



저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

2012년 2월

석사학위논문

시각장애인을 위한 스테레오 비전  
기반 자기 위치 파악 기술

조선대학교 대학원

컴퓨터공학과

김 경 호

시각장애인을 위한 스테레오 비전  
기반 자기 위치 파악 기술

Stereopsis-based Self-location Perception  
Technologies for the Visually Impaired

2012년 2월 25일

조선대학교 대학원

컴퓨터공학과

김 경 호

시각장애인을 위한 스테레오 비전  
기반 자기 위치 파악 기술

지도교수 이 상 응

이 논문을 공학 석사학위신청 논문으로 제출함.

2011년 10월

조선대학교 대학원

컴퓨터공학과

김 경 호

# 김경호의 석사학위논문을 인준함

위원장 조선대학교 교수

문인규 (인)

위원 조선대학교 교수

양희덕 (인)

위원 조선대학교 교수

이상웅 (인)

2011년 11월 30일

조선대학교 대학원

# 목 차

ABSTRACT .....	v
제 1 장 서 론 .....	1
제 1 절 연구 배경 및 기존 연구 .....	1
제 2 절 연구 내용 및 범위 .....	6
제 2 장 시스템 개요 .....	7
제 1 절 소 개 .....	7
제 2 절 시스템 구성 .....	8
제 3 절 관련 기술 .....	10
1. 스테레오 시스템 .....	10
2. 3차원 공간 분석 .....	14
3. 색상별 분리 .....	16
4. 스카이라인 검출 .....	19
5. 표지판 검출 및 인식 .....	23
제 3 장 자기 위치 추정 및 점자 블록 검출 .....	27
제 1 절 자기 위치 추정 .....	27
1. GPS를 이용한 위치 추정 .....	27
2. 센서 데이터 획득 및 교환 .....	30
3. 종합적 위치 추론 .....	33
제 2 절 점자 블록 검출 .....	38
제 4 장 실험 및 평가 .....	42
제 5 장 결 론 .....	47
참고문헌 .....	49

## LIST OF TABLE

Table. 4.1 실험을 위한 입력 데이터(좌표 및 방위) .....	43
Table. 4.2 실험을 위한 입력 데이터(간판 추출 영상) .....	44
Table. 4.3 자기 위치 추정 결과 및 오차 .....	45

# LIST OF FIGURE

Fig. 1.1 시각 장애인 보행을 위한 흰 지팡이(White Cane)와 맹도견 .....	1
Fig. 1.2 Laser Cane .....	2
Fig. 1.3 Mowat Sensor .....	2
Fig. 1.4 Russel pathsounder .....	2
Fig. 1.5 Navbelt .....	2
Fig. 1.6 v0lCe .....	3
Fig. 1.7 MELDOG .....	4
Fig. 1.8 HARUNOBU .....	4
Fig. 1.9 VA-PAMAID walker .....	4
Fig. 1.10 KIST 보행안내시스템 .....	5
Fig. 1.11 OpenEyes .....	5
Fig. 1.12 자기위치 파악 시스템 개념도 .....	6
Fig. 2.1 자기위치 파악 시스템 프로토 타입 .....	7
Fig. 2.2 하드웨어 구성도 .....	9
Fig. 2.3 소프트웨어 구성도 .....	9
Fig. 2.4 스테레오 카메라 시스템 구성 방식 .....	11
Fig. 2.5 스테레오 카메라(STH-MDCS-VAR) .....	13
Fig. 2.6 스테레오 카메라 획득 영상 및 깊이지도 .....	13
Fig. 2.7 영상과 변환에서의 대응 예시 .....	15
Fig. 2.8 직선의 $r, \theta$ 표현 .....	15
Fig. 2.9 Hough Transform을 이용한 소실점 추출 .....	16
Fig. 2.10 Mean Shift를 이용한 색상 분리의 예 .....	19
Fig. 2.11 스카이라인의 예 .....	19
Fig. 2.12 스카이라인 검출 흐름도 .....	20
Fig. 2.13 표준필터 적용 결과 .....	21
Fig. 2.14 이진화 수행 .....	22

Fig. 2.15 이진화 수행 지역교환 후 2차 모폴로지 연산 .....	22
Fig. 2.16 레이블링 후 최종 영역 선택 .....	23
Fig. 2.17 교통 표지판의 종류 .....	24
Fig. 2.18 교통 표지판 검출 흐름도 .....	24
Fig. 2.19 표지판 추출을 위해 획득한 영상 .....	25
Fig. 2.20 S 채널에서의 표지판 특성 분석 .....	26
Fig. 2.21 표지판 후보 영역 검출 결과 .....	26
Fig. 3.22 GPS 위치 측정 결과 표시 .....	28
Fig. 3.23 GPS와 무선망을 이용한 위치 추정 개념도 .....	29
Fig. 3.24 GPS와 무선망을 이용한 위치 추정 결과 .....	29
Fig. 3.25 시선 개념도 .....	30
Fig. 3.26 데이터 흐름도 .....	31
Fig. 3.27 SHW-M110S를 이용해 측정된 데이터 .....	31
Fig. 3.28 외부 서버 프로그램 .....	32
Fig. 3.29 메인 시스템 .....	32
Fig. 3.30 연속적 영상 획득 .....	34
Fig. 3.31 획득된 주변 영상 .....	34
Fig. 3.32 추출 상점의 위치 정보 .....	35
Fig. 3.33 평면에서 도식화 .....	35
Fig. 3.34 연산을 위한 도식화 .....	36
Fig. 3.35 위치추론 결과 .....	38
Fig. 3.36 점자블록 인식 흐름도 .....	39
Fig. 3.37 cr과 cb 채널 예시 .....	40
Fig. 3.38 점자블록 인식 결과 예시 .....	41
Fig. 4.1 위치 추정치 오차 그래프 .....	45
Fig. 5.1 3차원 공간 분석 .....	47
Fig. 5.2 거리지도 .....	47
Fig. 5.3 Mean Shift를 이용한 색상 분리의 예 .....	48

## ABSTRACT

# Stereopsis-based Self-location Perception Technologies for the Visually Impaired

by Kyoung-Ho, Kim

Advisor : Prof. Sang-Woong, Lee Ph. D.

Department of Computer Engineering,

Graduate School of Chosun University

In order to maintain the daily life, many information are required. One Of them is, the visual information which is standard for decision making in daily life. Thus visual information is very important and, if unable to obtain correct visual information, Daily life will have very devastating effects.

The biggest inconvenience for the visually impaired is, walking as a normal person, they also need the other information to walk properly, current position, direction and vision are important factors to identify

the risk factors.

To suppose solution for this problems many studied are going on in a variety of ways. the aim of this paper to is to develop stereo vision based self locating technology using GPS information, for a position selected by user/candidate.

A stereo vision system is a three dimensional spatial information of surroung environment, in addition the color separation technique is used to separate the different objects, through this technology surrounding object and risk factors can be easily determined.

The most important element of this technology is to identify the location of skyline, which use the matching information extracted from surrounding and in this way the traffic signs can be recognized. This technology can be installed for the visually impaired persons to recognize Braille blocks so that they can follow safe pedestrian path.

These techniques which are based on the information extracted from the environment is used in a system where a comprehensive self reasoning is performed.

# 제 1 장 서 론

## 1절 연구 배경 및 기존 연구

인간은 일상생활을 영위하기 위하여 다양한 정보를 활용한다. 획득하는 많은 정보 중 시각정보는 87%라는 매우 높은 비중을 차지하고 있고, 수많은 판단 속에서 주된 기준으로 작용한다. 그러므로 이 시각 정보를 정상적으로 획득할 수 없거나, 제약을 받을 경우 일상생활에 치명적인 영향을 끼친다. 이러한 이유로 시각장애인이 정상적인 일상생활을 영위하기 힘든 것이다.

