

## 교통약자(노인, 장애인, 외국인 등)를 위한 실내 보행경로에 관한 연구 A study on indoor Walking Route for the Traffic Accident(Elderly, Disabled, Foreigner) etc.

신재범\*<sup>†</sup>, 오준호\*, 민병균\*, 손병두\*, 김동준\*, 한치영\*\*

Jae Bum Shin\*\*<sup>†</sup>, Jun Ho O\*, Byeong Gyun Min\*, Byeong Doo Son\*, Dong Jun Kim\*, Chi Young Han\*\*

**초 록** 장애인(시각, 지체), 노약자, 외국인 등 교통약자는 신체적 특징, 주변 인지력 저하, 언어 소통의 불편함 등으로 인하여 철도, 지하철, 공항, 공공기관, 환승시설 등과 같이 복잡하고, 넓은 실내 공간에서 현재 위치로부터 목적지까지 찾아가기란 결코 쉽지 않은 일이다. 현재까지 실내 측위 및 경로안내와 관련된 다양한 기술들이 소개되었지만, 대부분 일반인을 대상으로하는 서비스가 주류를 이루고 있고, 기술적 한계 및 높은 구축/운영비로 인하여 연구 혹은 시범사업 수준에 머무르는 경우가 대부분이었다. 그러나, 최근 4차 산업혁명 및 혁신적인 기술들이 소개됨에 따라 기존 시스템의 문제(기술, 비용 등)를 혁신적으로 개선할 수 있는 솔루션이 속속 등장하고 있다. 이에 본 논문에서는 4차 산업혁명을 주도하고 있는 사물인터넷(IoT) 기반 기술을 활용하여 철도, 지하철, 대형공공시설 등의 환경에서 교통약자들의 신체적 및 보행특성을 고려하여 현재 위치를 기준으로 손쉽게 목적지까지 보행을 지원할 수 있는 실내 보행경로안내기술에 대하여 소개한다. 특히, 실내 보행경로안내서비스의 안정적인 제공을 위해 필수적인 위치 정확도 개선 방안에 대해서도 기술하였다.

**주요어** : 교통약자, 보행경로안내, 측위기술, 사물인터넷(IoT), 장애인, 노약자.

### 1. 서 론

현재 철도, 지하철, 대형 공공시설, 환승시설 등 복잡하고 넓은 실내에서 안내는 대부분 표지판(글자, 화살표, 전광판 등)을 통하거나, 안내 데스크에서 직접 문의를 통하여 이루어지는 경우가 많다. 그러나, 장애인(시각, 지체), 노약자, 외국인 등 교통약자는 신체적 특징, 주변 인지력 저하, 언어 소통의 불편함 등으로 인하여 역무원, 공익요원, 안내 도우미 등과 같이 주변 사람들의 직접적인 도움을 통하여 이루어지고 있다. 이로 인하여 불편한 신체적 접촉, 보다 많은 시간 소요, 주변의 불편한 시선 등의 이유로 공공시설 이용을 외면(기피)하거나, 사회 활동(참여) 자체를 줄이려는 경향이 있다.

시각장애인의 경우, 독립 보행을 지원하기 위하여 도입된 음성유도기는 1996년 정보통신부 소관 국민대학교 산·학·연 과제로 처음 개발되면서 관련 주파수를 포함하는 기술기준이 마련되었고, 2003년 6월 한국정보통신기술협회(TTA)

단체표준(시각장애인용 음성유도기 무선규격), 2004년 10월 한국정보통신표준 제정, 2005년 교통약자의 이동편의 증진법 유도 및 안내시설 설치기준을 근거로 일반철도 및 광역철도 구간에 2005년 12월부터 현재까지 설치되어 시각장애인의 보행에 많은 도움을 제공해왔다.

그러나, 음성유도기를 이용하는 보행안내 기술은 단방향 무선통신(358.5MHz) 기술을 이용하여 무선동작거리를 제어함에 따라 잦은 오류 발생(동시동작, 오동작 등), 환경적 변화(온/습도)에 따른 동작거리오차, 미리 저장된 단방향 음성안내제공 그리고 어디에 있을지 모르는 음성유도기를 향하여 매번 리모컨을 수동으로 동작시켜야하는 서비스 제공방식의 한계성 때문에 기능개선에 대한 요구가 지속적으로 증가하고 있다.

