

# 보행안내 시스템의 효율적인 모니터링 및 제어 관리를 위한 애플리케이션

이진희, 이은석, 신병석\*

인하대학교 컴퓨터정보공학과

e-mail: jhlee07@outlook.com, elflee77@nate.com, bsshin@inha.ac.kr

## Application for Efficient Monitoring and Controlling of Guidance System

Jin-Hee Lee, Eun-Seok Lee, Byeong-Seok Shin\*

Dept. of Computer Science and Information Engineering, Inha University

### 요 약

이전 연구에서 우리는 목적지까지 안전하게 보행할 수 있도록 하는 시각장애인을 위한 보행안내 시스템을 개발하였다. 보행안내 시스템은 실내의 POI(Point of Interest)와 특정 위치마다 표식을 설치하고 보행 경로 탐색 알고리즘을 개발하여 사용자의 보행 위치를 추정할 수 있다. 실제 테스트베드에서는 시각장애인을 대상으로 실험을 수행하므로 실험 대상자가 위험 상황에 노출될 수 있기 때문에 모니터링이 필요하고 대용량의 실내외 지도 데이터를 저장하고 관리하는 것도 중요하다. 본 논문에서는 실험 대상자를 원격으로 모니터링 하고 대용량의 지도 데이터를 효과적으로 처리하는 제어 관리용 애플리케이션을 소개한다.

### 1. 서론

대부분의 시각장애인들은 보행 시에 현재 위치와 진행 방향을 인지하는데 많은 어려움을 느낀다. 그러므로 보행안내 서비스는 시각장애인들에게 꼭 필요하다. 최근 수십 년 동안 시각장애인을 위해 이동성과 착용 편리성을 고려한 다양한 보행안내 시스템들이 개발되었으나 소수의 시스템들만이 보행자와의 상호작용과 실시간 적응성을 고려하였다.

이전 연구에서 우리는 시각장애인이 실외에서 목적지까지 안전하게 보행할 수 있도록 보행안내 시스템을 개발하였다[1]. 초음파 센서를 이용하여 전방의 장애물 위치를 파악하여 회피하고, 실내 보행 시에는 인공 표식 마커를 천장에 부착하고 적외선 마커 카메라를 이용하여 보행자의 위치를 파악한다. 실외 보행 시에는 GPS 데이터를 통해 보행자의 위치를 추정하였으며 A\* 알고리즘을 이용하여 보행자가 원하는 목적지까지 경로를 찾아 안내하도록 하였다. 그러나 이 시스템은 음성으로 보행자에게 안내를 하므로 실외 공간에서 자동차와 같이 빠르게 움직이는 위험 요소에 의해 사고가 날 수 있고, 시스템 오작동으로 인해 문제가 발생할 수 있다. 본 논문에서는 이 시스템을 시각장애인 (혹은 눈을 가린 실험 대상자)을 대상으로 실험을 할 때에 사고를 미연에 방지하고자 원격으로 신속히

시스템을 모니터링 하고, 또한 대량의 지도 데이터를 효율적으로 관리하는 제어 관리용 애플리케이션을 소개한다.

본 논문에서 소개하는 애플리케이션은 시각장애인의 안전을 위해서 시스템이 보행자에게 음성으로 안내되는 모든 메시지와 각 센서들의 입력 값을 실시간으로 모니터링 하고, 사용자를 위험에 빠뜨릴 수 있는 상황에서 보행안내를 강제로 종료시킨다. 또한 대용량의 실내외 보행지도를 실시간으로 관리하고 효과적으로 활용될 수 있도록 하였다. 개발한 애플리케이션은 일반 모바일 기기에서 사용 가능하며, 블루투스 모듈을 이용하여 데이터 송수신을 한다. 여기서 소개하는 보행안내 시스템은 초음파센서와 카메라, GPS로부터 데이터를 획득하여 알고리즘 연산을 수행한다. 관리자 애플리케이션을 사용하는 관측 기기에서도 센서들의 데이터를 받아서 시스템과 동일한 알고리즘 연산을 수행한다. 그러므로 보행자의 현재 위치와 안내될 음성 메시지를 보행안내 시스템보다 먼저 시각화하여 보여줌으로써 위험한 상황에 즉각 대처할 수 있다. 또한 지도 데이터와 POI를 효과적으로 관리함으로써 사용자에게 실시간으로 제공할 수 있다.

