

공공데이터 기반 공간 PoI 정보를 활용한 시각장애인 길안내 시스템 설계 및 구현

김도균¹, 오연주¹, 김호중¹, 최상호^{1*}

¹ 가톨릭대학교 & 에스엔와이코퍼레이션(주)

spacekdk33@catholic.ac.kr, seuha0925@catholic.ac.kr, jack777998@catholic.ac.kr, schoe@catholic.ac.kr

Design and Implementation of a Navigation System for the Visually Impaired Using Public Spatial PoI Data

Do-Kyun Kim¹, Yeon-Ju Oh¹, Ho-Jung Kim¹, Sang-Ho Choe^{1*}

¹ The Catholic University of Korea and S&Y Corp.

요약

기존 상용 내비게이션 서비스는 건물(공간)의 입출구 좌표가 아닌 중심점 좌표를 출·도착지로 설정하여 시각장애인 길안내 서비스에 한계가 있다. 본 연구에서는 이러한 문제를 개선하기 위해 건물 출입구 및 횡단보도·교차로 등 공공 PoI 데이터를 활용한 시각장애인 길안내 시스템을 제안한다. 제안 시스템은 실제 출입구 좌표를 출·도착지로 활용하며, GPS 기반으로 횡단보도 및 교차로 접근 정보를 사전에 제공함으로써 보행 중 위험 요소를 미리 인지할 수 있도록 한다. 이를 위해 공공데이터의 좌표계 변환 및 가공 과정을 거쳐 백엔드 DB를 구축하고, 길안내 서비스 APP에 적용하기 위한 API를 설계·구현하였다. 본 연구는 시각장애인의 이동 편의와 보행 안전을 향상시키는 접근성 중심 길안내 서비스의 실질적인 사례를 제시한다.

1. 서론

시각장애인의 독립적인 이동을 위한 길안내 서비스는 정확한 위치 정보 제공이 중요하다. 그러나 현재 상용 내비게이션 서비스는 건물의 중심점 좌표를 목적지로 설정하여 실제 출입구에 도달하기까지 추가적인 탐색이 요구되는 한계를 지닌다. 특히 대형 건물이나 복합 건물의 경우 실제 출입구 사이 거리가 수십 미터 이상 떨어져 있는 경우가 많아 이러한 목적지 설정 방식은 시각장애인에게 혼란을 유발하고 안전 측면에서 위험 요소로 작용할 수 있다.

또한 횡단보도와 교차로는 주요 위험 구간에 해당되지만, 기존 서비스는 제한된 탐지 범위로 인해 사용자가 해당 지점에 근접해야만 정보를 제공받는 한계가 있다.

본 연구에서는 이러한 문제를 개선하기 위해 서울특별시 및 행정안전부에서 제공하는 공공데이터를 활용한 시각장애인 내비게이션 서비스를 제안하며 모바일 APP 플랫폼 시스템으로 구현한다. 본 논문에서는 건물 출입구, 횡단보도 및 교차로 등 공공데이터 PoI(point of interests) 정보를 효과적으로 활용한 길안내 서비스 설계 및 구현 내용을 기술한다.

2. 관련 기술 동향 및 문제점 분석

시각장애인의 이동 지원을 위한 보행 보조 시스템

은 기술의 발전에 따라 다양한 형태로 제안되어 왔다. 대표적으로 음성 안내 내비게이션 서비스, 실내 내비게이션 서비스, 컴퓨터 비전 기반 내비게이션 서비스 등이 있다. 그러나 이들 대부분은 건물 또는 관심 지점을 대표하는 단일 좌표 수준에서 목적지를 모델링하고 있으며, 개별 출입구까지 별도의 좌표로 관리하지 않는다.

