

## 시각장애인 대중교통 이용실태 분석 및 대중교통시설 내 보행지원 시스템 구축방안\*

김원호\*\* · 이유화\*\*\* · 김시현\*\*\*\*

### Examination of Public Transit Use Patterns and Development of High-tech Walking-aid System at Public Transit Facilities for the Blind and Visually Impaired\*

Wonho Kim\*\* · Yuhwa Lee\*\*\* · Sihyun Kim\*\*\*\*

**요약** : 본 연구에서는 시각장애인의 대중교통 이용 및 안전에 대한 불편사항을 이해하고 시각장애인들의 자율적이고 독립적인 이동권을 보장하게 새로운 대중교통 정보서비스 및 기술시스템 구축을 제안하는 것이 목적이다. 대중교통 시설 내에서의 안전의식에 대한 조사 및 분석결과를 바탕으로 지하철 및 도시철도 역사 내에서 스마트 지팡이(smart cane)를 이용하여 안전을 제고하고 보행경로를 안내해주는 전자태그(RFID: Radio Frequency IDentification) 기술과 영상인식기술을 기반으로 하는 최첨단 보행지원 시스템을 소개한다. 경로안내뿐 아니라 경로이탈 시 복귀안내기능이 있는 시스템을 갖춘 스마트 지팡이라는 전용매체를 이용하는 것을 제안하여 안내기능과 센터와의 연계기능을 수행하도록 설계하였다.

**주제어** : 시각장애인, 보행지원 시스템, 경로안내, RFID, 영상인식기술

**ABSTRACT** : This study focuses on understanding of difficulties and safety issues that blind and visually impaired people face on when they use public transit and suggesting to develop a new public transit information services and technology systems that help them to achieve an independent mobility. Based on an analysis of public transit safety concerns addressed by the blind and visually impaired persons, a high-tech walking-aid system in a metro station, namely a smart cane system, has been introduced to support indoor safe route navigation of visually disabled, relying on RFID(Radio Frequency IDentification) and Image identification technologies in the study. The smart cane system was designed to contain not only a safe-walk navigation service on yellow braille road in the metro station for the blind and visually impaired persons to return to a braille road block when they might deviate from it, but the real-time communication tool to inter-connect to a local center at the station.

**Key Words** : blind, visually impaired, high-tech walking-aid system, route navigation, RFID, image identification

\* 본 연구는 국토해양부 교통체계효율화사업의 연구비 지원(과제번호 07교통체계-지능07)에 의해 수행되었습니다.

\*\* 서울시정개발연구원 도시기반연구본부 연구위원(Research Fellow, Metropolitan Planning Research Group, Seoul Development Institute)

\*\*\* 서울시정개발연구원 도시기반연구본부 초빙부연구위원(Visiting Associate Research Fellow, Metropolitan Planning Research Group, Seoul Development Institute), Corresponding Author(E-mail: yuhwalee@sdi.re.kr, Tel: 010-5018-0317)

\*\*\*\* 서울시정개발연구원 도시기반연구본부 연구원(Researcher, Metropolitan Planning Research Group, Seoul Development Institute)

## I. 서론

### 1. 연구의 배경 및 목적

장애인이나 노약자, 고령자 등 교통약자들의 사회참여 욕구 및 기회가 증가하면서 이들을 위한 이동수단의 확보와 교통정보 제공 문제가 사회적 이슈로 대두되고 있다. 1990년대에는 이동편의를 증진해 사회적 형평성을 고려해야 할 대상을 장애인 등으로 한정하였으나, 2005년 교통약자 이동편의 증진법이 개정되면서 그 대상이 이동제약이 있는 교통약자라는 포괄적인 개념으로 확대되었다.

그러나 고령자, 장애인 등 교통약자를 위한 대중교통 서비스는 이들의 통행 행태 등에 관한 기초 연구가 부족한 상황에서 이동 편의시설 공급에 편중되어, 교통약자 스스로 대중교통을 이용하여 독립적으로 통행할 수 있는 대중교통정보에 대한 서비스가 미비한 실정이다.

특히 교통약자 중 본 연구에서 논의될 시각장애인들을 위한 대중교통 서비스 제공은 열악한 것이 현실이다. 시각장애인들은 다른 장애유형의 장애인들에 비하여 일상 생활을 유지하는 데 여러 방면에서 불편함을 느끼지만 그 중 가장 심각한 것은 장애로 인한 이동권 제한 및 정보격차이다.

주창욱 외(2003)의 연구에 따르면 정보격차의 주요 원인으로는 연령, 학력, 직업, 소득, 지역, 성 등 사회·인구학적 요인들을 들 수 있지만 이에 못지않게 물리적, 인지적인 접근의 한계가 정보격차를 야기한다.

따라서 본 연구의 목적은 크게 4가지로 한다. 첫째, 대중교통을 이용하는 시각장애인을 상대로

일대일 심층 면접조사 및 통근통행 추적조사를 실시하여 대중교통 이용과 안전에 대한 불편사항과 대중교통 서비스에 대한 요구사항을 파악하고, 시각장애인들이 실질적으로 원하는 대중교통 서비스 시스템이 나아가야 할 방향을 살펴본다. 둘째, 조사된 자료를 이용하여 시각장애인들을 위한 새로운 대중교통 서비스 시스템의 도입에 대한 타당성을 통계학적 분석으로 유효한지 검증한다. 셋째, 시각장애인들을 대상으로 정보 접근을 보장할 수 있는 대중교통 정보체계 인터페이스를 설계하여 장애로 인한 이동권 및 정보격차를 해소하고 독립적으로 이동할 수 있도록 첨단 정보통신 시스템과 서비스 개발을 구현한다.

또한 시각장애인들은 장애 특성상 시각적으로 정보를 얻는 데 제약이 많기 때문에 통행할 때 필수적인 보행 정보를 보행 폭, 보행 거리, 발바닥의 감촉, 음향, 주변 상향 감지 등을 통해 수집하는데 매우 의존한다. 따라서 대중교통을 이용하는 일반인과 달리 다양한 교통시설을 이용할 때 많은 위험이 존재하기 때문에 ‘안전하고 자율적인 이동통행권 제공’을 위해서는 세심한 배려가 필요하다. 이에 따라 시각장애인이 대중교통 이용 시 시설내 보행 이동경로 및 역내 환승경로에 대한 경로정보와 경로이탈 시 복귀정보를 제공하여 편리성과 안전성을 보장하는 보행지원 시스템을 RFID(Radio Frequency IDentification) 및 컬러 바코드 기술을 이용하여 개발하는 것을 연구의 넷째 목적으로 설정한다.

### 2. 연구의 범위 및 내용

#### 1) 연구의 범위

본 연구의 공간적 범위로는 설문조사의 경우 서

울시내 소재 시각장애인 복지관 및 학교를 방문하여 대중교통을 이용하는 성인을 대상으로 하였다.

- 1차적 공간범위 : 실로암 복지관, 서울맹학교 외 시각장애인이 활동에 참여하는 11개 기관
- 2차적 공간범위 : 1차적 공간범위를 포함하여 활동에 참여하는 시각장애인들의 이동 및 거주지역

또한, 설문조사를 이용한 분석결과에 따른 보행 이동지원 시스템(스마트 지팡이) 및 경로유도는 서울지역 지하철 역사에 구축하는 것을 개념으로 하여 설계하였다.

- 1차적 공간범위 : 서울시내 지하철 및 도시철도 역사(사당역 외 2개소)
- 2차적 공간범위 : 서울시를 통과하는 지하철 및 도시철도 역사

## 2) 연구의 내용

본 연구는 시각장애인의 이동행태 파악과 분석을 위하여 다음과 같은 사항들을 연구의 주요내용으로 선정하였다.

첫째, 국내외 시각장애인 관련 선행연구 및 시각장애인 정보 제공을 위한 지원기술 연구사례를 고찰하고, 현재 추진 중인 관련 사업에 대한 한계점, 시사점을 도출하였다.

둘째, 기존 문헌조사와 일대일 심층 면접조사를 통하여 시각장애인의 개요 및 현황, 이동행태에 대한 문제점과 시사점을 알아보았다.

셋째, 설문조사를 통해 도출된 시각장애인들의 통행행태 및 대중교통 이용 시 안전도, 보행 안전을 보장해주기 위하여 필요한 시스템에 대한 사전 선호도를 중심으로 정리한 조사 결과를 바탕으로 통계학적으로 유효 분석을 실시하여

시각장애인들이 선호하는 대중교통 보행경로 유도서비스의 기술개발 방향을 모색하는 방법으로 활용하였다.