시각장애인이 일상생활 속에서 다양한 불편을 느끼지만, 가장 큰 불편함은 보행의 문제이다. 보행은 신체의 감각기관을 통하여 획득하는 다양한 정보를 종합적으로 이용하여야 한다. 따라서 주된 정보 획득 수단인 시각의 상실은 매우 치명적이다. 보행을 위해서는 다른 정보들도 필요하지만, 현재 위치와 방향을 인지하고 위험을 파악하기 위해서 시각의 역할은 거의 절대적이기 때문이다. 이런 시각장애인의 보행 문제를 지원하기 위해서 다양한 방법이 제시되고, 또한 연구되고 있다.

현재 가장 일반적으로 사용되는 보행 보조 기구로는 흰 지팡이(White Cane)와 맹도견을 들 수 있다. 하지만 흰 지팡이만으로는 정보를 획득할 수 있는 범위가 짧으며 대상과의 직접적인 접촉을 통해서만 장애물의 유무를 판단할 수 있다는 단점이 있다. 맹도견은 스스로 장애물을 피해서 안내해 시각장애인의 안전과 편의적 측면에서는 흰 지팡이보다 우수하지만, 훈련이나 관리가 용이하지 않은 문제가 있다[1].

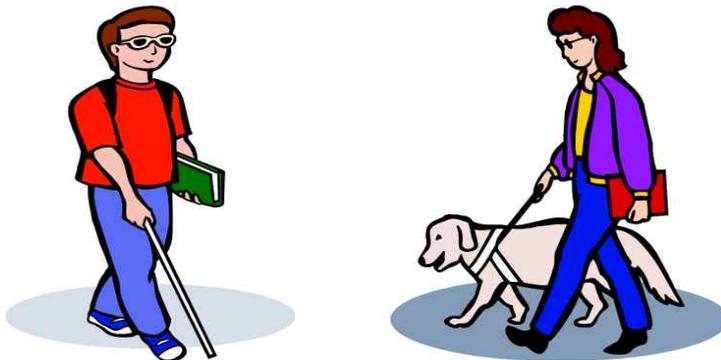


Fig 1.1 시각 장애인 보행을 위한 흰 지팡이(White Cane)와 맹도견

흰 지팡이와 맹도견의 이러한 문제점은 시각장애인의 보행에 여전히 위험요소를 남겨놓았다. 1900년대 이후 급속히 전기 전자 기술이 발달함에 따라서 이 위험요소를 전기 전자 기술을 접목하여 제거하려는 다양한 방법들이 시도되기 시작하였다. 그 결과 보행 보조기인 ETA(Electrical Travel Aids) 장치들이 개발되었다.

대표적으로 지팡이에 3개의 레이저 다이오드를 장착하여 계단이나 장애물 등의 위치를 파악하는 Laser Cane, 초음파센서를 이용하여 장애물의 여부를 판단하고 음향으로 안내하는 Mowat Sensor, 목걸이 모양으로 사용자가 목에 걸고 전방의 장애물을 음향으로 안내하는 Russel pathsounder, 벨트 모양에 여러개의 초음파 센서를 장착하여 360도의 전방향 감지 후 방향 및 거리를 스테레오 입체 음향 기술을 통해 안내하는 Navbelt[1][2][3] 등이 있다.

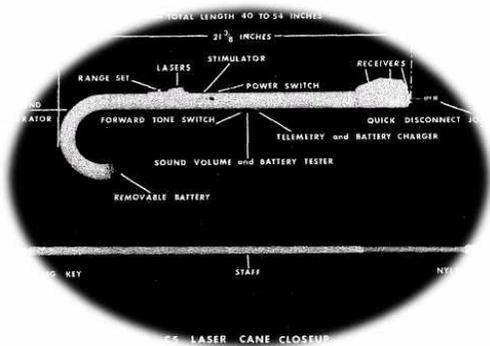


Fig 1.2. Laser Cane



Fig 1.3. Mowat Sensor



Fig 1.4. Russel pathsounder



Fig 1.5. Navbelt

또한 시각장애인의 발달된 청각을 이용해 물체의 위치 정보를 전달하는 v0ICe, GPS 기반으로 현재 위치를 소리로 전달해주는 Trekker 등이 있다[4][5].



Fig 1.6. v0ICe

그러나 이러한 장치들은 센서를 통하여 측정된 값을 시각장애인에게 전달하기만 할 뿐, 측정된 결과에 대한 판단은 시각장애인에 전적으로 맡긴다. 따라서 시각장애인이 직접 판단하고 방향을 결정해야 하므로 단순한 장애물 감지기 정도의 용도로밖에 활용할 수 없어 큰 효과를 볼 수 없다[3]. 이러한 ETA 들의 문제점을 해결하기 위해 1980년대 중반부터 로봇 기술을 더한 RTA(Robotic Travel Aids)가 개발되어왔다.

대표적으로 지정된 Landmark를 따라 이동하며 전방의 장애물을 탐지하여 보행을 유도하는 MELDOG[6], GPS와 영상 정보를 이용하고 주변 환경을 인지하고, 지도 DB를 사용하여 보행을 유도하는 HARUNOBU[7], 육체적 보조와 장애물 회피 기능을 적용한 PAM-AID[8] 등이 있다.



Fig 1.7. MELDOG



Fig 1.8. HARUNOBU



Fig 1.9. VA-PAMAID walker

하지만 RTA는 지정된 장소, 실내 등의 제약 사항 때문에 일반적으로 사용하기 힘든 문제가 있다. 이 때문에 휴대용 장비에 대한 연구가 다시 이루어졌다. 그리고 앞서 언급한 문제들이 여전히 시각장애인의 자유로운 보행을 위협한다. 이 문제를 보완하기 위하여, 시각장애인이 착용할 수 있는 휴대용 장치의 연구와 더불어 영상을 기반으로 하는 시스템이 연구되었다. 이 시스템들은 판단에서 컴퓨터 비전 분석 기술을 통하여 획득한 정보의 비중이 더 커졌다.

컴퓨터 비전 기술을 사용하면 기술의 특성상 주변의 환경을 분석하여 인지할 수 있고, 정보를 파악할 수 있다. 이를 이용하여 장애물을 인식하고, 장애물과의 거리를 확인해 장애물에 대한 회피 방법을 결정할 수 있다. 또한 비전 방법을 이용하면 기존의 방법에서 오작동하는 작은 물체나 표면이 고르지 못한 물체를 인식해 낼 수 있다[9].

이러한 장점 때문에 옥스퍼드 대학에서는 스테레오 비전을 이용한 시각장애인용 장치를 연구하였다. 이 장치는 전방의 단순 사각형 물체를 탐지하고, 측정된 거리를 알려주는 기능을 가지고 있다. 국내에서는 KIST 인간 친화 복지 로봇 시스템 연구센터에서 영상 센서 또는 거리 센서 등 각종 센서를 이용하여 맹인 정면에 대한 정보를 얻고 그 정보를 맹인에게 제공하는 로봇을 이용한 보행 안내 시스템을 개발하였다. 또한 고려대학교 인공시각연구센터에서는 착용형 보행 안내 시스템 (OpenEyes) 프로토타입을 개발하였다. 이 연구는 실내의 제한된 환경에서 보행로상의 상황(문, 문패, 계단, 장애물, 사람 등)들을 탐지하여 시각장애인의 보행에 도움을 준다[9].