한편 컴퓨터 비전 기반 시스템의 경우, 사용자가 카메라를 항상 일정 방향으로 들어야 하는 제약이 있으며, 외부 요인으로 인식 성능이 영향을 받는다. 이와 같은 특성으로 인해 해당 시스템들은 출입구 위치를 지도 좌표 상에서 명확하게 관리하기 어렵다. 결과적으로 시각장애인이 건물 인근까지 접근하는 데에는 도움을 줄 수 있으나, 실제 출입구에 안전하고 정확하게 도달하도록 지원하는 완전한 길안내 서비스로는 한계가 존재한다.

3. 제안 서비스 개요

본 연구에서는 건물 중심점이 아닌 실제 출입구 좌표를 목적지로 사용하는 시각장애인 대상 길안내 서비스를 제공한다. 이를 통해 기존 보행 기술들이 충분히 지원하지 못했던 건물 중심점에서 출입구까지의 최종 도착지를 보완하고, 시각장애인 관점에서 보다 실질적인 안내 종료 지점을 제공하고자 한다. 제안

서비스는 ‘행정안전부 주소기반산업지원서비스’에서 제공하는 건물별 출입구 좌표 공공데이터를 활용하여 출입구 수준에서 목적지를 모델링하는 접근성 중심 길안내 개념을 기반으로 설계되었다.

제안 시스템은 출입구 조회·선택·등록 기능을 통해 목적지 설정의 유연성을 제공하며, 공공데이터에 포함되지 않은 출입구는 사용자 참여 기반으로 보완할 수 있도록 구성하였다. 또한 시각장애인의 보행 안전을 고려하여 ‘서울 열린데이터 광장’에서 제공하는 음향신호기 및 교차로 좌표 데이터를 활용한 사전 탐색 기능을 함께 제공한다. 해당 기능은 사용자의 GPS 위치를 기준으로 주변 횡단보도와 교차로 정보를 미리 안내함으로써, 기존 BLE 기반 탐지 방식의 한계를 보완하고 보행 중 위험 요소를 미리 안내할 수 있도록 한다.

4. 출입구 좌표 공공데이터 활용 APP 플랫폼 설계

제안 시스템은 가공한 출입구(PoI) 좌표를 백엔드에서 관리하고 이를 API 형태로 제공하는 모바일 APP 기반 길안내 플랫폼이다. 본 시스템은 공공데이터의 수집 및 가공부터 출입구 조회·선택·등록 기능 제공까지의 전체 과정을 모듈화 하였으며, 3 계층 구조로 설계한 것이 특징이다.

백엔드 시스템은 공공데이터로부터 획득한 출입구 좌표를 정제하여 DB에 저장하고, 이를 API로 제공하여 경로 탐색 시 건물 중심점이 아닌 출입구 좌표를 목적지로 활용할 수 있도록 한다.

공공데이터는 비표준 형식과 UTM-K 좌표로 제공되었기 때문에, 서비스 활용을 위해 데이터 형식 변환 및 좌표계 변환이 필요하였다. 본 연구에서는 pyproj 라이브러리를 활용하여 UTM-K 좌표를 WGS-84 좌표계로 변환하고, 이를 서비스 DB와 호환되도록 가공하였다. 변환 과정에서 발생하는 좌표 오차는 실제 길안내 서비스의 신뢰도에 큰 영향을 미칠 수 있다. 따라서 일정한 오차를 강제 이동하여 보정하고 근접 좌표를 반환하는 형식의 검색 로직을 구현하여 실사용 환경에서의 영향을 최소화하였다.

좌표계 변환 이후 UTM-K 와 WGS-84 가 사용하는 기준 타원체의 차이로 인해 북쪽 방향으로 305m, 서쪽 방향으로 200m 수준의 일정한 위치 오차가 발생함을 확인하였다.

