

시각장애인을 위한 M2M 기반의 지능형 보행보조시스템

정회원 강 창 순*, 학생회원 조 화 섭*, 준회원 김 병 희*

A Machine-to-machine based Intelligent Walking Assistance System for Visually Impaired Person

Chang-Soon Kang* *Regular Member*, Hwa-Seop Jo* *Student Member*,
Byung-Hee Kim* *Associate Member*

요 약

시각장애인들이 주로 사용하고 있는 백색 지팡이(White Stick)는 지상의 부유장애물에 대한 감지가 어려울 뿐만 아니라, 보행중인 시각장애인에게 현재 위치정보와 응급상황 발생시 효과적인 보호 조치를 제공하는데 문제점이 있다. 본 논문에서는 이와 같은 문제점을 해결하여 시각장애인들이 보다 안전하고 편리한 보행을 할수 있는 사물지능통신(M2M : Machine-to-Machine) 기반의 지능형 보행보조시스템을 제안한다.

제안하는 시스템은 시각장애인이 사용하는 보행보조지팡이와 이동통신망을 통하여 다수의 보행보조지팡이 사용자를 원격 지원하는 서버로 구성된다. 보행보조지팡이는 초음파센서와 문자-음성 변환기술 등을 이용한 장애물 감지 및 인지 기능뿐만 아니라, 서버에서 제공하는 지리정보와 GPS(Global Positioning System) 수신 장치 등을 이용한 현재위치 알람 및 확인, 위급상황 대처 기능 등을 제공한다. 서버는 지리정보 제공뿐만 아니라, 보호자나 구호기관에 위급상황 발생위치 알람, 보행 동안의 주요 정보(장소, 시간 및 횟수 등)를 제공한다. 제안 시스템의 시제품을 통한 기능 및 성능 시험 결과 만족스런 결과를 얻을수 있었다.

Key Words : M2M, Walking Assistance, Location Identification, Mobile Communication

ABSTRACT

The white stick mainly used for visually impaired person has difficulty in providing location information and effective countermeasures for emergency situations encountered during walking as well as detecting floating obstacles on the ground. In this paper, we propose a machine-to-machine based intelligent walking assistance system for safe and convenient walking of the visually impaired.

The proposed system consists of a walking assistance stick used by the visually impaired and a server supporting multiple stick users in remote places through mobile communication networks. The stick equipped with ultrasonic sensors, GPS(global positioning system) receiver and vibrator not only detects floating obstacles, but also offers stick users with present location identification utilizing a text-to-voice conversion technology. Besides providing geographic information, the server notifies the emergency locations of users to guardian and aid agency, and it provides log information during walking such as the place, time and the number of accidents. Test results with a developed prototype system have shown that the system properly performs the functions and satisfies overall system performance.

1. 서 론

최근 사회복지에 대한 요구 증가와 더불어 장애인을 포함한 사회 소외계층에 보다 많은 관심이 요구되

※ 이 논문은 2009~2010년도 창원대학교 연구비에 의하여 연구되었음.

* 창원대학교 정보통신공학과 이동통신연구실(cskang@changwon.ac.kr)

논문번호 : KICS2010-11-565, 접수일자 : 2010년 11월 29일, 최종논문접수일자 : 2011년 3월 14일

고 있다. 이를 위하여 전자 및 정보통신 기술들을 서로 융합하여 장애인들의 삶의 질을 개선하는데 도움을 줄수 있는 새로운 기술에 대한 다양한 연구가 진행되고 있다. 이러한 요구에 부응하기 위한 일환으로써, 최근 급속하게 발전하고 있는 이동통신을 이용한 사물지능통신(Machine-to-Machine : M2M) 기술에 대한 관심이 증가하고 있다.

M2M 통신은 주로 충돌방지 또는 사고발생시 긴급 연락 등을 위한 네트워크 기반의 자동차 시스템^[1,2], 네트워크 기반의 로봇 시스템^[3], 로봇을 이용한 보행 보조장치^[4,5], 스마트 그리드에 활용할 수 있는 원격자동검침시스템^[6], 지적장애인을 위한 보호시스템^[7] 등 다양한 분야에 응용할 수 있는 기술에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.

한편 보건복지부의 최근 통계자료에 따르면, 2008년 현재 우리나라 전체 장애인수는 2,246,965명에 이르며, 이 중에서 시각장애인은 지적장애인 다음으로 많은 전체 장애인의 13%를 차지하며 매년 그 수가 증가하고 있다^[8]. 또한 2009년 한국도로교통공단의 통계 자료에 의하면, 이들 전체 시각장애인들 중에서 3,175건의 사망 또는 부상의 교통사고를 당하는 등 시각장애인들의 안전한 보행에 많은 문제점이 있는 실정이다^[9].

따라서 시각장애인들이 보다 안전하고 편리하게 보행하는데 도움을 줄수 있도록 장애물 감지 기능뿐만 아니라 필요시 현재위치 파악을 포함한 내비게이션 기능과 위급상황 발생시 이를 신속하게 응급구조기관 등에 알릴수 있는 기능 등을 제공하는 보행보조시스템에 대한 연구개발이 절실히 요구된다. 그런데 기존의 시각장애인을 위한 보행보조 안내시스템으로는 백색 지팡이(White Stick 또는 Cane), 전자여행보조 장치(Electronic Travel Aid)와 로봇여행보조 장치^[3-5,10], GPS(Global Positioning System) 수신 모듈을 이용한 시각 장애인용 보행보조 장치^[11], 센서가 장착된 의복을 이용한 보행 보조 장치^[12-15] 등이 널리 연구되고 있다.

일반적으로 시각장애인들이 가장 보편적으로 사용하고 있는 보행보조장치인 백색 지팡이는 휴대성 면에서는 편리하지만, 지상 장애물이나 정면의 돌출 장애물에 대한 감지가 어려울 뿐만 아니라 보행중인 시각장애인이 필요로 하는 현재 위치 정보와 위급상황이 발생했을 경우 신속한 대처 방안 등을 제공하지 못한다.