그 결과를 통하여 시각장애인들에게 지하철 및 도시철도 역사에서 보행경로를 안내하고 위험지역으로의 경로 이탈 시 복귀시키는 보행지원 및 안전지원 시스템에 대한 정보제공 개선방안의 타당성을 제시하였다.

마지막으로 시각장애인이 선호하는 통행행태 분석을 토대로 시각장애인들이 필요로 하는 스마트 지팡이를 이용한 경로유도와 보행지원 시스템의 기술 및 개념적 시스템 아키텍처를 통하여, 이동성 및 이용성을 확대하기 위한 정보제공 및 경로유도 개선방안을 제시하였다.

## II. 선행연구 및 국내외 사례 분석

### 1. 선행연구

선행연구의 고찰에 있어서는 크게 시각장애인의 이동환경 실태 및 특성 분석과 개선방안에 대한 연구, 시각장애인 이동 지원기술에 관한 연구, 시각장애인 이동안내 정보제공에 관한 연구로 구분할 수 있다.

시각장애인의 이동환경 실태 및 특성 분석과 개선방안에 대한 연구로는 강동호(2003), 박준일(2003), 홍윤희(2007), 강용봉(2007)의 연구를 들 수 있다. 이들의 연구는 시각장애인의 접근권 및 이동권 보장 실태조사를 다양한 관점에서 실시하고 특히 이용만족도를 조사해 문제점을 파악하고 개선방안 및 지원방안을 제시하고 있다(<표 1> 참조).

〈표 1〉 국내 시각장애인 이동환경 관련 선행연구

저자	연도	연구 내용 및 성과
강동호	2003	시각장애인의 접근권 보장을 위한 실태 조사와 만족도 조사를 통해 문제점을 파악하고, 시각장애인 편의시설과 생활서비스의 개선점을 제안함.
박준일	2003	시각장애인 이동권 보장 실태 및 특성을 법적/제도적 측면, 편의시설 측면, 이동수단 측면에서 분석하여 시각장애인의 이동권 개선방안을 제시함.
홍윤희	2007	시각장애인의 활동보조서비스 (PAS: Personal Assistance Service) 제공을 위해 유형에 따른 요구를 분석하고 이에 필요한 활동보조서비스를 제시함.
강용봉	2007	서울시 시각장애인 점자블록 설치 현황 조사 및 이용만족도 조사를 통해 그 결과를 분석하여 지원방안을 제시함.

시각장애인 이동 지원기술에 관해서는 국내외 관련 기술사례를 중심으로 살펴보았으며, 크게 전자 보행 보조기기(Electrical Travelling Aided: ETA), 시각장애인 유도를 위한 이동로봇(Robotic Travel Aids: RTA), 복합기능의 안내용 지팡이(GUIDE-CANE) 등으로 구분할 수 있다.

ETA에는 초음파센서 기술이 접목된 Sonic Guide를 효시로, Mowat Sensor, Sonic Pathfinder, Miniguide 등이 있고 국내에서도 '시각장애인을 위한 초음파 안경'이 개발된 바 있다. 1980년대 중반부터는 이동로봇 기술을 결합한 형태의 RTA가 개발되었는데 일본에서 개발된 MELDOG, HARUNOBU 등을 비롯하여 국내에서 개발된 맹인 안내용 이동로봇인 RoJi가 있다. 복합기능의 안내용 지팡이로는 레이저 기술을 이용한 C-5 Laser Cane, Talking Cane, Guide Cane 등이 있으며, 이외에도 GPS 시스템을 이용하여 시각장애인을 유도하기 위한 GPS Talk가 개발되었다(〈표 2〉 참조).

〈표 2〉 국내외 시각장애인 이동 지원기술

구분	연도	개발 시스템 및 관련 기술
국내	1980	인하대학교, 시각장애인을 위한 초음파 안경: 초음파 센서로 경로상의 장애물을 인지하여 안내정보를 음성으로 제공
	2000	한국과학기술원, 맹인 안내 로봇: 초음파 센서 부착 로봇, 미국 Pioneer 개발 플랫폼 사용
	2004	부산대학교, RoJi: 지팡이와 안내견의 장점을 효과적으로 융합하기 위한 연구목적의 로봇으로, 실시간 이동경로 정보 제공
미국	1973	Benjamin, C-5 Laser Cane: 레이저를 장착한 지팡이로 전방 장애물 판별
	1974	Leslie Kay, Sonic Guide: 초음파센서를 장착한 안경으로 전방 장애물 정보 취득
	1989	Wormald, Mowat Sensor: 장애물 유무를 검출하여 편의 제공
	2001	미시간 대학, Guide Cane: 주행계, 이동메커니즘, 초음파센서 및 디지털 나침반, 자이로스코프 등의 장치를 통해 장애물 및 방향 정보 제공
일본	1985	MELLAB, MELDOG: 초음파센서 어레이를 사용하는 이동로봇으로, 전방 장애물을 감지하여 경로를 유도
	1998	YANANASHI 대학, HARUNOBU: 영상, 초음파, GPS 센서 등으로 주변환경을 인식하고, 영상처리 기술을 통해 교차로, 점자보도블록 등을 인지하여 경로 유도 정보 제공
캐나다	2003	Sendero Group, GPS Talk: GPS 시스템을 이용하여 현재위치 정보 및 목적지까지 유도 정보를 음성으로 제공
호주	2000	GDP Research, Miniguide: 초음파센서로 50cm~8m 전방 물체의 측정이 가능한 휴대장치로 장애물 정보 제공
영국	1984	Tony Heyes, Sonic Pathfinder: 2개의 수신, 3개의 송신 초음파센서를 이용한 헤드셋으로 전방 장애물 정보 취득
스웨덴	1994	Reab사, TalkingCane: 레이저 기술을 이용하여 10~15m 전방의 장애물 인식이 가능한 지팡이

국내 시각장애인 이동안내 정보제공에 관한 연구로는 주창욱 외(2003), 박상준·신동원(2006),

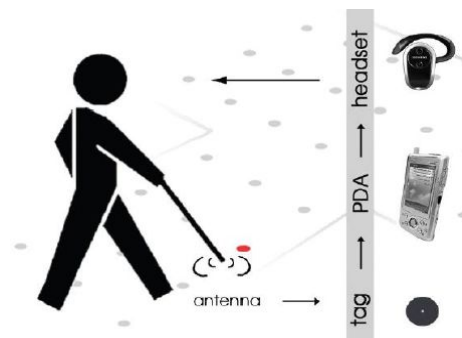
이성하(2006), 김상일(2007), 박덕제(2008)의 연구를 들 수 있다. 이들의 연구는 시각장애인을 위한 점자블록을 자동으로 인식하기 위해 RFID, 화상인식, 확률론적 추적 알고리즘, GPS 등의 관련 기술을 접목하여 시각장애인의 보행을 유도하고 상세한 주변 정보를 제공하는 방안을 제시하고 있다(〈표 3〉 참조).

〈표 3〉 국내 시각장애인 이동안내 정보제공 관련 연구

저자	연도	연구 내용 및 성과
주창욱 외	2003	RFID와 점자블록 결합을 통한 시각장애인 보행보조 시스템 구현에 관한 연구로, RFID 태그와 안테나를 내장한 점자블록과 리더기가 설치된 백색지팡이를 통해 보행을 유도할 수 있는 시스템을 제안함.
박상준 · 신동원	2006	화상인식 기술을 이용한 시각장애인 보행보조장치에 관한 연구로, 진동부가 구비된 손전등 형태의 장치를 통해 점자블록을 검색 및 인식하여 이동 방향과 위치 정보를 제공함.
이성하	2006	확률론에 기반을 둔 점자블록 추적 알고리즘 및 센서장치 개발에 대한 연구로, MonteCarlo Localization 방법을 적용하여 점자블록 지도상에 로봇의 위치를 추정하고 추정된 위치 값을 바탕으로 이동 로봇을 제어, 점자블록을 따라 자율 주행하는 로봇 시스템을 제안함.
김상일	2007	시각장애인을 위한 위치정보시스템 개발에 대한 연구로, 시각장애인의 장소/공간 이동성에 대한 획기적인 개선을 위해 위치정보서비스에 RFID기술을 도입하여 통합시스템 운영 및 새로운 정보시스템 모델을 제시함.
박덕제	2008	수동형 RFID(900MHz) 기술을 이용한 시각장애인 횡단보도 보행안내 시스템에 관한 연구로, 시각장애인의 정보 접근을 보장할 수 있는 정보 체계 인터페이스를 설계하고 구현함.