백엔드 API와 검색 로직은 출입구 중심 길안내의 신뢰성과 확장성을 고려하여 설계하였다. 프론트엔드에서 장소 검색 API로 조회한 건물 대표 좌표를 기준으로 출입구 좌표를 매핑하고, 출입구 조회·선택·등록·즐겨찾기 기능을 REST API를 통해 프론트엔드와 연결한다. 이러한 구조는 출입구 기반 길안내 기능의 안정적인 제공과 함께 향후 기능 확장에도 유기적으로 대응할 수 있는 서버(클라우드) 구축을 가능하게 한다.

5. 교차로 좌표 공공데이터 활용 시스템 설계

시각장애인의 횡단보도 이용 시 기존 BLE 기반 음향신호기 탐지 방식은 약 15m 이내의 제한된 범위로

인해 사용자가 횡단보도에 접근한 후 정보를 제공받을 수 있다는 한계를 지닌다. 본 연구에서는 이러한 한계점을 개선하기 위해 ‘서울 열린데이터 광장’에서 제공하는 음향신호기 및 교차로 좌표 데이터를 활용하여 GPS 위치 기반의 사전 탐색 기능을 구현하였다.

활용한 공공데이터는 약 27,000 건의 음향신호기 정보와 약 8,300 건의 교차로 정보로 구성되며, 각 데이터는 관리번호, 위치 좌표, 방향 정보 등의 속성을 가진다. 해당 데이터는 CSV 형식으로 변환하여 APP로 케이션에 탑재하여 네트워크 연결이 없는 환경에서도 활용이 가능하도록 설계하였다. 해당 데이터는 서비스 DB에도 탑재되어 주기적으로 최신화가 가능하도록 구성하였다.

시스템은 사용자의 현재 GPS 위치를 기준으로 반경 1km 이내의 음향신호기 및 교차로를 실시간으로 지도에 표시한다. 대용량 데이터를 효과적으로 처리하기 위해 APP 시작 시 CSV 데이터를 1회 로드하여 메모리에 캐싱하고, 사용자의 위치 변화가 50m 이상인 경우에만 마커를 생성하는 방식의 최적화를 적용하였다. 이를 통해 기존 BLE 기반 방식의 탐지 범위 한계를 15m에서 1,000m으로 확장하여 사용자가 횡단보도에 접근하기 전에 “전방 00m에 횡단보도”, “OO 교차로 접근 중”과 같은 사전 안내를 제공할 수 있도록 하였다.

프론트엔드 시스템은 Clean Architecture 표준을 준수한 Presentation, Domain, Data의 3 계층 구조로 설계하였다. 이를 통해 기능 변경 및 확장 시 특정 계층만 수정할 수 있는 유연성 높은 구조로 설계하였으며, 출입구 및 교차로 중심 길안내 기능의 유지 보수성도 높여주었다.

6. 결론

본 논문에서는 건물(공간)의 중심 좌표를 이용하는 기존 길안내 APP 서비스와는 달리 실제 건물 출입구 좌표를 출·도착지(PoI)로 사용하는 시각장애인용 길안내 서비스 플랫폼 시스템을 구현하였다. 이를 위해 행정안전부 ‘건물별 출입구 좌표 정보’ 공공데이터를 모바일 길안내 APP 서비스에 적용하여 서비스 개선과 함께 공공데이터의 활용성을 높여주었다.

또한 본 논문에서는 시각장애인의 보행 안전을 고려하여 음향신호기 및 교차로 정보 공공 PoI 데이터를 활용한 사전 탐색 및 안내 기능을 함께 구현하였다. 이는 기존 탐지 방식의 제한된 범위를 확장하였으며, 횡단보도 및 교차로 접근 정보의 사전 제공으로 보행 중 위험 요소를 미리 인지할 수 있도록 하였다. 나아가 사용자 참여 기반의 데이터 보완 방식을 통해 지속적인 확장 가능성을 제시하였다. 본 연구의 접근 방식은 향후 다양한 접근성 중심 공공서비스 개발에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

Acknowledgement

본 논문은 경기도 기술개발사업의 사업비지원(과제 번호 D2505032)에 의해 수행되었습니다.