반면에 전자여행보조 장치는 초음파 및 레이저 센서들을 이용하여 사용자들에게 편리성과 이동성을 제공하는 방법으로써, C-5 Laser Cane, Mowat sensor,

Nottingham Obstacle Detector(NOD), Binawal Sonic Aid 등이 알려져 있다. 특히 이와 같은 여행보조장치 중에는 이동형 로봇에 비전장치 및 각종 센서 등을 장착하여 시각 장애인들이 이동하는데 많은 도움을 줄수 있도록 고안된 시스템도 알려져 있다^[8,10].

GPS 수신모듈, 장애물 감지센서, 맵정보를 내장한 임베디드 보드 등으로 구성된 휴대장치 부분과 지팡이 부분으로 구성하는 보행보조시스템도 알려져 있다^[11]. 그러나 이러한 보행 보조시스템은 지리정보 전체를 내장함에 따라 내비게이션 기능으로 활용할수 있는 장점이 있는 반면에, 유무선 통신망과 직접 접속할수 없어 지리정보를 갱신(update)하기 불편할 뿐만 아니라, 보행중 시각장애인에게 응급상황 발생시 효과적인 대응이 어려운 문제점이 있다^[11]. 또한 초음파 센서 등이 장착된 옷을 착용하고 보행할 경우 해당 센서가 근접 장애물을 감지하여 이를 진동신호로 변환하여 장애인에게 제공하는 보행 보조 장치들도 활발하게 연구되고 있다^[12-15].

그런데 시각장애인들은 보행중에 노면상이나 정면의 장애물을 비롯하여 도로와 차도간의 이격 거리와 도로주변의 크고 작은 공사 등에 의한 위험에 쉽게 노출될 수 있다. 또한 이와 같은 상황에 처할수 있는 시각장애인의 보호자에게도 경제적 부담이 증가하기 때문에, 국가의 복지정책에 있어 이들 소외 계층인들에 대한 보다 체계적인 보호시스템이 요구된다. 따라서 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하여 시각장애인들이 보다 안전하고 편리한 보행에 사용할 수 있는 M2M 기반의 지능형 보행보조시스템을 제안한다.

제안하는 지능형 보행보조시스템은 다수의 초음파 센서를 이용한 장애물 탐지, 보행보조장치의 이탈시 경보에 의한 확인, 지리정보(맵) 등을 CDMA 이동통신망과 연동하여 현재 위치를 음성으로 제공, 위급상황 발생시 신속한 대처 기능 등을 제공할수 있는 보행보조장치와 서버 등으로 구성된다. 특히 제안하는 보행보조시스템은 공공기관이나 특정 관리시설에서 서버를 운영 및 관리함으로써 보행보조장치를 사용하는 다수의 시각장애인들에게 위치 정보 제공 및 위기 상황 대처 기능 등 원격지(네트워크)의 도우미 역할을 효과적으로 수행할 수 있는 것을 특징으로 한다.

2장에서는 본 논문에서 제안하는 시각장애인을 위한 M2M 기반의 지능형 보행보조시스템의 개요 및 설계 내용에 관하여 설명하고, 3장에서는 제안 시스템의 구현 결과에 관하여, 4장에서는 기능 및 성능시험에 대한 결과 고찰에 대하여 각각 기술한다. 마지막으로 5장에서 결론 및 기대효과 등에 대하여 논한다.

II. 시스템 개요 및 설계

2.1 시스템 개요

제안하는 시각장애인을 위한 M2M 기반의 지능형 보행보조시스템은 표 1과 같은 기능과 각 기능별 요구사항을 수용할수 있도록 설계한다. 이를 위하여 보행보조지팡이 사용자(시각장애인 등)에게 필요시 실시간 위치정보 제공과 함께 위급상황 발생시 효과적인 정보 전달 등을 위하여 보행보조지팡이와 원격지에서 운용하는 서버 간에는 전국 어디에서나 이동통신으로 접속이 가능해야 한다.

또한 보행보조지팡이는 지상 장애물이나 정면의 부유 장애물 등을 탐지하여 거리를 측정하고 측정된 거리에 따라 다른 주기의 알람 및 진동을 출력하여 사용자가 인지할 수 기능을 제공할 수 있어야 한다. 만약, 보행보조지팡이가 사용자로부터 이탈되었을 경우 알람을 통해 장치를 신속히 찾을 수 있어야 한다.

특히, 위급상황 발생시 보행보조지팡이와 서버에서 내장하고 있는 지리정보가 연동하여, 보호자나 응급구호기관 등에서 사용자의 현재 위치를 파악하여 신속하고 안전한 구조가 가능하도록 할 필요가 있다. 뿐만 아니라 제안하는 시스템은 사용자가 보행중 현재의 위치정보를 필요로 할때 해당 정보를 언제라도 보행보조지팡이 사용자에게 제공할수 있어야 한다.

그림 1은 이와 같은 기능별 요구사항 등을 고려한 지능형 보행보조시스템에서 보행보조지팡이를 이용한 장애물 탐지 방법에 대한 개념을 나타낸다. 또한 장애인 등을 위한 사회복지 지원 제도의 발전 등을 고려할 때 사회복지 기관이나 공공기관 등에서 원격지의 시각장애인들에 대한 도우미 역할을 수행할 필요도 있을 것이다. 따라서 제안하는 지능형 보행보조시스템은 한명의 사용자뿐만 아니라 다수의 사용자들이 동시에

표 1. 제안하는 보행보조시스템의 기능별 요구사항

기능	요구사항
장애물 탐지	<ul style="list-style-type: none"> 부유장애물의 감지 및 거리 측정 가능
경보 기능	<ul style="list-style-type: none"> 측정된 거리를 사용자가 인지 가능 장치가탈시 이탈된 장치의 위치를 사용자가 확인 가능 사용자의 현재 위치정보를 음성으로 제공 가능
위급상황 대처 능력	<ul style="list-style-type: none"> 보행보조지팡이에서 상황판단 및 신속한 구조요청 메시지 전달 가능
현재위치 정보제공	<ul style="list-style-type: none"> 사용자가 원하면 언제라도 현재위치에 대한 정보 제공이 가능

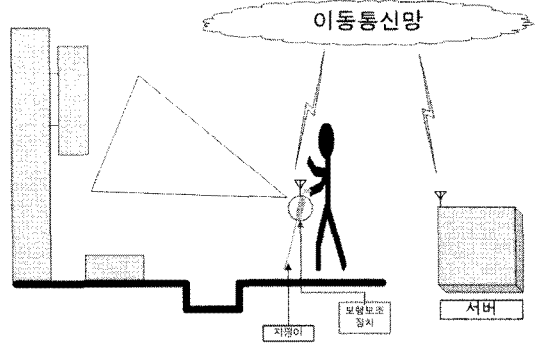


그림 1. 제안하는 M2M 기반의 지능형 보행보조시스템의 장애물 탐지 개념도

편리하고 안전하게 보행할수 있도록 하나의 서버로 복수의 보행보조지팡이 사용자를 지원할수 있어야 한다.