2장에서는 보행을 돕는 보조 기기들에 대해 간단히 알아보고, 3장에서는 이전에 개발한 보행안내 시스템의 구성 요소 및 동작 원리와 관리자 애플리케이션을 소개 및 시스템과의 연동에 대해 설명한다. 4장에서 애플리케이션의 효용성 실험 결과를 보이고, 5장에서 결론을 맺는다.

※본 연구는 보건복지부의 재원으로 한국보건산업진흥원의 보건 의료기술연구개발사업 지원에 의하여 이루어진 것임(HI14C0765).

\* 교신저자

## 2. 관련 연구

보행 보조기기로는 다양하게 개발되고 있다. 특히 시각장애인을 위한 보행 보조기기로는 ETA (Electronic Travel Aids)와 EOA (Electronic Orientation Aids)로 구분할 수 있다. ETA는 초음파/레이저와 같은 거리 센서들과 카메라를 이용하여 전방 장애물의 유무와 위치를 파악하여 음성이나 촉감 신호로 변환하여 전달하는 장치로서 Sonic Guide[2], C-5 Laser Cane[3], CyARM[4] 등이 여기에 해당된다. ETA는 거리감지 센서와 비전 센서 등을 이용하여 장애물을 감지하기 위해 주변 환경을 스캔해야 하고, 감지된 장애물의 크기를 알기 위해 추가적인 측정이 필요하다. 일반적인 ETA에 각종 센서 기술과 이동 로봇 기술을 결합하여 사용의 편리성을 증진시킨 보행 보조기기를 EOA라 하는데, Harunobu[5], GuideCane[6] 등이 있으며, 최근에는 실외 GPS 정보를 이용하여 이동 로봇 기술과 결합된 기기로 Walking Guide Robot[7] 등이 있다. 그러나 이들은 로봇이 이동할 수 있는 공간으로만 보행자를 유도할 수 있으며, 외부환경이 계속해서 변화하는 경우 오동작을 일으킬 수 있다.

이전 연구에서 우리는 시각장애인이 실내외에서 목적지까지 안전하게 보행할 수 있도록 다중 센서를 이용한 백팩 형태의 ETA 시스템을 개발하였다[1]. 그러나 실제 테스트베드에서는 시각장애인을 대상으로 실험을 수행하므로 실험 대상자가 위험 상황에 노출될 수 있기 때문에 관리자 모니터링이 필요하다. 또한 대용량의 실내외 보행지도 데이터를 저장하고 관리하는 것도 중요하다. 본 논문에서는 실험 대상자를 원격으로 모니터링 하고 대용량의 지도 데이터를 관리하는 애플리케이션을 소개한다.

## 3. 관리용 애플리케이션

### 3.1 보행안내 시스템

본 장에서는 시각장애인을 위한 보행안내 시스템의 구성요소와 다중 센서를 이용하여 목적지까지 안전하게 도착하도록 설계한 시스템의 작동원리를 설명한다[1].

시스템의 하드웨어 구성은 초음파 센서 배열과 적외선 마커감지 카메라, GPS 수신기, 지자기센서, 안드로이드 운영체제가 탑재된 휴대용 컴퓨터, 데이터 송수신용 지그비 모듈과 이어폰으로 구성된다. 그리고 사용자의 명령을 받아들이기 위해 제작한 버튼식의 점자 키패드를 사용하고 출력 장치로는 계산된 진행 방향을 보행자에게 알려주기 위한 이어폰이 있다.

제안하는 시스템은 실내 인공표식으로 천장에 부착된 적외선 마커를 카메라로 감지하고 미리 보행용으로 작성해서 저장한 지도 정보를 이용하여 사용자의 위치를 추정한다. 실외에서는 GPS 수신기를 통해 들어온 위경도 데이터와 지도를 기반으로 사용자의 현재 위치와 진행 방향을 파악한다. 즉 지도에서 사용자가 저장된 POI 들 중 하나의 목적지를 선택하면 마커 ID와 GPS 데이터를 기반으로

A\*알고리즘을 이용하여 목적지까지의 최적 경로를 탐색한다[8]. 동시에 6개의 초음파 센서를 이용하여 측정된 거리 데이터를 기반으로 보행자의 전방 공간을 감지하여 사용자에게 장애물 회피 방향을 알려준다[1].

