대학교 TOD기반 도시교통연구센터 연구교수
** 교신저자 : 아주대학교 TOD기반 도시교통연구센터 연구교수
*** 공저자 : 아주대학교 교통시스템공학과 교수
† Corresponding author : Jeong-ah Jang(Ajou University), E-mail : azang@ajou.ac.kr
† Received 1 December 2015; reviewed 5 January 2016; Accepted 20 January 2016

Ⅰ. 서 론

1. 연구의 배경 및 목적

2008년부터 2013년까지 고령층의 교통사고는 129,473건이 발생하였으며 이중 8,901명이 사망한 것으로 나타났다. 이는 연평균 발생건수가 약 5.2%의 증가 추세를 보이고 있는 것으로 감소 추세에 있는 전체 교통사고 발생건수와 대비된다. 이 중 고령층 교통사고 사망자의 52.4%와 부상자의 29.1%가 보행 중에 발생 하는 것으로 나타나 고령보행자의 교통사고를 줄이기 위한 다양한 대책이 요구되고 있는 실정이다[1].

특히 고령보행자의 경우 신체적 조건의 감퇴로 인해 보행 중 낙상의 위험을 가지고 있는데 실제로 Barak et al,(2006)의 연구에 의하면 65세 이상 인구의 약 25-35% 정도가 낙상의 경험을 가지고 있는 것으로 조사되었다. 이와 더불어 그의 연구에 따르면 70세 이상의 고령자의 경우에는, 평균 걸음걸이(gait) 속도가 십 년 동안 약 12%~16%를 감소하며 이는 보폭 주파수 (Stride frequency, STF)의 증가와 보폭 넓이(Stride length, STL)의 감소에 기인하는 것으로 나타났다[2]. 따라서 고령보행자의 경우 특히 연령이 증가될수록, 물리적 취약점 또한 증가하는 것으로 해석 할 수 있다.

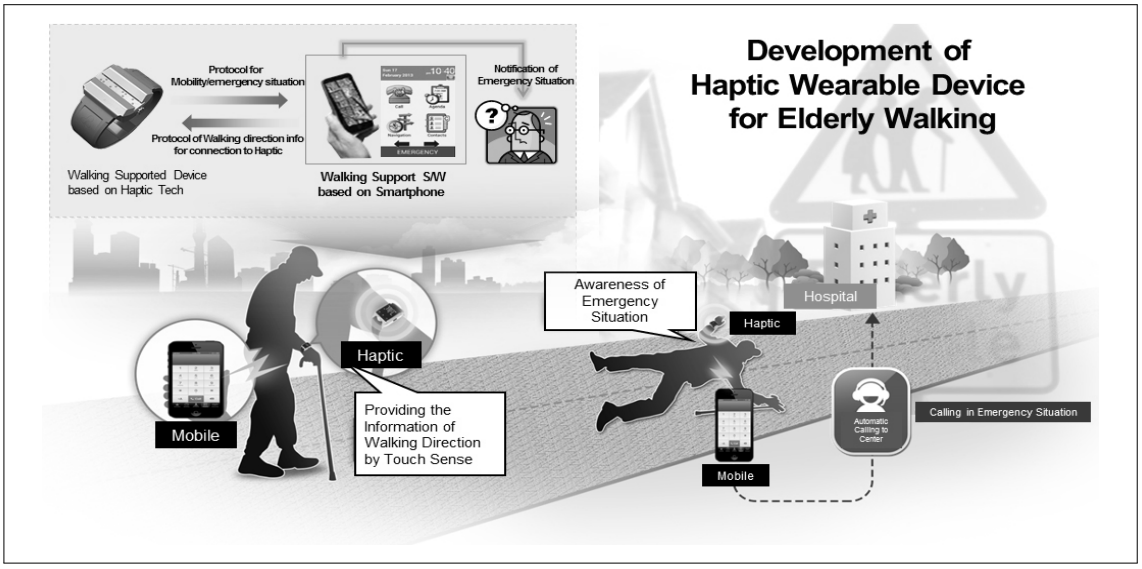
이렇게 보행에 있어 취약점을 가지는 고령자의 인구구성 비율은 2014년 기준으로 대한민국 총 인구의 12.7%에 달하며, 이는 매년 급속히 증가하고 있는 추세이다. 2024년에는 984만 명 수준으로 현재보다 약 60% 가까이 고령인구가 증가될 것으로 예견되고 있는 상황이다[3, 4]. 이러한 우리나라의 급격한 고령화 추세에 따라 보행자 교통사고의 증가율도 높아질 것으로 보이며, 고령 보행자를 위한 교통정책의 중요성은 더욱 커질 것으로 판단된다.

최근 고령자가 생활을 영위함에 있어서 안전하고 편리하게 이동할 수 있도록 보행환경을 개선하는 교통 복지적 측면의 정책이 다양하게 추진 중에 있다. 특히 고령자의 안전한 보행이동을 위한 서비스를 제공하는데 에 ICT(정보통신기술, Information and Communication Technology, 이하 ICT) 기반의 기술에 대한 관심이 높아지고 있다. 2014년 시행된 조사에 의하면 스마트폰을 이용하는 60대 이상 고령자 비율은 37%에 달하며 50대 이상은 80%에 달하는 것으로 나타났다. 시간이 흐를수록 ICT에 익숙한 잠재적 고령자 그룹이 점차 증가하고, 스마트폰 구입비율도 역시 증가함에 따라 고령자의 스마트폰 사용비율은 비고령자 그룹 수준인 90%이상까지 달할 것으로 예상되고 있다[5].

기존의 많은 교통 ICT 기술들은 이용자의 수요특성을 파악하기에 앞서 공급이 우선되었으나 본 연구는 고령자의 서비스 선호 경향에 대한 파악을 사전에 명확히 하여 고령보행자의 안전성 향상을 위한 기술의 활용범위를 증대시키고자 하는 데에 궁극적인 목적을 두고 있다. 따라서 본 연구는 고령자의 스마트폰과 같은 IT 기기에 대한 접근성 향상이라는 시대적 흐름과 함께, IT를 이용하는 고령자를 대상으로 맞춤형 보행안전 서비스 개발이 향후 교통안전 정책에 있어 효율적인 해법이 될 수 있을 거라는 기대 하에 진행하였다. 이를 위하여 1차적으로 ICT를 활용할 수 있는 고령자 맞춤형 보행보조서비스 및 기술을 제시하였다. 이러한 서비스 기술을 개발함에 있어, 개발자 측면에서만 서비스 및 기술을 설계하게 되면 제품의 사용자 선호 경쟁력이 낮아져 실패할 확률이 높다. 따라서 본 연구에서는 이러한 점을 고려하여 고령자 맞춤형 보행보조서비스를 설계하기 전에 고령자에 대한 니즈(Needs) 파악을 먼저 수행하였으며, 목표 사용자의 니즈(Needs)를 규명하기 위한 방법으로 고령자가 보행에 대해 가지는 심리적 태도와 그들의 선호경향과의 관계성을 모형화하고, 이를 규명함으로써 맞춤형 보조서비스의 설계의 기반 자료로 활용하였다.