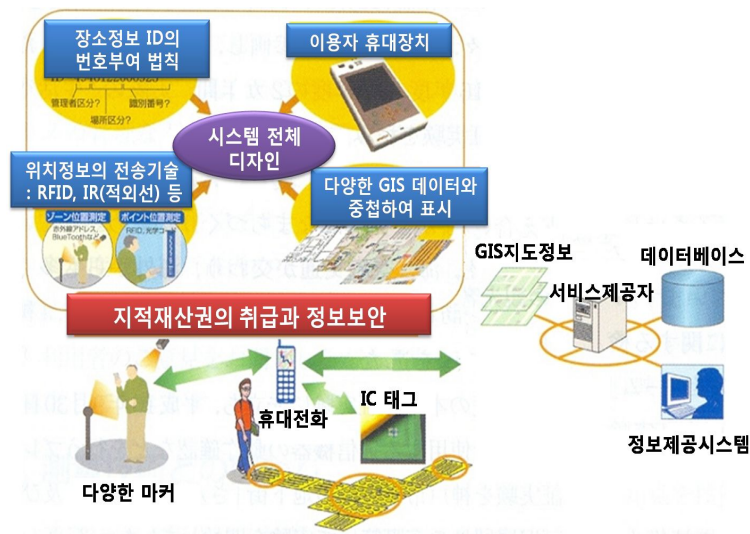
## 2. 국내외 사례 분석

이탈리아 Laveno Mombello에서는 시각장애인 및 여행자들을 위한 전자 길안내 시스템을 구축하고 있다. 유럽계 시민안전보안기구(IPSC)인 IEEE Spectrum 보고서에 따르면, 2007년 하반기부터 Laveno Mombello 보도에 1,260개의 RFID를 설치하는 프로젝트를 전개하기 시작하여 이를 SESAMONET(Secure and Safe Mobility Network)와 연계하고 있다. 시각장애인 지팡이에 부착된 안테나는 보도에 설치된 RFID를 지날 때 활성화 되고, RFID 태그의 고유 번호를 시각장애인이 소지한 PDA에 전송한다. PDA에는 시내 곳곳의 위치 정보와 태그 번호를 연계한 지도 정보가 저장되어 있어 사용자는 휴대폰에 연결된 블루투스 헤드셋으로 위치 및 주변 정보들을 음성정보 형태로 제공받을 수 있다.



〈그림 1〉 SESAMONET: 시각장애인 경로안내 지원

일본 고베시에도 ‘자율이동 프로젝트’에 의해 RFID기술을 이용한 시각장애인의 안전한 보행을 위한 시스템이 구축되어 있다. 동작 원리는 RF기술이 접목된 지팡이를 RFID 태그가 내장된 보도블록에 근접시키면 태그 ID가 RF 지팡이와 PDA(무선 네트워크)를 경유하여 이동통신망을 거쳐



〈그림 2〉 자율이동 프로젝트

국토지리원 서버로 전송되고, 국토지리원 서버에서 해당 ID의 위치 정보를 검색하여 검색된 정보를 다시 이동통신망을 통해 PDA로 전송하여 음성정보를 제공하는 것이다. 그러나 시스템 구축비용 및 통신비용이 과다발생하고, 시각장애인의 직접적인 PDA 조작이 불가능하며 보도블록의 개보수 시에 RFID태그를 일일이 삭제해야 하고 국토지리원의 데이터베이스를 수정하는 데 현실적 어려움이 따르는 것으로 평가되었다.

이에 비해 국내에서 개발된 NAVIWALK는 오프라인 시스템으로 구축이 간단하여 구축 및 운용비용이 저렴하고, 물리적 변경 없이 무선방식으로 위치정보 및 안내 메시지의 추가/변경/수정이 용이해 RFID 태그 설치에 제약조건이 없으므로 일본의 시스템보다 상용화에 더 적합한 것으로 분석되었다. NAVIWALK의 동작원리는 NAVIWALK-지팡이를 RFID태그 삽입 점자 블록에 접촉하면 태그에 저장되어 있는 현 위치 및 안내정보의 데이터를 판독하여 음성정보로 제공하는 것이다.

학교나 길거리에서 시각장애인이 휴대한 지팡

이 끝단의 안테나를 통해 점자블록에 매설되어 있는 RFID 태그를 감지하면 손잡이의 진동장치에 0.5초 울리며 수집 데이터는 NAVIWALK-TTS 단말기로 보내진다. 한편, 초기 일체형 지팡이의 경우 무게에 대한 부담감이 커서 일반 보도를 다닐 때는 플러그를 빼고 RFID 태그가 있는 곳에서 다시 플러그를 끼워 사용할 수 있도록 하는 분리형 지팡이로 개선하였으나, 휴대하기 편하도록 개선하고 인프라 구축이 여전히 필요한 상황이다.



〈그림 3〉 NAVIWALK 단말기

### III. 시각장애인 통행 특성

#### 1. 시각장애인의 정의 및 현황

##### 1) 시각장애인의 정의

본 연구에서 논의되는 시각장애는 목적에 따라 교육적, 법적, 의학적으로 정의되지만, 나라와 학자에 따라 조금씩 달라지기도 한다. 일반적으로 교육적 정의는 잔존시력의 활용여부, 시기능, 시효율성 등에 관심을 두고, 맹(Blindness)과 저시력(Low-vision)으로 정의된다. 일반적으로 '장애인 복지법'에서는 시각장애인을 다음과 같이 정의하였다.

- 나쁜 눈의 시력(만국식 시력표에 따라 측정된 교정시력을 말함. 이하 같음)이 0.02인 사람
  - 좋은 눈의 시력이 0.2인 사람
  - 두 눈의 시야가 각각 주시점에서 10도 이하인 사람
  - 두 눈의 시야를 2분의 1 이상 잃은 사람
- 또한, 시각장애의 등급을 다음과 같이 6등급으로 나누어 구분하고 있다. 전맹 시각장애인은 1등급에 포함되어 있다.

〈표 4〉 시각장애인 등급

등급	시각장애
1등급	좋은 눈의 시력(만국식 시력표에 의하여 측정된 것을 말하며, 굴절 이상이 있는 사람에 대하여는 교정시력을 기준으로 함. 이하 같음)이 0.02인 사람
2등급	좋은 눈의 시력이 0.04 이하인 사람
3등급	1. 좋은 눈의 시력이 0.08 이하인 사람 2. 두 눈의 시야가 각각 주시점에서 5도 이하로 남은 사람
4등급	1. 좋은 눈의 시력이 0.1 이하인 사람 2. 두 눈의 시야가 각각 주시점에서 10도 이하로 남은 사람
5등급	1. 좋은 눈의 시력이 0.2 이하인 사람 2. 두 눈의 시야를 2분의 1 이상 잃은 사람
6등급	나쁜 눈의 시력이 0.02 이하인 사람

자료: 「장애인 복지법」 시행규칙

##### 2) 시각장애인 현황

보건복지부는 장애인복지법에 근거하여 1980년대부터 5년 주기로 '한국보건사회연구원'을 통해 전국적인 규모의 장애인 실태 조사를 실시하고 있다.

〈표 5〉 장애인 유형별 현황

구분	인구 (만명)	대비비율(%)	
		총인구	교통약자
장애인 <sup>1)</sup>	124	2.6	10.5
고령자	437	9.1	37.0
임산부 <sup>2)</sup>	43	0.9	3.7
어린이	323	6.7	27.3
영유아 동반	254	5.3	21.5
합계	1,182	24.6	100.0

주: 1) 장애인 중 65세 고령자 제외(등록장애인수: 178만명)

2) 출생인구에서 쌍태아 이상의 출생 인구를 고려하여 추정

자료: 장애인 - 등록장애인수, 보건복지부, 2006  
 고령자 - 장래인구추계결과, 65세 이상, 통계청, 2006  
 임산부 - 장래인구추계결과, 출생아수, 통계청, 2006  
 어린이 - 장래인구추계결과, 5~9세, 통계청, 2006  
 영유아 동반 - 장래인구추계결과, 0~4세, 통계청, 2006

교통약자로 칭하는 일반 장애인 중 시각장애인은 매년 두 배 이상 증가하는 것으로 나타나고 있다. 1995년경 92,595명(0.2%)이었던 시각장애인은 2000년경 222,067명(0.5%)으로 크게 증가하였다.

