

시각적 교통약자를 위한 길안내 데이터 모델 구축에 관한 연구

A Study on Configuration of the Road Guide Data Model for Visually Impaired Pedestrian

박성호¹⁾ · 권재현²⁾ · 이지선³⁾
Park, Sung Ho · Kwon, Jay Hyoun · Lee, Jisun

Abstract

Due to the improvement of surveying, mapping and communication techniques, various apps for road direction guides and vehicle navigations have been developed. Although such a development has impacted on walking and driving, there is a limit to improving the daily convenience of the socially impaired people. This is mainly due to the fact that the software have been developed for normal pedestrians and drivers. Therefore, visually impaired people still have problems with the confusion of direction and/or non-provision of risk factors in walking. This study aimed to propose a scheme which constructs data for mobility-impaired or traffic-impaired people based on various geospatial information. The factors and components related to walking for the visually impaired are selected by geospatial data and a walking route guidance network that can be applied to a commercial software. As a result, it was confirmed that road direction guidance would be possible if additional contents, such as braille blocks (dotted/linear), sound signals, bus stops, and bollards are secured. In addition, an initial version of the application software was implemented based on the suggested data model and its usefulness was evaluated to a visually impaired person. To advance the stability of the service in walking for the visually impaired people, various geospatial data obtained by multiple institutes are necessary to be combined, and various sensors and voice technologies are required to be connected and utilized through ICT (Information and Communications Technologies) technology in near future.

Keywords : Visually impaired, Traffic-impaired, Road guide, Network, Walking

초 록

측량, 지도, 통신 기술의 발달로 다양한 길안내 앱 및 차량용 내비게이션 등이 개발 및 보급되었다. 그 결과, 보행 및 운전 전반에 널리 활용되며 많은 도움을 주고 있으나 여전히 사회적 약자의 일상 편의를 향상시키는데 있어서는 한계가 존재한다. 이는 일반 길안내 앱이나 내비게이션이 일반인의 보행이나 차량을 중심으로 서비스되고 있어 시각장애인이 이동 시 혼란을 유발하거나 위험 요소가 되는 정보를 제공하지 못하는데 따른 것이다. 이에 본 연구에서는 시각장애인과 같이 보행(이동)에 제약을 받는 교통약자를 대상으로 한 공간정보 기반 서비스를 구현하기 위한 데이터 구축 방안을 모색하고자 하였다. 이를 위해 공간정보 데이터를 기반으로 시각장애인의 보행과 관련하여 요구되는 항목과 구성요소를 선정하고, 이를 기반으로 상용 앱(app)에 접목할 수 있는 보행용 길안내 네트워크를 구성·분석하였다. 그 결과, 공간정보 기반의 점자블럭(점형/선형), 음향신호기, 버스정류장, 볼라드 등의 추가적인 시각장애이용 콘텐츠 정보가 확보될 경우 교통약자의 독립적인 보행을 위한 길안내 서비스가 가능하다는 결론을 도출했다. 또한, 길안내를 위한 데이터 모델을 정립하고 이를 기반으로 초기 버전의 모바일 앱을 구현했으며, 시각장애인을 대상으로 한 검증을 통해 시각장애이용 콘텐츠 정보 제공이 보행 시 유용함을 확인했다. 보다 안정적인 보행을 지원하기 위해서는 타 기관 또는 여러 부처에서 제공되는 공간정보 자료의 DB (DataBase)화 및 활용이 필요하며, 동시에 ICT (Information and Communications Technologies)기술 접목을 통해 다양한 센서 및 음성기술 등을 연계·활용한 고도화 방안도 모색되어야 할 것으로 판단된다.

핵심어 : 시각장애인, 교통약자, 길안내, 네트워크, 보행

Received 2022. 04. 08, Revised 2022. 04. 13, Accepted 2022. 04. 25

1) Member, Director, Saehan G&I Inc.(E-mail: jani125@nate.com)

2) Corresponding Author, Member, Dept. of Geoinformatics, University of Seoul (E-mail: jkwon@uos.ac.kr)

3) Member, Dept. of Geoinformatics, University of Seoul (E-mail: leejis@uos.ac.kr)

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

현대 사회의 다양한 기술발전으로 사회적 약자에 관한 관심이 점차 증대되고 있으며, 국가 차원에서 다양한 복지 정책이 수립 및 적용되고 있다. 이러한 사회적 흐름에 따라 매우 중요하게 다루어지고 있는 분야 중 하나는 시각장애인을 비롯한 보행교통약자의 보행으로 안전과 직결되기 때문이다. 최근 측량, 지도, 통신 기술의 발전으로 높은 정밀도를 갖는 국가공간정보가 신속하게 구축되고 있으므로(MLIT, 2022), 공적 서비스 확대 측면에서의 기술 개발 및 보급이 매우 중요한 시점이라고 할 수 있다.

기존 보행과 관련된 연구를 살펴보면 활용 범위가 넓은 일반인을 대상으로 한 내비게이션 개발로 주로 진행되어 왔다. Ga *et al.* (2011)은 스마트 폰 등 모바일의 활용이 증가함에 따른 이동 중인 보행자를 위한 길안내 서비스의 제공 필요성을 제기하며, 기 구축된 차량용 내비게이션 정보를 기반으로 보행자에게 적합한 보행 네트워크 생성기법을 제안한 바 있다. Han(2013)은 보행우선구역에서의 도로를 구분해 어떤 도로에서 보행자를 중심으로 설계하고 운영해야 할지를 결정하는 방안을 도출하였으며, 이를 바탕으로 보행 네트워크에 포함되어야 할 주요 도로 및 보행량, 연결성 측면의 네트워크 추출 방법론을 제시하였다. 실제 일반인을 대상으로 한 내비게이션은 이미 상용화에 돌입해 기본 수단으로 활용되고 있으며, 다양한 센서 등을 활용한 정보 수집으로 정확도 또한 꾸준히 향상되고 있다(NEWSIS, 2021; HanKuong IT Science, 2021).

반면, 시각 장애인과 관련된 연구는 2010년 후반에 들어 관심받고 있다. Kim and Chung (2018)은 시각장애인의 개인적인 성향에 따라 보행능력에 차이가 발생한다는 점에 착안해 보행훈련을 통해 개인별 적합한 보행방법의 터득이 필요하며, 이를 위해서는 보행 시 필요한 편의시설의 확충, 점자지도의 확대 보급, 독립보행을 장려하는 재활교육이 필요하다는 결론을 도출했다. Oh *et al.* (2019)은 시각장애인들이 도로를 안전하게 횡단할 수 있도록 신호등 및 음성안내를 제공하는 임베디드 시스템 설계를 제안했으며, 안경에 부착된 초소형 카메라로 촬영된 영상을 머신러닝 알고리즘을 이용하여 음성으로 안내하고 지원하는 방안을 연구하였다. Ko *et al.* (2019)은 시각장애인이 점자블록과 발바닥의 감각을 이용하여 보행하는 점을 분석하고 제시하였는데 이를 통해 웨어러블 영상 센서를 이용하여 획득한 영상과 점자블록과의 매칭을 통해 보행 진행방향 설정에 대한 연구를 진행한 바 있다. 단, 이상의 연구들은 획득 및 활용할 정보의 종류가 무엇인지, 어떤 서비스 형태로 진행되어야 하는지 방안을 수립하기 위한 목적으

로 주로 수행되었다.

