

시각 장애인을 위한 스마트 장치 기반 플랫폼 구현

이육*, 최정운
한양대학교 정보시스템학과

Implementation of Smart Device-Based on Platform for the Visually Impaired

Ook Lee*, Jung-Woon Choi
Division of Information System, Hanyang University

요약 본 논문은 시각장애인의 개인적 특성을 최적화하는 시스템을 관리하는 보호자와 통신 할 수 있는 새로운 플랫폼을 제안한다. 플랫폼 구성 요소 간의 상호 작용 측면에서 서버 처리 및 실시간 상호 작용을 통해 보호자 설정을 한다. 이로써 시각장애인에 상당한 정보를 제공하여 이들의 보행 안정성을 향상시키는 데 기여할 수 있다. 따라서 스마트 폰 애플리케이션 개발은 사용자가 애플리케이션을 다운로드함으로써 휴대성과 비용 효율성을 모두 향상시킬 수 있다. 보호자 비용 측면에서 이 시스템은 특수 시스템 장치가 아닌 개인 컴퓨터 또는 스마트 폰을 통해 관리 시스템에 액세스할 수 있기 때문에 비용 효율적이다. 이 시스템은 건물 위치, 위험, 장애물까지의 거리, 신호등 및 단계를 알려주는 것과 같이 시각장애인의 주변 환경과 자동으로 통신하는 웹 기반이다. IOT 장치를 통한 위험 접근과 같은 필요한 정보를 보호자에게 제공하여 안전을 향상시킨다. 또한 시스템이 개인적 특성을 감지 할뿐만 아니라 시각장애인에 많은 정보를 전송하기 때문에 보호자가 개인화 된 플랫폼을 활용할 수 있다. 새로운 플랫폼을 통해 보호자가 응용 프로그램 사용자와 전자 지원 및 상호 작용을 제공 할 수 있으므로 시각장애인에 대한 체계적이고 안전한 보행에 기여할 수 있다.

Abstract This study suggests a new platform in which VI can communicate with their guardians who serve as a system administrator optimizing personal characteristics. In terms of interaction between platform components, this study can contribute to enhancing stability of walking by giving substantial information to VI through server processing and setups of guardians with real-time interaction to VI through server processing and setups of guardians with real-time interaction. Therefore, developing smart phone applications can facilitate both portability and cost effectiveness, by the users' downloading the application and registration. In terms of guardians' cost, this system is cost-effective because they can access to the administration system through personal computers or smart phones, not through specialized system devices. This system is web-based, which automatically communicates with the surroundings of, such as provides the guardians with the necessary information or approaches to the danger through IoT devices, which results in enhancing safety. Moreover, it is possible for guardians to utilize the personalized platform since the system not only senses personal characteristics but also sends a number of information to VI. a new platform makes it possible for guardians to provide electronic support and interaction with the application with the application users, which contributes to systematic and safe walk for VI.

Keywords : The Visually Impaired, System Integration, System Analysis, Electronic Data Processing, Application

논문은 한양대학교 교내연구지원사업으로 연구되었음(HY-2018년도)

*Corresponding Author : Ook Lee(Hanyang Univ.)

Tel : +82-2-2220-1087 email : ooklee@hanyang.ac.kr

Received January 3, 2019

Revised March 7, 2019

Accepted May 3, 2019

Published May 31, 2019

1. 서론

1.1 이론적 배경

세계 보건기구 (WHO)에 따르면 2억 8000만명이 시각 장애인이다. 그 중 3천 9백만 명이 맹인이고 2억 4천 6백만 명이 저시력에 속한다 [1]. 보건 복지부는 한국에 2,490,406명의 장애인이 있다고 발표했다. 252,874 명의 시각장애인 중 50.4%가 야외 활동에 어려움을 겪은 가장 큰 이유는 동반자가 부재한 것이라고 대답했다 [2].

이 결과는 시각장애인의 보행 장애가 안전하지 않다는 것을 나타낸다. 그들은 도로 건설이나 새 건물과 같은 주변 환경의 변화에 적응하는 데 어려움을 겪는다. 그들은 주변 환경에 익숙하지만, 소리나 지팡이에 주로 의존하기 때문에 걷는 데 한계가 있다. 지팡이만 사용하는 사람들은 점자 포장도로와 소리에 철저히 의존해야 한다. 따라서 그들은 건물이나 건축물의 변화를 즉석에서 안내받는 데 어려움을 겪는다. 시각장애인이 야외 활동을 통해 삶의 질을 향상시키기 위해서는 보조 기술의 기술 개발이 필요하다. 그러나 한국에서 시각장애인의 55.2%는 가격 때문에 보조 장치를 사용할 여유가 없다고 대답했다. 또한 시각장애인의 80%는 저소득층 가정에 속한다 [1]. 한국의 경우 한국의 보조 기술 센터와 지방 정부는 저소득 가정의 시각장애인 보조 장치를 임대하고 있다 [3-4].

그러나 이 장치에는 초음파 장애물 탐지 스틱, 건물 앞문의 오디오 유도 장치 및 음성 컴파스의 세 가지 범주만 있다. 대여 가능한 장치에는 탐색 기능이 없다. 따라서 시각장애인이 장치를 대여하더라도 목적지로 가는 길을 찾기 어렵다. Cook과 Polgar는 보조 장치의 가격을 분석했다. 그들은 다양한 사람들의 다양한 요구를 충족시키기 위한 장치를 유연하게 사용하기 위해 가격이 상승했음을 발견했다. 자유 소프트웨어와 일반적으로 사용되는 장치를 사용하여 시각장애인이 확실하게 도움이 되는 보조 장치를 저렴한 비용으로 사용하도록 만드는 것이 시급하다. 시각장애인을 위한 보조기술은 수년 동안 발전해 왔다. Cuturi et al은 시각장애인을 위한 보조 장치를 두 그룹 : 기술 지팡이와 이동성을 위한 로봇으로 분류했다 [6]. 일반적으로 적외선 또는 초음파 센서가 달린 지팡이는 비언어적인 음성, 구두 음성 또는 진동 촉각을 통해 감지 정보를 시각장애인에 제공한다. 반면에, 이동성을 위한 로봇 카테고리는 휠과 같이 다양한 센서를 갖춘 로봇의 부착된 장비를 통해 이동성을 얻는다. 그것들은 독립적인 장치이기 때문에 편리하지만 다른 장소로 이동하

는 데 어려움이 있다. 그러나 두 그룹 모두에 한계가 있다. 첫 째, 기술적 지팡이는 감지된 정보를 수신하는 데 문제가 발생할 수 있다. 반면에 이동성을 위한 로봇은 장애물 탐지에 효과적이지만 이동성이 부족하다. 보조기술의 선행 연구로서, 시각장애인이 전자 장치 및 다양한 센서에 의해 감지되고 처리되는 비 시각장애인 정보로부터 피드백을 얻는 많은 연구가 있다 [7-9]. Kammoun 등은 헤드 장착 스테레오 카메라, GPS (Global Positioning System)센서 및 배낭에 있는 컴퓨터를 기반으로 마이크와 헤드폰이 서로 통신하는 보조기술 모델을 실현했다. 그리고 전자 통신을 적용한 연구는 RFID (Radio-Frequency Identification), 차동 GPS 및 초광대역 센서를 사용하여 수신된 정보의 정확성을 높여 주었다 [13-16].