그림 2는 하나의 서버로 복수의 보행보조지팡이 사용자의 안전한 보행을 지원하고 관리 할수 있는 M2M 기반의 지능형 보행보조시스템의 운용 개념을 나타낸다. 특히 제안하는 시스템을 복수로 운영할 경우에는 이동통신망과 연동하는 서버에서 현재 위치와 관련한 지리정보뿐만 아니라 사용자별 주요 사건/사고 등과 같은 내용을 저장할 수 있도록 설계할 필요가 있다.

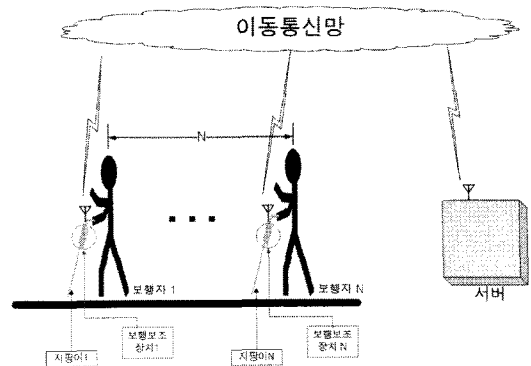


그림 2. 제안하는 M2M 기반의 지능형 보행보조시스템에서 복수의 보행보조지팡이와 서버의 운용 개념도

2.2 시스템 설계

2.2.1 설계 개념

제안하는 M2M 기반의 지능형 보행보조시스템은 보행보조지팡이 사용자(시각장애인)들이 보다 안전하고 편리하게 보행할 수 있도록, 표 1과 같은 시스템 요구사항을 위한 기능들을 표 2와 같이 보행보조지팡이와 서버에 분산하여 설계한다.

시각장애인이 사용할 보행보조지팡이는 지팡이 부분과 보행보조장치 부분으로 구성한다. 특히 지팡이

표 2. 보행보조지팡이와 서버의 주요 기능

보행보조 시스템	주요 기능
보행보조 지팡이	장애물감지 및 알람기능 제공
	사용자 요구시 위치정보 제공
	사용자에 응급상황 발생의 판단 및 신속한 알람 가능
	장치의 경량화 및 저전력화 가능
서버	이동통신망과 접속(M2M) 가능
	지팡이 사용자에게 위치정보 제공
	보호자 및 응급구호기관에 지팡이 사용자의 위급상황 정보 제공
	지리정보의 용이한 갱신(update)
	다수 보행보조지팡이가 사용자의 안전 보행 지원
	이동통신망과 접속(M2M) 가능
보행중 발생한 주요 사건 기록제공	

부분은 시각장애인들이 주로 사용하는 백색 지팡이와 유사한 형태로서 손잡이 부분에 사용자가 필요시 누를수 있는 스위치 등이 장착될 수 있도록 구성하며, 끝 부분은 지면의 장애물을 감지하는 장치로 구성할 수 있도록 설계한다.

보행보조장치 부분은 그림 3에서 보는바와 같이 장애물 소재의 탐지와 장애물과의 거리 등을 측정하기 위한 초음파센서, 현재위치 좌표값을 수신하는 GPS수신기, 사용자로부터 보행보조지팡이의 이탈여부와 사용자의 위급상황 여부를 판단하는 장치이탈 인식부, 탐지된 장애물의 거리 정도를 알려주며, 사용자로부터 보행보조지팡이가 이탈했을 경우 사용자가 이를 신속히 찾을 수 있도록 하기 위한 알람(음성) 및 진동 출력부, 현재위치를 요청할 수 있는 현재위치 요청부, 위치값과 보행보조지팡이의 상태를 SMS(Short Message Service)로 전송하는 CDMA통신모듈과 이들을 제어하는 MCU(Micro Control Unit) 등으로 구성된다.

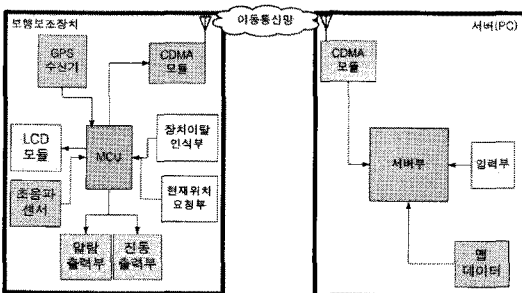


그림 3. 제안하는 지능형 보행보조시스템의 세부 구성

그리고 이동통신망을 통하여 접속하는 서버는 위와 같이 구성되는 보행보조장치를 탑재한 보행보조지팡이에서 전송하는 SMS를 수신하거나 응급구호기관과 보호자 등에게 SMS를 송신하기 위한 CDMA통신모듈, 보행보조지팡이 사용자의 개인정보 저장 및 수신한 주요 정보 저장 등을 위한 서버부, 데이터베이스에 정보를 저장하기 위한 입력부와 서버부에서 요구하는 지리정보를 위한 맵데이터 등으로 구성된다 (그림 3).