2. 연구의 범위

본 연구에서 제시하는 고령자 맞춤형 보행보조서비스의 방법은 <Fig. 1>과 같은 “햅틱(진동)과 음성을 기반으로 한 길안내 서비스”이다. 고령자의 경우 연령의 증가에 따라 신체 기능이 저하되고, 그



〈Fig. 1〉 Architecture of elderly walking assist system

중 청각은 가장 먼저 퇴화되어 자동차가 접근하거나 경적을 울려도 반응하지 않는 등 고령자의 인지 및 반응능력의 저하의 특성이 높게 나타난다. 음성형 보행안내 정보의 경우 고령자가 습득하기에 부족함이 존재하지만 촉각의 경우 60세 전후부터 기능 저하가 시작되는 등 인간의 감각 중 가장 늦게 기능저하가 발생하기 때문에 음성 이외에 햅틱(진동 및 촉각정보)을 통한 보행안내지원 서비스의 경우 고령자에게 유용하게 활용될 수 있다[5].

고령자 맞춤형 보행보조서비스 기술은 스마트폰과 연계한 웨어러블(Wearable) 보행안내 보조 장치를 통하여 가능하기 때문에 스마트폰을 기본적으로 이용할 수 있는 고령자를 분석대상으로 설정하였다. 따라서 현재 법적으로 정의된 65세 이상의 고령자 이외에도, 50세 이상의 보행지원 서비스를 제공받을 수 있는 미래의 잠재적 고령자를 포함하여 분석을 시행하였다. 이를 위해 1:1면접설문 결과를 토대로 고령자 맞춤형 IT융합 보행서비스가 될 수 있는 햅틱(진동)과 음성을 기반으로 한 길안내 서비스와 그 외 고령보행자에게 필요한 보행보조 서비스에 대한 시장성을 살펴보았다.

Ⅱ. 연구동향 고찰

고령보행자의 교통사고 특성에 대한 고찰은 국내의 몇몇 연구를 통행 수행되었다. 그 중 대표적으로 Park et al.(2009)은 청주시를 사례로 고령보행자의 교통사고와 이동편의시설과의 관계를 분석하였다. 고령보행자의 사고는 가로구간에서, 그리고 횡단 중에 많이 발생하며, 보도 포장상태와 보행유도블록이 고령보행자 안전에 많은 영향을 미친다는 점을 밝혀냈으며, 이 연구를 통해 고령보행자의 안전을 향상시키기 위해서는 보도 포장상태 개선, 음향신호표시기 및 녹색신호 잔여시간 표시기가 필요한 시설적 요소로 나타났다[6]. 또한 Kim(2015)는 제주도에서 발생한 고령자 교통사고 데이터를 분석하여 고령보행자 사고의 특성을 파악하였다. 도출된 특성에 대해 고령보행자의 교통사고를 저감시킬 수 있는 방안을 제시하였으며, 이는 보행 안전섬 설치, 야간 조명 시설 설치 등 물리적 시설 개선방안을 제시하고, 더불어 노인 보호구역 지정과 같은 정책적 지원이 필요하다고 언급하였다[7]. Jeong et al.(2007)은 횡단보도 보행편의성에 초점을 맞추어 고령보행자가 횡단보도를 이용하는데 있어 우선적으로 고려되어야 개선되어야 할 요소를 제시하였다.

고령보행자의 횡단시 안전성 확보를 위하여 중앙분리대 측에 방호울타리 설치와 턱 낮추기 구간의 보/차도 높이차는 2007년 개정된 '교통약자의이동편의증진법'에 의거하여 2.0cm 이하로 설치되어야 한다고 제시하였다. 또한, 보행 대기공간 및 횡단보도 이용면적을 축소시키는 이정표, 가로수, 전신주 등의 장애물은 고령자의 보행편의성을 저해시키는 요인으로 설치 제한에 대한 기준 정립이 필요하다고 이야기하였다[8].

이렇게 국내의 연구는 물리적 시설개선을 통한 고령보행자의 안전성 향상을 중점적으로 다루고 있는 반면 해외에서는 고령보행자의 보행편의성과 안전성을 동시에 향상 시킬 수 있는 IT 기술개발에 대한 연구 프로젝트 다양하게 추진되고 있다. 먼저 APSIS4ALL 프로젝트는 현금 인출기 및 티켓 자동판매기 등 공공 디지털 기기를 다룬다. 이 프로젝트에서는 고령자와 같이 ICT 기술에 익숙하지 않은 유저를 대상으로 이들이 디지털 기기의 사용에 접근성을 향상시키는데 에 그 목적을 두고 있다[9]. ASK-IT (Ambient Intelligence System of Agents for Knowledge-based and Integrated Services for Mobility Impaired users) 프로젝트는 Ambient Intelligence (AmI) 구축을 통하여 이동에 장애가 있는 고령자 등을 대상으로 이동성을 촉진하기 위해 개인 맞춤형과 자가 설정이 가능한 구성, 그리고 직관적이고 상황에 관련된 응용 프로그램과 서비스와 콘텐츠(네비게이션, 경로안내, 전자 결제, 지역사회 구축 서비스 제공 등)를 용이하게 기술개발 하는 것을 연구목적으로 삼고 있다[10]. 유럽의 프로젝트 GUIDE (Gentle user interfaces for elderly people)는 자동 통합과 같은 제스처 상호 작용, 음성 제어, 아바타, 자이로 리모트 컨트롤 등의 다양한 레거시 및 차세대 사용자 인터페이스 기술을 제공한다. GUIDE는 홈오토메이션, 화상 회의, 텔레 학습 그리고 미디어 액세스 등의 기술을 개발하여, 고령자의 일상생활을 단순화하는 것과 동시에 집에 머무르면서도 소셜 네트워크로 연결되어 세상의 이해를 지속시키는 데에 그 기술 적용을 목적으로 한다[11]. MobileSage는 AAL(The Ambient Assisted Living Joint Programme)의 조인트 프로젝트로서 고령자가 쉽게 적근하고 사용할 수 있는 콘텐츠를 개발하여 다수단 경로 가이던스 서비스를 제공하는 것을 목적으로 두고 있다. 이는 지역 사회와 가정을 위한 혁신적인 ICT 기반의 제품 및 서비스, 그리고 시스템의 개발을 촉진하여 고령자 의 사회활동 참여를 통해 보건 및 사회 복지 비용을 감소시키는 것에 목적으로 두고 있다[12, 13]. WayFiS (Way Finding for Seniors) 프로젝트는 안드로이드를 기반으로 고령자에게 맞춤형 경로 계획 (실내/실외/보행자/대중교통)및 가이던스 서비스를 제공하는 것을 연구목표로 가지고 있다[14]. 또한, ASSISTANT(Aiding SuStainable Independent Senior TrAvelers to Navigate in Towns)는 고령자들이 보다 안전하고 편안하게 대중교통 이용이 가능하도록 하는 기술개발을 하고 있으며 스페인과 프랑스 그리고 오스트리아에서 테스트베드 시험 후 적용범위가 확대된다[15].