시각장애인의 정보 수신 범위를 넓히기 위해 모서리 감지, 진동 촉각 신호 및 얼굴 인식 모듈을 적용하는 새로운 보조기술 분야가 있다. 가장자리 감지는 블러 현상을 줄이고 정확한 이미지를 얻기 위해 수정 된 시그모이드 함수 프레임 워크를 사용하여 시각장애인용으로 설계되었다. 얼굴 인식은 마이크로소프트 키넥트 센서를 사용하여 인식 모듈을 통해 정보를 분석 한 후 시각장애인이 인식한 개인 아이디를 오디오 피드백으로 인식하도록 설계되었다 [17-19]. 구글 안경과 같은 휴대성이 뛰어난 품목과 팔찌 또는 벨트 형태의 보조기술 발명이 있다 [20-21]. 지팡이 사용을 거부하는 시각장애인의 경향에 대한 대안으로 휴대성을 확보하는 것이 중요하다 [22]. 왜냐하면 그들은 시각장애인으로 간주되기를 원하지 않기 때문이다. 이 연구는 몇 가지 의미있는 통찰력을 보여 준다. 전자 통신 기술 및 전자 장치가 개발되는 사례 별 응용 프로그램, 실제 응용 프로그램의 다양한 특성 및 시각장애인에 대한 보조기술 장치의 연구이다.

1.2 연구 목적

보조기술을 위한 시각장애인은 비용, 휴대성 및 안전성과 같은 위의 문제를 해결해야 한다. 또한 다양한 모바일 장치가 각각 개발되는 새로운 통합 플랫폼이 등장한다면 보조기술의 개선될 수 있다. 시각장애인이 안전하게 걷기위한 대부분의 연구는 다른 환경과 상호 작용하지 않고 시각장애인에 대한 개인적으로 특수화된 시스템의 일종인 정밀 제어 시스템을 개발하는 데 중점을 두었다. 보건 복지부에 따르면 배우자 (44.9%), 어린이 (19.7%), 부모 (6.7%), 장애인 단체 (11.6%)로 구성된 보조원이 한

국의 85.6%이다 [2]. 따라서 대다수의 시각장애인은 보호자를 가지고 있으며 본 논문의 플랫폼은 보호자가 시각장애인을 체계적으로 지원한다는 가정하에 설계되었다.

이 연구는 시각장애인이 개인적 특성을 최적화하는 시스템 관리자 역할을 하는 보호자와 통신 할 수 있는 새로운 플랫폼을 제안한다. 본 연구는 플랫폼 구성 요소 간의 상호 작용 측면에서 서버 처리 및 실시간 상호 작용을 통한 보호자 설정을 통해 시각장애인에 상당한 정보를 제공함으로써 보행 안정성을 향상시키는 데 기여할 수 있다. 보건 복지부는 시각장애인 사용자가 스마트 폰을 가장 많이 이용하는 사람이 38.8% 인 것으로 나타났다 [2].

이는 스마트 폰이 시각장애인에 널리 사용되고 익숙하다는 것을 의미한다. 따라서 스마트 폰 어플리케이션 개발은 사용자가 어플리케이션과 등록을 다운로드함으로써 휴대성과 비용 효율성을 모두 향상시킬 수 있다. 보호자 비용 측면에서 이 시스템은 특수 시스템 장치가 아닌 개인 컴퓨터 또는 스마트 폰을 통해 관리 시스템에 액세스할 수 있기 때문에 비용 효율적이다. 이 시스템은 건물 위치, 위험, 장애물까지의 거리, 신호등 및 단계를 알려주는 것과 같이 시각장애인의 주변 환경과 자동으로 통신하는 웹 기반이다. 또한 충돌, 화재 또는 IoT(Internet of Things) 장치를 통한 위험 접근과 같은 필요한 정보를 보호자에게 제공하여 안전을 향상시킨다. 또한 시스템이 개인적 특성을 감지 할 뿐만 아니라 시각장애인에 많은 정보를 전송하기 때문에 보호자가 개인화된 플랫폼을 활용할 수 있다.

본 연구의 목적은 보조기술의 다양한 장치를 개발 프로세스와 통합하는 기술 생태계를 구성하는 데 있다. 즉, 새로운 플랫폼을 통해 보호자가 응용 프로그램 사용자와 전자 지원 및 상호 작용을 제공 할 수 있으므로 시각장애인에 대한 체계적이고 안전한 보행에 기여할 수 있다.

2. 연구 방법

2.1 플랫폼 설계

전체 플랫폼 설계는 관리 시스템, 메인 서버, 시각장애인 보호자를 위한 모바일 애플리케이션, IoT 디바이스의 네 가지 카테고리로 구성된다. 주 서버는 스프링 프레임 워크를 기반으로 하는 서버 모듈이다 [23-24]. 외부 응용 프로그래밍 인터페이스 (API)를 포함한 구성 장치를 HTTP(Hyper Text Transfer Protocol) 연결로 논

리적으로 처리한 전체 스트림과 연결한다. 데이터베이스는 일종의 관계형 데이터베이스 관리 시스템(RDBMS)인 MySQL을 사용하여 구현되며 주 서버가 요청한 정보를 확인한 후 논리 테이블의 데이터를 업데이트 또는 선택한다 [26]. 관리 시스템은 정보를 등록하고 주 서버를 통해 각 장치로 보내 활동 기록을 확인한다. 모바일 어플리케이션은 안드로이드 모바일 플랫폼에서 각각 시각장애인과 보호자를 위해 개발되었다 [27]. 그들은 IoT 장치와 연결되어 있으며 T-map API로부터 경로 정보를 받는다 [28]. 시각장애인이 세부 설명을 요구하면 보호자는 시각장애인의 지리적 좌표를 확인하고 NAVER MAP API에 의해 연결된 스트리트 뷰를 볼 수 있다 [29]. 모바일 응용 프로그램은 중요한 정보나 비정상적인 신호를 보호자에게 알리는 수단으로 SMS(Short Message Service)와 App-Push API 기능을 모두 사용한다 [30]. 스마트폰에서 감지 할 수 없는 정보는 휴대용 소형 장치가 추가로 IoT 장치 형태로 개발된다. 반면에 IoT장치는 Arduino 모듈의 각 센서에 의해 수집된 정보를 확인한 후 주 서버로 정보를 전송한다 [31]. 또한 모바일 응용 프로그램은 스마트폰을 흔들거나 NFC (Near Field Communication)에 태그를 지정하여 활성화되며 비콘을 통해 전송하여 추가 정보를 얻을 수 있다. 시각장애인의 움직임이 있을 때, 조직적으로 연결된 각 장치는 요청된 정보를 프로세스 순서대로 제공한다. 또한 모바일 응용 프로그램은 보호자가 주문하는 즉시 각 장치에 설계된 정보를 제공한다.

2.2 관리시스템과 주 서버

관리시스템은 본 프레임 워크에서 웹 기반 시스템으로 개발된다. 그 기능 범주는 정보 제공, 위험 지역 등록 및 조건 확인, 경로 등록 및 여행 정보 확인, IoT의 표준 정보 등록 및 조건 확인, 사용자 등록 등 다섯 가지이다. 이 프로세스에 대한 자세한 설명은 다음과 같다.

알림 기능은 세 부분으로 구성된다 : 관리 통지 모듈을 사용할 시기를 알리고, 긴급 상황에서 SMS를 보내고, 앱 푸시 신호를 보낸다. 보호자는 프로세스를 알리는 정보를 제공할 뿐만 아니라 보호자가 사용 내역을 확인하고 정보를 검색할 수 있다.