Fig 1.10. KIST 보행안내시스템

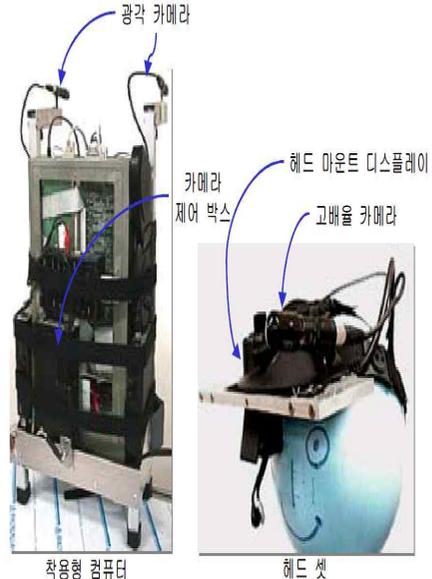


Fig 1.11. OpenEyes

## 2절 연구 내용 및 범위

본 논문에서는 기존에 연구된 스테레오 비전 기반 기술, 3차원 공간 분석 기술, 색상별 분리 기술, 스카이라인 검출 기술, 표지판 검출 및 인식 기술을 이용하여 시스템을 구성한다. 그리고 주변 환경에 대한 정보를 파악하고, GPS 기술과 각종 센서 데이터와 컴퓨터 비전 기술을 적용하여 현재 위치에 대한 추론을 수행하는 시스템을 소개한다. 여기에 더하여 자기 위치를 추정하기 위해 상점의 위치 정보 데이터 베이스와 방위정보를 이용하여 자기 위치를 파악하는 기술을 제안한다. 또한 시각장애인을 위하여 설치된 점자 블록에 대한 검출을 수행함으로써 시각장애인의 보행 보조 정보로 활용한다.

최종적으로 언급한 기술을 종합하여 현재 위치를 파악할 수 있는 시스템 구축을 목표로 연구하였다.



Fig 1.12. 자기위치 파악 시스템 개념도

## 제 2 장 시스템 개요

### 제 1 절 소 개

본 논문에서는 컴퓨터 비전 기술인 스테레오 비전 기술에 기반한 시스템을 제안한다. 이 시스템의 핵심은 현재 위치를 파악할 수 없는 시각장애인을 위한 자기 위치 파악이다. 자기 위치 파악 시스템은 일상적인 외부 보행 환경에서 시각 장애인이 부딪히는 문제에 대한 해결의 실마리를 제공함으로써 목적지까지 정상적으로 도착할 수 있는 시스템을 최종 목표로 하고 있으나, 본 논문에서는 시스템의 소개와 현재 자신의 위치를 파악할 수 있는 기술을 언급한다.



Fig 2.1. 자기위치 파악 시스템 프로토타입

본 논문에서는 스테레오 비전 기반 기술, 3차원 공간 분석 기술, 색상별 분리 기술, 거리별 분리기술, 스카이라인 추출 기술, 표지판 인식 기술, 노면 표지 인식 기술, GPS 연동 기술, 전자지도 연동 기술, 영상 특징 매칭 기술, 다시점 영상을 이용하여 주위 환경을 파악하고 장애물의 탐지와 회피가 가능한 시스템을 소개하고 제안한 자기 위치 파악 기술을 이용하여 현재의 위치 파악을 목표로 연구하였다.

## 제 2 절 시스템 구성

본 논문은 시각장애인의 현재 위치를 파악하고 이를 토대로 목적지까지 정상적으로 도달할 수 있는 보행 유도 시스템 개발을 목표로 한다. 이를 달성하기 위해서는 다음과 같은 기능들이 필요하다.

첫째, 목적지까지의 경로와 방향을 선택하기 위해 자신의 현 위치와 정면의 방향을 파악해야한다.

둘째, 보행중 만나게 되는 다양한 환경(평지, 장애물(사람), 계단, 턱 등)에 대응하기 위해 주변 환경에 대한 분석이 필요하다.

셋째, 진행 방향의 장애물을 파악해야 한다. 보행 중에 마주치는 장애물은 다양하다. 보행로에 놓여진 물건이나, 울타리 등이 있고, 주변에 보행하는 사람들 역시 시각장애인에게는 위협적인 장애물이 된다.

이와 같은 기능을 위해 제안하는 시스템은 구성은 다음과 같다.

Fig. 2. 1. 1과 같이 본 시스템은 시각 장애인이 충분히 소지하고 다닐만한 형태로 제작 되었다. 실제적인 처리를 담당하기 위하여 무게가 경량화 되어 가방에 넣은 상태에서 멜 수 있는 노트북을 메인 시스템으로 구성하였다. 그리고 스테레오 영상을 통한 영상 분석 방법의 적용을 위하여 Videre 사의 STH-MDCS3-VAR 모델의 스테레오 카메라를 사용하였다.

추가로 GPS 정보와 기울기 정보, 자자기 정보를 획득할 수 있고, 외부의 서버와 연결할 무선 인터넷 사용을 위해 SHW-M110S를 장착하였다.

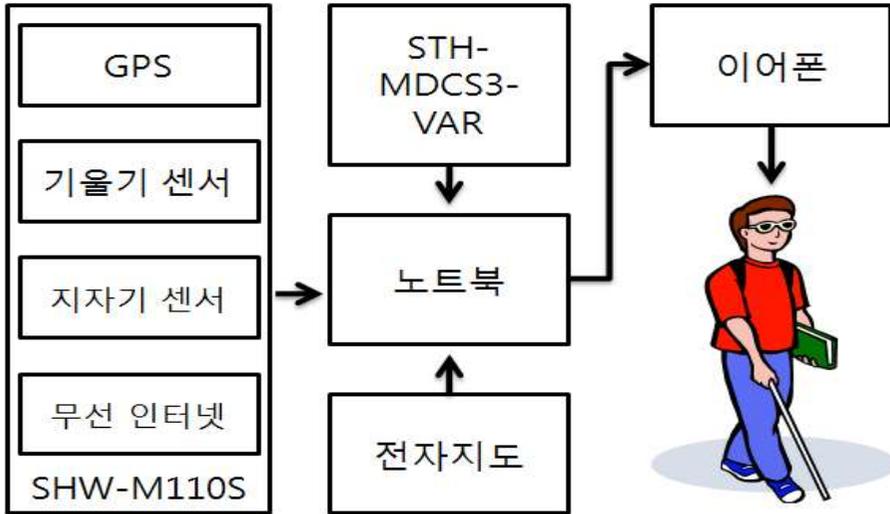


Fig 2.2. 하드웨어 구성도

소프트웨어 구성은 보행로 분석, 보행 안내를 위한 객체분할, 거리분석, 위치 파악으로 이루어져있다.

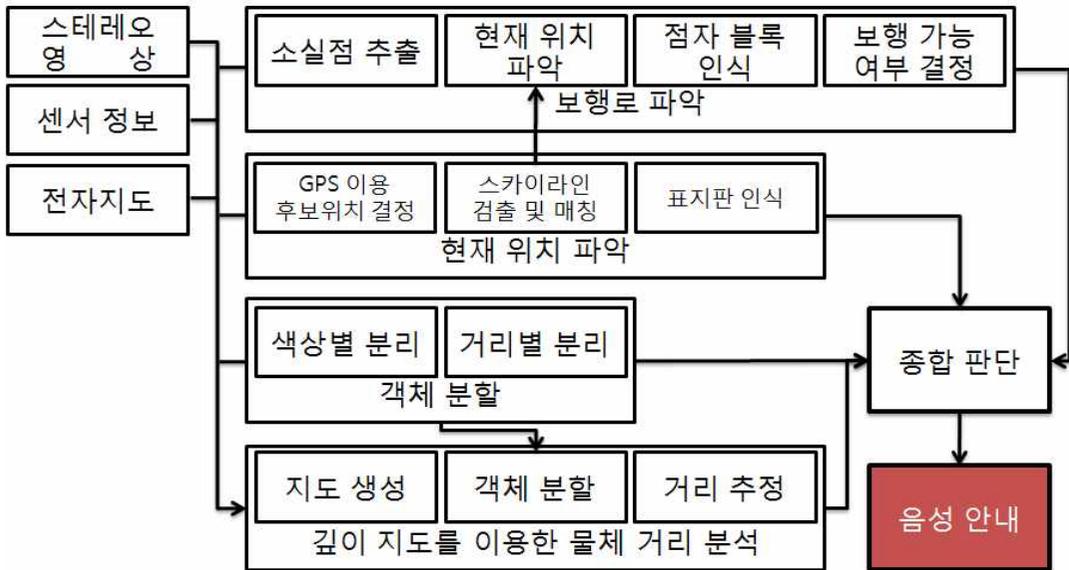


Fig 2.3. 소프트웨어 구성도

이 정보들을 이용하여 종합적인 판단 후 안내한다.