시간이 흐를수록 고령자의 스마트 폰 이용 현상은 증가하고 있는 추세이다. 고령자들이 더 이상 IT 기술을 접하는데 에 있어서 거부감을 가지지 않으며 이러한 현상은 고령자를 위한 IT 기술개발과 관련된 다수의 해외 프로젝트의 추진에 의해 설명될 수 있다. 하지만 국내에서는 아직 고령보행자를 지원할 수 있는 교통 IT기술개발에 대한 연구가 부재한 상황으로 본 연구는 이러한 점에서 큰 의의를 가진다고 볼 수 있다.

Ⅲ. 데이터 구축

1. 조사대상 및 방법

고령 보행자의 사용자 그룹의 특성을 규명하기 위하여 구조화된 설문지를 구성하고, 이를 잠재적 고령자(4-50대)와 고령자(60대 이상)를 대상으로 1:1 심층면접 설문을 실시하였다. 조시기간은 2014년 9월 15일부터 약 1개월 반 동안 총 189명을 대상으로 시행하였다.

응답자의 특성은 <Table 1>과 같이 남성과 여성의 비율은 각각 41.8%와 58.2%로 여성이 약소하게

더 많으나 비슷한 비율을 갖도록 조사대상을 선정하였으며 조사결과 응답자의 평균 연령은 62.6세로 나타났다. 50대는 전체의 43%이며, 60대가 약 33%, 그리고 70대 이상은 전체 응답자의 22%를 차지하는 것으로 비교적 연령대별 비슷한 수준의 응답률을 확보하고자 하였다. 스마트폰을 이용하고 있는 대상은 전체 응답자의 약 82%에 달하는 것으로 조사되었으며 이들의 평균 스마트폰 사용기간은 2.87년으로 나타났다. 주로 사용하는 스마트폰 앱은 카카오톡으로 조사되었으며 네비게이션 기능을 사용하다는 응답자는 64명으로 전체의 8.5% 수준의 낮은 비율로 확인되었다.

〈Table 1〉 Characteristic of respondents

Socioeconomic Variables		Number	Percentage (%)
Gender	Male	79	42
	Female	110	58
Age	40~49 years	3	2
	50~59 years	82	43
	60~69 years	63	33
	70~79 years	28	15
	80~89 years	13	7
Monthly Income	None	57	30.2
	Less than $500	24	12.7
	$500~$1,000	27	14.3
	$1,000~$2,000	25	13.2
	Over than $2,000	56	29.6
Period of Smart Phone Use	No	34	18
	Less than a year	21	11
	Less than 2 years	31	16
	Less than 3 years	32	17
	Less than 4 years	21	11
	Less than 5 years	22	12
	Less than 6 years	12	6
	More than 7 years	16	8
Main Reason for Using	KAKAO Talk (Communication app)	140	18.5
	Internet Search	120	15.9
	Navigation	64	8.5
	Public Transport	60	7.9
	Telephone	7	0.9
	Other	8	1.1
Housing	Alone	23	12.2
	Couple	119	63
	With children	43	22.8
	etc.	4	2.1

주요 설문 항목으로는 보행에 대한 심리적 태도 측정과 그리고 보행보조 기술이 제공하는 서비스에 대한 선호도, 그리고 제시된 햅틱 보행보조 장치를 얼마에 구입할 것인가에 대한 WTP(willingness to pay, 이하 WTP) 측정 파트로 구성되었다.

2. 심리적 태도 및 서비스 선호도 응답 현황

보행에 대한 심리적 태도를 측정하기 위해 <Table 2>와 같이 12개의 변수를 고려하여 질의하였으며 이는 보행로가 안전하고 편하게 느껴지는지에 대한 보행로의 안전성과 편리성 그리고 새로운 길을 찾아가는 것에 어려움을 느끼는지에 대한 질문이 포함되어 있다. 또한, 횡단보도 이용과 도로 횡단시에 위험성을 인식하는지, 그리고 육교, 계단, 버스 중앙차로 등과 같은 일부 보행 시설이 보행에 미치는 불편정도를 묻는 질문을 포함하였다. 응답은 7-ponit Likert Scale에 맞추어 진행하였다 (1:매우 그렇지 않다-4:중립-7:매우 그렇다).

〈Table 2〉 Questions used to measure attitudes to walking

Attitude Variables		Questions
xatt1	Sidewalk comfortableness	I think it is comfortable to walk on sidewalk
xatt2	Sidewalk safety	I think it is safe to walk on sidewalk
xatt3	Way finding	It is easy to find a new way which I never passed before
xatt4	Map understanding	It is easy to understand a paper map and some kinds of rough map.
xatt5	Navigation system understanding	It is easy to understand an information from the navigation device in a car
xatt6	Crosswalk using	I think it is dangerous to cross the street at a crosswalk
xatt7	Road crossing	I think it is dangerous to step across a street
xatt8	Bicycle passing	I feel I am in danger when I walk on road allowed for bicycle use
xatt9	Overpass bridge underpasses	I feel uncomfortable when I walk on overpass bridge and underpasses
xatt10	Status information for elevation facilities	It is uncomfortable to recognize where elevators/ escalators are
xatt11	Bus median lane	It is uncomfortable to get on bus at median exclusive bus lane
xatt12	High pedestrian density	It is uncomfortable to walk the area with a high pedestrian density

또한 <Table 3>과 같이 고령보행자의 보행보조를 위해 개발이 필요하다고 판단되는 4개의 서비스에

대한 선호도를 조사하였다. 첫 번째 서비스는 촉각을 이용한 보행방향정보(이동방향 및 목적지 정보 등)의 안내 서비스이다. 두 번째 서비스는 고령보행자가 이동시에 낙상 등의 응급사고가 발생할 때 자동으로 인지 및 전달되는 SOS 서비스이다. 이 경우 착용형 보행안내 보조 장치가 스마트폰과 자동으로 연동되어 상황을 인지하고, 보호자 및 주변인들에게 즉각적으로 통보하도록 함으로써 고령자의 위험상황을 알리게 된다. 세 번째 서비스는 고령자가 필요에 의해 수동으로 버튼을 누름으로서 스스로 응급상황을 알릴 수 있는 셀프 SOS 서비스이다. 네 번째 서비스는 도로 횡단시 접근하는 차량에 대한 정보를 제공하는 서비스이다. 이에 대한 모든 질의는 7-ponit Likert Scale 통해 측정하였다 (1:매우 필요 없다-4:중립-7:매우 필요하다).