〈표 6〉에서 나타나듯이 전국 장애인의 20% 정도를 차지한 시각장애인은 교통약자의 상당한 부분을 차지하고 있다. 특히, 서울(2.98%), 경기(3.29%) 지역에 시각장애인의 수가 많은 부분을 차지하고 있다.

〈표 6〉 주요 대도시별 시각장애인 현황

구분	수	비율	구분	수	비율
서울	37,003	2.98%	광주	6,257	0.50%
부산	16,916	1.31%	대전	6,207	0.50%
대구	10,794	0.87%	경기	40,855	3.29%
인천	11,047	0.89%	전국	216,881	17.49

주: 1. 수는 시각장애인 수(천명)

2. 비율은 장애인 전체 수 대비 시각장애인 비율(%)

## 2. 설문조사 내용 및 방법

### 1) 조사대상

설문조사는 시각 장애인 1~6급을 대상으로 설정하였으나, 실질적으론 대중교통을 이용하여 주로 통행하는 시각장애 1급 또는 전맹 성인을 대상으로 집중적으로 실시하였다. 설문 조사자는 장애인을 주로 많이 상대해본 사회복지사를 모집하여 시각장애인들에게 더 많은 정보를 얻을 수 있도록 유도하였다.

### 2) 설문지 설계 및 조사방법

설문지 설계는 시각장애인들의 대중교통 이용 실태와 대중교통 시설 안전 인식도 및 시각장애인 대중교통 이용지원 시스템에 대한 선호도를 알아보기 위하여 크게 4부분으로 나누어,

첫째, 시각장애인들의 매일 및 가끔씩 수행하는 통행의 목적 및 통행 수단을 조사하고,

둘째, 통행 시 이용하는 대중교통 정보의 매체와 이용 방법 등에 대하여 자세히 조사하였으며,

셋째, 대중교통 이용 중 교통시설을 이용할 때 느끼는 선호도 및 안전도를 알아보았으며,

넷째, 시각장애인을 대상으로 ADPOS(Advanced Dynamic Paratransit Operating Systems)와 스마트 지팡이를 이용한 지하철 및 도시철도 역사 내 보행지원 시스템을 개발하여 제공한다고 가정했

을 때, 그들의 선호도 및 요구사항에 대하여 자세히 기술하도록 유도하여 설문지에 조사자가 기록하였다.

설문조사 방법은 실로암 복지관, 서울 맹학교 등을 방문하여 대중교통을 자주 이용하는 시각장애인을 대상으로 1인당 30분이 넘는 시간을 들여 심층면접을 실시하였다.

## 3. 설문조사 기초 분석결과

본 연구에서는 시각장애인의 대중교통 이용실태에 관하여 심층적인 조사를 실시하였다. 시각 장애인의 기초 신상조사, 통행빈도, 안전성, 통행실태(빈도/수단), 수단별 만족도 등 다양한 시각에서 시각장애인이 필요로 하는 요구사항 및 불편사항 개선 또는 시스템 개발에 대한 선호도를 조사하였다. 시각장애인의 대중교통이용정보 실태는 〈표 7〉과 같다. 정보 이용 시기는 통행 전과 통행 중으로 구분하였는데, 대중교통을 이용하고 있는 시각장애인은 예상과는 달리 전맹(양쪽 눈이 다 먼 경우)의 비율이 상당히 적고, 어느 정도의 약시를 가지고 있기 때문에 통행 전에는 인터넷을 통해 정보를 얻는 것을 선호하며, 통행 중에는 다른 통행자에게 도움을 받는 비중이 큰 것으로 나타났다.

〈표 7〉 대중교통 이용정보

구분	통신매체	비율
통행 전	인터넷	47.8%
	기타 통신매체	10.9%
	지인 및 그밖	37.0%
	무응답	4.3%
통행 중	다른 통행자	45.7%
	통신매체	8.7%
	안내시설물	8.7%
	그밖	15.2%
	무응답	21.7%



### 1) 시각장애인 이동 중 안전

통행을 위해선 시각적인 확보가 중요한데, 시각장애인의 경우에는 통행 시 시각 확보에 한계가 있기 때문에, 다양한 위험 변수가 빈번하게 존재한다. 특히, 대중교통 이용 시 시각장애인의 안전과 편의를 제고하기 위한 보행 보조시설은 매우 제한적이기에 지팡이와 점자블록에 의존하여 통행하며, 이로 인해 대중교통 수단을 이용하기에는 많은 제약이 따른다.

〈표 8〉 시각장애인 대중교통시설 안전 만족도

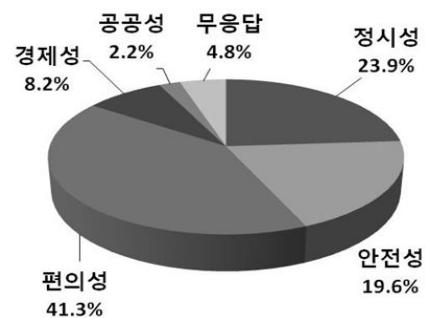
구분	만족도 구분	비율
지하철 전동칸	만족	19.6%
	불평 없음	54.3%
	불만족	21.7%
	매우 불만족	4.3%
지하철역	만족	4.3%
	불평 없음	34.8%
	불만족	39.1%
	매우 불만족	21.7%
버스 정류장	만족	8.7%
	불평 없음	23.9%
	불만족	39.1%
	매우 불만족	28.3%
버스안	만족	2%
	불평 없음	30%
	불만족	15%
	매우 불만족	52%

〈표 8〉은 시각장애인이 지하철이나 버스를 이용할 때 시설을 이용하면서 느끼는 안전에 대한 만족도를 나타내고 있다. 비교적 시각장애인을 위한 시설이 잘 구비된 지하철에 있어서도 전동칸 내와 지하철에 대한 불만족이 각각 26%와 60.8%로 매우 높게 조사되었다. 지하철은 시각장애인이 가장 많이 선호하는 교통수단임에도 불구하고, 많은 불편

사항이 접수되었다. 다른 수단에 비하여 점자안내, 음성시스템이 많이 설치되어 있지만, 시각장애인이 이용하기에는 많은 불편사항이 있는 것으로 나타났다. 특히 지하철역의 플랫폼에서는 낙마사고 등 많은 위험이 도사리고 있다. 최근에 스크린도어가 설치되고 있지만, 시각장애인들은 스크린도어가 2중으로 되어 있기 때문에 그 사이에 깔 수 있는 위험이 더 크다고 불편을 호소하였다.

설문조사에 따르면 안전상 이유로 시각장애인의 버스 이용 빈도가 다른 수단에 비해 현저히 떨어진다는 것을 알 수 있다. 이는 잦은 급정거와 카드 단말기의 위치와 무정차 등에서 근거를 찾을 수 있다. 〈표 8〉에서 나타나듯이 지하철과는 다르게 버스 자체에 대한 불만족이 67%로 매우 높게 나타났으며, 버스정류장에 대한 불만족은 지하철역과 비슷한 수준이었다.

또한, 선호하는 수단은 지하철이 97.8%로 독보적인 수단으로 조사되었다. 지하철을 선호하는 이유로는 〈그림 4〉와 같이 정시성(23.9%)과 편의성(41.3%)이 주요인으로 나타났다.



〈그림 4〉 지하철 선호도의 이유

### 2) 시각장애인을 위한 시스템

시각장애인을 위한 새로운 시스템 개발에 대한 선호도를 조사하였다. ADPOS라는 콜서비스에

기반한 시스템은 단거리 준대중교통수단, 스마트 지팡이, 개선된 점자블록 체계이며 이에 대한 시각장애인들의 답변을 분석하였다. 일반적으로 시각장애인들은 ADPOS와 스마트 지팡이의 시스템보다 점자블록에 대해 부정적인 의견을 가진 것으로 나타났다.