2.2.2 보행보조지팡이

보행보조지팡이는 그림 4와 같이 장애물을 감지하였는지, 장치가 이탈되었는지 현재위치를 요청하는지 등을 판단하며, 장애물이 감지되었을 경우 측정거리에 따라 다른 주기의 알람 및 진동을 출력하게 된다. 보행보조지팡이가 사용자로부터 이탈되었을 경우 바로 진동 및 알람을 출력시켜 보행보조지팡이를 신속히 찾을 수 있도록 하며, 일정 시간이 경과한 후에도 보행보조지팡이를 찾을 수 없을 경우에는 이를 위급상황으로 판단하여 현재 GPS 좌표값과 위급상황 정보를 서버에 전송한다.

또한 시각장애인이 필요시 현재 위치정보를 필요로 할 경우에는 현재 위치의 좌표값을 현재위치 요청 메시지와 함께 CDMA 통신모듈을 통하여 서버에 전송하게 된다. 서버로부터 좌표값에 해당하는 위치(지명 등) 정보를 문자 메시지로 수신한 보행보조지팡이는 이를 TTS(Text-to-Speech) 기능을 통해 음성으로 변

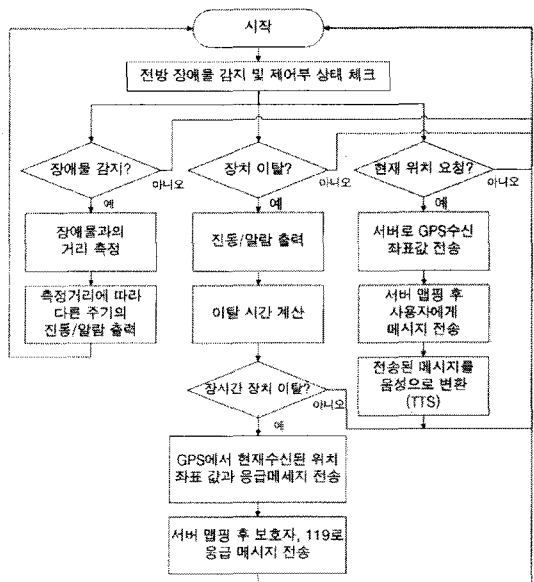


그림 4. 제안하는 지능형 보행보조시스템의 보행보조지팡이 동작

환하여 사용자에게 알려준다.

2.2.3. 서버

서버는 개인용 컴퓨터와 유사한 장치를 이용하여 설계할 수 있으며, 서버의 세부 구조는 그림 5와 같이 보행보조지팡이 및 응급구호기관이나 보호자간의 정보 송수신을 위한 CDMA 통신모듈, 보행보조지팡이 사용자의 회원정보 등록 및 검색, 사용자들에게 위치 정보 제공을 위한 지리정보(맵데이터) 저장 및 사용자(회원)의 보행 동안 발생한 주요 기록(Log)저장 등과 관련한 데이터베이스(DB), 수신한 위치 좌표값을 지리정보 문자로 변환하는 맵핑부, 그리고 사용자(회원)의 기본 정보를 입력하는 입력부 등으로 구성된다.

이와 같이 구성되는 서버는 그림 6과 같이 동작한다. CDMA 통신모듈을 통하여 보행보조지팡이로부터 문자 메시지를 수신한 서버는 수신 메시지의 내용(위급상황, 현재위치정보요청, 스팸문자 등)을 판단하여, '위급상황'에 해당할 경우 메시지와 함께 수신한 사용자의 '현재위치 좌표값'을 DB에 저장된 맵데이터를 활용하여 해당 좌표값의 지리정보를 문자로 변환하여 미리 입력되어 DB에 저장되어 있는 응급구호기관, 보호자 또는 관련복지기관 담당자 등으로 응급 상황을 SMS 문자로 전송하게 된다.

반면에 서버가 보행보조지팡이로부터 수신한 메시지 내용이 '현재위치정보 요청'일 경우, 수신 메시지에 포함된 '위치 좌표값'을 DB에 저장되어 있는 지리정보(맵)로 맵핑하여 현재위치에 대한 지리정보를 문자로 변환하여 사용자에게 SMS로 전송하게 된다. 한편 서버로부터 현재 위치에 대한 지리정보를 SMS로 수신하는 보행보조지팡이는 문자를 음성으로 변환

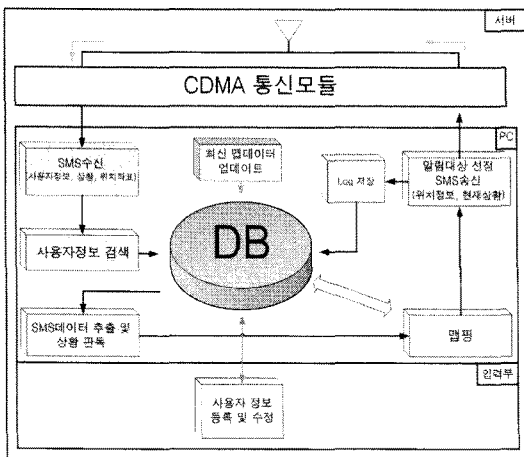
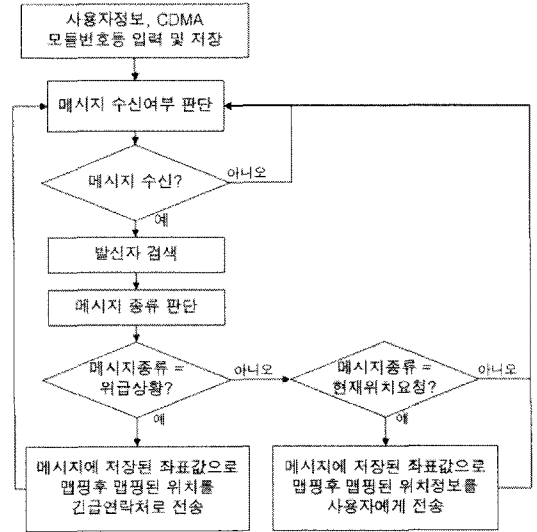


그림 5. 제안하는 지능형 보행보조시스템의 서버 구조



(*긴급연락처 - 119, 보호자, 보호기관등)

그림 6. 제안하는 지능형 보행보조시스템의 서버 동작

(TTS)하여 보행보조지팡이 사용자에게 현재위치에 대한 지리정보를 제공하게 된다.