〈Table 3〉 Questions used to measure service preference

Service	Questions
Service 1	Vibration service as a means of providing navigation information for unfamiliar routes
Service 2	Automatic notification service to guardian/ surrounding people in an emergency situation
Service 3	Self SOS sending system in an emergency (button type)
Service 4	Information system of approaching vehicles when users cross a street

각 질문별 응답결과는 <Table 4>와 같다. 대체적으로 보행에 대한 심리적 태도에 관한 질의에서 4점대 이상의 평균을 보이고 있으나 보행로의 안전성과 편리성을 묻는 질문 (xatt1, xatt2)에는 상대적으로 긍정적인 응답이 주를 이루어 5.34의 평균을 갖는 것으로 조사되었다. 반면 지도의 이해나 길 찾기에 관한 변수 (xatt3, xatt4)의 경우 상대적으로 낮은 3점대의 평균값을 갖는 것으로 나타났다.

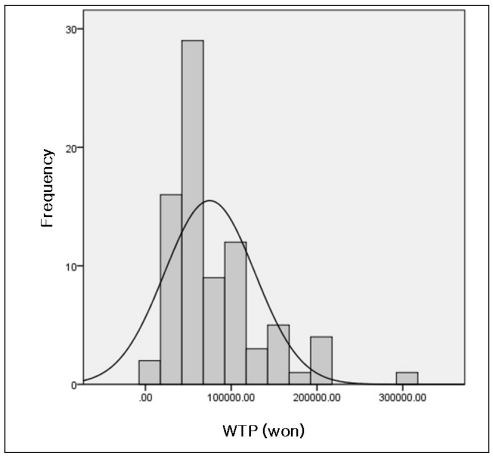
서비스 선호도의 경우, 셀프 SOS 서비스의 선호도가 가장 높게 나왔으며 그 다음으로는 자동 SOS 서비스, 접근차량 정보제공 서비스 순으로 나타났다. 연구 초기에 응답자의 선호도가 가장 높을 것이라고 예상했던 보행방향정보(이동방향 및 목적지 정보 등)의 촉각 안내 서비스가 5.17의 평균값을 가짐으로써 다른 서비스에 비해 제일 낮은 선호도를 보이는 것으로 도출되었다.

〈Table 4〉 Descriptive statistics of walking attitudes factors

Variables		Mean	St.d
xatt1	Sidewalk comfortableness	5.34	1.397
xatt2	Sidewalk safety	5.34	1.499
xatt3	Way finding	3.40	1.725
xatt4	Map understanding	3.38	1.919
xatt5	Navigation system understanding	4.51	1.864
xatt6	Crosswalk using	4.45	1.639
xatt7	Road crossing	4.93	1.629
xatt8	Bicycle passing	4.99	1.521
xatt9	Overpass bridge underpasses	4.92	1.876
xatt10	Status information for elevation facilities	4.21	1.809
xatt11	Bus median lane	4.24	1.760
xatt12	High pedestrian density	4.46	1.690
Service 1	Vibration walking navigation	5.17	1.772
Service 2	Automatic SOS system	5.71	1.600
Service 3	Self SOS system	5.89	1.506
Service 4	Car access information	5.28	1.686

3. WTP 응답 현황

응답자들이 보행안내시스템 및 SOS 시스템을 포함한 4 종류의 서비스가 제공되는 햅틱 보조장치에 대해 느끼는 이용가치를 측정하기 위하여 WTP 기법을 활용하였다. 이를 위해 설문 조사시 “당신은 위의 4가지 기능을 가지고 있는 햅틱 장치를 얻기 위해 돈을 지불할 수 있는지, 지불할 수 있다면 얼마만큼 지불할 수 있는지?” 에 대한 질문을 응답자에게 주었으며. 약 45%의 응답자가 지불의사가 있으며 <Fig. 2>와 같이 이들의 지불의사액은 평균 74,939(분산 52,743원)원으로 나타났다.



〈Fig. 2〉 WTP histogram from respondents who have WTP(KRW)

Ⅳ. 통계적 분석 및 모형추정

앞서 고려된 12개의 보행에 대한 심리적 태도 및 4개의 서비스 선호도를 모형추정에 포함시켜 고령 보행자를 의한 보조서비스의 니즈(needs) 및 맞춤형 서비스 구축 방안에 대해 검토하고자 한다. 이를 위해 먼저 12개의 심리적 태도 변수를 대상으로 요인분석을 수행하여 잠재적 변수를 설정하였으며, 연령그룹 별로 잠재적 변수가 통계적으로 유의한 차이를 보이고 있음을 확인하고 이를 모형 추정에 반영하였다.

1. 요인분석 및 잠재적 변수 정의

일반적으로 요인분석은 여러 개의 변수들이 서로 어떤 관련이 있는가를 분석하여 이 변수들의 관계를 파악하는데 활용되어지고 있다. 본 연구에서도 요인분석을 적용하여 보행에 대한 태도 변수들 간의 상관관계를 분석하여 변수들의 바탕을 이루는 공통차원들로써 변수들을 설명하고자 하였다. 이 분석은 독립변량과 종속변량을 구분하지 않고 변량 전체를 대상으로 하여 이루어지며 분석하고자 하는 변수들 $(즉, Z_1, \cdots, Z_p)$의 분산이 각각 공통요인분산(Common factor variance)과 변수의 고유분산(Unique variance)으로 구분되어 변수들의 관계를 규정짓게 된다. 따라서, 분석하고자 하는 변수들이 $X_1, X_2, \cdots, X_5$라고 할 때 이 변수들을 표준화시켜 $Z_1, Z_2, \cdots, Z_5$로 하고 Z들을 다른 요인들 $F_1, \cdots, F_5$로 표현하면 다음과 같다[16].

$$
\begin{aligned}
Z_1 &= a_{11}F_1 + a_{12}F_2 + \cdots + a_{15}F_5 \\
Z_2 &= a_{21}F_1 + a_{22}F_2 + \cdots + a_{25}F_5 \\
&\vdots \qquad\qquad \vdots \\
Z_5 &= a_{51}F_1 + a_{52}F_2 + \cdots + a_{55}F_5
\end{aligned} \tag{1}
$$

중요한 몇 개의 인자만으로도 $X_1, X_2, \cdots, X_5$변수들을 표현할 수 있으며 그 인자들은 어떤 의미를 갖는 새로운 차원으로 정의될 수 있는 이론적 근거를 가진 주성분분석을 시행하였으며 요인행렬 열의 분산 합계를 최대화하여 산출하는 베리믹스(Varimix) 직교회전을 통한 요인 적재 값 a_{ij}을 <Table 5>와 같이 도출하였다.