요약하면, 선행연구는 길안내의 경우 대부분 일반인(비시각장애인) 보행자를 중심으로 분석하였으며, 보행중심의 도로구분, 보행 네트워크에 포함되어야 할 네트워크 경로 생성기법을 제안하고 있다. 또한 시각장애인을 대상으로 한 경우에는 실시간 영상을 머신러닝을 이용하여 분석하는 기법과 보행능력의 차이, 이를 위한 편의시설 및 재활교육을 중점으로 연구가 진행되었다. 본 연구에서는 최근 신속, 정확하게 구축되고 있는 국가공간정보를 활용한 시각장애인 대상 내비게이션 구현을 위한 기초 연구로써 시각장애인의 보행에 직접적인 영향을 미치는 대상항목을 분류하고 국가에서 기 구축한 공간정보를 활용하여 보행중심 시설물 항목을 추출함으로써 선행연구와의 차별성을 두었다. 이를 기반으로 시각장애인을 위한 길안내 데이터 모델을 정립하고 구축하여 시각장애인 대상의 내비게이션 앱을 구현했으며, 구현된 앱에 대한 현장 테스트를 통하여 성능과 서비스의 활용성을 검증하고 고도화 방안을 제시하였다.

2. 시각장애인의 보행특성 및 항목 분류

일반적으로 보행은 길을 걸어가는 방향과 위치의 변화 즉, 이동을 통해 이루어진다. 시각장애인의 경우 앞을 볼 수 없으므로 보행의 요소인 방향과 이동 모두에 있어 제약받게 되며, 보행 방법도 일반인과는 다르다. 시각장애인의 보행방법은 크게 흰지팡이를 이용한 단독보행과 주변인의 도움을 받아 보행하는 방법, 그리고 시각장애인 안내견의 도움을 받는 것으로 구분되며, 최근에는 전자기기를 이용한 간접적인 보행도 하나의 방법으로 활용되고 있다고 분석하였다(Han *et al.*, 2013). 이러한 시각장애인의 보행을 지원하기 위해 사용되는 대표적인 시설물은 보행을 유도하는 점자블록과 음향 신호기, 음성유도기가 있으며, 점자안내판과 주요 관공서, 건물 등에 설치된 점자촉지안내도 등도 활용된다. 즉, 시각장애인의 보행은 방법과 다양한 시설물 간의 참조의 조합으로 이루어진다고 할 수 있다. 참고로, 시각장애인의 보행은 실명 정도에 따라서도 차이를 보이며, 전맹자와 저시력자로 구분된다. 또한 전맹자의 경우도 선천적인 실명과 중도실명으로 구분되어 보행 정보의 인지력에서 차이가 있으므로 보행 특성이 달라질 수 있다.

시각장애인의 길안내 앱을 구현하는데 있어 핵심 요소를 도출하기 위해 선행되어야 하는 것은 시각장애인이 필요로 하는 정보를 정의하고 이를 수집하기 위해 취하는 행동 특성을 파악하는 것이다. 본 연구에서는 시각장애인 20명을 대

상으로 평소 외출 시 주로 취하는 행동과 자주 이용하는 교통 시설 등을 분석하기 위한 설문조사를 실시했으며, 설문조사 항목은 Table 1과 같다. 총 10개 문항에는 시각장애인의 외출 빈도, 주요 이동수단, 외출 시 소요시간, 외출 전 스마트폰 등 이용한 사전 정보탐색 경험 및 탐색 목적 등이 포함되었다.

Table 1. Spatial information utilization survey questions for visually impaired

Survey Questions
Q1. How many times a week do you normally go out? ① Daily ② At least once ③ At least three times ④ More than 5 times ⑤ No
Q2. What is the purpose of going out? ① Work ② Shopping ③ Exercise ④ Hospital ⑤ Other
Q3. What are the most popular modes of transportation when going out? ① Walking ② Metro ③ Bus ④ Taxi ⑤ Other
Q4. How long does it take to go out normally? ① Within 30 minutes ② Within 1 hour ③ Within 2 hours ④ More than 2 hours ⑤ Other
Q5. Have you ever used your mobile to browse information? ① There is ② There is no
Q6. How many times a week do you use your mobile to search for information? ① Daily ② Once inside and outside ③ At least twice
Q7. What is the purpose of information exploration? ① Destination distance ② Travel time ③ Guide to the surroundings of the destination ④ Facility information ⑤ Other
Q8. What are the different types of information navigation? ① Braille Guide ② Media ③ Blog ④ Internet Search ⑤ Other
Q9. What are the inconveniences of searching for information? ① Voice support ② Lack of facility information ③ Functional inconvenience ④ Other
Q10. Why is it that I don't use information exploration very often? ① Absence of braille maps ② Lack of understanding ③ No information ④ Other

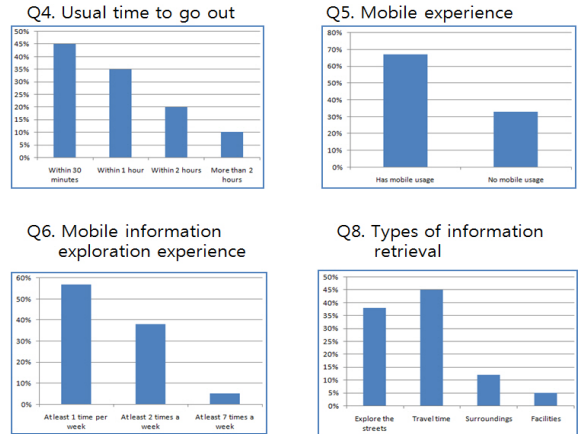


Fig. 1. Analysis of answers for spatial information utilization survey

Fig. 1은 설문조사 중 주요 항목에 대한 답변 결과를 도시한 것으로 시각장애인 평소 외출 시 소요되는 시간은 30분 이내가 약 45%, 1시간 이내가 약 35%, 2시간 이내가 약 20%, 2시간 이상이 약 10%의 순으로 분석되었다. 이는 시각장애인이 외출 시 주로 장시간이나 장거리 이동을 하지는 않는다고 판단할 수 있다. 해당결과를 고려해보면 주거지역에서 멀지 않으며, 자주 다니는 이동거리로 판단되고 상점, 병원, 은행 등 평소 일상의 업무를 위해 자주 이용하는 이동권의 근거리 주변으로 유추할 수 있다. 또한 스마트폰 등 모바일을 이용하여 정보를 탐색한 경험에 대한 조사결과 약 67%가 어플리케이션을 이용한 길안내 검색 경험이 있으며, 약 33%는 경험이 없다고 분석되었다. 이는 연령대와도 관계가 있다고 보여지며, 주요 이용 연령층은 10대~40대로 조사되었다. 모바일 이용 시 정보탐색 빈도의 경우 일주일에 매일은 약 5%였으며, 1회 내외는 약 57% 2회 이상은 약 38%로 분석되었다. 실제 모바일을 이용하는 경우는 평소 자주 다니는 길이 아닌 다른 지역에서의 검색이 많이 이루어지고 있다는 의견이었다. 정보탐색의 목적을 살펴보면 목적지까지의 거리가 약 38%, 이동시간 약 45%, 목적지 주변안내 약 12%, 시설안내 약 5%로 분석되었다. 정보탐색의 유형은 점자안내서 약 3%, 대중매체 약 25%, 블로그 약 30%, 인터넷검색 약 42%이다. 검색 시 불편함은 음성지원 약 28%, 시설정보부족 약 60%, 기능불편 약 12%이며, 탐색을 자주하지 않는 이유로는 점자지도 부재 약 40%, 이해의 부족 약 34%, 정보가 없음 약 26%로 분석되었다.