2.2.4 전송 메시지의 프레임 형식

M2M 기반의 지능형 보행보조시스템의 보행보조지팡이와 서버간에 전송되는 문자 메시지(SMS)의 프레임 형식과, 서버에서 응급구호기관이나 보호자에게 전송하는 메시지의 프레임 형식은 그림 7과 같다. 보행보조지팡이에서 서버로 전송되는 메시지에는 '응급상황'과 '현재위치요청'에 대한 정보를 포함하는 메시지 유형, 보행보조지팡이에 탑재된 통신모듈의 등록번호로 구분하는 사용자의 회원 ID(Identification), 그리고 GPS 수신기를 통한 현재 위치좌표(위도, 경도)로 구성된다.

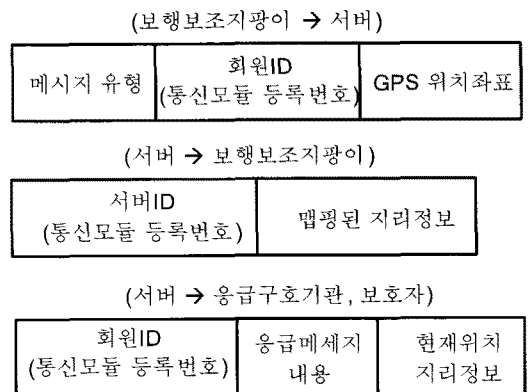


그림 7. 보행보조지팡이, 서버와 응급구호기관 또는 보호자 통신장치 간의 전송 메시지 형식

서버에서 보행보조지팡이로 전송되는 메시지에는 서버에 탑재된 통신모듈의 등록번호를 나타내는 서버 ID와 GPS 위치좌표를 맵핑한 지리정보를 포함한다. 그리고 서버에서 보호자 또는 응급구호기관으로 전송되는 메시지에는 보행보조지팡이에 내장된 통신모듈 번호(회원 ID), 응급내용 및 현재위치에 관한 지리정보 등으로 구성된다.

III. 시스템 구현 및 주요 결과

제안하는 시각장애인을 위한 M2M기반의 지능형 보행보조시스템은 다음과 같은 개발환경을 이용하여 기능 및 성능시험을 위한 시험 시제품을 개발하였다. 먼저 보행보조지팡이에서 부유장애물 탐지 및 장애물과의 거리측정을 위한 초음파센서는 1cm에서 최대 4m 까지 거리 측정이 가능한 모델을, 위치좌표 수신을 위하여 Polstar GPS수신기를 각각 사용하였다. SMS 송수신을 위하여 CDMA20001x 규격을 지원하는 켈컴사의 MSM6050 칩을 채용한 CDMA통신모듈을 사용하였다(표 3).

초음파 센서 및 알람(음성)/경보, CDMA 통신모듈, 그리고 GPS수신기 등을 제어하는 마이크로프로세서는 ATmega128을 사용하였으며, 구현된 보행보조지팡이의 기능 및 위치좌표 수신 결과 등을 확인하기 위하여 LCD 모듈을 장착하였다.

그리고 서버는 Window-XP 환경에서 데이터베이스용 ACCESS를 사용하였으며, 특히 서버의 GUI(Graphic User Interface) 및 응용 소프트웨어 개발을 위하여 Visual Basic 6.0과 다음 맵(Daum map) Open API(Application Programming Interface)를 각각 이용하였다. 여기서, GPS 위치좌표를 지리정보로 맵핑하기 위한 맵데이터는 널리 알려져 있는 알맵(Almap) 대신 정확도가 상대적으로 높은 다음(Daum) 맵을 사용하였다.

한편 시스템 개발환경을 토대로 개발한 시각장애인을 위한 M2M 기반의 지능형 보행보조시스템의 시험 시제품은 그림 8과 같다. 시험 시제품은 기능 및 성능

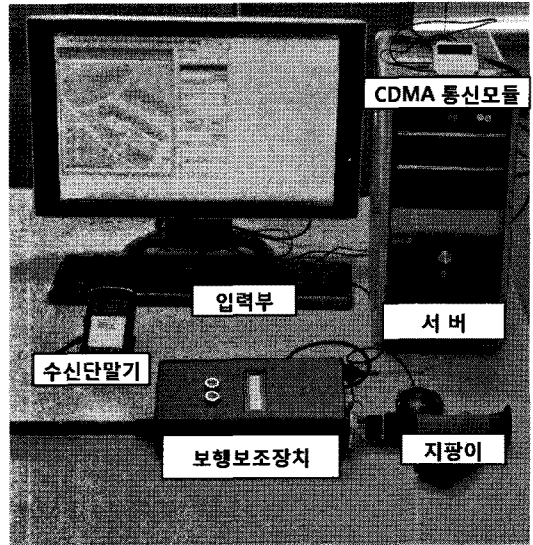


그림 8. 제안하는 M2M 기반의 지능형 보행보조시스템의 개발 시제품

시험을 위하여 통신모듈을 탑재한 서버, 보행보조장치를 장착한 보행보조지팡이, 그리고 응급구호기관 또는 보호자를 위한 휴대전화 등으로 구성하였다.

그림 9는 개발한 지능형 보행보조시스템 서버의 구현 예와 함께 보호자 등의 휴대전화에 수신된 응급상황 메시지를 보여주는 것이다. 보행보조지팡이 사용자에게 위급상황이 발생하여 이에 관한 메시지를 서버가 수신한 후 사용자의 현재 위치를 표시하고(그림의 동그라미 표시), 사용자의 현재 위치에 해당하는 지리정보와 함께 사용자의 응급상황을 보호자에게 SMS로 전송한다. 또한 개발한 서버에서는 보행보조지팡이 사용자가 보행중 만난 주요 사건이나 사고 등에 관한 내용을 저장하며, 사용자의 주요 특징이나 보호자의 연락처 등을 포함한 기록 등을 관리자에게 제공할수 있다.