요인분석으로 인해 12개의 변수는 높은 요인적재량 산출과 함께 총 4개의 요인으로 그룹화 되었다. 각 변수들은 요인적재치가 높은 요인에 속하게 되며 일반적으로 0.5 이상의 경우 매우 높은 유의성을 가진다. 보행로의 안전성과 편리성의 2개 변수(xatt1, xatt2)가 0.8 이상의 요인적재치로 한 개의 요인으로 묶였으며(요인1), 길 찾기와 지도 이해 그리고 네비게이션 이해의 변수 (xatt3, xatt4, xatt5)가 또 다른 요인으로 도출되었다(요인 2). 또한 횡단보도와 교차로 횡단시, 그리고 자전거도로 보행시 위험을 인지하는지 측정하였던 세 개의 변수(xatt6, xatt7, xatt8)가 동일한 요인에 속하는 것으로 나타났다(요인3). 마지막으로 육교, 엘리베이터, 버스전용차로 등 보행과 관련된 시설의 불편성에 관한 변수 4개 (xatt9, xatt10, xatt11, xatt12)도 한 개의 요인으로 도출되었다(요인4). 요인 1의 고유치는 9.32%, 요인 2는 11.38%, 요인 3은 23.03%, 요인 4는 32.98%로 분석되어 제시된 4개의 요인으로 전체 누적 분산의 76.71% 수준이 설명되고 있는 것으로 확인되었다.

본 연구에서 도출된 요인들을 잠재적 변수로서 고려하여 모형추정에 포함시켰다. 요인 1을 보행로의 환경을 나타내는 잠재적 변수로, 요인 2는 경로 이해를 나타내는 잠재적 변수로 고려하였다. 또한 요인 3을 보행 중 위험 인식, 요인 4를 보행 불편성 인식에 관한 잠재적 변수로 정의하였다.

〈Table 5〉 Rotated factor loadings on attitudes to walking

Variables		Factor			
		1 (9.32%)	2 (11.38%)	3 (23.03%)	4 (32.98%)
xatt1	Sidewalk comfortableness	0.869	0.234	0.025	0.04
xatt2	Sidewalk safety	0.890	0.063	0.145	0.044
xatt3	Way finding	0.272	0.837	-0.032	-0.086
xatt4	Map understanding	0.224	0.838	0.049	-0.212
xatt5	Navigation system understanding	-0.077	0.831	0.054	-0.085
xatt6	Crosswalk using	0.01	0.022	0.864	0.185
xatt7	Intersection crossing	0.087	0.005	0.866	0.265
xatt8	Bicycle passing	0.113	0.048	0.854	0.187
xatt9	Overpass bridge underpasses	-0.034	-0.021	0.228	0.787
xatt10	Status information for elevation facilities	0.012	-0.257	0.25	0.754
xatt11	Bus median lane	0.073	-0.16	0.161	0.858
xatt12	High pedestrian density	0.055	-0.049	0.116	0.845

Kaiser-Meyer-Olkin measure of sampling adequacy=0.75
Bartlett's Test of Sphericity:sig.0.00

도출된 4개의 잠재적 변수가 하나의 개념(index)을 얼마나 잘 표현하는지 확인하고자 내적일치도(internal consistency)를 검토하였다. 내적 일치도는 Cronbach's α으로 판단하게 되는데, 이 값이 0과 1 사이의 값을 가지고 1에 가까울수록 내적일치도가 높다고 본다. 일반적으로 0.7 이상이면 수용 가능한 내적일치도로 판단하며 분석결과 <Table 6>과 같이 4개의 잠재적 변수 모두 모형 추정시 고려될 수 있을 정도의 내적일치도를 갖는 것으로 도출되었다.

〈Table 6〉 Latent-variable setting

Latent Variables	Observed Variables	Cronbach's α
η1 : Sidewalk Environment	xatt1 : Sidewalk comfortableness	0.776
	xatt2 : Sidewalk safety	
η2 : Route Understanding	xatt3 : Way finding	0.821
	xatt4 : Map understanding	
	xatt5 : Navigation system understanding	
η3 : Risk Cognition	xatt6 : Crosswalk using	0.870
	xatt7 : Intersection crossing	
	xatt8 : Bicycle passing	
η4 : Discomfort Index	xatt9 : Overpass bridge underpasses	0.863
	xatt10 : Status information for elevation facilities	
	xatt11 : Bus median lane	
	xatt12 : High pedestrian density	

2. 그룹별 비교분석

보다 정교한 모형 추정을 위해서 그룹을 구분하여 보행에 대한 심리적 태도와 서비스 선호도 그리고 지불의사액을 비교해보았다. 법적으로 65세 이상일 경우에 고령자로 지칭하고 있지만 본 연구에서는 보행을 위한 신체적 인지적 기능이 급격하게 퇴화하기 시작하는 노년기 (60세 이상)를 기준으로 설정하여 다음과 같이 잠재적 고령보행자와 고령보행자 그룹으로 구분하였다.

그룹1 : 잠재적 고령보행자
(40~50대 응답자, 85명)
그룹 2: 고령보행자
(60대 이상 응답자, 104명)

두 그룹의 차이를 확인하고자 t-test를 시행하였으며 <Table 7>과 같이 두 그룹 간에는 햅틱 보행보조장치에 대한 지불의사액과 보행방향정보 촉각안내기능의 선호도에 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 도출되었다. 또한 경로 이해와 보행 불편성에 대한 잠재적 변수에서도 두 그룹이 서로 다른 태도를 보이는 것으로 나타났다.

현재의 고령보행자에 속하는 응답자의 경우(그룹

2) 잠재적 고령보행자 보다 보행보조 장치 구입에 약 1만 3천원 더 높은 금액을 지불할 의사가 있다고 응답하였으며, 모르는 길의 진동 안내 서비스를 더 필요로 하는 것으로 나타났다. 또한, 아들은 잠재적 고령보행자 그룹에 비해 네비게이션 및 약도 등을 이해하는 것에 더 어려움을 느끼고 있으며 계단 및 육교와 같이 보행관련 시설에 불편함을 느끼는 정도가 더 큰 것으로 도출되었다.