이상의 설문조사 결과를 종합해보면, 시각장애인은 주변 환경의 변화에 매우 민감한 편이며 위치 등 공간정보는 스마트폰을 이용해 인지하는 것으로 확인되었다. 문제는 대부분의

공간정보를 활용하는 서비스들이 교통 중심의 정보 안내 목적으로 개발되었기 때문에 실제 시각장애인들이 직접적으로 필요로 하는 장애물이나 시설물 등에 대한 정보를 폭넓게 다루지 못한다는 점이다. 이에 시각장애인들이 실제 보행 시 검색 및 활용하는 정보도 제한적이며, 빈도도 낮음을 확인하였다.

시각장애인의 이동에 있어 안전과 시설물을 분석하는데 주요한 자료 중 하나는 현행 규정 및 관련 법령이다. 시각장애인을 비롯한 교통약자의 이동을 위해 구축된 시설물의 종류, 특징, 설치 기준 등을 포함해 편의 시설을 특정하기 위한 주요한 기준이 되기 때문이다. 본 연구에서는 「교통약자의 이동편의 증진법」 그리고 동 시행령 및 시행규칙의 분석을 비롯하여 「보행안전 및 편의증진에 관한 법률」, 동법 시행령, 「도로교통법」, 「장애인노인입산부 등의 편의증진 보장에 관한 법률 시행령」을 대상으로 시각장애인에게 적용이 가능한 보행자전용 시설의 기준, 편의시설과 공공시설의 설치기준 및 종류 등을 조사 및 분석했다. 그 결과, 보도, 출입구, 공원시설이 모든 장애인과 노약자를 포함한 교통약자를 위한 이동 편의 시설로 분류됨을 확인했다. 반면, 점자블록과 실내에 설치되는 유도안내시설은 시각장애인만을 위한 편의시설이다. 또한, 지하철 출입구, 버스장류장 등도 편의시설로 구분할 수 있다. 따라서 시각장애인의 보행에 필요한 항목을 종합하면 건물출입구, 계단, 장애인 전용 엘리베이터, 점자블록, 유도안내설비를 들 수 있다.

추가로, 구축되는 공간정보 중 교통약자가 이동 시 편리하고 안전한 안내를 제공받기 위해 유용할 것으로 판단되는 항목을 검토하였다. 보행안전과 이동 시 편의를 위해 필요한 교통시설 및 기타 시설물 리스트를 작성하고, 추가 설문을 통해 활용빈도, 중요도, 안전시설의 필요성 등을 확인한 결과 시각장애인의 길안내에 있어 활용도가 높을 것으로 판단되는 공간정보는 Table 2와 같이 세분화할 수 있다. 예를 들어, 대중교통은 지하철역과 버스정류장, 도로는 교통섬, 차량진입억제말뚝인 블라드가 해당된다. 건물의 경우에는 주출입구와 개방화장실 정보가 이동 및 편의 목적으로 필요하다.

Table 2. Highly utilized spatial information items for visually impaired pedestrian

Function	Detailed function
Public transport	subway station, bus station
Sidewalk	Braille block, Installation status of flowerbed, Bicycle parallel road
Underpass	Subway entrance, Whether to install an elevator for the disabled
Crosswalk	Acoustic signal, Voice induction machine
Road	Traffic island, Pile to prevent vehicle entry(Bollard)
Building	Main entrance, Open toilet
etc.	Slope way, the height of the stairs, etc.

3. 보행용 길안내 데이터 항목 정의

국내에서는 수치지도 형태의 국가기본지리정보가 제작되고 있으므로 관련 작업규정을 분석해 시각장애인의 이동 및 편리한 보행을 위해 요구되는 Table 2의 항목들을 데이터로 구축하기 위한 방안을 모색하였다. 먼저, “국토지리정보원 고시 제 2019-145호 「수치지형도 작성 작업규정」에 의해 제공되는 수치지형도 지형·지물 표준코드를 대상으로 길안내 시 요구되는 공간정보 구축 항목(예 : 횡단보도, 정류장, 신호 등 등)의 구분/포함 여부를 분석했으며, 국토지리정보원에서 제작하고 있는 시각장애인을 위한 점자지도 관련 규정인 점자지도 제작 작업 규정(예규 제 2019-138호)를 참조하였다. 그 결과 활용 가능한 주요 정보는 Table 3과 같이 교통, 건물, 시설로 나눌 수 있다.

Table 3. Digital map 2.0 layer related to spatial information for the impaired pedestrian

Main category	Middle category	Subclass	Format	Integration code	
Traffic	Sidewalk	Sidewalk	Line	A0033324	
		Crosswalk	Line	A0043325	
	Safety zone	Safety zone	Area	A0053326	
	Pedestrian bridge	Pedestrian bridge	Area	A0063321	
	Station	Bus station	Point	A0143411	
	Railway	Subway (Above ground)	Line	A0151115	
		Subway (Underground)	Line	A0151116	
Subway station entrance		Area	A0151224		
Building	Building	Express Bus Terminal	Point	B0014522	
		Intercity Bus Terminal	Point	B0014523	
Facility	Light	Street lamp	Point	C0223367	
		Lighting	Point	C0226231	
		Security light	Point	C0226232	
	Stairs	Stairs	Area	C0393323	
	Sign	Signpost	Signpost	Point	C0412258
			Road information board	Point	C0413421
		Guide sign	Point	C0413422	
Underpass	Underpass	Area	C0453322		
Underpass entrance	Underpass entrance	Line	C0463374		
traffic light	traffic light	Point	C0493376		

생활편의 및 안전시설, 각종 시설물의 위치 등을 비롯한 속성 정보의 포함도 필수적이므로 '수치지도 2.0 지형-지물 속성 목록'을 점검했으며, 그 결과 수치지도 2.0 레이어 내 보도 및 보도 시설과 관련된 속성은 Table 4 및 Table 5와 같이 표현됨을 알 수 있다. 인도(보도)의 속성 중에는 이동형 장애물로 인식되는 자전거도로의 유무가 포

함되며, 이는 시각장애인의 안전보행을 위한 유용한 정보로 활용될 수 있음을 확인하였다. 또한 우체통, 소화전, 게시판, 공중전화, 지하 환기구 등과 같이 대부분 인도 및 보도에 설치되는 보행안전 시설물들도 시각장애인의 보행에 불필요한 장애물로 작용될 수 있으므로 공간정보 구축 시 관련 정보를 포함시킬 필요가 있을 것이다.