## 제 3 절 관련 기술

제안하는 시스템에서는 보행을 보조하기 위하여 다양한 센서와 영상 정보를 사용한다. 이 센서중 GPS를 통하여 정확한 위치 추정이 가능하다면, 영상에서 획득해야하는 정보들이 간략화 되겠지만 현실적으로 불가능하다. 따라서 영상에서 최대한 많은 정보를 추출하여, 이 위치 정보를 보완하고 주변 환경을 파악해야한다.

이를 위해서 본 논문에서는 일반적으로 사용하는 방법이나, 기존에 연구했던 기술을 이용한다. 먼저 스테레오 카메라 시스템을 이용하여 주변 환경의 3차원 정보를 획득하고, 분석할 영상을 획득한다. 3차원 공간 분석 기술을 통하여 현재의 시점 정보를 추출하여, 주변 환경과 시각장애인의 위치의 상관관계를 산출한다. 그리고 색상별 분리 기술을 통하여 영상내의 객체를 분리하고, 장애물 등 위험요소 판별을 위한 기초 정보로 활용한다. 위치정보를 보완하기 위하여 스카이라인 검출과 표지판의 인식 기술도 이용한다. 3절에서는 이 기술들에 대하여 소개한다.

### 1. 스테레오 시스템

본 논문은 영생 내에서 객체를 분리하고, 주변 환경과 거리에 대한 정보 파악이 매우 중요하다. 또한 서로의 상관관계를 파악하는 3차원 정보의 정확한 분석이 전체 시스템의 성능을 좌우할 정도로 주된 부분을 차지한다. 따라서 스테레오 카메라 시스템의 구성이 매우 중요하다.

스테레오 카메라 시스템은 인간의 양안 시각체계를 형상화 한 것이다. 인간이 대상과의 원근감을 형성할 때 양안의 시각차를 이용하는 것에 착안하여, 두 개의 카메라 영상을 가지고 주변에 존재하는 물체나 건물들의 거리 정보를 추정할 수 있는 깊이 지도를 생성할 수 있고, 이 정보를 이용하면 2차원 데이터인 영상 데이터에서 거리정보를 추출하여 3차원적인 분석이 가능해진다.

거리 정보를 획득하기 위한 스테레오 카메라 시스템은 다양한 형태와 카메라 수를 사용하지만, 인간의 양안 시각체계를 본 뜬 두 대의 카메라를 이용한 구조가 보편적인 형태이다. 그리고 카메라의 배치 방법이 따라서 두 개의 형태로 분리된다.

스테레오 카메라 시스템은 같은 초점거리를 가지고 나란히 위치한 두 대의 카메라를 통하여 이루어지며, 스테레오 비전 시스템의 구성 방법은 아래와 같이 두 가지가 있다.

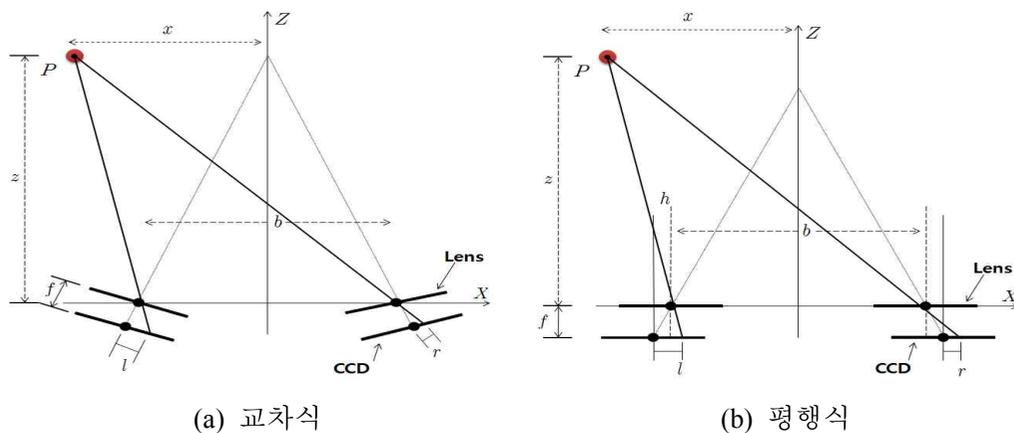


Fig 2.4. 스테레오 카메라 시스템 구성 방식

두 가지 방식 중 가장 간단한 방식은 평행식 카메라 방식으로 평행한 렌즈와 카메라의 광축을 가진 두 대의 카메라를 이용하는 방식이다. 이 방법에서 얻어지는 오른쪽 영상과 왼쪽 영상 사이에서의 공통 지역은 광축 사이의 거리에 따라 매우 작아지며, 수직 변이가 없는 것이 장점이다.

교차식 카메라는 설치가 간단하고 카메라들 사이의 공통 지역을 최대화 할 수 있기 때문에 많이 사용되고 있으나 수평과 수직 변이 방정식이 간단하지 않고 측면 위치에 의존하기 때문에 수학적 성분 분석이 어렵다. 즉, 평행식이 수학적 모델링이 쉽고, 일치 문제가 단순한 편이다. 하지만 교차식은 수직 변이 때문에 수학적 모델링이 어려워진다. 따라서 본 논문에서는 수학적 모델링이 용이한 평행식 스테레오 구성 방식을 사용하였다.

평행식 스테레오 시스템은 시점거리  $d$ 에 따라서 시야각  $\beta$ 의 범위와 공통 지역의 범위가 결정된다. 또한, 수직 변이를 고려할 필요가 없기 때문에 연산량이 줄어드는 장점이 있다. 좌우에 영상에 맞는 한 점은 식(2-1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned}
 X_l &= \frac{x_l}{f}(f - Z_l) \\
 X_r &= \frac{x_r}{f}(f - Z_r)
 \end{aligned}
 \tag{2-1}$$

또한,

$$X_r = X_l + b \tag{2-2}$$

이다. 식(2-2)를 이용하면 식(2-3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$X_l + b = \frac{x_r}{f}(f - Z) \tag{2-3}$$

따라서 식 (2-3)을 이용하여 Z에 대하여 (2-4)와 같이 정리할 수 있다[21].

$$Z = f - \frac{fb}{x_r - x_l} \tag{2-4}$$

여기서 f는 초점거리이고, b는 베이스라인,  $x_l$ 은 좌측영상,  $x_r$ 은 우측 영상이다. 또한  $x_l, x_r$ 은 각각 좌 우 영상에 맺힌 점이다.

식(2-4)와 카메라간의 관계를 이용하여 연구에서 사용하는 스테레오 시스템의 fundamental matrix와 homography matrix를 구하여 연산에 사용하게 된다.

시스템 구성을 위하여 본 논문에서는 아래 Fig 2. 3. 2. 에 있는 Videre Design 사의 STH-MDCS-VAR 카메라를 사용한다.



Fig 2.5. 스테레오 카메라(STH-MDCS-VAR)

이 스테레오 카메라는 1/2 CCD를 사용하고 1280×960의 화질을 가지고 IEEE1394 인터페이스를 통해 데이터를 전송한다.

스테레오 카메라를 통해 좌, 우 영상을 획득한다. 그리고 앞서 캘리브레이션에 의해 구해진 fundamental matrix와 homography를 이용하여 영상의 상관관계를 산출하고, 위의 수식을 통하여 거리 정보를 생성한다. 그리고 이 정보를 가시화 하기 위하여 깊이 지도를 생성한다.