〈표 9〉 시스템별 선호도

구분	선호도 구분	비율
ADPOS	매우 호의적	47.8%
	호의적	17.4%
	부정적이지만 적극적이지 않음	23.9%
	매우 부정적	10.9%
	무응답	0%
스마트 지팡이	매우 호의적	32.6%
	호의적	15.2%
	부정적이지만 적극적이지 않음	26.1%
	매우 부정적	26.1%
	무응답	0%
점자블록	매우 호의적	19.6%
	호의적	10.9%
	부정적이지만 적극적이지 않음	28.3%
	매우 부정적	39.1%
	무응답	2.2%

#### IV. 통계학적 분석 및 결과 요약

본 장에서는 앞서 기술한 설문조사 결과를 전체 시각장애인 모집단을 대상으로 해석할 수 있는지를 파악하기 위하여 통계학적 분석을 수행하였다. 통계적 분석 후 변수의 계수 해석을 통하여 결과의 유효성을 파악하고, 시각장애인 중 지하철역 내 보행지원 시스템의 개발을 선호하는 사람들의 유형 및 특성을 도출하는 것을 목적으로 한다. 분석방법으로 요인 분석, 이항 로짓모형 분석 등 두 가지 기법을 적용하였고 예측결과를 해석하였다.

##### 1. 요인 분석

요인 분석은 다변량 분석법과 달리 등간수준이나 비율수준의 양적 변수들 간의 상호 작용을 설명 변수와 종속변수로 구분하지 않고 분석하여 공통적인 요인의 유무를 알아보는 것을 목적으로 한다. 따라서 결과물 중 요인 점수를 이용하여 회귀분석 등을 실시하거나 공통성이 존재하는 변수들을 동시에 적용하지 않는다면 다중공선성(多重共線性)을 피할 수 있다. 본 연구에서의 요인 추출방법은 주성분 분석을 이용하였으며, 회전방법은 Kaiser 정규화가 있는 Varimax방법을 이용하였다.

분석방법은 우선 설문조사 항목 중 시각장애인들의 대중교통 통행 전과 통행 중 정보 수집매체에 대한 변수들과 대중교통시설별 이용 안전에 대한 시각장애인들의 안전도 평가변수들을 하나의 그룹으로 묶어서 각 그룹 내 변수들 간의 공통 요인을 알아보고 그 원인을 살펴본 후, 다음 분석을 위한 변수 선정 시 고려하는 방법으로 사용하였다.

시각장애인들의 대중교통 통행정보매체 이용 관련 변수들 간의 요인성분점수 계수 행렬표는 다음 〈표 10〉과 같다. 요인점수 상관계수를 추정하는 방법으로는 회귀분석방법을 사용하였으며, 이때 생성된 점수는 평균 0을 가지고 공통 요인이 존재할 경우에는 그 상관계수의 값이 같은 부호를 가지게 된다. 공통 요인에 대한 해석은 분석가에 따라 다를 수 있으며, 〈표 10〉과 〈표 11〉에서 제시되는 것과 같이 보통 1, 2, 3 등의 기호로만 표시된다. 〈표 10〉에 따르면 공통요인 중 첫 번째 주성분 요인은 통행 전 매체로 인터넷, 통행 중에는 통신매체로 분석되었으며, 두 번째 주성분 요인은 통행 전 인터넷 + 다른 통신매체와 통행 중 통신매체를 선택한 사람들에게서, 세 번째 주성분 요인은 통행 전 매체로 인터넷과 지인 및 그밖, 통행 중 매체로 안내시설물

을 선택한 사람들에게 공통적 요인이 나타났다.

이를 해석하면, 공통 요인 중 두 번째 요인은 통신 기술을 이용하여 외부매체로부터 정보를 받고자 하는 특성으로, 세 번째 요인은 정보매체가 통신매체보다는 눈에 보이는 고정적인 매체인 안내시설물, 지인 등을 통해 받는 정보의 특성으로 볼 수 있을 것이다.

〈표 10〉 대중교통 통행정보매체 성분점수 계수행렬

		성 분		
		1	2	3
통행 전	인터넷	0.526	-0.217	0.025
	인터넷 + 다른 통신매체	-0.097	0.551	-0.089
	지인 및 그밖	-0.476	-0.133	0.049
통행 중	다른 통행자	0.033	-0.395	-0.440
	통신매체	0.215	0.322	-0.188
	안내시설물	-0.044	-0.119	0.772

주: SPSS 17.0 Statistics 결과

다음으로 〈표 11〉에서 대중교통시설별 안전에 대한 만족도 평가항목들 간의 요인 분석결과를 보면, 교통수단과 상관없이 공통 성분이 2개 존재하는데, 버스 차량 내, 버스 정류장, 지하철 전동칸, 기타 시설물에서 첫 번째 주성분 요인이, 지하철 역내 및 기타 시설에서 두 번째 주성분 요인이 공통적으로 나타났다.

〈표 11〉 대중교통 안전 불만족도 성분점수 계수행렬

		성 분	
		1	2
버스	차량 내	0.491	0.045
	정류장	0.474	0.047
지하철	전동칸	0.506	-0.092
	역내	-0.150	0.633
기타	시설(점자블록 등)	0.160	0.627

주: SPSS 17.0 Statistics 결과

결과 중 첫 번째 요인은 대중교통 차량과 관련이 있는 (버스 혹은 지하철 전동차) 위험도라고 판단되며, 두 번째 주성분 요인은 대중교통시설 중 보행 관련 불안전 요소라고 해석할 수 있다.

앞서 설명하였듯이 이렇게 공통적인 요인이 존재하는 변수들을 후속 분석에서 동시에 설명 변수로 이용할 때 다중공선성 문제가 발생하고 이로 인하여 잘못된 모형(Biased model)을 추정하는 오류를 범하기 쉬우므로 변수 선정 시 참고하는데 쓰이는 중요한 자료로 이용되었다.

## 2. 이항 로짓모형 분석

이항 로짓모형은 이분형 로지스틱 회귀모형이라고도 불리며, 선택대상이 2개의 범주일 때 개인 효용 극대화 이론을 이용하여 도출하는 모형이다. 시각장애인에게 스마트 지팡이에 대하여 개략적으로 설명한 후, 스마트 지팡이를 이용할 의사가 있는지 여부에 대한 이분된 대안을 설정하고 응답자들의 나이, 통행 중 대중교통 통행정보매체, 대중교통시설 안전에 대한 만족도 여부 및 새로 도입될 ADPOS(Advanced Dynamic Paratransit Operating Systems)에 대한 선호 여부 등을 Grouped Variables 기법을 이용하여 계수를 예측하였다. Grouped Variables 기법의 장점은 계수들의 양을 비교하여 기준 변수를 중심으로 종속변수 선택 확률에 대해 상대 평가할 수 있다는 점을 꼽을 수 있다.

또한 예측된 계수는 장래 스마트 지팡이에 대한 선택확률을 구하는 데 활용되기보다는 스마트 지팡이에 대한 이용자 유형을 그룹 내 변수로 파악하고 그 타당성을 알아보기 위해 사용되기 때문에 개개 변수들의 추정 계수 유의 확률을 높이는 것이

이 분석기법의 목적이 아님을 유의해야 한다.

〈표 12〉는 최종적으로 선택된 모형의 변수들의 개요를 보여주고 있다. 지하철 안전 만족도와 ADPOS 선호도는 총 4단계로 구분하여 주관식으로 답한 응답내용을 정리하여 이용하였다. 〈표 12〉 내에서 굵은 글씨로 강조된 변수는 모형 내 그룹변수들의 기준변수임을 나타낸다.

〈표 12〉 이항 로짓모형 변수 개요

변수명		설명
종속변수		
스마트 지팡이		스마트 지팡이에 대해 호의적이면 1, 아니면 0
설명변수		
통행 중 정보 매체 변수 그룹	1. 다른 통행자	다른 통행자에게 물음
	2. 통신매체	통신매체 이용
	<b>3. 안내시설물</b>	<b>안내시설물 이용</b>
연령 변수 그룹	1. 20 ~ 39세	20세 이상 39세 이하
	2. 40 ~ 59세	40세 이상 59세 이하
	<b>3. 60세 이상</b>	<b>60세 이상</b>
지하철 및 도시철도역내 안전 만족도 변수 그룹	1. 만족	지하철역내 안전에 만족
	2. 불평없음	지하철역내 안전에 만족하지는 않으나 불평없음
	3. 불만족	지하철역내 안전에 불만족
	<b>4. 매우 불만족</b>	<b>지하철역내 안전에 매우 불만족</b>
ADPOS 선호도 변수 그룹	1. 매우 부정적	ADPOS 도입에 매우 부정적
	2. 부정적	ADPOS 도입에 부정적이나 적극적이지 않음
	3. 호의적	ADPOS 도입에 호의적
	<b>4. 매우 호의적</b>	<b>ADPOS 도입에 매우 호의적</b>

주: 1. SPSS 17.0 Statistics 결과

2. 굵은 글씨로 강조된 변수는 그룹 변수들 내 기준 변수임.