Table 4. Digital map 2.0 layer attribute information for constructing spatial information related to sidewalk

Scale	Name	Layer	Format	Property name and content
1:1,000	Sidewalk	A0033320	Line	<ul style="list-style-type: none"> • Sidewalk width • Packing material: Unpacked, Ascon/Block, Ascon, Concrete, Block, etc. • Existence and nonexistence of a bicycle road • Sidewalk or Bicycle road
1:1,000	Crosswalk	A0043325	Area	<ul style="list-style-type: none"> • Existence and nonexistence of a crosswalk
1:1,000	Safety zone	A0053326	Area	<ul style="list-style-type: none"> • Traffic island, plane(Painting), School zone • Name
1:2,500	Safety zone	A0053328	Area	<ul style="list-style-type: none"> • Existence and nonexistence of speed bumps
1:1,000	Pedestrian bridge	A0063321	Area	<ul style="list-style-type: none"> • Name, Length, Width, Height • Format: Available or not available for persons with disabilities
1:1,000	Station	A0131122	Point	<ul style="list-style-type: none"> • Format: Name of railway station
1:1,000	Station	A0140000	Point	<ul style="list-style-type: none"> • Name • Usage: Bus, Taxi station, etc.
1:1,000	Railway	A0150000	Line	<ul style="list-style-type: none"> • Name: Name of railway line • Division: Railway(regular, special), high-speed railway, Subway(Above ground, Underground), Monorail and cableway, etc. • Management: Government, local government, public institution, individual or others
1:1,000	Platform	A0191221	Area	<ul style="list-style-type: none"> • Name: Name of railway station

Table 5. Digital map 2.0 layer attribute information for constructing spatial information related to the sidewalk facility

Scale	Name	Layer	Format	Property name and content
1:1,000	Light	C0020000	Point	<ul style="list-style-type: none"> • Division: Lighting, Guidance light, Street lamp, Security light
1:1,000	Fire hydrant	C0250000	Point	<ul style="list-style-type: none"> • Format: Above ground or Underground • Management Institution
1:1,000	Public telephone	C0363361	Point	<ul style="list-style-type: none"> • UFID
1:1,000	Mailbox	C0373362	Point	<ul style="list-style-type: none"> • UFID
1:1,000	Stairs	C0390000	Area	<ul style="list-style-type: none"> • Name and width • Stairs or stand
1:1,000	Notice board	C0400000	Point	<ul style="list-style-type: none"> • Division: Notice board or Billboard
1:1,000	Sign	C0410000	Point	<ul style="list-style-type: none"> • Usage: Milestone, Regulatory edition, Information board, Indication board, etc.(Road information display facility)
1:1,000	Parking	C0430000	Area	<ul style="list-style-type: none"> • Name and capacity • Division: Paid or free
1:1,000	Underpass	C0453322	Area	<ul style="list-style-type: none"> • Name, Length, Width, Height, etc.
1:1,000	Underpass entrance	C0463374	Line	<ul style="list-style-type: none"> • Name and Management Institution • Usage: Entry of persons, entry of vehicles, or other
1:1,000	Underground ventilation	C0470000	Area	<ul style="list-style-type: none"> • Usage: Subway vents or underground vents • Management Institution
1:1,000	traffic light	C0493376	Point	<ul style="list-style-type: none"> • Usage: For walking, vehicle or walking/vehicle

Table 4 및 Table 5에 정리된 표준코드와 속성 정보를 살펴 보면 Table 4의 안전지대 항목 중 1:1,000 축척의 어린이보호구역과 1:2,500 축척의 과속방지턱은 2011년에 추가된 속성이고, 인도(보도)의 속성 중에는 이동형 장애물로 인식되는 자전거도로의 유무가 포함된다. 이와 같은 정보는 시각장애인의 안전보행을 위한 유용하게 활용될 수 있다.

Table 5에 제시된 소분류 레이어 중 우체통, 소화전, 게시판, 공중전화, 지하철기구 등은 대부분 인도 및 보도에 설치되는 시설물이다. 해당 시설물들은 시각장애인의 보행 시 안전을 위협하는 위험물 및 장애물로 작용될 수 있으므로 공간정보 구축 시 관련 정보를 포함시켜야 한다. 이 때, 국토지리정보원의 수치지도 2.0 외 기타 정부부처, 지자체 및 공공기관에서 구축하고 있는 레이어의 활용도 포괄한다. 또한, Fig. 2와 같이 건물의 위치와 주기정보가 제공되는 국가인터넷지도를 비롯하여 국가대중교통정보센터, 지자체 별 교통정보시스템 등의 활용이 가능하므로 해당 기호 또는 심볼, 그리고 형태를 그대로 반영하는 것도 가능하다. 더불어, 이러한 정보에 대한 신규 제작이 필요한 경우에는 수치지도 2.0의 표준형식에 맞는 기호, 형태 및 속성내용이 추가되어야 한다. 따라서 유형별 공간정보 구축 시 고려해야 할 사항들을 도출했으며, 이를 요약 하면 Table 6과 같다.

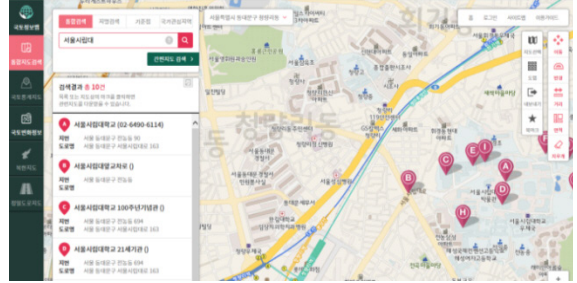


Fig. 2. The national internet map

국토지리정보에서 발간한 시각장애인을 위한 점자지도 보고서에서는 보행자를 위한 길안내 데이터 모델을 구성한 바 있으며(NGIL, 2016), 상세 도로망도로의 노드와 링크는 Fig. 3과 같다. 실제 시각장애인을 위한 길안내를 수행하려면 일반인을 대상으로 한 정보 뿐 아니라 보행로가 교차하는 지점, 지하차도, 보행자시설물 등 다양한 정보가 구축되어야 하므로 보행 노드의 속성을 구성하는 코드와 보행로 형태에 따른 유형코드, 보행로 유형을 세분화하고 보행로 유형에서 고려하지 못한 시설물 등을 코드화한 링크 종별 코드 및 링크 시설물 정보 코드, 보행 제한 유무 코드, 갱신작업방법 및 구축방법 코드 등을 복합적으로 고려하였다.

Table 6. Geospatial information construction type and considerations for the impaired pedestrian

Type of spatial information construction plan	Considerations for construction geospatial information
Digital Map 2.0 construction materials	Utilization of previously established location and attribute information
	Request for new production of related layer attribute information
Data not reflected in Digital Map 2.0	When other organizations build and operate as a database, data linkage with related organizations
	If the database is not built by other organizations, the location and attribute information of the related layer is newly created
Digital Map 2.0 feature standard code	Hierarchy of each layer such as large-medium-small classification and layer code assignment
	Design of structures, representations, colors, etc. on a scale of 1:1,000, 1:2,500, 1:5,000
Digital Map 2.0 feature list	Establishment of attribute table of each layer according to the standard form of attribute list (name, type, content, description, remarks, etc.)

Modified the existing digital map 2.0 database to reflect the standard code and attribute list of each layer

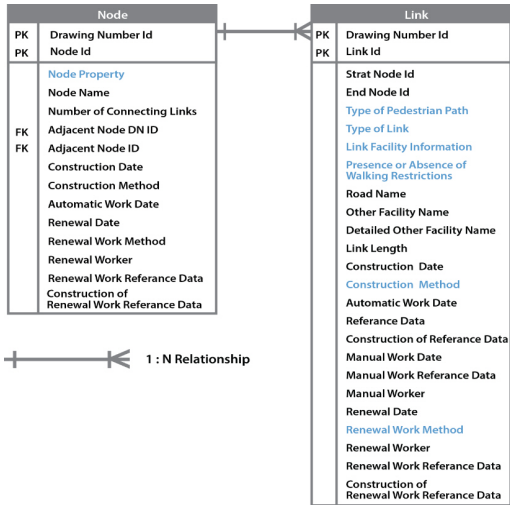


Fig. 3. Nodes and links in pedestrian path network

Fig. 3은 보행자를 위한 상세 도로망도의 노드 테이블 명세를 나타내는 것으로 배포 및 관리로 구분하여 구성되어 있다. 그러나 노드에서는 노드점에 대한 속성의 추가가 필요하며, 링크에서는 보행자길의 유형, 링크종별, 시설물정보, 보행에 대한 제한 유/무 등이 추가되어야 교통약자를 위한 적절한 정보가 제공될 수 있다. 이에 시각장애인을 위한 길안내측면에서 노드 속성정보에는 보행자길이 교차하는 지점, 지하차도, 보행자시설물 등 다양한 정보를 DB로 구축하고 서비스하여야 하는 것으로 사료된다. 그 결과, 시각장애인을 대상으로 한 길안내가 가능할 수 있도록 선로교차점, 짧은 도로구간, 곡선부 구간, 연속, 음향신호 코드내역 등을 추가해 노드 속성의 수정이 필요함을 확인했으며, 수정된 속성은 Table 7과 같다. 또한 링크 테이블명세서의 경우 관리부분은 메타데이터의 형태로 구축 가능하므로 이를 삭제하고 나머지 항목에 포장재질을 추가하였으며, 보행자길 유형 코드부분에는 Table 8과 같이 자전거 혼용 보행자길 항목을 추가하였다.