**음성유도기의 활용도를 떨어뜨리고,  
시각장애인의 보행안내에 불편함 가속**

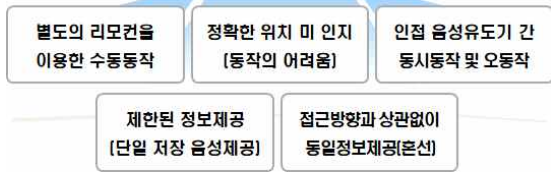


그림 1. 음성유도기 기능 개선 사항

오늘날 의료산업의 발달로 인한 급격한 고령화 사회로의 전환, 다양한 질병, 사고 등에 의한 후천적 장애발생 증가(전체 장애인의 88% 수준) 그리고 세계화 속에 외국인의 국내활동 역시 활발한데 이들 모두를 교통약자로 볼 수 있으며, 교통약자의 유형별 보행특성, 신체적 특성, 정보화기기 사용특성 등을 고려한 맞춤형 보행경로안내서비스 도입이 필요한 실정이다.

최근 들어, 사물인터넷(IOT), 빅데이터(Big Data), 인공지능(AI) 등 4차 산업혁명이 주도하는 변화 속에서 사람이 중심이 되는 가치 추구를 목표로 산업 전반의 기술 패턴이 변화하고 있다. 이러한 변화의 물결에 뒤쳐지지 않도록 철도산업분야도 4차 산업기술(IoT, Big Data, AI 등)의 도입과 이를 이용한 서비스 발굴이 필요한 시점이라 할 수 있다.

이에 본 고에서는 4차 산업의 핵심기술로 분류되는 사물인터넷(IoT) 기술을 활용하여 GPS 정보가 제공되지 않는 실내에서도 자동차 내비게이션과 같이 능동적인 보행경로안내서비스 제공이 가능한 기술(서비스)을 소개하고 이를 적용하기 위하여 고려하여야 할 사항들을 살펴보고자 한다.

## 2. 본 론

### 2.1 교통약자 현황 및 디지털 정보기기 사용현황

#### (1) 교통약자 현황

흔히 말하는 교통약자는 행동상의 부자유함 때문에 공공 교통기관을 이용할 때에 여러 가지

곤란이 따르는 사람들 즉, 장애인, 고령자, 임산부, 영/유아 동반자, 어린이 등 이동에 불편을 느끼는 사람을 일컫는다.

대표적인 교통약자인 장애인의 경우, 2016년 12월 기준 약 251만명(등록기준)으로 전체 인구의 약 4.9%를 차지하고 있고, 이중 만 15세 이상의 경제활동인구는 39%인 약 98만명이 사회활동에 적극 참여하고 있다(출처 : 2017 장애인 실태조사, 보건복지부)

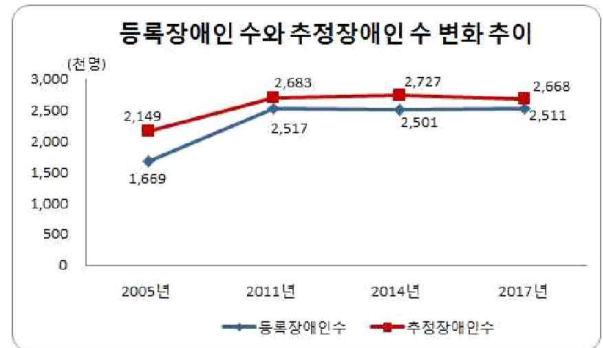


그림 2. 국내 장애인 현황(등록 vs 추정치)(출처 : 2017 장애인 실태조사, 보건복지부)

노인의 경우 현재 우리나라는 급속한 고령화로 인하여 2017년에 13.8%, 2060년에는 41.0%까지 증가할 것으로 보여지고 있다(2018년에 14.3%로 고령사회 진입, 2026년 20.8%로 초고령사회 진입 예상). 이러한 고령화 속도는 OECD 평균의 4배에 이르는 속도로 초고령사회 진입을 눈앞에 두고 있다(출처 : 통계청, 2017 고령자 통계자료)

표 1. 국내 노인 인구 비율 추정(출처 : 통계청)

구분	추계인구	65세 이상	비 중
2010	49,554	5,366	10.8
2017	51,446	7,076	13.8
2020	51,974	8,134	15.6
2030	52,941	12,955	24.5
2040	52,198	17,120	32.8
2050	49,433	18,813	38.1
2060	45,246	18,536	41.0

이처럼 장애인, 노인, 임산부, 영/유아 동반자 등 이동에 불편함을 느끼는 교통약자는 현재 전체 인구의 약 25% 수준에 이를 정도로 높은 비중을 차지하고 있으며(유형별로는 노인 50.9%, 어린이 17.4%, 영/유아 동반자 16.5%, 장애인 12.1%, 임산부 3.1% 순으로 나타나고 있다), 향후 이러한 비중은 지속적으로 증가할 것으로 예상됨에 따라, 이들이 복잡하고 넓은 실내에서 목적지까지 안전하고, 정확하게 보행할 수 있는 효과적으로 보행안내지원 서비스가 필요하다.