위험 지역 등록 기능 : 이 기능을 통해 보호자는 예기치 않은 건설 현장이나 코스 이탈로부터의 지리적 좌표를 등록한다. 시각장애인이 시작 또는 완료 기간 동안 위

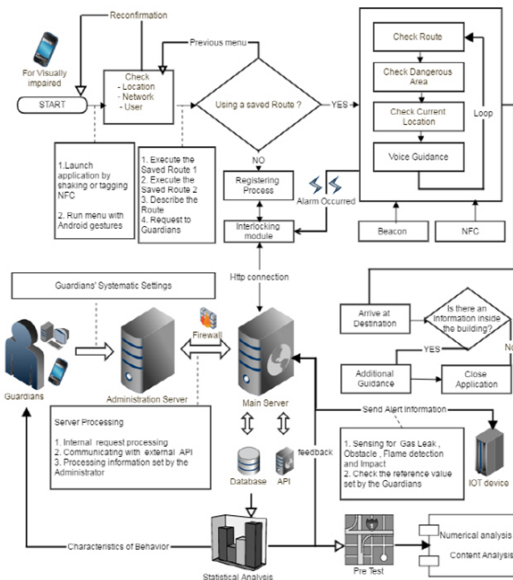


Fig 1. Overall platform architecture

험한 사이트에 접근 하자마자 이 플랫폼은 실시간으로 놀라운 정보를 전송한다. 시각장애인이 도움을 요청할 때 보호자는 이 모듈에서 스트리트 뷰를 확인하고 다른 경로를 검토하고 재설정을 제공 할 수 있다.

경로 등록 기능 : 시각장애인이 경로를 요구할 때 이 기능을 통해 보호자는 출발지 및 목적지 지리적 좌표를 등록한다. 메인 서버는 지도 API VI로 작업하여 최적의 이동 경로를 설정하고 위험한 정보를 확인한 후 안드로이드 제스처를 통해서만 탐색을 시작할 수 있으며 최상의 경로가 제공된다. 여행이 끝나면 모든 사용자는 편차 빈도, 예상 시간 및 위험 지역 진입 빈도와 같은 여러 정보를 확인할 수 있다.

IOT 정보 등록 기능 : 이 기능을 통해 시각장애인과 보호자는 데이터베이스에 저장 한 후 비정상적인 신호를 감지하면 신호를 보낸다. 보호자는 정상 범위의 IOT 감지 가격을 설정하고 정상 범위에서 벗어난 경우 시각장애인과 보호자에게 통보한다. 각 VI의 특성을 최적화하기 위해 각 IOT 감지 장치에 제어 모듈이 추가되었다. IOT와 관련된 데이터베이스 테이블은 모든 NFC 태그의 음성 파일을 관리한다.

사용자 등록 기능 : 보호자는 각 시각장애인 및 보호자에 대해 별도의 권한을 부여하여 사용자를 등록 할 수 있다. 또한 코스의 모든 역사뿐만 아니라 전체 정보를 확인할 수 있는 슈퍼 유저 권한이 있다. 이를 통해 사용자는 모든 체계적인 정보 처리에 대한 통계를 분석 할 수 있다. 또한 슈퍼 유저 권한은 시각장애인의 개인적 특성을 고려하고 최적화하기 위해 속도, 빈도 및 정보 반복을 설정한다.

주 서버는 응용 프로그램 및 IoT 장치와 직접 통신하여 정제 정보를 작동한다. 스프링 프레임 워크를 기반으로 하며 외부 응용 프로그램에서 데이터베이스에 정보 저장, XML(Extensible Markup Language)형식의 응용 프로그램에 정보 전송, HTTP 연결을 통한 응용 프로그램의 정보 처리 및 응용 프로그램에서 정보 저장 등 3 가지 기능을 제공한다. 다른 응용 프로그램 형식의 각 특성을 고려하여 일반적인 XML 형식이 개발되어 응용 프로그램 모듈의 구문 분석에 정보를 처리 할 수 있을 뿐 아니라 나중에 기술 유지 관리를 보완 할 수 있다.

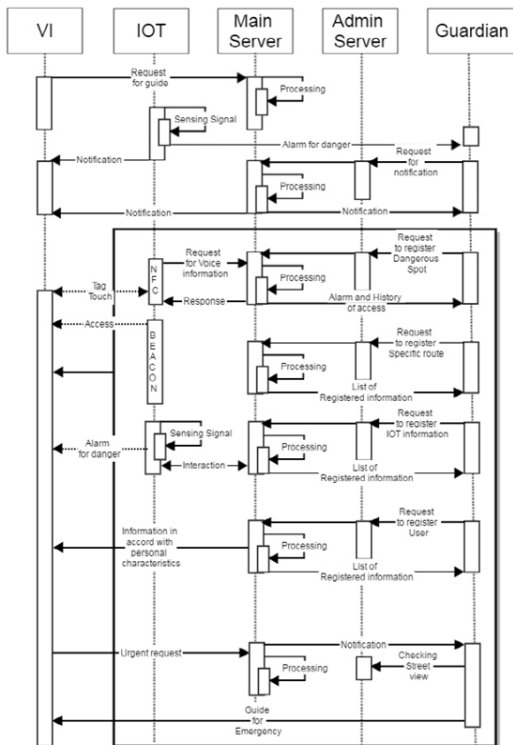


Fig 2. Process diagram of entire platform

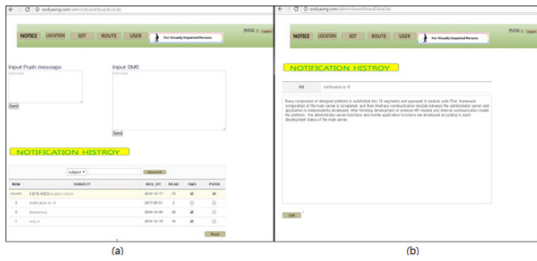


Fig 3. Screenshots of informing function
(a) List page (b) Page of detailed information

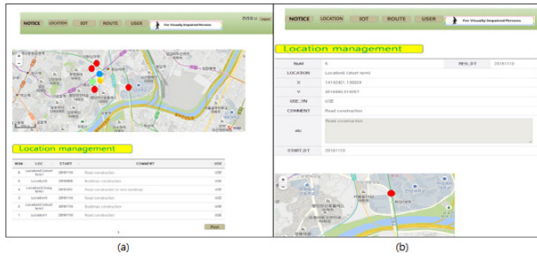


Fig 4. Screenshots of the function of registering dangerous area.
(a) List page (b) Page of detailed information

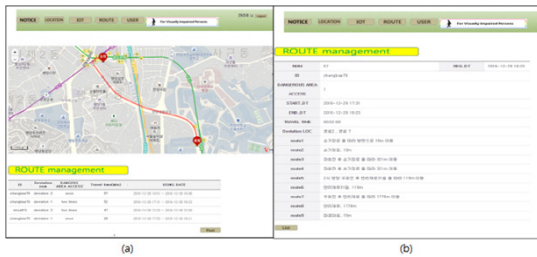


Fig 5. Screenshots of the function of registering routes.
(a) List page (b) Page of detailed information