Table 7. Example of node attribute for impaired pedestrian

No.	Code content	Contents of node setting criteria
1	Pedestrian crossing	• The point where pedestrian paths intersect each other
2	Attribute change point	• The point where the properties of the pedestrian path change, such as the width of the sidewalk
3	Pedestrian street facilities	• The starting and ending points of cross-road facilities such as crosswalks, overpasses, and underpasses, or road facilities (tunnels, bridges, overpasses, underpasses, etc.)
4	Walking restrictions	• A point where the movement of pedestrians is physically controlled, such as a highway or a dedicated automobile road
5	Administrative boundary intersection	• Points divided by si/gun/gu boundaries
6	Pseudo intersection	• Underground public walkway consisting of subway or underground passage entrances • Points that are not actually connected by pedestrian roads, crosswalks, overpasses or underpasses, but appear to be crossed when viewed in two dimensions.
7	Partition intersection	• Points separated by the boundary of the map leaf of a digital map 2.0 with a scale of 1 in 5,000 as announced by the National Geographic Information Institute • Cross-road facilities or road facilities such as crosswalks, overpasses, and underpasses
8	Track intersection	• The point where the pedestrian path and the track intersect
9	Curved section	• Pedestrian path points that include curves
10	Short road section	• Start point and end point of short road section
11	Rain gutter cover	• The point where the rain gutter cover is located on the pedestrian path
12	kerbstone	• The point where there is a curbstone on the pedestrian path
13	Acoustic signal	• The point where there is an acoustic signal on the pedestrian path

Table 8. Examples of pedestrian road types

Code	Content	Code	Content
01	Sidewalk	05	Pedestrian Path for Pedestrian Use
02	Pedestrian street for mixed use of sidewalk driveway	06	Underground Public Pedestrian Facility Pedestrian Path
03	Pedestrian path for road crossing facilities	07	Bicycle mixed pedestrian path
04	Pedestrian road connecting the entrance		

국토지리정보원에서 구축한 행정, 교육/보건, 공공/환경, 시설물, 주거, 산업 등의 국가관심지점정보 분류항목과 관심지점종류에 대한 분석을 실시하여 시각장애인만의 맞춤형 관심지점 제공을 위한 방안을 도출하였다. 이를 위해 현재 국토지리정보원에서 시각장애인을 위한 점자지도 사업에서 제공 중인 오프라인 점자지도의 레이어를 참고해 수치지도 레이어에 포함되어 있지 않지만 시각장애인에게 필요한 관심지점항목을 분석했다. 즉, 시각장애인이 자주 이용하는 항목을 도출하고자 한 것으로 공공, 행정 등 생활과 직접 연

Table 9. Analysis of additional points of interest for visually impaired

Large category	Middle category	Sub category
administration	Government administration agency	Post Office, telephone office
Public/Environment	Local administrative agency	Town office, community center, etc.
	Political/Social/Diplomacy	Social welfare facilities
Education/Health	Educational facilities	Early childhood education, Elementary/Middle/Higher education, University, etc.
	Health facilities	Internal medicine, Dentistry, Dermatology, Nursing hospitals, etc.
Accommodation/Food	Restaurant	Japanese, Chinese, Family restaurants, etc.
Facility	Transportation facilities	Subway, Bus stops, Terminals, etc.
	Facilities	Restroom, Ticket offices, Rest rooms, etc.
Leisure/Tourism/Art	Culture/Art facility	Theater
	Tourist destination	Aquarium, Zoo/Botanical garden, Natural recreation forest, etc.
	Sports facilities	Horse riding grounds, Parks, Swimming pools, Sports centers, etc.
	Leisure	Temple Stay
industry	Service industry	Department stores, Discount stores, Markets, Convenience stores, etc.
		Grocery store, Book store, Stationery store, Cosmetics store, etc.
		Bank, Union, Insurance, etc.
		Hi-mart, Mobile phone agency, etc.
		Electronic product AS, Communication product AS
		Jjimjilbang/Sauna, Wedding hall, etc.
		Beauty salon/Barber shop, Nail shop, Skin care shop, etc.
		Complex building, Large building
		Studio, Travel agency, Funeral, Entertainment related services, etc.
Residential	Residential facilities	Apartment
		Row House/Villa
		Officetel, Dormitory, Lodging, etc.

결되어 활용도가 높은 항목을 도출하고자 한 것이다. 그 결과, 오프라인 점자지도 레이어의 총 9개의 대분류(문화관광, 교통시설, 공공시설, 편의시설, 보건복지, 보행시설, 식생, 경계, 지형)와 중분류 56개로 정의되어 있음을 확인했다. 이중 시각장애인에게 필요한 항목을 추출해 Table 9에 정리하였다. Table 9에서 확인할 수 있듯이 대분류 항목은 지형을 제외한 8개만 선정됐으며, 중분류 56개 중에서는 정부행정기관, 지방행정기관, 정치/사회/외교, 교육시설, 보건시설, 음식점, 교통시설, 편의시설, 문화/예술 시설, 관광지, 스포츠 시설, 레저, 서비스산업, 주거시설에 해당하는 14개만 필요한 것으로 판단했다.

길안내 데이터 모델의 정립을 위해 서울특별시를 대상으로 구축되어 있는 보행자길 데이터베이스를 활용하였

다. Fig. 4는 시각장애인을 위한 길안내에 대한 데이터모델의 구성을 나타낸 것으로 보행자접근성을 보행공간과 보행부가정보로 구분했다. 보행공간은 보행자길 및 랜드마크로 구성되며, 보행부가정보는 안내 및 위험으로 구성된다.

상기 길안내 데이터 모델을 기반으로 보행공간에 대한 노드와 링크를 구성하면 Table 10과 같다. 참고로, 표에서 L(2~4)은 개념적 레벨을 나타낸 것으로 표현되지 않은 최상위 레벨(L1)은 보행자 접근성이 있으며 L2, L3, L4로 구분된 각각의 표는 보행적 개념에 대한 하위 레벨을 정의하였다. 최상위 보행자 접근성을 위해서는 보행공간과 보행자이동을 위한 필요대상 그 하위로는 보행을 위한 보행자길 유형 및 안전시설물 등을 분석하였다.