〈표 13〉 이항 로짓모형 변수 계수 추정결과

변수명	계수	표준오차	유의확률
<b>통행 중 매체1 (다른 통행자)</b>	<b>-1.811</b>	<b>0.968</b>	<b>0.061</b>
통행 중 매체2 (통신매체)	-2.242	1.578	0.155
연령1 (20~39세)	-1.379	1.612	0.393
연령2 (40~59세)	-2.343	1.546	0.129
지하철 안전도2 (불평 없음)	-0.955	1.215	0.432
지하철 안전도3 (불만족)	-1.852	1.197	0.122
ADPOS1 (매우 부정적)	-1.638	1.298	0.207
ADPOS2 (부정적)	-1.317	1.048	0.209
<b>ADPOS3 (호의적)</b>	<b>-2.382</b>	<b>1.280</b>	<b>0.063</b>
상수항	4.802	1.968	0.015

주: 1. SPSS 17.0 Statistics 결과

2. 굵은 글씨로 강조된 변수는 90% 신뢰수준 만족

이항 로짓모형 예측 결과는 〈표 13〉에서 정리되었다. 최종 모형의 유의 확률은 0.053이고, Cox-Snell의 R-squared 값은 0.326, Nagelkerke의 R-squared 값은 0.435로 나타나 모형은 통계학적으로 유효한 것으로 나타났다. 또한 선택 분류표 결과로부터 보행지원 시스템 선택에 대한 평균 정확도가 78.3%인 것으로 나타났다. 그러나 Grouped Variables 기법을 사용하여 예측된 계수 중 90% 신뢰수준에 유의한 변수들은 많지 않았다.

기준변수에 대한 상대적인 계수로 도출된 결과를 살펴보면 통행 중 정보를 수집하는 매체가 안내시설물보다는 다른 통행자나 통신매체를 이용할수록 스마트 지팡이를 선택할 확률이 낮은 것으로 나타났다. 그 이유는 이미 다른 통행자나 통신

매체를 이용하여 이동경로를 파악하는 시각장애인들의 경우에는 전맹이 아니고 약간 정도의 시력이 확보되어 (1급의 경우 좋은 시력이 0.02임을 주지) 지팡이 의존도가 높지 않으며, 독립적으로 보행하는 데 다른 매체를 통해서 정보를 수집할 수 있는 여력이 있기 때문이라고 파악된다.

그러나 약간의 차이는 있지만 지하철 및 도시철도역내 안전에 대한 불만족도가 높을수록, ADPOS에 호의적일수록 스마트 지팡이를 이용하여 보행 이동경로를 제공하고 위험지역으로의 경로이탈을 방지하는 시스템에 호의적인 것으로 나타났다.

앞서 설문조사와 분석결과에 따르면 가장 선호하는 대중교통수단이 지하철이지만 지하철 역내 안전에 만족하지 못한다고 답변한 시각장애인의 비율이 60% 정도였다. 따라서 시각장애인들에게 독립적이고 자율적인 대중교통 이용을 활성화하기 위해서는 ADPOS와 스마트 지팡이와 같이 안전을 고려하는 보행지원 시스템을 개발하여 그들이 지하철역까지 위험성을 가지고 보행하는 빈도를 줄이고, 안전하게 보행경로를 유도하도록 보행 안전 편의를 제공하는 것이 '이동권 확보'의 중요한 역할을 담당하리라 생각된다.

### 3. 통계적 분석결과 요약 및 반영계획

통계학적 분석결과를 새로운 시스템 연구에 반영하고자 몇 가지를 요약해서 정리하면 다음과 같다.

- 요인 분석 중 통행정보매체와 관련한 변수에 대한 분석 결과, 대중교통을 이용하는 시각장애인들은 통행 정보를 수집할 때 첨단 통신기술을 이용하여 정보를 안내받는 그룹과 안내 시설물이나 지인 등 고전적인 방법으로 정보

를 안내받는 그룹으로 분류할 수 있는 성분요인을 확인하였다.

- 요인 분석 중 대중교통시설에 대한 안전 만족도 분석 결과, 시각장애인들 중 대중교통 차량의 접근과 관련하여 위험을 느끼는 부류와 보행 관련 불안전 요소를 느끼는 부류로 구분 가능한 성분요인을 확인하였다.
- 이항 로짓모형 분석 결과, 스마트 지팡이를 이용한 보행지원 시스템 선호도는 안내시설물로부터 정보를 얻거나 ADPOS에 매우 호의적인 시각장애인일수록 더욱 높음을 확인하였다.

따라서 시각장애인의 독립적이고 자율적인 대중교통 이용을 활성화하기 위해서는 양 통행단에 서부터 근접 지하철 및 도시철도역까지 근거리 통행수단을 제공하는 ADPOS 서비스와 역사 내 안전에 대한 불안감을 줄일 수 있는 시각장애인용 맞춤형 보행지원 시스템을 개발하여 안전하게 보행 경로를 통해 이동할 수 있도록 보행 안전 편의를 제공하는 것이 시각장애인들 '이동권 확보'의 중요한 역할을 담당하리라 생각된다.

## V. 시각장애인 보행지원 시스템 개발

통계적 분석 결과 시각장애인은 자율적이고 안전한 대중교통 서비스에 대한 요구가 높았으며, 시각장애인의 이동권 확보를 위해 보행 안전 편의를 제공하는 시스템 도입에 긍정적인 것으로 나타났다. 본 장에서는 시각장애인이 가장 선호하는 대중교통수단인 지하철과 역내에서 안전하고 편리한 이동을 확보할 수 있는 보행지원 시스템의 기능과 개발 전략을 제시하였다.

## 1. 보행지원 시스템 서비스 및 기능 정의

시각장애인 보행지원 시스템은 지하철 탑승 및 환승을 위해 지하철 역내 이동경로 정보를 제공하고 점자블록을 이용한 경로 유도를 통해 자율적이고 독립적인 이동을 확보하는 것을 목적으로 한다. 또한, 이용 가능한 이동편의 시설물과 위험물에 대한 정보를 제공함으로써 안전한 이동을 보장할 수 있도록 한다.

본 연구에서는 지하철 이용에 대한 시각장애인의 요구사항을 고려하여 <표 14>와 같이 보행지원 시스템의 서비스를 보행경로 유도 및 보행안전 지원으로 구분하고 각 서비스에 대한 세부 기능을 정의하였다.

<표 14> 보행지원 시스템 서비스 및 기능

서비스	기능
보행경로유도	- 스마트 지팡이와 RFID 장착 점자블록을 이용한 경로유도 - 이동편의시설물 정보제공
보행안전지원	- 경로이탈 방지 - 경로이탈 복귀 - 위험물 경고

보행경로 유도 서비스의 기능은 경로유도, 이동편의시설물 정보제공으로 구분할 수 있다. 경로유도는 고유 ID와 위치정보를 저장한 RFID 칩이 장착된 점자블록을 설치하고 RFID 리더기가 내장된 시각장애인용 지팡이(White Cane)를 이용해 경로를 유도하는 기능이다. 이동편의시설물 정보제공은 경로 상에 시각장애인이 이용 가능한 엘리베이터, 에스컬레이터 등 이동편의시설물과 매표소, 개찰구, 승강장과 같은 기타 시설물 정보를 제공하여 이동의 편의를 도모하는 기능이다.

보행안전지원 서비스에는 안전하게 제공된 경

로를 이동할 수 있도록 이탈을 방지하기 위한 경로이탈방지 기능과 경로이탈 시 빠른 시간 내에 안전하게 경로 상으로 복귀시키는 경로복귀 기능이 있다. 또한, 경로 상의 위험물과 장애물에 대해 미리 경고하여 안전한 이동을 지원하는 위험물 경고 기능으로 구분할 수 있다.