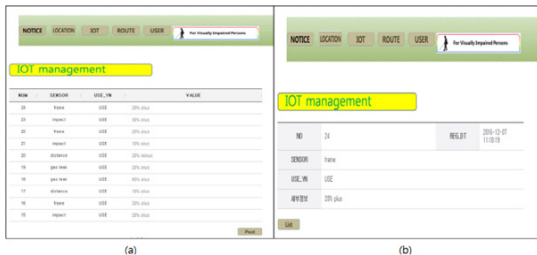


Fig 6. Screenshots of the function of registering IOT information
(a) List page (b) Page of detailed information

2.3 모바일 어플리케이션과 IoT 기기장치

시각장애인용 어플리케이션과 관련하여 그들은 NFC를 흔들거나 태그를 지정하여 어플리케이션을 시작할 수 있다. 안드로이드에서 스와이프 제스처를 통해 네 방향 설명서 중 하나를 선택하여 여행이나 위험지역과 같은 다양한 정보를 얻을 수 있다. 또한 응용 프로그램은 NFC가 제공한 건물 정보 및 비콘을 통해 신호등이나 단계의 위치 정보를 시각장애인에게 제공한다. 또한 보호자 신청을 통해 여행 정보를 확인할 수 있을 뿐 아니라 행정 시스템의 필요한 기능을 포함시켜 위험 지역을 등록할 수 있다. IoT장치는 아두이노 모듈을 기반으로 하여 가스 누출 감지, 장애 감지, 화염 감지 및 충격 감지 기능을 제공한다. 표 1에서 볼 수 있듯이 가스 누출 탐지는 LPG, 프로판, 부탄 및 메탄을 감지한다. 장애물 감지는 초음파에 의해 2cm에서 4m까지의 거리를 감지한다. 또한 화염 감지는 760nm에서 1100nm 사이의 화염 파장에 대해 센서를 감지한다. 또한 충격 감지 센서는 충격을 감지하고 디지털 출력을 제공한다. IoT 장치에 장착된 스피커는 IoT 장치의 아두이노 CPU가 감지한 정보가 원래 결정된 양을 초과하면 경고음이 울린다. IoT장치는 감지된 모든 정보를 Http Connection을 통해 주 서버로 전송한다. 주 서버는 감지된 정보를 데이터베이스에 위험 스폿으로 등록하고 미리 경고음으로 스팟에 접근하면 알람 VI를 등록한다. 이 장치는 휴대가 간편하며 크기는 주먹 크기보다 크지 않다. 각 센서는 5초마다 정보를 감지하여 정상 값을 초과하는 정보를 HTTP 연결을 통해 주 서버로 보낸다. 위험한 지역의 경우, 어플리케이션에는 신호기가 장착되어 있습니다. 신호는 특정 계량기에 위험 지역으로 접근할 때 신호를 시각장애인에게 보낸다. 위험한 지점을 탐지하는 프로세스는 전반적인 플랫폼 설계 내에서 체계적으로 실행된다. 데이터베이스의 위험 지점 테이블에는 관리자가 등록한 위험 지점 위치와 IoT장치가 감지한 위험 지점에 대한 정보가 있다. 시각장애인이 이 지점에 접근하면 모바일 응용 프로그램을 통해 경고를 받는다. 동시에 시각장애인은 실시간으로 IoT 장치에 의해 감지된 정보를 얻는다. 결과적으로 시각장애인은 모든 위험한 지점에 대한 정보를 실시간으로 통보 받을 수 있다. 신호 강도에 의해 더 정확한 위치를 찾기 위해 신호등, 계단 및 보행자용 육교에 여러 개의 비콘이 설치된다. 비콘 신호를 수신하는 스마트 폰을 통해 시각장애인은 정보 음성을 들을 수 있고 그 도록의 중심으로 이동할 수 있다. 시각장애인은 건물 앞의 NFC 태그를 통해 건물 내부의 음성 정보를 가져온다.

Table 1. Sensors of the IoT devices

Sensor	Product Names	Use	Manufacturer
Gas leak detection	MQ-2	LPG , Propane, Butane, Methane	HANWEI ELETRONICS
Obstacle detection	HC - SR04	Sensing distances up to the range from 2cm to 4m by an ultrasound	Elecfreaks
Flame detection	KY-026	Sensor for flame wavelengths between 760 nm to 1100 nm	Cosocomy
Impact detection	DFR0027	Providing digital outputs after sensing impacts	DFRobot Electronic

2.4 실험 설계

실용성, 만족도 및 안정성 측면에서 플랫폼을 측정하기 위해 세 가지 실험이 설계되었다. 실험은 플랫폼을 통한 여행 시뮬레이션, 기술적 평가 및 시스템 성능 테스트를 통한 콘텐츠 분석의 세 가지로 나뉜다.

첫 번째 실험은 여행 시뮬레이션을 통해 플랫폼 기능의 수를 측정하여 시스템의 성능과 효율성을 확인합니다. 선행 연구에 기반하여 여행 효율성 평가 및 코스 디자인은 이동성 사고, 탐지 물, 오류 빈도, VI의 심리적 상태, 이동 시간 및 효율성의 6 가지 기준에 의해 개발하였다 [33-34]. 구체적으로, 여행 실험 참가자는 지정된 경로를 따라 이동하고 여행 시간과 이탈 빈도를 확인하도록 요청 받는다. 이 실험은 전체 경로 경로를 사용하도록 설계되었으며 사전 테스트를 통해 처음 설계했을 때 보다 많은 경로가 필요한 경우 새 경로를 추가 할 수 있다. 이 실험에서는 두 가지 위험한 영역을 설정하고 비콘과 NFC 태그를 설치해야 한다. 각 참가자는 상황을 깨닫기 위해 눈 패치로 눈을 감출 필요가 있다. 보조원은 안전을 위해 참가자와 동행하며 실험을 미리 설정하고 실험이 끝나면 결과를 측정한다. 이 실험은 IOT 장치 및 보호자의 체계적인 설정에 대한 추가 지원에 따라 네 가지 범주로 나뉜다. 각 카테고리에서 보조자는 여행 시간과 1 ~ 5의 만족도 척도 및 이탈 빈도를 추정한다. 편차의 빈도는 위험 지역에 접근하는 횟수와 경로 이탈을 포함한다.

둘째, 서술 적 평가는 플랫폼 및 약점의 기능과 각 사용 범주의 장점을 측정한다. 플랫폼에 대한 자세한 설명과 실험을 한 후 참가자의 인터뷰를 통해 추가 정보를 얻음으로써 보완한다. 각 단위는 Patton이 정의한 내용 분석에 따라 정성적인 데이터에 속하는 인터뷰와 정련 과정을 그룹화한다 [35]. 그런 다음 각 단위는 핵심적인 일

관성과 의미에 따라 범주화되고 설명 적 평가의 기준이 된다. 분석 모델은 1 단계 프로세스의 인터뷰를 잠정 단위와 불리언 단위로 나눈다. 2 단계 프로세스에서 대표 설문 조사는 사전 테스트를 통해 맥락화되고 유사성에 따라 통합한다. 다음으로, 3 단계 프로세스에서 하위 개념의 단일성에 따라 분류한다. 마지막으로, 통계 분석은 SPSS에 의해 처리한다. 그에 따라 피드백 데이터의 특성과 관계가 점검된다.

셋째, 안전 수준은 시스템 성능 테스트에 의해 측정된다. 주요 11 가지 기능은 테스트 코드를 통해 100 번 테스트되었으며 결과는 오류율과 오류 소스를 확인하여 분석한다. 정정 할 수 있는 오류는 정정 후에 다시 테스트 한다.