〈Table 7〉 Result of t-test by group

Variable	Mean (St.d)		t value	p value
	Group 1	Group 2		
WTP($)	25.24 (41.04)	38.46 (57.15)	-1.79	0.08
Service 1 (vibration walking navigation)	4.81 (1.78)	5.79 (1.72)	-2.54	0.01
Service 2 (automatic SOS)	5.61 (1.55)	5.97 (1.64)	-0.76	0.45
Service 3 (self SOS)	5.79 (1.46)	5.37 (1.55)	-0.83	0.41
Service 4 (car access info)	5.18 (1.71)	5.10 (1.67)	-0.77	0.45
η1 : Sidewalk Environment	5.35 (1.46)	5.33 (1.18)	0.11	0.91
η2 : Route Understanding	4.25 (1.55)	3.37 (1.49)	3.99	0.00
η3 : Risk Cognition	4.96 (1.30)	4.65 (1.51)	1.46	0.15
η4 : Discomfort Index	4.16 (1.43)	4.69 (1.53)	-2.44	0.02

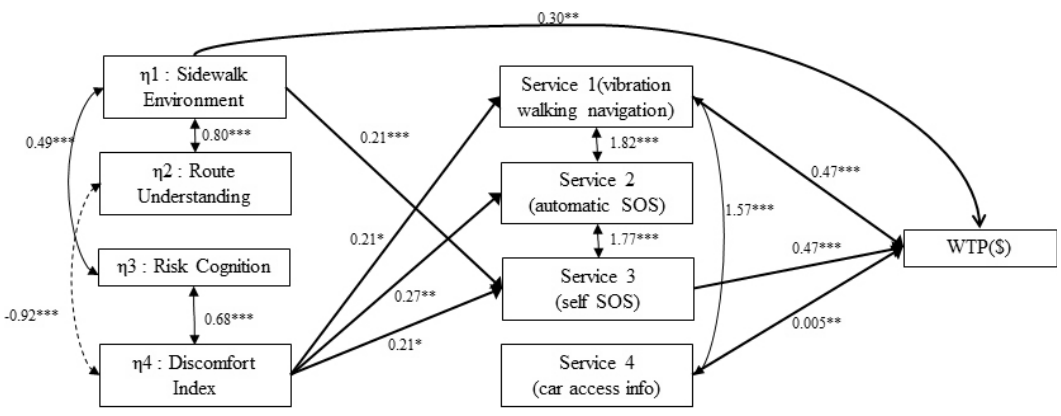
※ shaded: there are statistical differences significantly

3. 경로모형 추정

앞서 요인분석을 통해 정의된 잠재적 변수들과 서비스 선호도와의 상관관계 그리고 실제 구매로 이어질 수 있는 지불의사액과의 인과성 및 영향도를 검증하고자 경로모형(path model)을 채택하였으며 설정된 그룹별로 이를 범용적 통계프로그램인 software R 3.2.1을 사용하여 통계적 추정을 실시하였다. 경로모형은 심리학, 사회학, 경영학 등 사회과학분야의 다양한 부분에서 활용되고 있는 통계적 분석 방법으로, 중회귀분석에서 파악하기 어려운 변인요소간의 직접효과와 간접효과 그리고 의사효과를 쉽게 파악할 수 있는 장점을 가지고 있다[17, 18]. 따라서 고령자의 보행에 대한 심리적 변수와 보행보조 서비스의 선호도, 그리고 지불의사액 간의 복합적인 관계를 규명하고자 하는 본 연구 목적에 부합하는 모형으로서 앞서 조사된 데이터를 통해 통계적 추정을 수행하였다. 도출된 모형 결과는 <Fig. 3>와 <Fig. 4>과 같다. 두 모형의 설명력은 GFI=0.95와 0.97의 값으로 매우 뛰어난 것으로 도출되어 모형의 통계적 해석이 유의미한 것으로 나타났다.

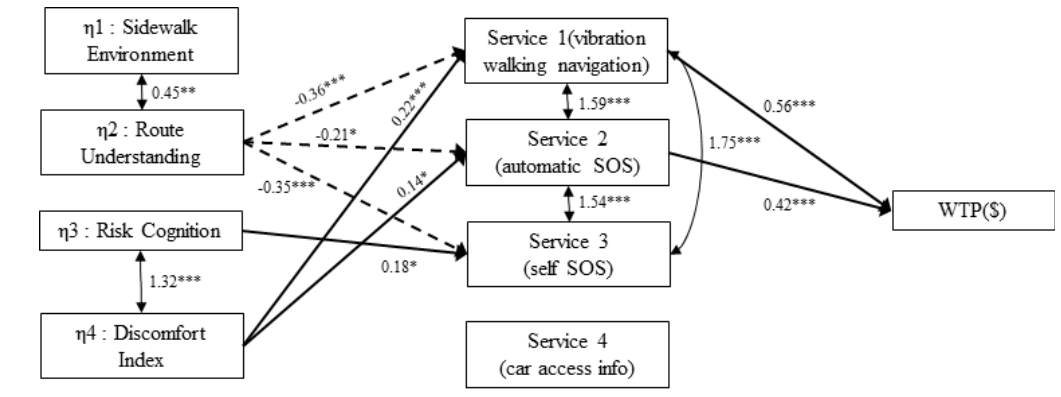
<Fig. 3>은 잠재적 고령보행자(그룹 1)에 대한 것이다. 보행로 환경의 잠재적 변수와 장치 구매의사액 간에 집적적인 경로를 가지고 있으며 이는 보행로에 대한 만족도가 높을수록 햅틱 디바이스의 구매의사가 크다고 설명할 수 있다. 따라서 잠재적 고령보행자의 경우 보행로를 걸어갈 때 더 안전하고, 더욱 편안할 수 있다면 본 보행보조 장치를 구매할 수 있다고 해석할 수 있다. 보행로 환경의 잠재적 변수는 셀프 SOS 서비스의 선호도에도 유의한 영향을 미치어 보행로에 대한 만족도가 높을수록 셀프 SOS 서비스를 필요로 한다고 볼 수 있다. 다시 말해 잠재적 고령자의 경우 보행로에 만족도가 높아 평상시에 보행시간이 많은 사람일수록 보행 중 필요로 할 때 손목장치의 SOS 버튼을 눌러 보호자 및 주변사람에게 응급상황임을 알려주는 기능을 선호하고 있다고 해석할 수 있다. 또한 보행방향정보(이동방향 및 목적지 정보 등)의 안내