## (2) 교통약자 디지털 정보기기 사용현황

2017 디지털정보격차 실태조사 자료에 따르면, 장애인 및 장노년층의 모바일 스마트기기 보유율은 72.5%, 65.7%로(일반인 88.7%)로 2016년에 이어 지속적으로 증가하고 있는 것으로 나타났다.



그림 3. 장애인 및 장노년층 스마트기기 보유율  
(출처:2017 디지털정보격차실태조사)

특히 장애인의 모바일 이용능력은 일반인에 비해 다소 떨어지는 경향이 있으나, 기본적인 환경설정, 문서작성, 파일전송, 필요한 앱 설치 및 이용 등 모바일 기기 사용자체가 불가능하거나 어려워하지 않은 것으로 통계 결과가 나타났다. 또한 모바일 기기를 이용하여 이메일, 정보 검색, SNS 활용, 콘텍츠 서비스 이용 등 다양한 형태의 서비스를 이용하고 있어, 모바일 기기를 이용한 새로운 형태의 서비스가 도입되더라도 이용에는 어려움이나 불편함이 없을 것으로 보여진다.

## 2.2 보행경로안내 기술

GPS 정보를 수신하지 못하는 실내에서 위치추위 및

이를 이용한 보행안내기술에 대한 연구는 오래전부터 꾸준히 진행되어 왔다. 대표적인 기술이 WiFi를 이용한 삼각측량기법, 핑거프린트기법, Cell-ID 기법 등을 들 수 있다. 그러나 해당 기술이 폭넓게 활용 및 사업화가 되지 못했던 대표적인 이유는 넓은 영역 내 서비스 제공을 위한 높은 시스템 구축비와 서비스를 제공 받기위한 별도의 단말기 설치/구입, 주변 환경 변화에 민감한 전파특성, 일반 사용자의 다양한 보행 동선 및 이동 특성에 따른 거리 오차 증가를 들 수 있다. 이런 이유로 최근에는 실내보행 경로안내 보다는 소극적인 비콘(2.4GHz)과 스마트폰(앱)을 연계한 지점 정보 제공방식의 위치기반 서비스가 주류를 이루고 있다(비콘이 설치된 통신 영역 내 진입 시 스마트폰에서 해당 지점에 대한 위치정보를 스마트폰 앱으로 제공하는 형태).

이에 본 고에서 사물인터넷(IoT)의 대표적인 기술인 BLE(Bluetooth Low Energy)가 적용된 비콘과 현대인의 필수품으로 자리 잡은 스마트폰(앱)을 이용하여 앞서 언급한 보행안내서비스의 단점(높은 구축/운영비, 낮은 위치 정확도 등)을 최소화할 수 있는 교통약자 특히 시각장애인들에게 실효적인 도움을 줄 수 있는 실내 보행경로안내기술을 소개하고자 한다. 우선, 보행경로안내서비스 제공을 위하여 보행자의 이동 동선을 시각장애인이 이용하는 점자블록으로 한정하였다. 이는 자동차 네비게이션이 도로를 기준으로 안내 정보를 제공하는 것처럼, 실내에서 교통약자 보행을 점자블록을 기준으로 제공할 경우, 다양한 이동 동선을 사전에 차단하여 거리 오차를 줄여 위치 정확도를 개선할 수 있고, 통신 모듈 설치 수량을 점자블록을 기준으로 설치함에 따라 구축비를 절감할 수 있는 효과가 있다. 또한, 점자블록의 설치 기준이 철도, 지하철의 경우 목적지까지 갈 수 있는 최단 동선임에 따라 보다 효과적일 것으로 판단된다.

교통약자는 자신의 스마트폰을 이용하여 점자블록을 기준으로 이동하고, 이동 동선 상의 방향전환점(분기점), 주요시설물(개찰구, 엘리베이터, 화장실 등) 그리고 목적지(출입구, 승강장, 화장실)에 설치된 비콘 정보를 기반으로 보행안내서비스(문자/음성/이미지)를 받을 수 있다. 교통약자의 보다 정확한 위치를 확인하기 위하여 본 고에서는 다음의 3가지 기술을 융합/연계하여 보행안내서비스를 제공한다.