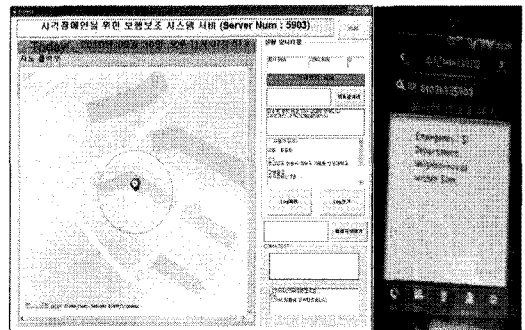


그림 9. 제안하는 M2M 기반의 지능형 보행보조시스템의 서버 구현 결과(예)와 휴대전화의 수신 응급메세지

표 3. CDMA 통신모듈의 주요 특징

주요 항목	사 양
사용 주파수 대역	824-849 MHz(송신) 869-894MHz(수신)
변조방식	OQPSK(송신) QPSK(수신)
대역폭	1.23 MHz
주요기능	SMS 송수신

IV. 성능 시험 및 결과 고찰

본 논문에서 제안하는 M2M 기반의 지능형 보행보조시스템의 기능 및 성능시험을 위하여, 창원대학교 캠퍼스의 대학본부, 공과대학(51호관) 및 자연대학(32호관) 등 3곳의 위치정보와 함께 인근 반경 50m에 해당하는 다음 맵 정보를 서버의 데이터베이스에 미리 저장하였다.

4.1 보행보조지팡이의 기능 및 성능

먼저 보행보조지팡이의 장애물 감지 기능 및 성능 시험을 위하여, 장애물과의 측정 거리 간격은 보행보조지팡이에 미리 설정한 최대 감지 거리인 2m, 중간 위치로 1m, 사용자에게 있어 위험감지를 인지해야할 최소 거리인 0.5m에 따라 각각 5초, 3초, 0초(자연 없음) 간격으로 음성 및 진동을 출력하는 기능을 시험하였다. 시험 결과 부유장애물에 대하여 각 측정거리의 간격이 약 0.1m의 오차는 있었지만, 눈을 가린 시험자(사용자)가 진동이나 경보음을 통하여 장애물을 회피하는데 큰 문제가 없었다.

또한 개발한 지능형 보행보조지팡이의 장애물 종류별 감지 능력을 확인하기 위하여, 표 4와 같이 원통형 금속봉과 평면 노끈 등 두 종류의 장애물을 사용자로부터 2m 거리 이내에 설치하였다. 특히 장애물의 반사면(직경)에 따른 감지 능력을 확인하기 위하여, 이들 장애물의 직경을 다르게 설치하였다. 시험 결과 장애물의 직경이 작을수록 감지거리가 감소하지만 2m 이내에서는 종류와 무관하게 양호하게 감지함을 확인하였다.

보행보조지팡이에 미리 설정한 초음파센서의 감지거리별 진동시간과 진동주기의 동작 기능을 확인하기 위하여, 그림 10과 같이 장애물과의 거리를 4구간으로 나누어 시간을 측정하였다. 사용자가 장애물로부터 2.0m~1.5m 구간에 위치하여 감지할 경우에는 0.1초 동안 진동한 후 2초간 정지하며, 1.5m~1.0m 구간의

표 4. 장애물 종류별 보행보조지팡이의 감지능력

장애물 종류	직경(cm)	감지거리(m)
금속봉(원통형)	3.5	2
	2.5	1.8
	0.5	1.5
평면 노끈	1.5	2
	1.0	1.97
	0.5	1.87

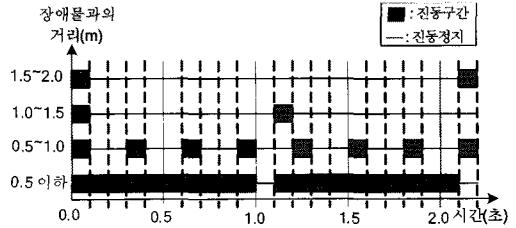


그림 10. 장애물과의 거리에 따른 진동 감지(측정) 시간

장애물 감지에는 0.1초 동안 진동한 후 1초간 정지, 1.0m~0.5m 구간의 장애물 감지에는 0.1초 동안 진동한 후 0.2초간 정지, 그리고 근접거리인 50cm 이하일 경우 1초간 진동한 후 0.1초간 진동 정지하며, 각각 이와 같은 방법으로 반복하도록 설정하였다. 각 구간별 10회 이상 측정된 결과 대체로 정확하게 동작함을 확인할수 있었다.

그리고 보행보조지팡이가 장애물 감지 후 사용자가 진동을 인지하는데 소요된 시간을 확인하기 위하여, 사용자로부터 2m 거리에 장애물(벽)을 설치한 후 표 5와 같이 진동주기가 바뀌는 4구간의 감지 거리에 따른 인지시간을 평균값으로 측정하였다. 장애물과의 거리가 가까워짐에 따라 사용자의 인지시간이 짧아짐(빨라짐)을 알수 있다. 따라서 보행보조지팡이 사용자가 위험물체에 가까이 다가갈수록 빨리 반응(인지)할수 있는 효과를 기대할수 있다.

제안하는 보행보조시스템의 ‘장치이탈 및 위급상황 판단’ 기능을 시험하기 위하여, 주위 장애물이 존재하지 않는 평지에서 0.5m, 1m, 5m의 반경으로 영역을 설정하였다. 설정한 영역내의 임의의 장소에 보행보조지팡이를 놓은 상태에서, 장치이탈시 5초 간격으로 발생하는 경보음을 통하여 사용자가 이를 찾는데 소요되는 시간을 측정하였다. 그 결과 0.5m의 거리에서 찾는데 1분 이내, 1m에서는 3분 이내가 각각 소요되었으나, 5m에서는 보행보조지팡이에서 제공하는 경보음을 사용자가 듣기 어렵기 때문에 찾기가 어려웠다. 따라서 보행보조지팡이가 사용자로부터 멀리 이탈할 경우를 고려할 때 경보음의 출력을 높일수 있도록 할 필요가 있다.