넷째, 플랫폼을 지속적으로 사용해진 사용자의 반응과 제안을 확인하기 위해 심층 면접을 실시했다. 인터뷰 대상자는 실제로 플랫폼을 사용할 세 가지 유형의 사용자, 시각장애인, 보호자, IT 서비스 회사의 시스템 엔지니어이다. 사용 단위의 종류에 따라 면접 프리젠테이션 내용 및 시뮬레이션 방법을 조정하여 콘텐츠 분석 결과보다 실제 태도와 감정을 파악하면서 응답을 얻으려고 하였다.

2.5 여행 시뮬레이션 실험 분석

여행 시뮬레이션은 2017년 1월 (1/7th,1/8th,1/14th,1/15th)에 4번 실험하였다. 30대와 60대가 아닌 8명의 참가자가 있었고 두 경로를 여행하도록 요청 하였다. 시뮬레이션을 위한 이동 경로는 보다 실용적인 실험을 설계하기 위해 다양한 환경으로 구성된다. 따라서 시뮬레이션 경로에는 최소한 20번 방향 변경이 있습니다. 그리고 그 경로에는 시각장애인이 자동 차로 봄비는 도로 바로 옆의 매우 좁은 보도에서 rue는 경우도 포함된다. 따라서 안구 패치를 착용한 시각장애인이 아닌 사람의 안전을 고려하여 실험을 수행하였다. 그들의 이동 시간과 편차 빈도를 측정하였다. 또한 1~5의 만족 척도에 대한 답변을 요청했다. 항로는 비 시각장애인이 5분 이내에 이동할 수 있었다. 시간 제한은 30분이었으므로 제한 시간을 초과한 사람들은 실험에서 제외하였다. 한양대학교에서 왕십리역까지 지역이 한정되어 있었고, 이 과정은 전체 과정을 적어도 두 번 통과하도록 설계하였다.

이 실험에서 연구원은 출발지, 목적지, 신호등 및 계단에 대해 12개의 가상 위험지와 12개의 비콘 및 3개의 NFC 태그를 설치했다. 각 참가자는 IoT장치와 스마트

폰을 들고 보호자 역할을 수행하는 보조자는 관리자 응용 프로그램이 설치된 노트북과 스마트폰으로 시스템 설정 및 측정을 하였다. 분산 분석(ANOVA)은 여행 시물레이션의 경우 수행한다. 각각의 경우 모바일 응용 프로그램이 일반적으로 사용되며 추가 장치 지원 유형에 따라 실험은 IoT 장치의 추가 지원, 보호자의 체계적인 설정에 대한 추가 지원, 플랫폼의 전체 지원 사용, 모바일 응용 프로그램을 사용한다. 통계분석은 IBM SPSS 버전 21 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA)을 사용하여 수행한다. 표 2는 일반 분산 ANOVA 95% CI로 분석한 여행시간, 5가지 척도 만족도 및 편차 빈도를 측정한 64가지 실험의 각 범주의 결과를 보여준다.

각 범주 측정 값은 다른 범주와 비교할 때 통계적 유의성 ($P < .001$)을 나타낸다. IoT장치 및 보호자의 체계적인 지원 중 적어도 하나가 있을 때 최대 시간은 15.56분으로 추정한다. 보호자의 체계적인 지원과 IoT장치를 사용하지 않은 경우 평균 소요 시간은 11.55분 (95% CI 10.07-13.03)이었고 만족도 조사 값은 2.94 (95% CI 2.48-3.39)이었고 편차 빈도 6.94 (95% CI 6.06-7.82)로 평가되었다. IoT장치는 평균 이동 시간이 8.59분 (95% CI 7.15-10.03)이었고 만족도 조사 값이 4.38 (95% CI 4.11-4.64)이었고 편차 빈도는 5.50 (95% CI 4.49-6.51)이다. IoT장치에 대한 추가 지원이 있었을 때, IoT장치와 보호자의 체계적인 지원을 제공한 경우 점검해야 할 정보가 증가하여 최대 시간은 9.14분 (95% CI 7.76-10.51)으로 증가한 반면 만족도 조사는 4.88 (95% CI 4.69-5.06), 편차 빈도는 5.13 (95% CI 4.33-5.92)로 감소하였다. 반면에 IoT장치나 보호자의 체계적인 지원이 없는 모바일 응용 프로그램만 있는 경우는 35.55분 (95% CI 32.80-38.29)으로 가장 긴 측정 시간을 가진다. 이 경우 만족도 값은 1.00 (95% CI 0.94-1.30)이고 편차 빈도 값은 26.18 (95% CI 22.53-29.83)이다.

이것은 IoT 장치와 보호자의 체계적인 지원이 의미있는 도움이 되었음을 보여준다. 성능 테스트에서 각 모듈은 주 서버와의 평균 17.3회 통신, 11.8회 db 연결의 결과에 의해 입증된 대로 조직적으로 작동했다. 또한 메인 서버의 처리에 따라 음성 안내에서 벗어난 경우 수정된 경로를 제공하고 시스템 정보를 기록하는 작업이 즉시 수행되었다. 연구자는 개인 설정을 고려하여 IoT 장치의 감도를 극대화하고 사전 테스트 후에 개인 감도를 조정했다. 또한 각 참여자에게 최적의 정보를 제공하기 위해 음성 안내의 빈도 및 각 카테고리의 안내 시간 간격을 조

정하였다. 응용 프로그램은 사용하기 쉽기 때문에 초보자도 응용 프로그램 사용 방법을 익히는 데 30분 밖에 걸리지 않았다. 보호자는 30분 이내에 UI 웹 시스템에 적응한 후 실험에 필요한 정보를 설정할 수 있으므로 응용 프로그램이 도움이 되었다. 또한 추가 도움 없이 실험 결과를 확인하고 분석 할 수 있었다.

Table 2. Statistical results of travel simulation experiment

Experiment Category	Measured travel time (minutes)			Satisfaction degree	Deviation frequencies	P value
	Mean (95% CI)	Minimum Time	Maximum Time	Mean (95% CI)	Mean (95% CI)	
Additional support of guardians' systematic settings (N=16)	11.55 (10.07 to 13.03)	6.85	15.56	2.94 (2.48 to 3.39)	6.94 (6.06 to 7.82)	<.001
Additional support of IOT devices (N=16)	8.59 (7.15 to 10.03)	4.70	13.80	4.38 (4.11 to 4.64)	5.50 (4.49 to 6.51)	<.001
Using the platform's entire supports (N=16)	9.14 (7.76 to 10.51)	5.20	13.50	4.88 (4.69 to 5.06)	5.13 (4.33 to 5.92)	<.001
Using mobile application only (N=16)	35.55 (32.80 to 38.29)	29.10	46.30	1.00 (.94 to 1.30)	26.18 (22.53 to 29.83)	<.001

2.6 내용 분석

내용 분석에 관해서는 2017년 1월 15일부터 1월 27일 사이의 인터뷰를 분석한 결과 139개의 장점과 69개의 단점이 있었다. 인터뷰 대상자는 51명이었고 플랫폼에 대한 설명과 시연을 제공하였다. 초기 결과는 분석 단위로 31개의 이점 단위와 19개의 단점 단위로 분류한다. 개념 및 사전 테스트로 입증된 비 관련 개념을 면제한다. 또한 9개의 범주로 나뉜다. 카테고리의 각 단위 값은 SPSS의 다중 응답 분석에 의해 분석한다. 5가지 장점과 6가지 단점이 전체 비율의 10% 이상을 차지한다. 이동 가능성, 즉석 사용, 비용 그리고 유틸리티가 걷는 데 도움이 된다. 이 네 가지 범주는 플랫폼의 목적과 일치하며 시각장애인이 가장 관심을 갖는 보조기술의 가장 중요한 구성 요소이다. 반면에 19개의 단점이 분석되어 날씨에 따라 도로 안전을 저해할 가능성을 제외하고 플랫폼을 내부적으로 개선할 수 있고 외부 어플리케이션에 지원된 응답을 줄 가능성이 있음을 보여준다.