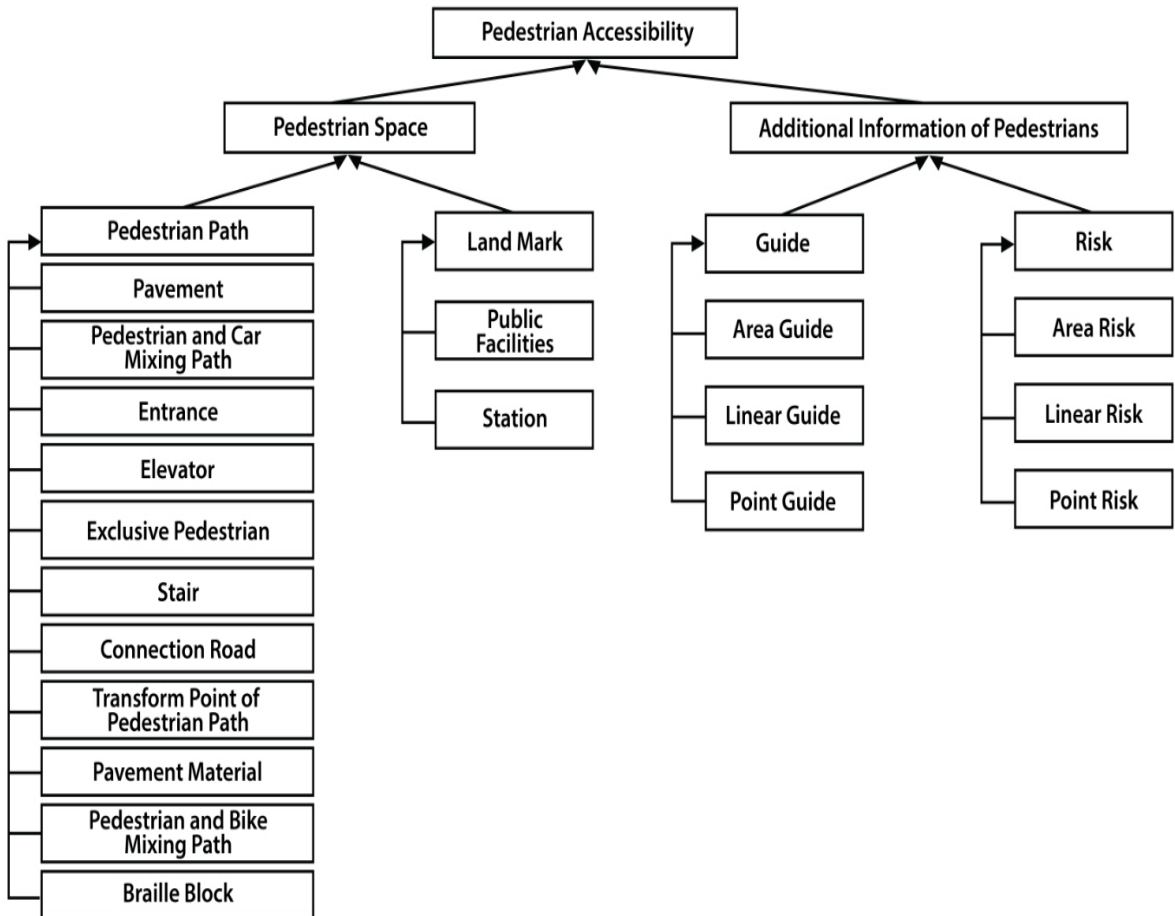


Fig. 4. An example of a data model for road guidance of visually impaired

Table 10. Nodes and links of the data model of walking space

L2	L3	L4	Node-Link(property information)
Walking space	Pedestrian path	sidewalk	Sidewalk(type of pedestrian path)
			Sidewalk link(type of link)
			Pedestrian path(information of link facility)
		Pedestrian path for road crossing facilities	Railroad crossing
			Crosswalk(information of link facility)
			Overpass(information of link facility)
		Pedestrian path for mixed sidewalk/driveway	Pedestrian path for mixed sidewalk/driveway (type of pedestrian path)"
			Pedestrian path link for mixed sidewalk/driveway (type of link)
			Road for exclusive use of automobiles (information of link facility)
		Door	Pedestrian path connecting the entrance (type of pedestrian path)
			Road link to the entrance(type of link)
		elevator	Link with elevator(type of link)
		Walking only	Pedestrian path for pedestrian use(type of pedestrian path)
			Links to footpaths on site(type of link)
			Pedestrian-only road link(type of link)
			Pedestrian priority road link(type of link)
			Pedestrian-only road link(type of link)
		stairs	Stairs(information of link facility)
		Connection	Link to the basement floor(type of link)
			Underground floor connecting road at subway station entrance(information of link facility)
			Underpass entrance and underground floor connection road (information of link facility)
			Underpass(information of link facility)
			Tunnel(information of link facility)

기 구축 되어 있는 국가공간정보를 기준으로 길안내 데이터의 구성요소를 비교하여 시각장애인의 요구 조건에 맞는 대상지 선정, 지형지물, 관심지점정보 등을 추출하여 반영하

였다. 길안내 데이터 구성을 위한 데이터 제작 절차는 대상지 선정, 자료 추출, 데이터 편집, 구축자료 검증으로 진행되며 이를 위한 세부 내용은 Table 11과 같다.

Table 11. Procedure for road guidance data for the visually impaired

Select destination (Jongno-gu)	<ul style="list-style-type: none"> • Located in a living area where visually impaired people are active • Areas targeted for infrastructure construction such as point of interest information and network • A dense area of support facilities for the visually impaired • There are many conveniences for the visually impaired, such as transportation, public, culture, tourism, etc.
Data extraction	<ul style="list-style-type: none"> • Extraction of target items using national spatial information • Conversion of data collected by related organizations for the visually impaired • Collection and conversion of data related to specialized information for the visually impaired • Extraction of relevant annotation from information on national points of interest
Data editing	<ul style="list-style-type: none"> • Establishing the collected data in a certain format • Adding specialized information to existing data to increase the suitability of data for directions for the visually impaired • Proceeding to standardize the attributes of road guidance data to support walking convenience for the visually impaired
Construction data verification	<ul style="list-style-type: none"> • Verification of identification of figure data and attribute data of directions data • Check the continuity, redundancy and matching relationship of node-link linearity • Review of uniqueness and omission of input items for node-link attribute data

먼저, 대상 지역을 선정하기 위한 조건으로는 시각장애인의 활동이 활발한 곳 중 관심 지역 등에 대한 인프라 정보가 구축되어 있는 곳을 우선 고려하였다. 이 중 지하철 및 버스 등 교통시설이 발달하고 다양한 문화시설 등을 포함하면서 시각장애인의 교육을 위한 시설이 있는 곳을 선정하였다. 그 결과, 서울시 대상 총 25개 구 중 다양한 교통편이 운행되며 국립서울맹학교(종로) 및 복지관, 지하철역 등의 공공기관, 시설물이 포함되어 있는 종로구 일대가 적합한 것으로 판단되었다.

데이터 제작을 위한 자료는 기 구축된 자료의 분석 및 갱신년도, 수령 방법 등을 종합적으로 검토해 추출되었으며, 그 결

과 Fig. 5와 같이 국토지리정보원의 1:1,000 수치지형도(대축척)와 도로시설물, POI 정보를 이용했다. 이 때, 도로시설물과 POI는 시각장애인이 주로 이용하는 점자블록, 음성유도기 및 주요 랜드마크 등을 파악하기 위한 것으로 국가가 제작한 공간정보에 없는 자료는 (사)시각장애인연합회의 협조를 통해 추가로 수집하였다. 참고로, 시각장애인 관련정보는 주로 문서로 제작되어 있으므로 주소 정보를 이용하여 지오코딩을 수행하여 공간데이터화 하였다.