실외 보행시 GPS 수신기가 불가능하거나 좁은 골목처럼 수신율이 낮은 지역에서는 보행자의 위치 정보를 얻기 어렵다. 이 경우에는 마지막 GPS 수신 값을 토대로 초음파 센서의 거리 데이터를 이용하여 이전 위치 좌표와 목적지 좌표를 이용하여 방향 벡터를 계산하고 보속을 고려함으로써 보행 방향을 결정하는 추측항법(Dead Reckoning)을 적용 한다[9]. 다시 GPS 수신기가 가능한 지역에 진입하면 GPS와 초음파 센서를 동시에 이용하여 장애물을 회피하면서 안전하게 목적지까지 보행하도록 한다. 센서들과 각각의 모듈을 장착한 시스템의 시제품은 그림 1에서 보여준다.



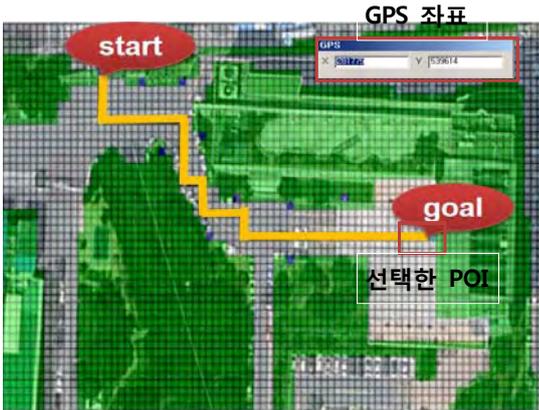
(그림 1) 시각장애인을 위한 보행안내 시스템 시제품

### 3.2 관리용 애플리케이션

보행안내 시스템을 착용하고 실험을 수행할 때 보행자의 눈을 가리거나 시각장애인을 대상으로 수행하기 때문에, 경로를 이탈하거나 매우 낮은 장애물에 걸려 넘어지거나 혹은 맨홀에 빠지는 등의 위험한 상황이 발생할 수 있다. 또한 보행자는 장비의 고장으로 인한 오작동이 발생하게 되면 위험한 상황에 처할 수 있다. 따라서 보행자의 안전을 보장하기 위해 실시간으로 시스템의 상태를 체크하고 시스템이 보행자에게 내리는 명령 및 보행자의 위치 등을 모니터링 하고 관리하는 것이 중요하다. 본 절에서 소개하는 애플리케이션은 휴대용 스마트 모바일 기기나 태블릿 PC 등에서 사용 가능하도록 연산이 간단하고 직관적인 UI(User Interface) 환경으로 제작하였다.

앞에서 설명한 바와 같이 이 시스템은 실내와 실외에서 보행자의 위치를 파악하는 방법이 다르다. 실외의 경우에는 GPS를 이용하여 위치를 파악하므로 그림 2와 같이 애플리케이션에서는 보행자가 선택한 위치와 그 위치의

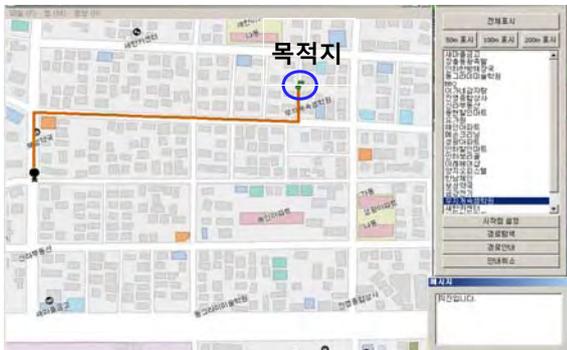
GPS 좌표를 보여준다. 실외의 경우에 구글이나 다음, 네이버 등에서 제공하는 지도를 애플리케이션에서 사용하고 보행안내 시스템에서는 이전에 작성한 텍스트 형태의 지도를 이용한다. 보행자가 목적지 POI를 선택하기 전에 애플리케이션에서는 그림 3의 (가)와 같이 POI 목록과 지도상의 위치를 보여주고, 보행자가 하나의 POI를 선택하면 그 선택된 POI의 위치를 표시한다. 보행자가 목적지 POI를 선택하면 그림 3의 (나)와 같이 경로를 표시하며 진행 안내 상황을 우측 상단 창에 표시한다.