(a) 좌측 영상



(b) 우측 영상



(c) 생성된 깊이지도

Fig 2.6. 스테레오 카메라 획득 영상 및 깊이지도

## 2. 3차원 공간 분석

시각장애인의 가장 큰 불편함이 보행문제인 것은, 현재 위치를 파악하고 진행 방향을 결정하는 문제의 어려움이 가장 큰 부분을 차지한다. 하지만 그에 못지않게 시각정보를 상실함으로 인해 주변의 위험을 파악할 수 있는 물체의 인지 능력과, 공간의 지각 능력의 상실도 문제이다. 그러므로 시각장애인의 보행을 보조하기 위해서는 3차원적인 공간 분석을 통하여, 시각장애인이 획득할 수 없는 정보를 대신 획득하여 시각장애인에게 전달해야 한다.

일반적으로 사람이 보행하는 보행로의 경우 주로 도로 주변에 위치한다. 이러한 이유로 도로 주변에 존재하는 특징인 도로의 차선 정보, 도로 자체의 평면 정보, 교통 표지판 정보, 그리고 주변에 존재하는 상가나 빌딩의 간판 등의 매우 유용한 정보를 이용할 수 있다. 또한 이러한 객체들이 상호간에 이루는 3차원적인 공간 정보는 현재의 위치를 파악하거나 위험 요소를 파악하고, 보행을 보조하는데 매우 중요하고 유용한 정보이다.

주변의 3차원적 공간 분석을 수행하고 도로 주변의 특징간의 상관관계를 추출하기 위하여 소실점 및 소실선 추출을 통한 영상 분석이 필요하다. 소실점 및 소실선의 추출을 위하여 좌우 스테레오 영상에 대한 Hough Transform을 수행한다. 일반적으로 소실점은 영상내의 직선이 모이는 점이므로 주로 직선, 곡선, 원과 같은 특징을 찾는데 사용되는 Hough Transform을 수행한다.

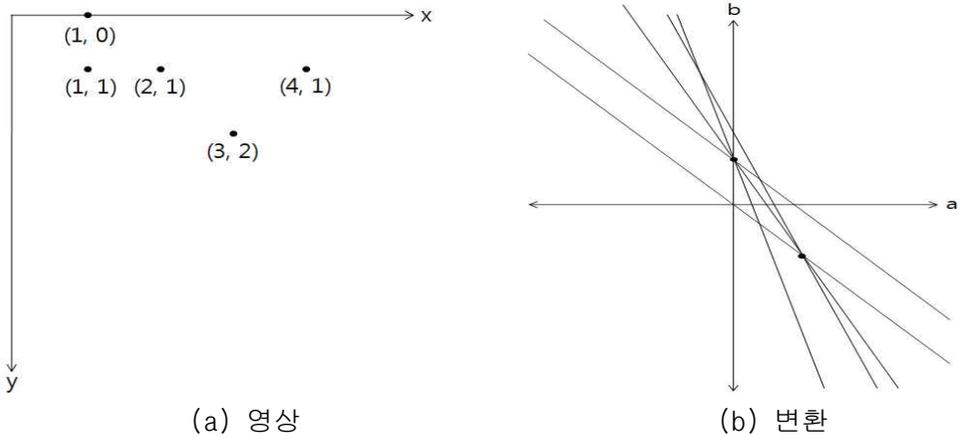
Hough Transform은 slope-intercept( $m, c$ ) 매개변수 형태와 rho-theta( $\rho, \theta$ ) 매개변수 형태의 두 가지의 구분이 가능하다. 하지만 slope-intercept( $m, c$ )는  $(x, y)$ 가 영상의 한 점이라고 생각할 때,

$$y = ax + b \quad (2-5)$$

(2-5) 꼴로 표현이 가능하고 이 표현은 다시 아래와 같이

$$b = -ax + y \quad (2-6)$$

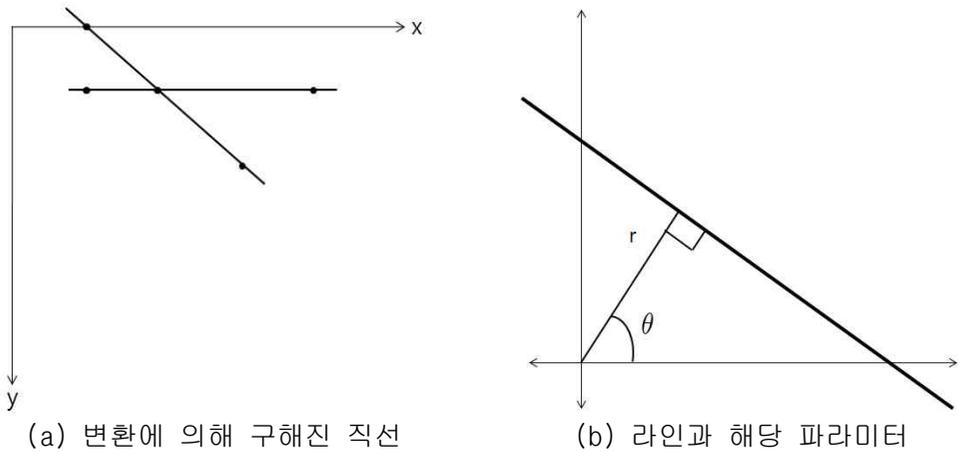
로 변환 할 수 있다. 직선 (2-6)는  $(x, y)$ 에 관련되는 한 쌍의 점으로 구성된다.



(a) 영상 (b) 변환  
 Fig 2.7. 영상과 변환에서의 대응 예시

변환에서 가장 많은 곡선들이 교차하는 점이 영상에서 직선일 가능성이 가장 높다. 하지만 수직인 직선을 구할 수 없는 문제가 있다.

이를 해결하기 위해 rho-theta( $p, \theta$ ) 매개변수 형태를 사용한다. 이 형태는 다음과 같이 표현이 가능하다.



(a) 변환에 의해 구해진 직선 (b) 라인과 해당 파라미터  
 Fig 2.8. 직선의  $r, \theta$  표현

이 표현 방식을 사용하면  $p$ 는 직선에 수직인 원점에서의 법선 벡터이고  $\theta$ 는  $x$  축과 이루는 각도이다.  $p$ 와  $\theta$ 의 축으로 이루어진 공간에 투영된 데이터를 이미지화하면 Fig. 2. 3. 6. 의 (c)와 같이 나타난다.



(a) 원영상



(b) 외곽선 추출 영상



(c) Hough Transform



(d) 소실점 추출

Fig 2.9. Hough Transform을 이용한 소실점 추출

Hough Transform을 사용하여 구해진 직선을 가지고 교점의 수를 세고, 앞서 분석된 정보를 바탕으로 소실점을 결정한다.

### 3. 색상별 분리

일반인이 위치를 판단하는 주요한 기준 중 하나가 주변 건물이나 간판 등의 표지 정보이다. 스테레오 카메라 시스템을 통하여 산출된 거리 정보를 통해 분리한 정보로 이것들을 분리 추출하는 것이 가능하지만, 상황에 따라서는 만족할만한 성능을 얻을 수 없다.

따라서 본 논문에서는 거리정보의 분할과 더불어 영상의 색상을 기반으로 하는 분할 기술을 연구하였다. 하지만 색상정보는 일반적으로 알려졌듯이 조명이나 환경에 영향을 많이 받는다. 이 때문에 현실에서 획득한 영상은 육안으로 확인할 수 없더라도 상당량의 잡음을 포함하고 있다. 이 데이터를 그대로 이용하여 분할하려고 하면 원하는 결과를 얻을 수 없다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 일반적인 색상 단순화 기법을 사용하여 분할을 시도한다. 입력 영상에 대한 단순화를 수행하면 잡음의 영향에서 일정 부분은 자유로워질 수 있다. 그리고 일반적으로 동일 객체라면 유사한 색상 패턴을 보유하고 있다는 특징을 이용할 수 있다. 이러한 이유로 본 논문에서는 색상 단순화 기법을 이용한다.