## 2. 보행지원 시스템 개발전략

### 1) 보행경로유도 서비스 시스템 개발전략

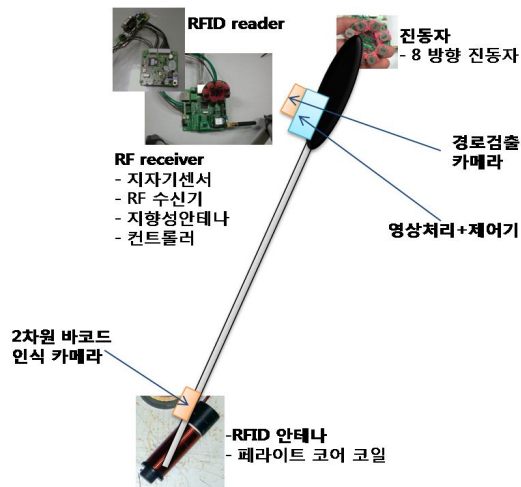
보행지원 시스템은 시각장애인이 대중교통서비스 센터로부터 제공받은 경로정보를 수집하여 다음 목적지까지 이동하기 위한 역사 내 최적 경로를 제공한다. 보행경로유도 서비스를 제공하기 위해 본 연구에서는 RFID Tag가 내장된 점자블록과 RFID Tag를 인식할 수 있는 스마트 지팡이를 이용하였다.

점자블록은 기존의 점자블록 형태에 고유의 ID를 갖는 RFID Tag를 장착한 것으로 <그림 5>와 같이 구성된다.



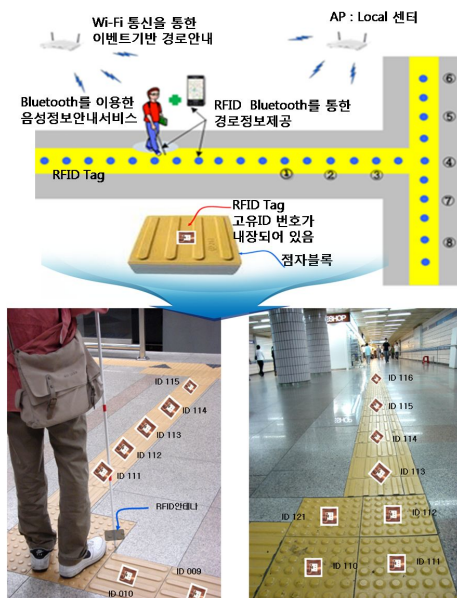
<그림 5> RFID Tag가 장착된 점자블록

스마트 지팡이는 시각장애인 전용 지팡이로서 시각장애인용 운영단말과 Add-on 형태로 구성되며 <그림 6>과 같이 시각장애인에게 음성정보 제공을 위한 블루투스, TTS(Text to Speech) 기능과 RF Tag 리더기, 컬러 바코드 인식을 위한 영상카메라가 장착되어 있다.



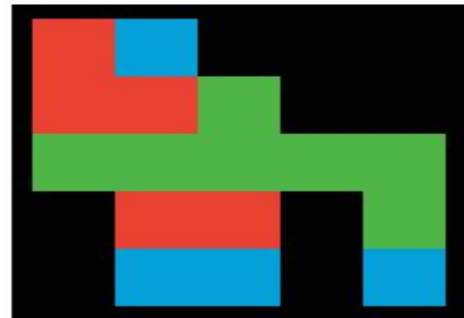
〈그림 6〉 스마트 지팡이 구성

보행경로유도 전략은 〈그림 7〉과 같다. 보행경로는 점자블록에 내장된 RFID Tag의 고유 ID를 순차적으로 조합하여 산정하고, 시각장애인이 점자블록을 이동하면서 RFID 리더기가 탑재된 스마트 지팡이가 ID 배열 순서를 순차적으로 인식하여 올바른 경로 진행을 판단하게 된다.



〈그림 7〉 시각장애인 경로유도 시스템

또한 지하철 환승 시와 같이 직진 구간이 100m 이상 지속되는 구간에서는 일정한 간격마다 〈그림 8〉과 같이 컬러 바코드를 함께 설치한다. 컬러 바코드는 스마트 지팡이에 장착된 소형카메라를 통해 시각장애인의 위치 정보를 수집하고 통행경로의 안전 감지를 돕는다.

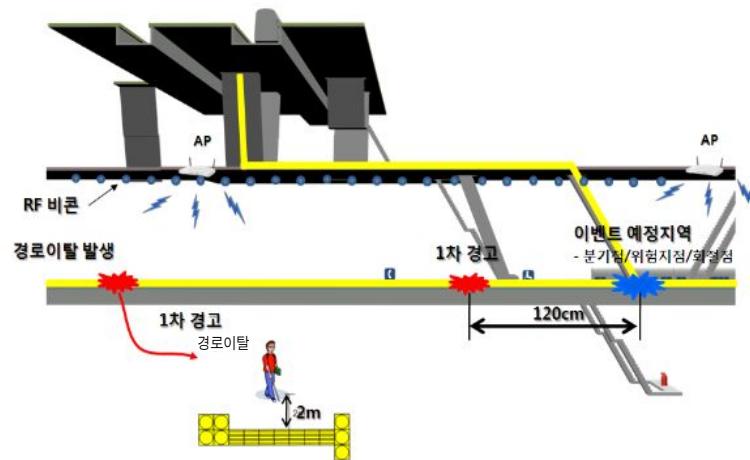


〈그림 8〉 컬러 바코드

보행경로유도 시스템에서는 스마트 지팡이와 무선통신 Wi-Fi AP와의 통신을 통해 시각장애인이 현재 위치한 층과 일정 범위를 감지하며 통신을 수행한다. 또한, 경로를 이동함에 있어 이용 가능한 이동편의시설물 정보를 제공하여 이동의 편의성을 보장하고, 점자블록 경로 상에서 읽은 tag ID를 주기적으로 내부 로컬 서버에 전송해 교통약자의 위치를 추적(tracking)하게 된다.

## 2) 보행안전지원 서비스 시스템 개발전략

보행안전지원 서비스는 경로이탈 방지와 경로 복귀 기능으로 구분할 수 있다. 경로이탈은 시각장애인의 보폭과 보행속도를 고려하여 점자블록의 보행경로 상에서 2m 거리를 이탈했을 경우로 가정한다. 실험을 통해 산출된 시각장애인 평균보행속도로 이동 시 2m 거리를 이동하는 데 소요되는 시간을 경로이탈시간으로 정의하였다.

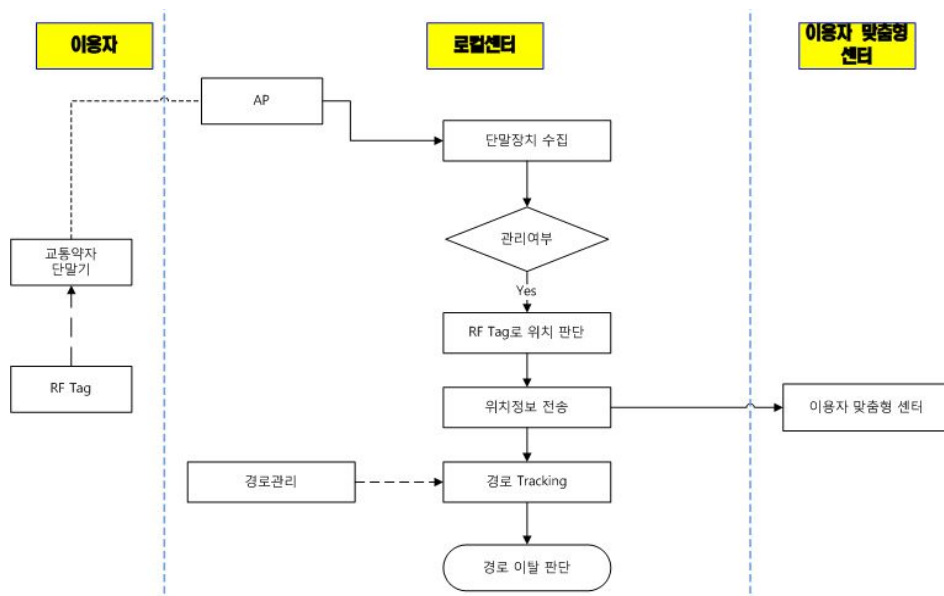


〈그림 9〉 시각장애인 경로복귀 시스템

경로이탈 방지는 스마트 지팡이에 RFID Tag 정보가 수집되지 않을 경우 경로이탈로 판단하여 시각장애인에게 1차적으로 알람을 제공한다. 이때 경로이탈이 안내소, 화장실 등 역사 시설물을 이용하기 위해 자의적으로 이루어진 것인지 확인한다. 또한 자의적인 이탈일 경우 경로안내를 종료