(그림 2) 실외 보행지도에서 사용자가 선택한 POI 위치와 GPS 좌표 예시

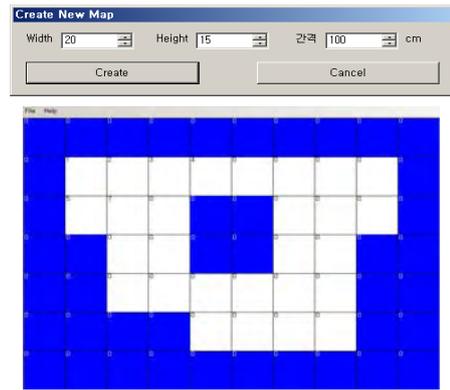


(가)

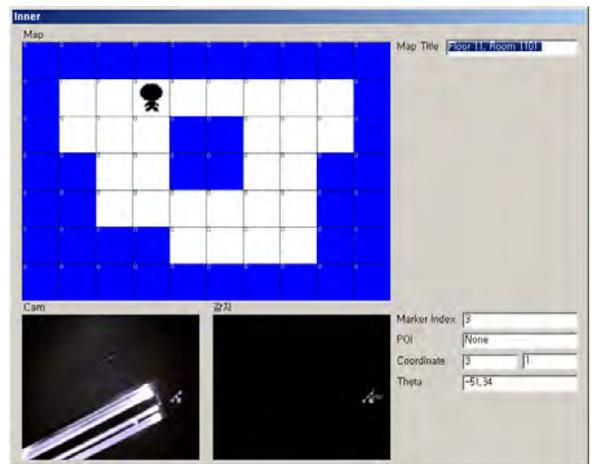


(나)

(그림 3) (가)POI 목록 표시 및 지도 데이터, (나)실외 경로 안내 중 화면 예시



(그림 4) 지도 편집기: 맵 생성 예(위), 맵 편집 예(아래)



(그림 5) 실내 경로 안내 중 화면 예시

실내의 경우에는 절대 좌표 등의 기준 좌표가 없으므로 직접 격자 기반의 지도를 작성하여 사용한다. 그림 4는 실내 지도를 작성하기 위한 지도 편집기(Map Editor)이다. 그림에서 파란색 격자는 벽, 장애물 등으로 보행자가 보행할 수 없는 곳을 나타내며, 흰색 격자의 경우 보행이 가능한 경로를 나타낸다. 실내에서 보행자의 위치는 천장에 부착된 적외선 마커를 통해 파악되므로 마커 번호를 흰색 격자 안에 입력을 한다. 그림 5는 카메라를 이용하여 마커가 인식된 예시 화면이다. 그림에서와 같이 애플리케이션에는 지도의 이름, 보행자의 현재 위치 좌표와 진행방향, 인식된 마커 번호를 보여준다. 초음파와 센서 데이터는 무시함, 경고, 위험 등의 단계로 구분하여 보행자에게 전달하는데 이때 애플리케이션에서는 위험 정도를 서로 다른 색상으로 구분하여 표시한다. 흰색은 무시함을 나타내고, 빨간색의 명도가 짙어질수록 장애물과 가까워져서 위험한 상황임을 표현한다.

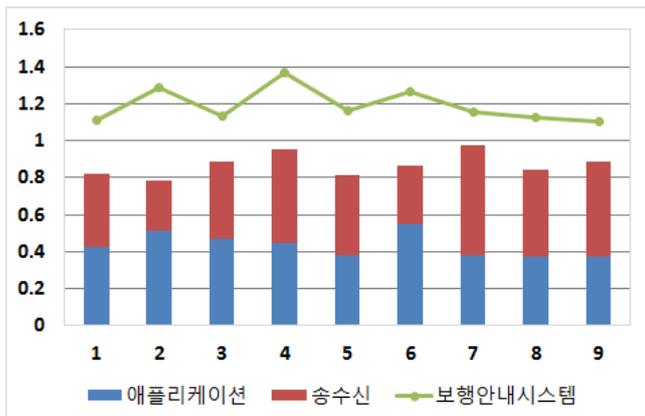
지도는 공공건물의 내부 구조에 따라 바뀔 수 있으며 많은 건물들의 내부정보를 모두 관리하기가 어렵다. 따라서 보행자가 시스템을 착용하고 실험을 준비하는 동안 실시간으로 애플리케이션에서 지도를 간단히 작성하여 블루투스 모듈을 통해 시스템으로 전송한다. 이 방법은 손쉽게 지도를 제작하거나 혹은 건물 입구에서 업데이트된 지도

를 제공할 경우 보행안내 시스템과 애플리케이션이 편리하게 지도를 송수신할 수 있다.