색상 단순화 기법은 Mean-Shift 알고리즘[10]이 대표적이다. Mean-Shift 알고리즘은 영상의 특징 공간을 분석하여 확률적으로 가장 높은 밀도를 가지는 영역으로 클러스터링 되는 비 매개변수적(non-parametric) 방법으로 컬러 영상을 분할하는데 효율적이다. 또한 클러스터의 수에 대한 사전 지식이 없어도 사용이 가능하고, 클러스터의 모양에도 구애 받지 않는다.

Mean-Shift는 확률 분포의 국부 최대점을 찾기 위해 반복적으로 수행된다. 기존의 다른 방법에 비하여 상대적으로 만족할만한 결과를 보여줘 최근 컴퓨터 비전 및 패턴인식 분야에서 다양하게 쓰이고 있다.

$d$ 차원의 공간에서,  $n$ 개의 데이터 집합이 입력되었을 때 다변량 커널 밀도 추정기의 식은 아래와 같다

$$f(x) = \frac{1}{nh^d} \sum_{i=1}^n K\left(\frac{x-x_i}{h}\right) \quad (2-7)$$

여기서  $K(x)$ 는 커널을 의미하고  $h$ 는 윈도우의 반지름을 의미한다. 밀도  $f(x)$ 의 국부적 최대값이 되는 경우는 경사(gradient)  $\nabla f(x)$ 가 0인 경우 사이에 위치한다. 이것을 식 (2-8)와 같이 표기할 수 있다.

$$g(x) = -k'(x) \quad (2-8)$$

식(2-8)에서  $k'(x)$ 는 커널  $K(x)$ 의 프로파일(profile)이다. 만일  $g(x)$ 가 커널  $G(x)$ 의 프로파일이면 커널  $K$ 의 shadow  $G$ 이다.

밀도의 모드를 찾는 것은 밀도를 추정하여 평균 이동(mean shift)의 수렴점을 찾는 것으로 다음 식과 같이 수행된다. 즉 커널  $G$ 를 사용해서  $x$ 와 샘플 평균 사이의 차가 0으로 수렴하는 점을 찾는 것이다. 이것은 식(2-9)에서 표기할 수 있다.

$$m_h, G(x) = \frac{\sum_{i=1}^n x_i g\left(\left\|\frac{x-x_i}{h}\right\|^2\right)}{\sum_{i=1}^n g\left(\left\|\frac{x-x_i}{h}\right\|^2\right)} - x \quad (2-9)$$

Mean Shift  $m_h, G(x)$ 는 정규화 된 밀도의 경사(gradient)에 비례하고 항상 밀도 함수(density function)의 가장 급격하게 변화하는 방향으로 변한다. shadow  $G$  커널로 샘플 평균의 연속적인 위치를  $\{y_i\}_{i=1,2,\dots,n}$ 로 표현하여 식 (2-9)을 식 (2-10)와 같이 나타낼 수 있다.

$$y_{j+1} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i g\left(\left\|\frac{x-x_i}{h}\right\|^2\right)}{\sum_{i=1}^n g\left(\left\|\frac{x-x_i}{h}\right\|^2\right)} \quad j = 1, 2, \dots \quad (2-10)$$

여기서 가중치 평균은 커널  $G$ 로 계산된  $y_j$ 에서  $y_{j+1}$ 이고,  $y_1$ 은 터널의 초기 위치의 중심이다. Mean Shift 알고리즘은 중심 벡터를 계산하여  $y_j$ 를 갱신한다. 이를 반복적으로 수행하여 후보 클러스터의 중심을 찾는다.

이것이 Mean Shift 알고리즘의 가장 기본적인 아이디어이다. 이러한 알고리즘을 사용하여 영상을 분할하는 방법은 각각의 데이터에 대해 Mean Shift 필터링을 실행한다. 그리고 수렴점의 저장과 갱신을 반복한다.

그리고 공간 영역에서 윈도우  $h_s$ 와 특징 영역에서 윈도우  $h_r$ 의 두 척도가 결합된 영역에서  $z_j$ 가 유사할 경우를 그룹화하여 클러스터로 표현한다. 그리고  $j$ 의 값에 따라 레이블을 할당한다. 선택적으로 지정된 화소보다 작은 영역을 제거한다.

Mean Shift는 동일한 모드를 갖는 sample point들의 집합을 basin이라고 basin에 의해서 클러스링 영역이 결정된다. 분할된 개수는 모드의 개수에 따라 자동적으로 결정되어진다. 따라서 Mean Shift 알고리즘을 수행하면 모드의 개수에 따라 초기 분할된 영상을 얻을 수 있다.



Fig 2.10. Mean Shift를 이용한 색상 분리의 예

#### 4. 스카이라인 검출

스카이라인이란, 하늘과 맞닿아 있는 모든 물체의 경계를 의미한다. 스카이라인은 표지판 인식, 도로인식, 차선인식, 건물의 높이 인식 등을 위한 전처리 과정 등으로 사용될 수 있다[11]. 본 논문에서 스카이라인은 GPS의 오차 범위를 좁히기 위한 방법의 하나로 사용된다.



Fig 2.11. 스카이라인의 예

일반적으로 스카이라인은 크게 세 가지로 나눌 수 있다. 첫째, 바다와 하늘이 맞닿아 있는 수평선이 있다. 주로 수평선은 군사 목적을 띤 연구 주제가 된다. 둘째, 하늘과 육지의 지면과 산이 맞닿아 있는 지평선을 들 수 있다. 이 또한 주로 군사적인 목적을 띤 연구 주제가 된다. 마지막으로 실생활에서 주로 접하는 건물들에 대한 스카이라인이 있는데 이는 장소인식, 도로 인식 등의 연구 주제가 된다. 본 논문에서는 마지막 용도로 사용되었다.

스카이라인 검출을 위한 연구는 이전에도 다양한 연구 방법들이 있었다. 이들의 방법은 주로 군사적 목적으로 연구된 내용으로 첫 번째와 두 번째의 경우를 위해 연구되었다. 여기서 사용된 방법으로는 외곽선 추출과 Hough Transform을 사용한 수평선의 검출방법이었다. 대부분의 연구는 외곽선의 검출에 많은 부분을 의존하였다.

하지만 본 논문에서 목적으로 하는 위치 추정 정보로 활용할 도시 환경에서 스카이라인을 구하기 위해서는 앞서의 방법을 이용하는데 문제가 있다. 따라서 도시 환경에 적합한 다른 스카이라인 검출 방법이 필요하다.

논문[11]에서는 스카이라인 추출을 위한 기법으로 질감 필터와 모폴로지 연산을 이용하여 기존의 직선의 분석에만 의존하는 스카이라인 검출에서 탈피하여 좀 더 나은 성능을 보이는 방법을 사용하였다. 이 방법의 흐름도는 다음과 같다.



Fig 2.12. 스카이라인 검출 흐름도

Fig 2. 3. 9. 처럼 스카이라인을 검출하는 과정은 잡음제거, 질감을 이용한 각 영역에 대한 분할, 모폴로지 연산을 통한 연결 및 홀 채우기, 레이블링 후 스카이라인 검출의 순으로 진행된다.

실제 환경에서 획득한 영상은 육안으로 확인되지 않은 다량의 잡음을 내포하고 있다. 이 잡음은 검출 결과에 영향을 미칠 수 있으므로 이에 대한 처리가 필요하다. 이를 위한 다양한 방법론이 존재하나 본 연구에서는 임펄스성 잡음 제거에 효과적인 미디언 필터를 사용하였다. 일반적으로 획득한 영상에는 주된 잡음 성분이 임펄스성이기 때문이다[11].