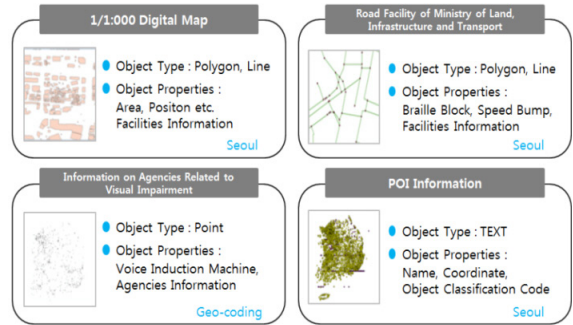










Fig. 5. Collection of road guidance data

Table 12와 같이 길안내 데이터는 ArcGIS를 이용해 면형을 선형으로 생성한 뒤 노드생성을 스크립트를 구성하여 제작하였다. 우선 보도전용(녹색)과 도로혼용(적색)으로 구분하였다(1). 링크분류는 횡단보고(녹색), 횡단보도가 없는곳(적색)으로 구분하였다(2). 계단의 경우 없음(녹색), 있음(적색)으로 구분하였으며(3), 점자블록이 있는 부분(녹색)과 없는 부분(적색)으로 구분하였다(4). 보행에 있어 주요시설물인 신호등의 유(녹색), 무(적색)으로 구분하였으며(5), 교차로, 버스정류장 등의 노드를 구분하였다(6). 신호등의 경우 음성정보를 안내하는 부분(녹색)과 안내하지 않은 부분(적색)으로 구분하여 정보를 분리하였다(7). 이번 테스트 베드에 시각장애인 학생이 교육을 받고 있는 맹학교를 포함(8)하여 정보를 구성하였다. 작업과정을 분석해보면 양선과 단선형태의 링크를 편집해 링크와 중첩되는 노드를 생성하고, 링크와 노드 간 연결 상태를 검수하여 필요에 따라 링크 편집, 노드 생성 및 위상구조 구축 과정을 반복하게 된다. 세부적으로 링크의 단선 선형은 수치지형도의 도로중심선을 활용했으며, 양선 선형은 도로면을 선형으로 변환한 후 경계면에서 일정거리를 두고 구축하였다. 참고로 양선 선형에서의 이격거리는 1.4m 내외로 설정했으나 도로와 인도 특성에 따라 지역별로 다르게 적용된 경우가 존재한다. 노드는 링크와 중첩되는 곳에 생성되는데, 육안 및 시스템 검수를 통해 품질 검증을 수행하고 필요에 따라

링크를 추가 보완하여 편집하는 방식을 적용했다. 최종 데이터는 대상 지역의 도로, 인도, 횡단보도 등의 관련 레이어를 참조하여 길안내 링크와 노드를 편집 후, 위상 구축과 검수 과정을 거쳐 구축되었으며, 이 때 링크는 주로 인도를 중심으로 횡

단보도, 교통섬 등을 연결해 생성, 노드는 시점과 종점 그리고 교차점을 기준으로 생성되었다. 추가로, POI는 주요 랜드마크인 정류장, 지하철 역사 등을 대상으로 적용하였다. 다음은 길안내 테스트 DB 구축 결과 예를 정리한 것이다.

Table 12. Result of road guidance test DB

Division	Build result	Explanation
(1)Separation of Link-Road		• It is divided into sidewalk only(green) and road mixed use(red), giving the road classification attribute of the guidance link
(2)Separation of Link-Link		• The link classification attribute of the guidance link is given by dividing it into a general crosswalk(green), a crosswalk(red), and a crosswalk without a crosswalk(blue)
(3)The presence or absence of Link-Stairs		• Assigns the attributes of the stairs of the guidance link by categorizing them as no stairs(green) and with stairs(red)
(4)The presence or absence of Link-Braille Block		• Braille blocks of the guidance link are assigned attributes by dividing them into no braille block(red) and braille block(green)
(5)The presence or absence of Link-Traffic light		• No traffic light(red), traffic light present(green) attribute to traffic lights of the guidance link
(6)Separation of Node-Node		• Assignment of node attributes such as general intersection point, attribute conversion point, end point, bus stop (Presence or absence of braille), outline point, etc.
(7)The presence or absence of Node-Acoustic signal		• Assigns the attributes of the audio signal of the guidance node by dividing it into no acoustic signal(red) and with sound signal(green)
(8)Added of Seoul national school for the Blind		• Established including the Seoul national school for the Blind

4. 길안내 데이터 적용 및 검증

안드로이드 스마트폰의 경우 시각장애인 지원 기능인 Voice Assistant(Talk Back)를 지원한다. 따라서 구축된 길안내 데이터의 테스트를 위한 앱은 스마트폰과 호환될 수 있도록 간략히 테스트용으로 개발되었으며 (Table 13), 구축된 앱의 기능 및 성능 확인을 위한 현장테스트는 Fig. 6과 같이 (사)한국시각장애인연합회 및 현재 장애인 전문기자로 활동 중인 시각장애인(전맹자)이 직접 참여해 진행되었다. 국립서울맹학교 주변에서 길 안내를 시작한 후 남은 거리, 점자블록 등 특화정보 안내, 주변 POI 정보 안내 여부와 목적지 도착 알림이 적절히 제공되는지, 이를 통한 서비스가 적절한지 검증하는 것으로 목표로 하였으며, 길안내 DB의 점자블록, 횡단보도, 건널목, 음향신호기 등의 위치 및 속성 정확도를 현장에서 확인하여 DB의 유효성을 검증하는 데 중점을 두었다. Fig. 7은 길안내 실험을 위한 일련의 시나리오를 정리한 것이다. 먼저, 실제 시각장애인의 보행과정을 분석하여 길 안내시 목적지 검색을 시작으로 길안내를 실행한다. 이 후 주변의 보행시설물 및 방해시설물의 안내 여부를 점검하고, 동시에 주변 관심지점정보 안내 등을 통해 목적지까지 안전하게 도착하는지를 검증하였다.

Table 13. Visually impaired directions app function

Initialization surface	Search	Choice	Guidance
			

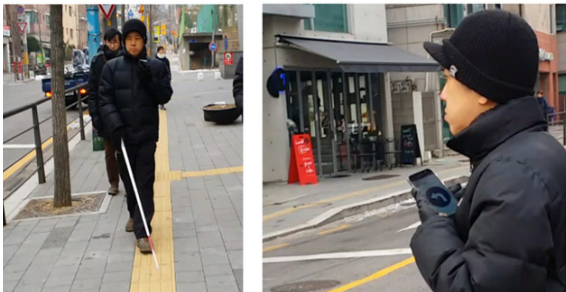


Fig. 6. Field testing with the Directions app

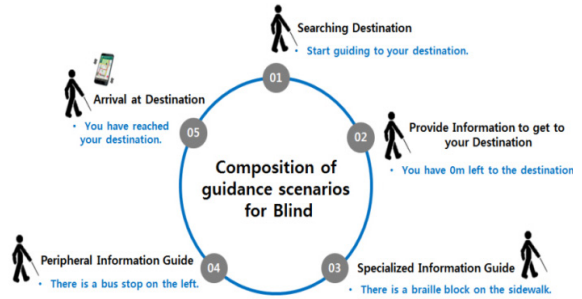


Fig. 7. Configuration of scenarios for road guidance test of visually impaired

시각장애인 사용자가 서울맹학교 일대 약 1.1km를 길안내 서비스 앱을 사용하여 진행한 후 서비스의 편리함, 정확성, 안내시기 및 내용의 적절성 등에 대한 의견을 수렴하였으며 그 결과는 Table 14와 같다. 출발지에서 목적지까지 아무런 조작 없이 시작해 편리했고, 점자블록을 이용해 보행과 동시에 앱 정보를 활용해 많은 도움이 되었다는 평가였다. 특히, 지도 DB를 기반으로 하기 때문에 정확한 목적지점에 도착할 수 있다는 장점이 있으며 안내 포인트까지 정보를 주는 것이 매우 유용한 것으로 확인되었다. 이는 현재 국토지리정보원에서 제작·제공 중인 공간정보를 기반으로 점자블럭(점형/선형), 음향신호기, 버스정류장, 볼라드 등의 추가적인 시각장애인용 콘텐츠 정보를 확보한다면 이를 활용한 길안내 서비스가 가능하다는 의미이다.