Table 3. The advantage unit survey by analyzing unit concepts

Category	Concept (Advantages)	Number of Concept	Response	Ratio(%)
Convenience	Easy to learn how to use , User Interface is simple , Small devices , Familiar devices , Voice guidance	5	10	7.2
Portability	All functions are available on a tablet computer , Other assistive devices are big , Easy to charge	3	19	13.7
Impromptu use	Using server, using mobile application, using IOT devices, No Transmission error	4	21	15.1
Maintenance	Using Spring framework , Using common modules	2	10	7.2
Expense	The additional cost is small , Using devices that many people use , Free software	3	17	12.2
Possibility to be a help to walk	Be helpful , Serve as guide dogs , Provide accurate travel information , Do not need a cane anymore. Serve as friends	5	22	15.8
Statistical value	Possibility to extract personalized data , Store data for all information in database	2	11	7.9
Practical range	Easy to combine with other technologies , Advantages of web -based platform, Available for children	3	9	6.5
Personalization	Possible to customize individual settings , Adjustable sensitivity of IOT sensors , Easy to set , Systematic setting is easy.	4	20	14.4

Table 4. The disadvantage unit survey by analyzing unit concepts

Category	Concept (Disadvantages)	Number of Concept	Response	Ratio(%)
Convenience	Children and the elderly are difficult to use , Manuals are needed.	2	4	5.8
Portability	Easy to lose, Always keep devices in front, Internet-enabled environment is necessary.	3	9	13.0
Impromptu use	It is affected by network stability , Possible delays in API	2	10	14.5
Maintenance	Difficult to gather requirements , Cost issues , Sensors with high accuracy are expensive	3	7	10.1

Expense	It's expensive if users do not have both a cell phone and a computer, It is affected by weather , Mass production of IOT devices is difficult	3	9	13.0
Possibility to be a help to walk	It is affected by the Sensors, Difficult to use in public transportation	2	10	14.5
Statistical value	Influenced by manager's analytical skills , Affected by the expressive skill of the VI	2	9	13.0
Practical range	It is difficult to realize because it requires new equipment.	1	6	8.7
Personalization	Crosstalk can occur depending on the situation	1	5	7.2

2.7 시스템 성능 테스트 분석

시스템 성능 테스트를 위해 각 기능에 맞게 설계된 테스트 코드가 100번 실험되었다. 오류의 주요 원인은 외부 측면에서 API 통신의 오류와 내부 측면엔 JAVA SERVLET 예외와 데이터베이스 간의 연결 오류의 두 부분으로 인해 발생한다. 두 번째 테스트 결과는 이러한 오류의 예외 처리 후에 Table 5에 나와 있다.

Table 5. Performance Test of Each Function Category

Functional model	Target System	Number of errors (1th)	Number of errors (2th)	Cause of error
Registering notification	Administration system, MainServer	11	4	-Database connection error -JAVA Servlet exception
Registering dangerous areas	Administration system, MainServer	25	0	-Communication error :external MapAPI -Database connection error
Registering routes	Administration system, MainServer	19	2	-Communication error :external MapAPI -Database connection error -JAVA Servlet exception
Registering IOT information	Administration system, MainServer	6	1	-Database connection error
Registering users' information	Administration system, MainServer	0	0	N/A
Registering users' authority	Administration system, MainServer	28	4	-Database connection error -JAVAServletexception

Receiving accurate routes	VT's Application	16	2	-Communication error -JAVA Servlet exception -XML Parsing error
Receiving signals from IOT	VT's Application	3	2	-Android exception
Urgent Requests	Administrati on system, VT's Application	7	1	-Communication error :external MAPAPI
Receiving multiple requests	Administrati on system, MainServer	12	3	-Communication error (external API) -JAVA Servlet exception
Sending and Receiving Alarm	Administrati on system, MainServer	7	0	-Communication error :external SMS ,PUSH API

2.8 인터뷰 분석

시각장애인, 보호자 그리고 시스템 개발자를 포함한 9명의 사람들에게 플랫폼 형성을 시연했다. 다양한 분야의 시스템 개발자를 초청하여 기술 세부 사항을 검토하였다. 이들은 DBA (2명), 시스템 아키텍처 (2명) 그리고 프로젝트 관리자 (1명)이다. 인터뷰를 하기 전에 시각장애인과 후견인에게 단순 경로에 대한 시뮬레이션 테스트를 두 번 보여주고 내용 분석 결과를 설명했다. 면접은 일주일에 한 번씩 총 2번 진행되는 2주 동안 이루어졌다. 성능 테스트의 결과와 기술적인 것들을 시스템 개발자들에게 자세히 설명했다. 응답자의 질문에 따라 응답의 신뢰성이 달라질 수 있으므로 내용 분석 자료를 검토하고 인터뷰의 자연스럽고 편안한 분위기를 조성하였다. 응답한 이유와 감정에 따라 인터뷰 대상자에게 후속 질문도 진행하였다.

2주 동안 플랫폼을 사용한 후 2차 인터뷰를 통해 연속 사용 정보 그리고 사용자의 의견을 확인 하였다. 인터뷰 이전의 설명 단계에서 시각장애인은 플랫폼의 안전성에 대한 불안감뿐 만 아니라 보호자가 실시간으로 그들을 돕는 기회에 대해 의구심을 품고 있었다. 그러나 인터뷰 결과 시각장애인이 이러한 걱정을 없애고 추가 센서와 놀라운 기능을 갖춘 안전한 플랫폼을 설계하는 데 많은 관심을 보였다. 현재 플랫폼에 몇 가지 간단한 기능을 추가 할 때 인터뷰 대상자의 모든 제안을 처리할 수 있기 때문에 플랫폼 개발에 대한 문제가 없음을 확인했다.