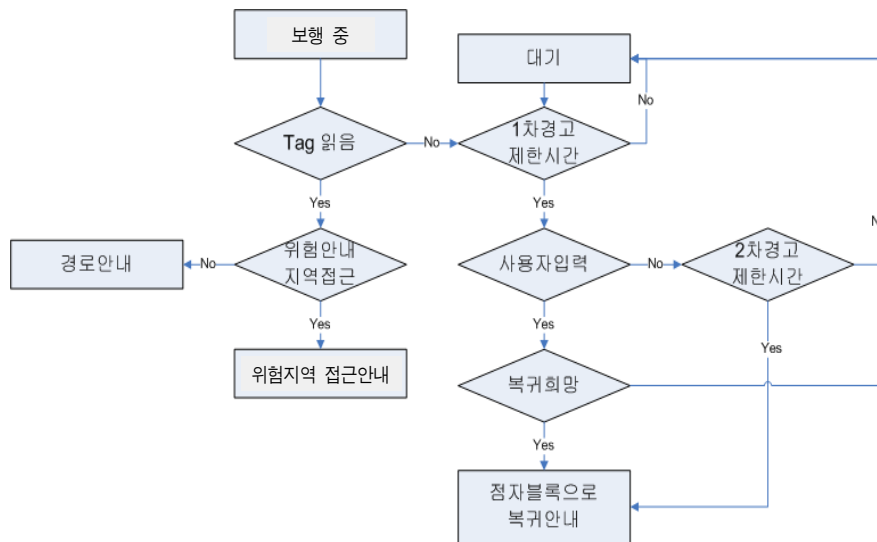
하고 스마트 지팡이 운영단말장치를 통해 복귀 요청 시 경로유도를 진행한다.

1차 알람을 통해 경로이탈 여부가 자의적인 것이 아닌 경우 경로복귀 기능을 통해 교통약자를 지정된 경로로 복귀시킨다. 경로복귀는 〈그림 9〉와 같이 점자블록이 설치된 동일한 경로선 상의



〈그림 10〉 경로관리 및 이탈방지 시스템 프로세스





〈그림 11〉 점자블록 이탈 시 복귀안내

천정에 일정한 간격마다 수직으로 RF Beacon을 설치하고 Beacon의 전파를 이용하여 이동 경로 상으로 복귀시키는 시스템이다.

경로이탈 시 시각장애인은 스마트 지팡이를 통해 RF Beacon의 전파를 스캔하고 전파의 세기가 가장 강하게 발생하는 방향을 음성 또는 진동으로 방향정보를 전달하여 지정된 경로 상에 RF Beacon이 설치된 점자블록 위로 복귀시킨다.

동일한 경로이탈시간이 경과한 후에도 RFID Tag 정보가 수집되지 않을 경우에는 2차 알람으로 경로복귀를 유도하고 역사 내 안전도우미에게 교통약자의 최종위치를 통보한다. 경로이탈 및 복귀를 위한 경보안내 프로세스는 〈그림 10〉과 같다.

## VI. 결론 및 향후 연구과제

시각장애인의 통행에 대한 욕구는 일반인과 다를 바 없으나 이동권을 확보해주기 위한 교통 기반시설의 구축상황은 좋지 않은 실정이다. 특히 대중교통 이용 편의를 위한 교통 정보는 탑승자

들에게 다양하게 제공되고 있으나 시각을 통해서만 습득할 수 있는 정보가 많기 때문에 시각장애인들은 독립적으로 대중교통을 이용하는 데 많은 어려움을 겪고 있다. 특히, 전맹을 제외한 약시의 시각장애인들은 일반인과 외향상으로는 다른 점이 거의 없기 때문에 사회적인 도움을 받는 데 한계가 있을 뿐 아니라 주변 환경으로부터 안전에 관하여 자유롭지 못하다. 전맹인 경우는 약시보다 더욱 열악한 환경이라는 것은 더할 나위 없다.

본 연구는 시각장애인을 위한 대중교통 이용 실태 및 새로운 대중교통정보 제공시스템 개발에 대한 선호도를 파악하고자 일대일 심층조사를 실시하여 시각장애인을 위한 대중교통 정보제공 시스템 구축방안을 설계하며, 시각장애인을 위한 역내 보행지원 시스템을 개발하는 것을 목표로 하였다.

설문 및 추적 조사결과에 따르면 시각장애인들은 위험에 대한 감지능력이 상대적으로 많이 떨어지기 때문에 대중교통 이용 시 다른 교통수단보다 직접적인 위험요소가 적고 이동성과 정시성이 보장되는 지하철을 가장 선호하며, 시각적으로 통행

가시반경이 충분히 확보되지 않기 때문에 대부분 경험을 통해 이동 경로를 습득하고 암기하며 경로 상 위험물이나 장애물이 나타나는 접점은 time interval로 감지하는 것으로 나타났다. 그리하여 본 연구에서는 조사 결과를 토대로 요인분석 및 이항 로짓모형 분석을 이용하여 시각장애인을 위한 새로운 대중교통 정보제공시스템 구축에 대한 타당성을 파악하고, 시각장애인의 편의, 특히 안전한 보행 경로를 제공하여 독립적 이동권 확보를 도모하기 위하여 선행적으로 지하철 및 도시철도 역사 내 시각장애인 보행지원 시스템을 개발하고, 최적의 시스템을 구성할 것을 제안하였다. 시스템을 구성하는 핵심 기술로 RFID 기술과 음성 및 바코드, 영상기술을 접목하였다.

약시 이상의 시각장애인의 경우에는 지팡이가 항시 휴대해야 하는 필수품이기 때문에, 스마트 지팡이를 이용한 지하철 및 도시철도 역사 내 보행 경로유도 시스템 및 보행 안전지원 시스템 개발은 통행정보에 관한 사회적 형평성 제공을 위해서도 필요하다. 대중교통을 이용하는 시각장애인의 안전과 편의를 도모하고, 통행의 자율성 및 독립성을 보장하는 끊임없는(seamless) 정보를 제공하며, 지하철 및 도시철도 역사 외 버스 정류장 및 노면 보도와 같은 다른 교통 기반 시설을 위해서 후속 연구와 시스템의 개발이 필요할 것이라고 판단된다.

## 참고문헌

- 강동호, 2003, “시각장애인의 접근권 보장실태와 만족도 연구: 대전광역시를 중심으로”, 공주대학교 대학원, 석사학위논문.
- 강용봉, 2007, “시각장애인 점자블록의 설치 현황과 이용 만족도 조사”, 서울시립대 도시과학대학원, 석사학

위논문.

- 김상일, 2007, “시각장애인을 위한 위치정보 시스템 개발”, 「디자인학연구」, 제73호.
- 노형진, 2007, 「SPSS에 의한 범주형 데이터 분석」, 효산.
- 박덕제, 2008, “RFID를 이용한 시각장애인 횡단보도 보행 안내 시스템에 관한 연구”, 단국대 대학원, 박사학위논문.
- 박상언, 2002, 「판별분석, 로지스틱 회귀모형」, 민영사.
- 박상준 · 신동원, 2006, “화상인식을 이용한 시각장애인용 보행보조장치”, 「제어·자동화·시스템공학논문지」, 제12권 제6호: 568~572.
- 박준일, 2003, “시각장애인 이동권 개선방안에 관한 연구”, 단국대 정책경영대학원, 석사학위논문.
- 이성하, 2006, “확률론에 기반한 점자블록 추적 알고리즘 및 센서장치 개발”, 연세대 대학원, 석사학위논문.
- 이응혁, 2005, “시각장애인을 위한 보행유도 기술”, 「전자공학회지」, 제32권 제3호.
- 주창욱 · 김두용 · 신동범 · 김병수 · 민홍기 · 한영환 · 이응혁, 2003, “RFID와 점자블록 결합을 통한 시각장애인 보행보조 시스템 구현”, 「대한전자공학회 2003년도 하계종합학술대회 논문집」.
- 한국정보문화진흥원, 2006, 「u-보행안내서비스 구현을 위한 가이드라인」.
- 홍윤희, 2007, “시각장애인의 활동보조서비스 활성화방안에 관한 연구”, 국민대 행정대학원, 석사학위논문.
- Borenstein, J. and Ulrich, I., 1997, “The GuideCane-A Computerized Travel Aid for the Active Guidance of Blind Pedestrians”, *Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation*: 1283~1288.
- <http://www.spectrum.ieee.org/jan08/5849>
- <http://www.rfidconvocation.eu/Papers%20not%20presented/An%20RFID%20system%20to%20help%20visually%20impaired%20people%20in%20mobility.pdf>

원 고 접 수 일 : 2009년 5월 25일  
1차심사완료일 : 2009년 6월 24일  
최종원고채택일 : 2009년 8월 21일