- 비콘 전계강도(RSSI, Received Signal Strength Strength Indicator) 값을 이용한 거리 측정
- 스마트폰 가속도 센서를 이용한 이동거리 측정
- 평균 보행 속도 산출을 통한 이동거리 측정

(1) 비콘 전계강도(RSSI)를 이용한 거리 측정방식

스마트폰과 주요보행경로상에 설치된 비콘은 BLE (Bluetooth Low Energy) 통신 기술을 이용하여 정보를 연계하고, 통신 영역 내에서는 실시간 전계강도 값을 확인할 수 있다. 전계강도 값은 스마트폰이 비콘에 근접했을 경우 세기가 강해지며 일정 이상의 전계강도가 유지되어야 상호 통신이 가능하다. 스마트폰에서 수신되는 전계강도값을 이용하여 비콘과의 이격 거리를 환산하는 방식은 다음과 같다.

-  $RSSI = -10n \log(d) + TxPower$   
 -  $d = 10^{((TxPower - RSSI) / (10 * n))}$   
 : TxPower는 비콘 송출신호크기(n은 전파손실도)

그러나, 전계강도 값의 경우 비콘이 설치되는 위치 (천장, 벽기둥, 야외 등), 주변환경(온/습도)에 따라 전파 패턴이 달라지는 특성으로 오차율이 크게 발생하기 때문에 전계강도 값만을 이용하여 보행경로안내서비스를 제공할 경우 서비스 품질에 큰 문제가 발생할 수 있다.

(2) 스마트폰 가속도 센서를 이용한 이동거리 측정

최근 2~3년 내 출시되는 대부분의 스마트폰은 속도/자이로/지자기/온도 등 다양한 센서들이 탑재되어 있다. 보행경로안내서비스에서는 이중 가속도 센서를 이용하여 보행자의 걸음길이(보폭)를 산출하고 이를 기반으로 비콘 구간에 대한 이동속도를 산출한다. 보행자의 이동속도는 보행경로안내서비스에서 중요한 요소로 보행속도(느림/보통/빠름)에 따라 방향전환 지점(분기점)에 도달하는 시간차가 발생하기 때문에 정보 제공 시점이 달라져야 한다.

비콘 구간 별 이동속도 산출은 구간거리(M)와 이동시간(S)을 이용하여 산출되고, 보행자가 해당 비콘을 통과하는 시점은 비콘의 전계강도 값이 최대 임계치 이상으로 수신될 경우 비콘과 동일한 위치로 가정하였다. 가속도센서를 이용한 보행속도 산출에

가장 큰 단점은 사용자의 스마트폰 거치 습관, 보행 특성에 따라 가속도값의 변화가 클 수 있고, 이로 인하여 보행속도 상의 오차가 발생할 수 있다는 점이다.

(3) 평균 보행 속도 산출을 통한 이동거리 측정

평균 보행 속도 산출방식의 개념은 일반적으로 사람마다 보행속도(느림/보통/빠름)는 서로 다르지만, 한 사람의 보행속도는 일정하다는 점이다. 비콘 간 실제 설치거리에 대한 정보가 제공된다면 전제하에서, 구간 거리와 이동 시간을 기반으로 구간속도를 산출하고, 이를 지속적으로 누적하여 보행자의 평균 이동속도를 산출하는 방식이다. 보행자의 평균 보행속도가 산출되면 다음 비콘 구간에서 시간대비 이동거리에 대한 예측이 가능하기 때문에 위치 정확도를 개선하는데 중요한 요소가 될 수 있다(최초 시작점에서의 속도는 일반인의 약 7~80% 수준인 0.6m/s로 정의하였다.)

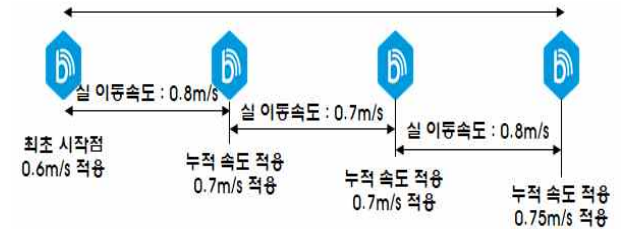


그림 4. 평균 보행속도 산출 개념도

지금까지 살펴본바와 같이 비콘으로부터의 기준치 이상의 유효한 전계강도 값을 이용한 거리 정보(①)와 스마트폰의 가속도 센서를 활용하여 보행자의 이동 거리정보(②) 그리고 비콘 구간을 통과할 때마다 누적된 평균 보행속도를 이용한 이동거리정보(③)를 전체적으로 평균한 값이 보행자의 진행중인 보행속도를 감안한 유효한 거리값(분기점 2~3m 이내)으로 인정될 경우 안내음을 제공한다면 한 가지 혹은 두가지 정보를 연계하는 것 보다 정확한 위치 기반 보행경로정보제공이 가능할 것으로 예상된다.