3. 결론

3.1 플랫폼의 장점

우선, 이 플랫폼은 보호자의 지원을 제공하여 시각장애인에게 맞춤 서비스를 제공한다. 또한 HTTP연결 모듈의 XML을 통해 다른 유형의 장치와 함께 활용할 수 있다. 즉, 매우 유용하고 매우 유연하다. 시각장애인에 대한 대부분의 연구는 지금까지 걷는 개인 장치의 정확성과 안전성 향상에 중점이었다. 이 플랫폼은 다양한 장치들 사이에 보호 장치 지원 시스템과 통합 통신 모듈을 개발했고 이 장치는 탐색의 음성 안내로 제공된다. 이것을 사용하면 시각장애인이 훨씬 안전하고 최적의 정보를 제공할 수 있다. 보호자는 시각장애인의 실제 여행 정보와 위험한 사이트를 고려하여 경로를 설정한다. 또한 사전 테스트를 통해 보호자는 최적의 음성 안내 횟수, 음성 안내 대기 시간 그리고 추가 정보를 위한 음성 안내 제공 방법과 같은 맞춤형 정보를 설정한다. IoT 장치의 원격 감지 정보의 표준 값은 주 서버 데이터베이스의 테이블 정보를 참조하여 최적의 정보를 제공한다. HTTP 연결 기능을 통해 장치에서 데이터를 전송하고 XML 형식으로 업데이트 할 수 있기 때문에 현재 장치를 사용하는 통합 플랫폼으로 개발한다. 둘째, 사용자는 이미 널리 사용되는 운영체제에서 작동하도록 설계 되었으므로 정보를 쉽게 설정하고 수신할 수 있다는 점에서 이미 이 플랫폼에 익숙하다. 즉, 사용자는 정보를 확인, 업데이트 및 제공할 추가 장치가 필요 없기 때문에 일반 개인용 컴퓨터 또는 스마트폰에서 플랫폼을 사용할 수 있다. 오늘날 웹 기반 의료 정보 시스템에 대한 수많은 연구가 있다 [36-38]. 웹 기반 시스템 및 모바일 어플리케이션에 대한 사용자 인터페이스의 장점을 극대화하여 실시간 정보를 시각장애인에 제공한다. 정보는 신속하게 업데이트되며 사용자의 모바일 어플리케이션 및 IoT 장치에 대한 표준 정보로 사용된다. 또한 보호자가 SMS 및 응용 프로그램의 푸시 기능으로 신속하게 알리기 때문에 장치의 놀라운 정보와 같은 긴급한 상황을 쉽게 처리할 수 있다. 보호자는 통지를 등록함으로써 상황을 공유하고 통지는 즉시 각 보호자의 휴대 전화로 전송된다. 17.4 달러의 보청기와 같이 널리 사용되는 값싼 기기와 비교하면 이 플랫폼은 상당히 저렴하다. 따라서 시각장애인이 있는 가족은 시스템에 쉽게 접속할 수 있다.

3.2 개선사항

보호자가 행정 시스템에서 스트리트 뷰를 확인하고 시각장애인이 거리에 대한 추가 정보를 요구한다. 이때, 시각장애인에게 즉석 정보를 보내고 연결된 상태에 따라 변경 될 가능성이 있는 외부 API의 데이터가 있기 때문에 정보에 오류가 발생할 가능성이 있다. 그러나 이것은 보호자가 네트워크 및 GPS 정확도, 3차원 카메라와 가상현실(VR)을 통해 시각장애인의 관점에서 정보를 제공할 때 해결 가능하다. 현재 안전한 여행을 위한 VR 기술이 개발되고 있다. 이는 보호자가 장치의 3D 카메라에서 VR장치를 통해 이미지를 확인하여 시각장애인에게 안내하여 정확성 향상에 기여한다 [39-41]. 이 플랫폼은 재난 복구 시스템이 있는 경우 더 안정적이다. 재해 복구 시스템은 모바일 응용 프로그램의 푸시, SMS그리고 경로 정보와 같은 외부 시스템 연결의 지연된 통신 상황을 처리하고 스트리트 뷰와 같은 추가 데이터를 정제한다. 이러한 상황은 외부 인터페이스의 안정성을 향상시키고 외부 정보 한계의 결함을 보상하기 위해 필연적이다. 시각장애인이 플랫폼을 사용할 때, IoT 장치는 특별히 고안된 조끼나 가방을 통해 앞으로 나아갈 필요가 있으며 음성정보는 블루투스 이어폰을 통해 제공한다. IoT 장치와 스마트폰을 항상 휴대할 수 없기 때문이다. 마지막으로 여행정보에 대한 오랜 역사를 분석하고 인공 지능 또는 대형 데이터 분석과 같은 개발된 기술과 통합할 때 고도로 개인화된 정보를 시각장애인에게 제공할 수 있다. 보호자는 데이터 마이닝 프로그램을 기반으로 한 GUI(Graphical User Interface)를 통해 데이터를 쉽게 분석한다 [42]. 따라서 이 플랫폼은 분석을 위한 독립적인 기능 모듈이 있는 경우 개선될 수 있다.

3.3 결론

시각장애인을 위한 이 플랫폼에는 3 가지 개발이 존재한다. 첫째, 사용자에게 개인화된 실시간 안내 정보를 제공한다. 둘째, 보호자에게 융통성 있고 쉽게 운영되는 관리 기능을 제공한다. 마지막으로 지금까지 독립적으로 개발된 각 보조기술을 통합하는 통합 플랫폼이 되었다. 이 플랫폼은 통계뿐만 아니라 기술면에서도 효율성을 입증했다. 또한 이것은 추가적인 후속 연구와 개발된 기술을 갖춘 보다 개선된 플랫폼이 될 것이다. 이것은 시각장애인뿐만 아니라 노인과 어린이를 포함하여 걷는 데 도움이 필요한 사람에게 적용할 수 있는 실용적인 플랫폼이다. 이렇게 하면 사용자의 삶의 질을 향상시킬 수 있다.

References

- [1] World Health Organization (WHO) "The Survey of the Visual impairment and blindness". Available From: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/en/> (last accessed 2014)
- [2] The Ministry of health and welfare, Government of Korea "The Survey of Disabled Persons 2014". Available From: http://www.mohw.go.kr/front_new/jb/sjb030301vw.jsp (last accessed 2014)
- [3] Korea Assistive Technology Center. "The Personal Assistant Service by Activity Assistant for People with Disabilities". Available From: <http://www.knat.go.kr/> (last accessed 2017)
- [4] Assistive Technology Service Center, Seoul Metropolitan Government "The Rental Service of Assistive Devices". Available From: <http://www.seoulats.or.kr/Business/Rental> (last accessed 2017)
- [5] Cook AM, and Polgar JM. "Assistive technologies: Principles and practice". *Elsevier Health Sciences*: Philadelphia 2014.
- [6] Cuturi LF, Aggus-Vella E, Campus C, Parmiggiani A, and Gori M. "From science to technology: Orientation and mobility in blind children and adults". *Neurosci Biobehav Rev* (71). pp240-251. Dec 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.08.019>
- [7] Aladren A, Lopez-Nicolas G, Puig L, and Guerrero JJ. "Navigation assistance for the visually impaired using RGB-D sensor with range expansion". *IEEE Systems Journal*(10:3). pp922-932. 2106. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/ISYST.2014.2320639>
- [8] Ghaderi VS, Mulas M, pereira VFS, Everding L, Weikersdorfer D, Conradt J, et al. "A wearable mobility device for the blind using retina-inspired dynamic vision sensors. Engineering in Medicine and Biology Society(EMBC)". *37th Annual International Conference of the IEEE*. pp.3371-3374. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/EMBC.2015.7319115>
- [9] Kanwal N, Bostanci E, Currie K, and Clark AF. "A navigation system for the visually impaired: a fusion of vision and depth sensor". *Applied bionics and biomechanics* 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2015/479857>
- [10] Mekhalfi ML, Melgani F, Zeggada A, De Natale FG, Salem MAM, Khamis A, et al. "Recovering the sight to blind people in indoor environments with smart technologies". *Expert Systems with Applications*(46). pp129-138.2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2015.09.054>
- [11] Yang K, Wang K, Hu W, and Bai J. "Expanding the Detection of Traversable Area with RealSense for the Visually Impaired". *Sensors* (16:11). p1954. 2016.