(navigation) 서비스 및 셀프 SOS, 접근차량의 정보제공 서비스 기능이 보조장치의 구매 행동에 직접적으로 영향을 미치는 요소로 나타났다. 계단 및 육교시설 등에 대해 느끼는 불편함은 본 디바이스가 제공하는 서비스의 필요성을 더욱 강하게 하는 것으로 도출되었으며, 반면에 자동 SOS 기능 및 길찾기 이해와 보행시의 위험도에 대한 잠재적 변수는 본 디바이스의 구매행동과 관련성이 없는 것으로 나타났다. 40-50대의 잠재적 고령보행자는 보행방향정보 서비스와 셀프 SOS 서비스를 비슷한 수준에서 필요하다고 느끼고 있으며, 횡단시 접근하는 차량에 대한 정보제공도 보조장치 구매에 영향



*p＜0.01, **p＜0.05, ***p＜0.01, Solid line: positive effect, Dotted line: negative effect
Goodness-of-fit index=0.95, Adjusted goodness-of-fit index=0.89, Bentler-Bonett NFI=0.95

〈Fig. 3〉 Estimated Path Model of Latent Elderly Pedestrians (Under 60 years, Group 1)



*p＜0.01, **p＜0.05, ***p＜0.01, Solid line: positive effect, Dotted line: negative effect
Goodness-of-fit index=0.97, Adjusted goodness-of-fit index=0.94, Bentler-Bonett NFI=0.96

〈Fig. 4〉 Estimated Path Model of Elderly Pedestrians (Over 60years, Group 2)

을 미치는 것으로 나타났다.

<Fig. 4>는 60대 이상의 고령보행자 모형에 대한 것이다. 이 경우 잠재적 고령보행자와는 달리 보행로에 대한 만족도와 햅틱 보조장치의 구매의사간에 연관성이 없는 것으로 나타났으며 이는 60대 이상의 보행자일 경우 평소 보행로의 안전성 및 편리성에 대해 관심이 적다는 점에서 비롯된 것으로 판단된다. 반면에 보행방향정보 서비스와 위급상황 임이 주변인이나 보호자에게 자동으로 통보되는 SOS 서비스가 장치구매 행동에 직접적인 영향을 미치는

것으로 도출되었다. 또한, 새로운 길을 찾거나, 지도 및 약도의 이해에 대한 심리적 요인이 햅틱 보조장치의 필요성과 구매의사에 많은 영향을 미치며 이는 고령보행자의 경우 길 찾는 일에 대한 어려움 혹은 두려움을 인지하고 있고 따라서 이를 보조해 주는 장치에 대한 이용가치를 높게 평가하는 것으로 해석할 수 있겠다. 또한, 고령보행자는 보행 중에 느끼는 위험 인식이 셀프 SOS 기능의 필요성에 영향을 미치지만 이는 햅팁 보조장치의 구매 행동으로까지 연결되어 지지는 않는다. 잠재적 고령보행자들은 보행방향정보 서비스와 셀프 SOS 서비스에 동일한 필요성을 느꼈던 반면, 60대 이상의 보행자는 보행방향정보 서비스와 자동 SOS 기능에 있어 필요성 인지 수준에 차이가 보였다. 추정된 경로계수 값에 의하면 낙상 시에 주변인 혹은 보호자에게 자동적으로 위험신호를 알리는 서비스보다 (0.42) 보조장치에 의한 보행 네비게이션 (0.56)을 더 필요로 하는 것으로 해석할 수 있다. 추가적으로 고령보행자의 모형에서는 접근차량에 대한 정보제공 서비스의 선호가 본 장치의 구매행동과는 전혀 관련성을 가지지 않는 것으로 나타났다.

V. 결 론

우리나라는 2000년 고령인구비율 7.2%로 이미 고령화 사회에 진입하였으며 2040년 이후에는 일본 다음 수준으로 고령화율이 높아질 것이라고 예측되고 있다. 여기에 점점 낮아지는 출산율과 늘어나는 평균수명으로 현재 우리나라의 고령화 사회 진입속도는 매우 높다고 볼 수 있다. 이렇게 빠르게 늙어가는 한국은 향후 초래할 혼란을 대비하고자 다양한 고령자 복지관련 정책이 지속적으로 요구되어지고 있는 실정이며 교통안전 측면에서도 더 많은 노력이 필요한 상황이다.

본 연구는 고령자의 안전하고 이동하기 편리한 보행 환경을 위해 ICT 기반의 보행보조 서비스 기술을 설계하여 제시하였다. 이러한 신규서비스에 대한 고령자의 수요 및 니즈(Needs)를 분석하기 위해서 설문조사를 활용한 경로모형을 개발하였다. 연구에서 설계한 고령자 맞춤형 보행보조서비스는 햅틱(진동 및 촉각정보)을 통한 보행안내지원 서비스와 자동 및 셀프 SOS 시스템, 그리고 접근차량의 정보알람 서비스가 포함된 웨어러블(Wearable) 보행안내 보조기기로 구성이 된다. 개발자 측면의 서비스가 아니라, 사용자 측면의 서비스의 적합성을 검토하기 위하여 189명의 잠재적 고령자와 고령자를 대상으로 그들이 가지는 보행에 관한 심리적 태도 및 각 서비스에 대한 선호도, 그리고 보행안내 보조장치에 대한 지불의사액을 설문 및 분석하였다. 또한 요인분석을 통해 4개의 보행태도에 관한 잠재적 변수를 분석하였으며, 이와 각 서비스에 대한 선호도 그리고 지불의사액을 통해 산출된 보조 장치의 필요성간의 인과관계를 규명하였다. 간단히 그 결과를 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 연령대에 따른 그룹별로 약간의 차이는 보였지만 보행로에 대한 만족도 및 보행관련시설 불편성 인지와 같은 잠재적 변수는 보행보조 장치의 필요성에 영향을 미치는 요소로 밝혀졌다.

둘째, 긴급 상황에서 사용될 수 있는 자동 SOS 시스템과 버튼타입의 셀프 SOS 시스템은 지불의사액를 높여 결국 보행보조 장치를 구매하는데 긍정적인 영향을 주는 것으로 분석되었으며, 이는 보행방향정보 햅틱 지원 서비스와 함께 장치의 구매행동을 유발시킬 수 있는 추가적인 서비스로 고려될 수 있다는 결론을 도출하였다.