전처리 과정 후 질감을 기준으로 하는 영역 분할을 수행한다. 시각적으로 보여지는 모든 것에는 질감이 존재한다. 이러한 질감은 촉각 뿐 아니라 색상에도 존재한다. 색상에서의 질감이란 유사한 색상의 연속이라고 말할 수 있다. 그리고 하나의 물체는 거의 유사한 색상과 패턴을 보인다. 이점을 고려하면, 유사한 질감, 즉 유사 색상별로 분리를 수행하면 영상내의 객체에 대한 분리도 가능하다.

논문에서는[11] 질감의 정보를 이용하기 위해 표준편차 필터를 사용하였다. 표준편차 필터는 입력된 영상에서 3×3 크기의 마스크를 적용하여 입력 영상의 해당 픽셀간의 표준편차를 구하고, 이를 색상으로 표시할 수 있다.

Fig 2. 3. 10에서 비슷한 질감을 가지는 부분이 검정색에 가까운 값을 보유한 것을 확인할 수 있다.



Fig 2.13. 표준필터 적용 결과

필요 부분을 획득하기 위하여 질감 필터의 적용 후 결과 영상(3채널 영상)을 바로 이진화 하지 않고 회색조 영상(1채널 영상)으로 변환한다. 이로 인해 표준편차 필터를 통과한 영상은 3채널 영상에서 1차원 회색조 영상으로 변환된다. 회색조 영상으로 변환시킨 후 하늘 영역과 그 이외의 영역을 분리하기 위해 영상의 이진화를 수행한다.

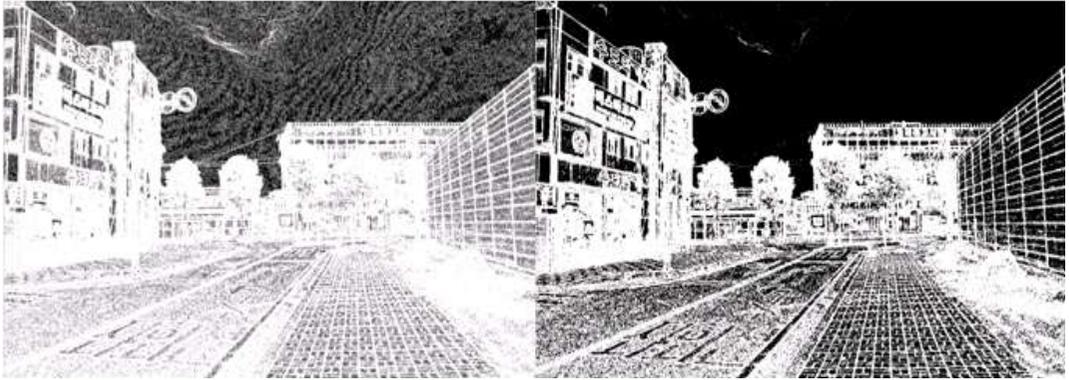


Fig 2.14. 이진화 수행

이진화 수행 결과에서 하늘 영역의 잡음을 제거하기 위하여 모폴로지 연산을 수행하고, 지역 교환 후 모폴로지 연산을 재 수행함으로써 하늘과 그 외의 영역으로 구분한다.

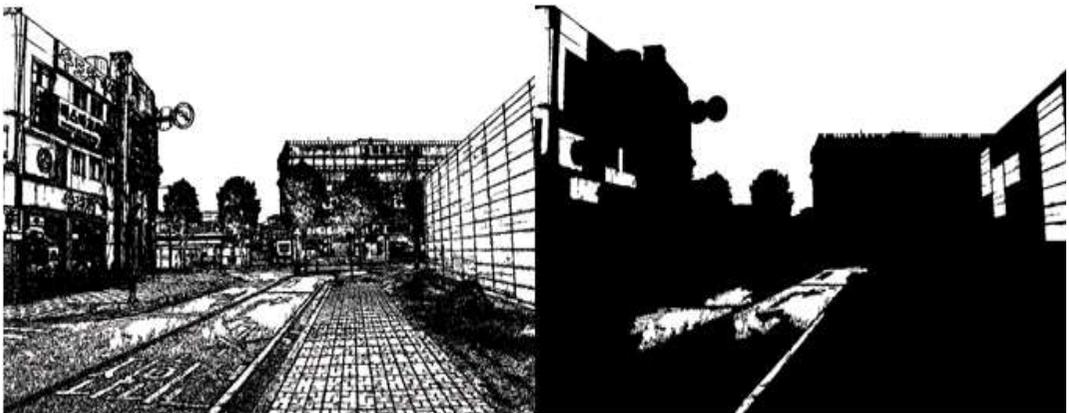


Fig 2.15. 이진화 수행 지역교환 후 2차 모폴로지 연산

모폴로지 연산을 수행함으로써 대부분의 영상은 스카이라인 검출에 있어 좋은 결과를 보였으나, 건물의 유리 외벽, 차량의 유리나 빛의 반사가 존재하는 평평한 철물 구조와 같은 매끄러운 질감을 같은 물체의 경우 빛의 노출정도에 따라 하늘과 유사한 특성을 가진다. 이로 인한 오검출을 막기 위해 모폴로지 연산을 마친 이진 영상을 레이블링 하고 영상의 일방 비율 이상 위쪽에 존재하는 레이블 중 가장 영역이 넓은 부분을 하늘 영역으로 간주한다. 이 방법은 하늘 영역이 상위에 있다는 가정에서 출발한다[11].



Fig 2.16. 레이블링 후 최종 영역선택

## 5. 표지판 검출 및 인식

본 논문에서는 GPS의 위치 정보를 보완하기 위하여 다양한 정보를 사용한다. 그 중 일반 사람들이 자신의 위치를 확인할 때 일반적으로 사용하는 방법인 주변의 지형이나 간판들의 지물을 이용하는 방법은 매우 효과적인 방법이다. 본 논문에서는 지물 중 교통 표지판의 인식을 통한 위치 정보를 활용한다.

일반적으로 교통 표지판은 위치 정보가 거의 DB화 되어 있고, 그 표지판 자체도 위치 정보를 포함하고 있다. 이렇게 유용한 교통 표지판을 인식하기 위해서는 스테레오 카메라 시스템으로 획득한 주변 영상에서 교통 표지판을 추출하고, 유효한 표지판에 대한 인식 기술이 필요하다.

또한 이 교통 표지판의 위치 정보를 DB화해서 사용함으로써 더 정확한 위치 추정이 가능해진다.



Fig 2.17. 교통 표지판의 종류

교통 표지판의 종류는 Fig 2. 3. 14.과 같이 규제, 지시, 보조, 주의, 노면, 도로 안내 표지 등이 있다. 본 논문에서는 규제, 지시, 주의 표지의 인식을 통하여 주변의 위험이나 상황을 판단한다. 그리고 위치 정보가 포함되어 있는 도로 안내 표지등을 인식하여 위치를 파악하는 것이 목표이다. 이 목표를 이루기 위해서는 추출과 인식 기술이 필요하다. 본 논문에서는 추출 기술에 대하여 기술한다.