- [12] Kammoun S, Parsehian G, Gutierrez O, Brillhault A, Serpa A, Raynal M, Oriola B, Mace MM, Auvray M, Denis M, et al. "Navigation and space perception assistance for the visually impaired: The NAVIG project". *Irbm*(33:2).pp182-189.2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.irbm.2012.01.009>
- [13] Kassim A, Yasuno T, Suzuki H, Jaafar H, and Aras M. "Indoor Navigation System based on Passive RFID Transponder with Digital Compass for Bisually Impaired People". *INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED COMPUTER SCIENCE AND APPLICATIONS* (7:2). pp604-611.2016.
- [14] Loomis JM, Colledge RG, and Klatzky R. "Navigation system for the blind: Auditory display modes and guidance". *Presence:Teleoperators and Virtual Environments*(7:2).pp193-203.1998.
- [15] Martinez-Sala AS, Losilla F, Sanchez-Aarnoutse JC, and Garcia-Haro J. "Design, Implementation and Evaluation of an Indoor Navigation System for Visually Impaired People". *Sensors(Basel)*(15:12). pp32168-32187. Dec212015.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/s151229912>
- [16] Tsirmpas C, Rompas A, Fokou O, and Koutsouris D. "An indoor navigation system for visually impaired and elderly people based on Radio Frequency Identificaion(RFID)". *Information Sciences*(320).pp288-305. 2015.
- [17] Chan KY, Engelke U, and Abhayasinghe N. "An edge detection framework conjoining with IMU data for assisting indoor navigation of visually impaired persons". *Expert Systems with Applications*(67). pp272-284.2017.
- [18] Neto LB, Grijalva F, Maike VRML, Martini LC, Florencio D, Baranuskas MCC, Rocha A, Goldenstein S, et al. "A Kinect-Based Wearable Face Recognition System to Aid Visually Impaired Users". *IEEE Transactions on Human-Machine Systems* 2016.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/THMS.2016.2604367>
- [19] Pradeep V, Medioni G, and Weiland J. "A wearable system for the visually impaired". *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* .pp 6233-6236.2010.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/IEMBS.2010.5627715>
- [20] Al-Khalifa S, Al-Razgan, M. "Ebsar: Indoor guidance for the visually impaired". *Computers& ElectricalEngineering* (54).pp 26-39.2016.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compeleceng.2016.07.015>
- [21] Bhatlawande S, Sunkari A, Mahadevappa M, Mukhopadhyay J, Biswas M, Das D, Gupta S, et al. "Electronic bracelet and vision-enabled waist-belt for mobility of visually impaired people". *AssistTechnol*(26:4) Winter.pp186-195.2014.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/10400435.2014.915896>
- [22] Salminen AL, and Karhula ME. "Young persons with visual impairment: Challenges of participation". *Scandinavianjournalofoccupationaltherapy*(21:4).pp26 7-276.2014.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3109/11038128.2014.899622>
- [23] Pivotal Software "Spring Web Services". Available From: <http://spring.io/docs/reference> (lastaccessed2017)
- [24] Johnson R. "Expert one-on-one J2EE design and development". *John Wiley & Sons: Hoboken* 2014.
- [25] Forouzan BA. "Data Communications and Networking". McGraw-Hill:NewYorkCity 2013.
- [26] Oracle "Mysql database management system". Available From: <http://dev.mysql.com/doc/> (last accessed 2015)
- [27] Android "Android SDK and documentation". Available From: <http://developer.android.com/studio/index.html> (last accessed 2017)
- [28] SK planet "T map Location Platform API" Available From: <http://developers.skplanetx.com/apidoc/kor/tmap/> (last accessed 2016)
- [29] NHN "Naver map Location Platform API". Available From: <http://developers.naver.com/products/map/> (last accessed 2016)
- [30] Google "Push fo mobile applications". Available From: <http://firebase.google.com/> (last accessed 2017)
- [31] Arduino "The open-source Arduino Software". Available From: <http://www.arduino.cc> (last accessed 2017)
- [32] Roentgen UR, Geldervlom GJ, and de Witte LP. "The development of an indoor mobility course for the evaluation of electronic mobility aids for persons who are visually impaired". *AssistiveTechnology*(24:3). pp143-154.2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/10400435.2012.659954>
- [33] Roentgen UR, Geldervlom GJ, and de Witte LP. "user evaluation of electronic mobility aids for persons who are visually impaired: a quasi-experimental study using a standardized mobility course". *Assistive Technology* (24:2).pp110-120.2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/10400435.2012.659794>
- [34] Warriar KJ, Katz LJ, Myers JS, Moster MR, Pro MJ, Wizov SS, and Spaeth GL, et al. "A comparison of methods used to evaluate mobility performance in the visually impaired". *British Journal of Ophthalmolog*. ppbjophthalmol-2014-305324.2014
DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/bjophthalmol-2014-305324>
- [35] Patton MQ. *Qualitative Research & Evaluation Methods: Integrating Theory and Practice*. (SAGE Publications: Thousand Oaks 2014.
- [36] Ma S, Lawpoolsri S, Soonthornworasiri N, Khamsiriwatchara A, Jandee K, Taweeseeneepitch K, Pawarana R, Jaiklaew S, Kijsanayotin B, Kaewkungwal J, et al. "Effectiveness of Implementation of Electronic Malaria Information System as the National Malaria Surveillance System in Thailand". *JMIR public health and surveillance*(2:1)2016.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2196/publichealth.5347>
- [37] Xiao L, Huang Q, Yank V, and Ma J. "An easily accessible web-based minimization random allocation system for clinical trials". *Journal of medical Internet research*(15:7).p e139.2013.

DOI: <http://dx.doi.org/10.2196/imir.2392>

- [38] Yamada KC, Inoue S, and Sakamoto Y. "An effective support system of emergency medical services with tablet computers". *JMIRmHealthandUHealth*(3:1)2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.2196/mhealth.3293>
- [39] Maillot P, Dommès A, Dang NT, and Vienne F. "Training the elderly in pedestrian safety: transfer effect between two virtual reality simulation devices". *Accident Analysis & Prevention*(99).pp161-170.2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2016.11.017>
- [40] Morrongiello BA, Corbett M, Milanovic M, Pyne S, and Vierich R. "Innovations in using virtual reality to study how children cross streets in traffic: evidence for evasive action skills". *Injury prevention* .ppinjuryprev-2014-041357.2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/injuryprev-2014-041357>
- [41] Schwebel DC, Severson J, He Y, and McClure LA. "Virtual reality by mobile smartphone: improving child pedestrian safety". *Injury prevention* .ppinjuryprev-2016-042168.2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/injuryprev-2016-042168>
- [42] Witten IH, Frank E, Hall MA, and Pal CJ. "DataMining:Practicalmachinelearningtoolsand techniques".MorganKaufmann:Burlington,MA2016.

최 정 운(Jung-Woon Choi)

[정회원]



- 2016년 8월 : 한양대학교 정보시스템학과 (공학석사)
- 2016년 6월 ~ 현재 : 한양대학교 정보시스템학과 박사과정

〈관심분야〉

정보처리, 정보보호, 정보정책

이 욱(Ook Lee)

[정회원]



- 1989년 6월 : Northwestern대학교 전산학과 석사
- 1997년 1월 : Claremont대학교 경영정보학과 박사
- 2002년 3월 ~ 현재 : 한양대학교 정보시스템학과 교수

〈관심분야〉

정보보호, IT 형태/철학/응용