특히 ‘위급상황’은 보행보조지팡이가 사용자로부터 이탈된 후 일정한 시간을 계산하여 계산된 시간이 경

표 5. 장애물 감지거리에 따른 사용자의 인지시간

장애물 감지거리 (m)	2.0~1.5	1.5~1.0	1.0~0.5	0.5미만
인지시간(sec)	2.11	1.85	1.53	1.42

과한 후에도 보행보조지팡이의 경보음이 지속할 경우 이탈되어 있는 경우로 판단하여 기능이 동작하는 것을 확인하였다. 위급상황 판단 시간을 30초로 설정하여 LCD를 통하여 사용자의 현재 상황 메시지와 위치 좌표값이 정확하게 계산되는지를 확인한 결과 정확한 수신이 가능함을 확인하였다.

와 같은 상황들을 고려하여 '위급상황' 판단시간을 4분으로 설정하면 사용자 근처에 보행보조지팡이가 이탈되더라도 위급상황으로 잘못 판단하는 문제를 해결할 수 있을 것이다. 반면에, 보행보조지팡이가 사용자로부터 5m 이상 이탈되어 있을 경우는 '위급상황'으로 판단하여 보호자나 응급구호기관 (119), 또는 복지기관에서 출동해 사용자를 신속히 구조하거나, 보행보조지팡이를 사용자에게 직접 찾아줌으로써 사용자가 더 위험한 상황에 노출되지 않도록 미리 예방할 수 있을 것으로 기대된다.

4.2. 서버의 기능 및 성능

보행보조지팡이의 GPS 수신 좌표값과 다음 맵의 지리정보 일치 정도를 확인하기 위하여, 데이터베이스에 저장한 창원대학교 캠퍼스 내의 3곳에서 시험자(사용자)가 보행보조지팡이의 '현재위치정보 요청' 스위치를 누르게 되었을 때, 서버에서 수신한 GPS 위치좌표를 현재위치에 해당하는 맵의 지리정보와 일치하는 정도(차이)를 측정하였다.

표 6은 창원대학교 32호관 주변 지역으로 반경 10m 이내에 장애물이 없으며, 반경 20m내에 위치하는 주차지역에 차량 4대정도만 주차하는 환경에서, 보행보조지팡이를 사용하는 시험자가 동서남북 각각 2m 정도 위치를 이동하면서 보행보조지팡이에서 요청한 GPS 수신 좌표값과 서버의 맵에서 맵핑한 지리정보의 일치 정도를 시험한 결과를 나타낸다. 위치에 따라 작은 차이는 있지만 평균 10% 내외의 오차를 보여주며, 이는 평균적으로 0.2m 정도의 거리차에 해당한다.

표 7은 창원대학교 51호관 주변 지역으로 반경 10m 이내에 장애물이 없으며 작은 나무 2~3그루만 존재하는 환경에서, 보행보조지팡이를 사용하는 시험

표 6. GPS 좌표값과 맵의 지리정보 매핑결과 중심 좌표값

(위도, 경도) : (35.147200, 128.416740)

	(위도, 경도)	거리(m)	오차(%)
동	(35.147199, 128.416747)	1.776	11.2
서	(35.147202, 128.416731)	2.330	16.5
남	(35.147193, 128.416740)	2.121	6.05
북	(35.147206, 128.416741)	1.835	8.25

표 7. GPS 좌표값과 맵의 위치매핑 결과 중심 좌표값

(위도, 경도) : (35.145447, 128.418353)

	(위도, 경도)	거리(m)	오차(%)
동	(35.145448, 128.418361)	1.750	12.5
서	(35.145447, 128.418346)	2.023	1.15
남	(35.145437, 128.418354)	1.835	8.25
북	(35.145454, 128.418353)	2.121	6.05

자가 동서남북 각각 2m 정도 위치를 이동하면서 GPS 수신 좌표값과 서버의 맵과 지리정보 일치 정도를 시험한 결과를 나타낸다. 평균적으로 6% 내외의 위치매핑 오차를 보여준다. 표 6 및 표 7과 같이 수신좌표와 실제 지리정보 간의 오차 문제는 서버에서 사용하는 다음 맵(Open API)의 높지 않은 정확도로 인하여 야기되는 문제로서, 상용 GIS (Geographical Information System) 맵 등을 이용할 경우 좌표값 보상 없이 정확한 위치정보를 사용자에게 제공할 수 있을 것으로 예상된다.

한편 보행보조지팡이 사용자에게 보다 정확한 위치정보를 제공할 수 있는 기능 관점에서 볼 때, 본 논문에서 제안하는 분산형 (지팡이와 서버에 기능 분산)과 선행 연구의 통합형^[11]은 성능이 유사하다고 볼 수 있다. 다만, 사용자에게 제공하는 지리정보 제공 소요시간은 통합형이 제안하는 분산형에 비해 다소 짧을 것으로 예상된다. 그러나 저장하고 있는 지리정보의 변경 필요시, 이동통신망이나 인터넷과 직접 접속할 수 없는 통합형은 사용자가 직접 지리정보를 갱신해야 하는 불편함이 따를 수 있는 반면, 분산형은 서버에서 유무선 통신망을 통해 직접 갱신할 수 있는 잇점이 있다.

V. 결 론

시각장애인들이 보다 안전하고 편리하게 보행하기 위해서는 통상적인 지상면의 장애물뿐만 아니라 부유 장애물 감지 기능과 현재위치에 대한 지리정보나 위급한 상황에 처했을 때 이를 신속히 판단하고 효과적으로 대처할 수 있는 보호기능 등을 제공할 수 있는 지능형 보행보조시스템이 요구된다.

이를 위하여 본 논문에서는 초음파센서, GPS수신기, 이동통신모듈 등을 이용한 M2M 기반의 지능형 보행보조시스템을 제안하고 이를 시제품으로 개발하였다. 제안하는 시스템은 장애물 감지 및 회피, 사용자의 위급상황 판단, 현재위치좌표 수신, 현재위치의 음성지리정보 제공, 이동통신모듈을 통하여 문자송수

신 기능 등을 수행하는 보행보조지팡이와, 보행보조지팡이 사용자에게 현재위치좌표에 해당하는 지리정보를 제공하고 응급구조기관이나 보호자에게 사용자가 처한 위급상황 및 위치정보 등을 제공하는 서버로 구성된다. 특히 제안하는 시스템의 서버는 원격지에서도 바로 옆에서처럼 보행보조지팡이 사용자의 안전하고 편리한 보행을 지원할수 있으며, 필요할 경우 보행중에 발생한 사용자별 사고장소, 사고시간, 사고횟수와 같은 주요 정보를 제공할수 있도록 설계 및 구현하였다.