#### 4. 실험 결과

수행한 실험은 시각장애인에게 안내될 정보들을 보행자보다 우선적으로 관리용 애플리케이션에서 받을 수 있는지에 초점을 맞추었다. 보행안내 시스템을 효과적으로 모니터링 및 제어 가능한지 검증하기 위하여 보행안내 시스템과 애플리케이션이 설치된 시스템의 시간을 동기화한 후에 데이터나 정보를 보낸 시간과 받은 시간을 측정하였다. 시중에서 판매하는 넷북 PC에 애플리케이션을 설치하여 실험하였다. 실험 환경은 보행자에게 위험 상황이 발생하였을 때 즉시 대처할 수 있도록 보행자와 100m 이내 거리를 두고 수행하였다. 음성 메시지는 시스템 처리속도가 약 1초이므로 1초에 1번 보행자에게 안내하도록 설정하였다.

그림 6은 보행안내 시스템과 애플리케이션의 연산 속도를 비교한 결과이다. 애플리케이션은 입력 데이터만을 전송 받고 보행안내 시스템과 동일한 알고리즘을 처리하므로 시스템보다 약 60% 향상된 속도를 보였다. 또한 데이터 송수신 시간을 포함하더라도 텍스트 기반의 애플리케이션을 이용하는 경우가 음성으로 메시지를 전달하는 보행안내 시스템에 비해 사용자에게 전달 속도가 훨씬 높았다. 그러므로 애플리케이션을 이용하면 위험한 상황을 방지할 수 있을 뿐만 아니라 신속한 제어 관리를 할 수 있다.



(그림 6) 보행안내 시스템과 애플리케이션의 연산 속도 비교

#### 5. 결론

이전 연구에서 우리는 실내외에서 목적지까지 안전하게 보행할 수 있는 시각장애인을 위한 시스템을 개발하였다. 그러나 위험 요소에 의해 사고가 날 수 있고, 장비의 오작동으로 인해 문제가 발생 할 수 있다. 본 논문에서는 시각장애인을 대상으로 이 시스템의 유효성 실험을 할 때에 사고를 미연에 방지하고자 원격으로 시스템을 모니터

링 하고, 대량의 실내외 지도 데이터를 효과적으로 관리할 수 있는 관리용 애플리케이션을 제작하였다. 추후 헬스케어 시스템에서 애플리케이션을 활용하거나 다양한 분야에 서 이용 가능한 모니터링 애플리케이션을 개발 중에 있다.

#### 참고문헌

[1] 이진희, 임석현, 이은석, 신병석, “초음파 센서와 GPS를 연동한 시각장애인 실외 보행지원 시스템,” 정보과학회 논문지, 제36권, 제6호, pp.462-470, 2009.

[2] L. Kay, “A sonar aid to enhance spatial perception of the blind: engineering design and evaluation.” Radio Electronic Engineering, Vol.44, No.11, pp.605-627, 1974.

[3] J. M. Benjamin, N. A. Ali, and A. F. Schepis. “A laser cane for the blind,” In Proceedings of San Diego Biomedical Symposium, pp.53-57, 1973.

[4] K. Ito, M. Okamoto, J. Akita, and T. Ono, “CyARM: an alternative aid device for blind persons,” In Proceedings of Conference on Human Factors in Computer Systems, pp.1483-1486, 2005.

[5] H. Mori and S. Kotani, “Robotic travel aid for the blind: HARUNOBU-6,” In Proceedings of 2nd European Conference on Disability, pp.193-202, 1998.

[6] J. Borenstein and I. Ulrich, “The GuideCane : A computerized travel aid for the active guidance of blind pedestrians,” In Proceedings of IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp.1283-1288, 1997.

[7] J. H. Kang, B. S. Song, K. H. Yu, and M. J. Yoon, “Walking guide robot with tactile display and 3d ultrasonic sensing system for the blind,” In Proceedings of 21st International Technical Conference on Circuits/Systems Computers and Communications, 2006.

[8] P. E. Hart, N. J. Nilsson, and B. Raphael, “A formal basis for the heuristic determination of minimum cost paths,” IEEE Transaction Systems Science and Cybernetics, Vol.4, No.2, pp.100-107, 1968.

[9] C. Tsai, “A localization system of a mobile robot by fusing dead-reckoning and ultrasonic measurements,” Instrumentation and Measurement Technology Conference, 1998.