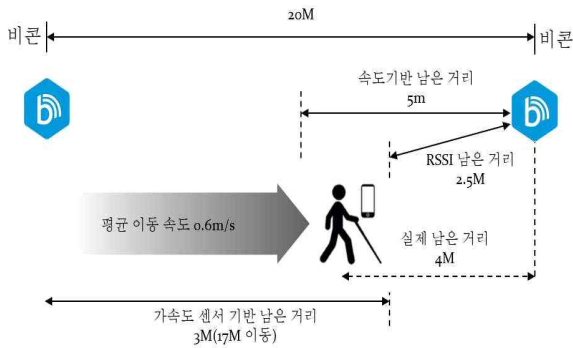


그림 5. 보행자 위치 정확도 개선 개념도

### 3. 결론

지하철/철도, 대형공공시설 등 복잡하고 넓은 실내 공간에서 현재 위치를 기준으로 목적지까지 정확하게 찾아가는 일은 일반인들조차도 가끔은 어려워하는 경우가 많다. 보행의 불편함을 겪는 장애인, 노인 등의 교통약자의 경우라면 더욱더 어려운 것은 자명할 것이다. 이러한 문제를 개선하기 위하여 실내 네비게이션 혹은 위치기반 안내서비스와 관련된 많은 연구 및 시범사업이 추진되었지만 높은 구축/운영비, 기술적 한계, 낮은 위치 정확도, 복잡한 운영방식 등의 이유로 연구단계에서 종료되거나, 실 사용자에게 외면 받는 경우가 많았다. 그러나, 최근 4차 산업혁명을 주도하고 있는 다양한 기술(IoT, AI, Big Data 등)의 발전과 IT 기기의 대중화로 인하여 기존에 제기됐던 문제들을 해결할 수 있는 방안이 속속 제안되고 있다.

이에 본 논문에서는 교통약자 특히 가장 어렵다는 시각장애인에게 실내 보행경로안내서비스를 제공하기 위하여 가장 핵심이 되는 위치 정확도를 개선할 수 있는 기술을 제안하였다. 제안된 기술은 점자블록을 기준으로 보행경로상에 설치된 비콘과 현대인들에게 필수 품목인 스마트폰 간 BLE 통신기술을 이용하여 보행 시 발생할 수 있는 오차율을 감소시켰다. 특히, 비콘 구간을 통과할 때마다 누적된 평균 보행속도를 이용한 이동거리정보 산출방식을 기존의 전계강도(RSSI) 및 가속도 센서를 이용하여 산출된 거리 정보에 연계/융합할 경우 기존 오차를 상당부분 해소할 수 있을 것으로 기대된다.

이러한 교통약자를 위한 실내 보행경로안내기술이 철도/지하철 분야에 대중화된다면 교통약자의 시설물 이용 편의 제공, 안내요원의 효율적 재배치, 불필요한 신체적 접촉 최소화 등의 기대효과가 있을 것으로 보여진다. 국내 철도역사 이용을 위한 대국민 안내서비스는 한층 개선되고 국제적 차별화를 통한 경쟁력 확보와 선진화에 기여하게 될 것이다,

### 참고문헌

- [1] 한국장애인고용공단(고용개발원), 2017년 장애인경제활동실태조사 조사통계
- [2] 한국정보화진흥원, 2017 국가정보화백서
- [3] 보건복지부, 한국보건사회연구원, 2017년 장애인 실태조사 결과(2018.04)
- [4] 과학기술정보통신부, 한국정보화진흥원, 2017년 디지털정보격차실태조사
- [5] 통계청 보도자료, 2017 고령자 통계자료
- [6] 류경신 외 3인, 교통약자의 도시철도 이용 편의성 향상에 관한 기초연구, 2015 한국철도학회 춘계학술대회
- [7] 김우진 외 2인, Analysis on Beacon Signals for Blind Navigation, 2017 대한인간공학회 춘계학술대회
- [8] 추민지 외 2인, Voice-Guide Navigation Systems for the Visually Impaired using Beacons, 2017 대한인간공학회 춘계학술대회
- [9] 시각장애인 내비게이션을 위한 음성유도장치 설치/관리 시스템 개발최종보고서(휴먼케어), 2017.05
- [10] 성균관대학교, 비콘장치를 이용한 실내안내 서비스 방법, 공개특허(10-2017-0024637)

(한국철도학회 2018 추계학술대회 Full Paper -Template 작성일: 2018.9.07.

작성자 : 신재범 010-3667-9757

(ktxsin@kr.or.kr)