개발한 시스템을 다양한 시험환경에서 기능 및 성능 시험을 수행한 결과, 장애물 감지능력과 응급상황 대처 능력 등을 포함한 시스템 요구사항을 대체로 만족시킴을 확인하였다. 또한 보행보조지팡이 사용자의 현재위치좌표와 서버에서 제공하는 현재지리정보의 정확도 등에 대한 성능시험 결과 10% 내외의 오차를 보였으나, 이러한 오차는 제안 시스템에서 사용한 다음 맵(Open API) 대신 상용 GIS 맵을 사용할 경우 개선할수 있을 것으로 예상된다. 제안하는 지능형 보행보조시스템을 실용화하기 위해서는 전력소모(배터리) 문제와 함께 집적화 기술 등을 통한 보행보조장치의 경량화 등을 위한 추가적인 연구가 요구된다.

참 고 문 헌

- [1] P. Papadimitratos, A. L. Fortelle, K. Evensen, R. Brignolo, and S. Cosenza, "Vehicular communication system: enabling technologies, applications, and future outlook on intelligent transportation," *IEEE Commun. Mag.* 99, 84-95, November 2010.
- [2] 김대봉, 이상훈, 조화섭, 강창순, "CDMA 이동통신을 이용한 모바일 블랙박스," *한국통신학회 하계종합학술발표대회*, 2010년 6월 pp.1024-1027.
- [3] J.-H. Lee and Hideki Hashimoto, "Controlling mobile robots in distributed intelligent sensornetwork," *IEEE Trans. on Industrial Electronics*, Vol.50, No.5, pp.890-902, Oct.2003.
- [4] V. Kulyukin, C. Gharpure, J. Nicolson, G. Osborne, "Robot-assisted wayfinding for the visually impaired in structured indoor environment," *Autonomous robots*, Vol.21, No.1, pp.29-41, 2006.
- [5] S. Kotani, T. Nakata, M. Hideo, "A strategy for crossing of the robotic travel aid "Harunobu"," *Proceedings of IEEE/RSJ international conference on intelligent robot and systems*, 2001, pp.668-673.
- [6] 강창순, 김수정, 고은영, "CDMA 이동통신모듈을 이용한 원격자동검침 및 요금통보시스템," *한국멀티미디어학회논문지*, Vol.11, No.4, pp.977-985, 2008년 7월.
- [7] 설태민, 윤상호, 강창순, "이동통신모듈과 GPS 수신기를 이용한 지적장애인 보호 시스템의 설계 및 구현", *IT 서비스 저널*, Vol.9, No.4, pp.207-217, 2010년 12월.
- [8] 보건복지부, 2009년 장애종별 등록 장애인수와 연간 시각장애인수 (2000-2008), 2008.
- [9] 한국도로교통공단, <http://taas.rota.or.kr/index.jsp>, 2009.
- [10] J. Borenstein and I. Ulrich, "The guidecane-A computerized Travel Aid for the active guidance of blind pedestrians," *The Proceedings of the international Conference on robotics and automation*, Albuquerque, NM, April, 1997, pp.1283-1288.
- [11] 김태균, 학양희, 최병재, 김광백, "GPS 모듈을 이용한 시각 장애인용 보행보조 장치의 설계," *한국지능정보시스템학회 추계학술대회논문집*, 2007. 11, pp.545-549.
- [12] S. cardin, D. Thalmann, and F. Vexo, "Wearable obstacle detection system for visually impaired people," *Proceedings of VR workshop on Haptic and Tactile*, 2005, pp.256-261.
- [13] Shin, H.M., Lee, J.S., Lee, E.H, Hong S.H., "A study on the sounding-imaging algorithm of obstacle information for the visually impaired," *Proceedings of ITC-CSCC 2002*, pp.389-392.
- [14] 이진희, 신병석, "초음파 센서의 효과적인 배열을 통한 시각장애인 보행 보조 시스템," *한국 차세대컴퓨팅학회 논문지*, pp.31- 38, 2008.3월
- [15] Byeong-seok Shin and Cheol-Su Lim, "Obstacle detection and avoidance system for visually impaired people," *Proceedings of the 2nd international conference on haptic and audio interaction design*, Seoul, Korea, 2007, pp.78-85.
- [16] 벨웨이브, BSM-860s Programmer's Guide-version 1.0.6.

강 창 순 (Chang-Soon Kang)

정회원



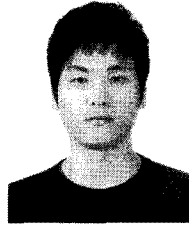
1984년 2월 경북대학교 전자
공학과
1986년 8월 연세대학교 전자
공학과 석사
2001년 2월 KAIST 전자전산
학과 박사
1989년 10월~2003년 2월 한
국전자통신연구원 책임연구원

2003년 3월~현재 창원대학교 정보통신공학과 박사
과정

<관심분야> 이동통신, 무선자원관리, 무선협력통신,
사물지능통신(M2M), IT융합기술

김 병 희 (Byung-Hee Kim)

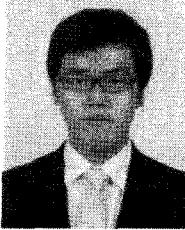
준회원



2011년 2월 창원대학교 정보통
신공학과 졸업
2011년 2월~현재 경북대학교
전자전기컴퓨터공학부 석사과정
<관심분야> 전자공학, 통신공
학, 로봇공학

조 화 섭 (Hwa-Seop Jo)

학생회원



2011년 2월 창원대학교 정보통
신공학과 학사과정
<관심분야> 이동통신공학, 전
자공학, IT 융합기술