셋째, 40대와 50대로 구성된 잠재적 고령보행자 그룹과 60대 이상의 고령보행자 그룹은 보행에 대한 태도에서 차이를 보이는 것으로 나타났으며, 특히 고령보행자 그룹이 잠재적 고령보행자들에 비해 보행방향정보 햅틱 지원 서비스의 선호도가 높으며 이는 구매행동에 직결되는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 향후 ICT기반 보행보조 장치의 이용활성화에 기여할 수 있을 것으로 사료된다. 즉 고령보행자의 안전한 이동을 지원할 수 있도록 제안된 ICT 기반의 보행보조 장치의 이용률을 증가시키기 위해 잠재적 고령보행자와, 현재의 고령보행자를 구분하여 서비스를 제공할 필요가 있다. 잠재적 고령자는 보행방향정보 햅틱 서비스와 셀프 SOS기능을 포함

한 보조장치를 선호하며, 고령보행자는 보행방향정보 햅틱 서비스와 자동 SOS 그리고 부가적으로 접근차량 알림 서비스를 필요로 하고 있기 때문이다.

이러한 고령자의 서비스 선호 경향에 대한 분석 결과는 제품화된 기술에 대한 활용범위를 증대시키고 궁극적으로 고령자의 보행시 안전성을 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구에서 수행된 결과 및 방법론은 IT를 활용한 다양한 ITS 및 ICT융합 교통서비스의 개발에 있어 사용자 측면을 고려한 중요 연구로 활용될 것으로 기대되는 바이다. 다만 본 연구에서는 한정적인 케이스 조사를 통해 고령보행자의 보행보조 서비스의 선호도를 일반화하였으나, 향후 연구에서 고령자의 다양한 사회경제적 속성을 고려하여 보다 광범위한 조사를 통한 분석이 수행되어야 할 것으로 판단한다.

REFERENCES

[1] Transportation Safety Authority, Traffic Accident Analysis System DB, from https://taas.koroad.or.kr/index.jsp, 2016.1.13

[2] Barak Y., Wagenaar R. C. and Holt K. G.(2006) “Gait characteristics of elderly people with a history of falls: a dynamic approach,” *Physical Therapy*, vol. 86, pp.1501-1510.

[3] Korea Statistical Office, *2014 Statistical elderly,* 2014.

[4] Park J. H.(2015) ″The aging society, aged society, super-aged society,″ *click the economy Education*, the Korea Development Institute.

[5] Jang J. A., Kim J. and Choi K.(2015) “Analyzing interview data of ICT-based walking service for the elderly,” *Transportation Technology and Policy*, *Korea Society of Transportation*, vol. 12, no. 1, pp.29-37.

[6] Park B. H., Yanf J. M. and Inn B. C.(2009) “Relationship between traffic accidents of elderly pedestrians and barrier-Free facilities in the case of cheongju,” *Korean Society of Transportation*, vol. 27, no. 2, pp.189-197, 2009.

[7] Kim K. B.(2015) “The traffic accident characteristics and reduction methods of elderly pedestrian in accordance with the advent of the aging society -focused on jeju,” *The Journal of the Korea Contents Association,* vol. 15, no. 4, pp.197-207.

[8] Jeong E. G., Lee J. S. and Cho G. T.(2007) “A study for improving walking convenience of cross walk of the aged pedestrian through field survey,” in Proc. *KSCE(korean society of civil engineers) Conf.,* pp.1800-1803.

[9] APSIS4ALL Project Consortium, The APSIS4ALL Project, from http://www.apsis4all.eu, 2015.11.20.

[10] ASKIT Project Consortium, The ASKIT Project, from http://www.ask-it.org/, 2015.11.21.

[11] Guide Project Consortium, The Guide Project, from http://www.guide-project.eu/, 2015.11.21.

[12] Mobilesage Project Consortium, The MobileSage Project, from http://mobilesage.eu/, 2015.11.21.

[13] Røssvoll, T. H.(2013) “The european mobileSage project – situated adaptive guidance for the mobile elderly, overview, status, and preliminary results,” in Proc. *the sixth Int. Conf. on Advances in Computer-Human Interactions,* pp.479-482.

[14] WayFiS Project Consortium, The WayFiS Project, from http://www.wayfis.eu, 2015.11.21.

[15] Kainz W. and Kalian K.(2013) “Uncertainties in navigation of elderly people in towns- the ASSISTANT project, International Archives of the Photogrammetry,” in Proc. *Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, *8th Int. Symposium on Spatial Data Quality*, pp.169-172.

[16] Kim J., Kim S., Ryu I. and Choi K.(2015) ″Mobility management in Korea and its impacts on modal shift,″ *Transportation Technology and Policy, Korea society of Transportation*, vol. 12, no. 3, pp.31-37.

[17] Kim G. S.(2001) *AMOS Structure Equation Model Analysis*,. SPSS Academy Press.

[18] Lee H. and Lee, J.(2003) “Analysis of causal relationship among education quality factors using path analysis”, *Journal of Korean Industrial Information Systems Society*, vol. 8, no. 2, pp.72-83.

저자소개

김 정 화 (Kim, Junghwa)
2013년 일본 교토대학교 박사학위 취득 (도시사회공학)
2014년 2월~ 현 재 : 아주대학교 연구교수 (지속가능 TOD 도시교통 연구센터)
2012년 9월~2012년 11월 : 스웨덴 예테보리대학교 파견연구생 (심리학과)
2009년 4월~2010년 5월 : 국토연구원 인프라본부 연구원
2007년 9월~2009년 8월 : 아주대학교 공학 석사 (건설교통공학과)
2004년 3월~2007년 8월 : 아주대학교 공학사 (교통시스템공학과)

장 정 아 (Jang, Jeong Ah)
2014년 4월~ 현 재 : 아주대학교 연구교수 (지속가능 TOD 도시교통 연구센터)
2004년 5월~ 2014년 3월: 한국전자통신연구원 자동차/조선 IT융합 연구부 선임연구원
2002년 3월~ 2009년 2월: 아주대학교 일반대학원 건설교통공학과 졸업(공학박사)
2000년 3월~ 2002년 2월: 아주대학교 일반대학원 건설교통공학과 졸업(공학석사)
~ 2000년 2월: 아주대학교 환경도시공학부 졸업(공학사)

최 기 주 (Choi, Keechoo)
2008년 University of Wisconsin-Madison 공학박사
1992년 University of Illinois(at Urbana-Champaign) 공학박사 (교통계획)
2010년 ~ 현 재 : 아주대학교 TOD기반 지속가능 도시·교통 연구센터(ERC) 소장
1994년 ~ 현 재 : 아주대학교 교통공학과 교수
1992년 ~ 1994년 : 서울시정개발연구원 도시교통연구부 책임연구원
1984년 ~ 1986년 : 서울대학교 공학 석사