Table 14. Field test evaluation comments

Opinion
• It was convenient to start without any manipulation from the origin to the destination
• It was very helpful for walking by using the app information at the same time as walking by using braille blocks
• The advantage of this system was that it was possible to reach the correct base and destination by being based on the map DB
• It was very good to give information to each guide point
• Information that reflects functions such as distance to destination, crosswalk guidance(with/without traffic lights, presence/absence of sound signals) is helpful
• It is effective to know where it is by guiding landmarks such as crosswalks and bus stops during field tests

단, 실제 점자블록의 단절이 발생한 경우 적절한 보행이 불가능하다는 현실적인 한계가 발생해 DB에 잘못된 점자 블록에 대한 정보를 추가하거나 단절을 알리는 안내가 포함될 필요가 있다는 의견이 제시되었다. 또한, 편의점, 약국, 음식점 등 일상생활과 밀접한 정보들에 대한 추가, 도로명, 교통시설명 등에 대한 POI 추가도 필요한 것으로 판단되었다. 그 외에도 횡단보도를 건너는 경우 건너 상황을 가정하고 우측 몇 m와 같이 안내하나 반드시 횡단보도를 건너고 우측 몇 m인지, 우측 진입 구간에 들어서기 전까지 정보를 제공해야 보행이 가능하기 때문에 보행 특성을 고려한 보완도 고려되어야 한다. 특히, 국내 타 기관 또는 여러 부처에서 다종의 공간정보 자료를 DB 형태로 구축하고 있으며 ICT 기술 접목을 통한 외부 정보 획득도 활발히 진행 중이므로 최신 정보 및 기술을 활용한 추가분석이 중요할 것으로 판단된다.

5. 결론

본 연구는 보행 및 이동에 제약을 받는 시각장애인과 같은 교통약자를 위한 길안내 데이터 모델을 구성하고 이를 반영한 앱을 개발해 효용성을 검증하는 것을 목적으로 수행되었다. 이를 위해 국토지리정보원에서 제작된 공간정보 데이터를 기반으로 시각장애인의 보행특성, 길안내 공간정보의 활용현황, 이동편의 시설물 관련 기준 등을 분석해 길안내를 위해 구축되어야 하는 공간정보 항목을 도출하고 국토지리정보원에서 제작된 공간정보 데이터와 연계했다. 정립된 데이터 모델을 기반으로 모바일 앱을 구현한 뒤 국립서울맹학교 주변에서 시각장애인이 직접 실증 실험을 수행한 결과 도출된 결과는 다음과 같다.

첫째, 시각장애인 보행특성, 관련 법규 등을 살펴본 결과 시각장애인의 보행을 지원하기 위해서는 점자블럭(점형/선형), 음향신호기, 버스정류장, 볼라드 등의 정보가 필수적이다. 국내 기존사례를 기반으로 제안한 장애인내비게이션 서비스를 위한 네트워크 데이터 모델이 있었지만, 장애인 모두를 포괄하는 데이터모델을 제안하였기 때문에 시각장애인을 위한 데이터모델로는 적합하지 않았다. 따라서 시각장애인에게 적합한 데이터모델을 구축하기 위해 시각장애인과 관련된 보행객체인 보행자길의 공간정보, 부가정보의 객체를 모델에 추가시키고 접근성에 관련된 객체들을 제거하여 시각장애인 보행자의 길안내에 적합한 네트워크 데이터 모델을 제안하였다.

현재 국토지리정보원에서 제작-제공 중인 공간정보를 기반으로 이러한 정보를 추가해 데이터화한다면 교통약자의 독

립적인 보행을 위한 효율적인 길안내 모델을 구축할 수 있을 것이다. 특히, 국내 타 기관 또는 여러 부처에서 제공되고 있는 다종의 공간정보 자료가 있으므로 이를 복합적으로 활용한다면 데이터 취득의 효율성 뿐 아니라 정확도를 높일 수 있을 것으로 기대된다.

둘째, 시각장애인이 직접 개발된 앱을 이용해 보행을 추진한 결과 방향을 안내하거나 횡단보도 건너 상황을 가정하고 안내를 진행하는 경우 등의 한계가 확인되었다. 또한, 점자블록의 단절이 발생했거나 잘못 설치된 경우가 확인되었는데 이러한 경우는 추가적인 정보 추가등을 통한 보완이 필요할 것이다. 최근 ICT 기술의 접목으로 다양한 센서 및 음성 기술이 널리 활용되고 있으므로 이들과 연계한 고도화 방안도 추가로 고려되어야 할 것으로 판단된다.

References

- Ga, C.O., Lee, W.H., and Yu, K.Y. (2011), Study on the method to create a pedestrian network and path using navigation data for vehicles, *The Korea Society For Geospatial Information System*, Vol. 19, No. 3, pp. 67-74. (in Korean with English abstract)
- Han, S.J. (2013), Selection of primary pedestrian road network in pedestrian priority zone, *Journal of Transport Research*, Vol. 20, No. 4, pp. 117-130. (in Korean with English abstract)
- Hankyung IT Science (2021), *Commercialization of the FIN technology—Seamless direction guiding is possible in tunnels*, <https://www.hankyung.com/it/article/2021072837021> (last date accessed 20 April 2022).
- Kim, M.J. and Chung, H. (2018), A study on differences and improvement of mobility and spatial cognition of persons with visual impairments, *The Korean Urban Geographical Society*, Vol. 21, No. 2, pp.75-92. (in Korean with English abstract)
- Ko, B.H., Kim, H., Son, J., and Jung, K.H. (2019), Determination of walking direction for guidance of the blind, *Proceedings of the Korean Institute of Information and Communication Sciences Conference*, The Korea Institute of Information and Communication Engineering, 23-25 May, Daejeon, Korea, pp. 49-52.
- MLIT (2022), *Completion of national spatial information*

- integration system improvement project (Phase 2)*, http://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dt1.jsp?lcmspage=1&id=95086470 (last date accessed 20 April 2022).
- NEWSIS (2021), *SKT commercialize C-ITS by connecting vehicle-pedestrian-infrastructure for the Seoul Metropolitan City*, https://newsis.com/view/?id=NISX20210608_0001468447&cID=13001&pID=13000. (last date accessed 20 April 2022).
- Oh, S.T., Jeong, K., Kim, H.M., and Kim, Y. (2019). Development of street crossing assistive embedded system for the visually-impaired using machine learning algorithm, *Journal of the HCI Society of Korea*, Vol. 14, No. 2, pp. 41-47. (in Korean with English abstract)
- National Geographic Information Institute (NGII). (2016), Construction Braille Map for the Blind, report, NGII Publication No. 11-1513436-000122-01, *National Geographic Information Institute*, Suwon, pp. 1-395.