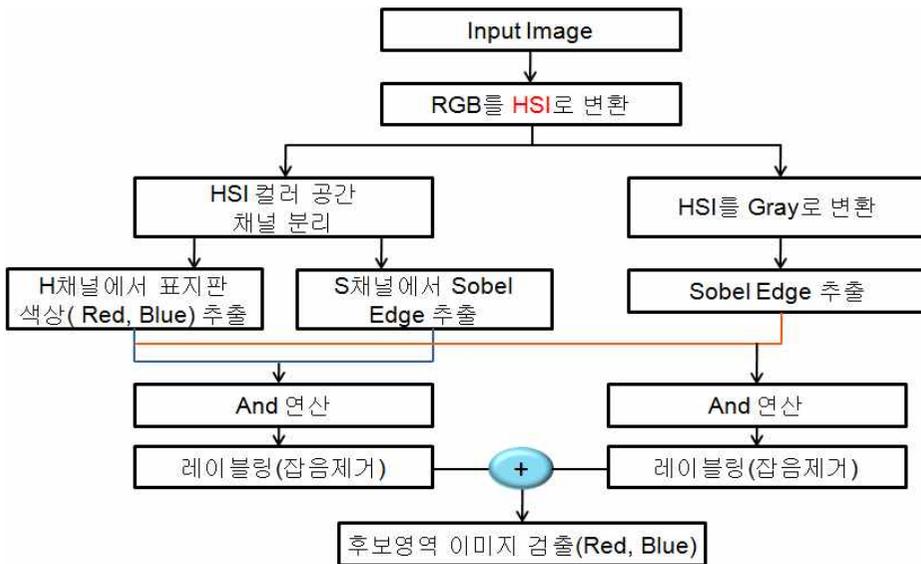


Fig 2.18. 교통 표지판 검출 흐름도

교통 표지판의 정보를 이용하기 위한 첫 단계인 표지판 검출은 Fig 2. 3. 15.와 같은 순서로 진행된다. 스테레오 카메라를 통하여 주변 영상을 획득한다. 이때 획득되는 영상의 포맷은 RGB 컬러 모델이다. RGB 모델은 컴퓨터에서 대표적으로 사용되지만, 조명이나 환경에 민감하기 때문에 균일한 데이터를 요구하는 인식 분야에 이용하기는 문제가 있다. 따라서 획득한 영상의 컬러 정보를 보존하면서도 환경에 보다 덜 민감한 데이터를 만들기 위하여 다음 수식을 이용하여 HSI 컬러 모델로 변경한다.

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{1}{3}(R + G + B) \\
 S &= 1 - \frac{3}{R + G + B}[\min(R, G, B)] \\
 H &= \cos^{-1} \left[ \frac{\frac{1}{2}[(R - G) + (R - B)]}{\sqrt{(R - G)^2 + (R - B)(G - B)}} \right]
 \end{aligned}
 \tag{2-11}$$

HSI 컬러 모델은 영상처리 분야에서 널리 사용되고, 특히 색상 정보를 이용하는 분야에 많이 사용된다. 위의 수식을 통하여 HSI 컬러 모델로 변경한다.



Fig 2.19. 표지판 추출을 위해 획득한 영상

교통 표지판을 분석해보면 주로 가시성이 좋은 붉은 색상과 푸른 색상을 주로 사용하며, 채도가 높은 특성을 가지고 있다. 표지판의 후보 영역을 설정할 때는

이러한 특성을 이용한다. 변경된 HSI 영상을 가지고, 각각 H와 S로 채널을 분리하여 검출에 사용한다. 여기서 H는 색상이고, S는 채도이다.

H 채널의 영상을 이용하여 붉은색과 푸른색 성분을 추출한다. 하지만 우리 주변에서 붉은 색과 푸른색을 사용 하는 곳이 많기 때문에 우리가 원하는 표지판의 영역을 보다 정확히 검출할 수 없다. 따라서 추가적인 정보가 필요하다.

추가적인 처리는 표지판이 유사한 색상을 가진 다른 물체보다 높은 채도를 가지고 있다는 것을 이용한다. 아래 Fig 2. 3. 17.를 보면 육안으로도 확인 할 수 있다.

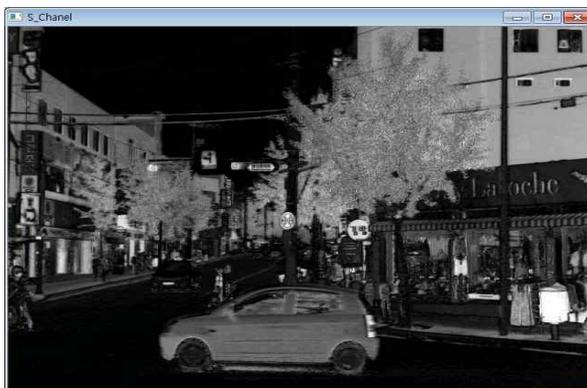


Fig 2.20. S채널에서의 표지판 특성 분석

따라서 앞서 색상정보를 통하여 1차로 추출된 결과에 S채널의 특징을 결합하면 보다 우수한 결과의 추출률을 기대할 수 있다. 이런 과정을 거쳐 후보 영역을 최대한 줄이고 추출된 결과는 다음과 같다.

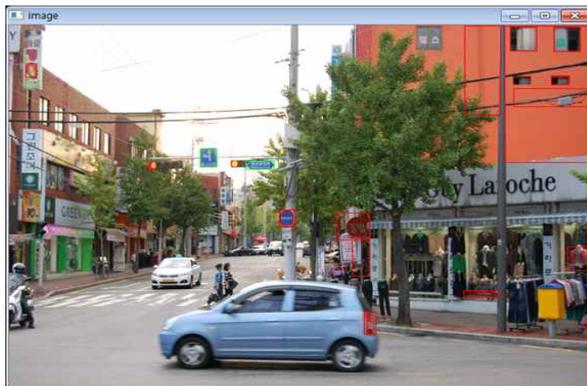


Fig 2.21. 표지판 후보영역 검출 결과

## 제 3 장 자기 위치 추정 및 점자 블록 검출

본 논문의 목적은 시각장애인의 보행을 보조하기 위한 시스템이 궁극적인 목표이다. 이를 위하여 현재 자신의 위치를 추정하는 것은 그 어떤 기술보다도 중요하다. 현재 위치를 파악하지 못하면 목적지까지의 경로 설정이나, 방향 설정 자체가 불가능하기 때문이다.

이 장에서는 이러한 핵심 기술인 자기 위치 추정 기술과, 보행을 보조하기 위하여 시각장애인을 위하여 설치된 점자 블록의 검출 기술을 다룬다.

### 제 1 절 자기 위치 추정

제안하는 시스템에서는 현재의 위치를 추정하기 위하여 기본적으로 GPS를 사용한다. 이 GPS는 위치를 기반으로 하는 시스템에서 대부분 사용된다. 하지만 GPS는 자체적 문제와, 대기 상태 등 환경적 요인에 의해서 10~50M의 기본적인 오차가 존재한다. 만일 차량 운행을 대상으로 하는 시스템이라면 이정도 오차 범위는 그렇게 큰 문제가 되지 않는다. 하지만 본 논문에서는 보행을 대상으로 한다. 보행에서 이정도 거리의 오차는 매우 심각한 문제이다. 이 절에서는 이러한 오차를 보완하는 방법을 제안한다.

#### 1. GPS를 이용한 위치 추정

최근 위치정보를 기반으로 하는 서비스가 대폭 늘어났다. 이러한 서비스들이 위치 파악을 위하여 주로 사용하는 정보가 GPS 정보이다. GPS는 Global Positioning System의 약자이다. 미국에서 현재 위치 파악 및 자동차, 선박의 항법 장치 사용을 목적으로 쏘아올린 인공위성을 이용하여 현재 위치를 계산할 수 있는 시스템이다.

GPS의 위치 측정은 삼각 측량법에 기반 한다. 전형적인 삼각측량에서는 알려지지 않은 지점의 위치가 그 점을 제외한 두 각의 크기와 그 사이 변의 길이를 측정

함으로써 결정되는데 반하여 GPS는 알고 싶은 점을 사이에 두고 있는 두 변의 길이를 측정함으로써 미지의 점의 위치를 결정한다는 것이 고전적인 삼각측량과의 차이이다. 인공위성으로부터 수신기까지의 거리는 각 위성에서 발생시키는 부호의 속도를 곱하여 계산한다(거리 = 빛의 속도 × 경과시간). 실제로 위성의 위치를 기준으로 수신기의 위치를 결정하기 위해서는 이 거리 자료 이외에도 위성의 정확한 위치를 알아야 하는데 이 위성의 위치를 계산하는 데는 GPS 위성으로부터 전송되는 궤도력을 사용한다.

GPS 신호의 종류는 대역에 따라서 L1(1,575.42MHz)과 L2(1,227,6MHz) 두 가지로 나누어진다. 일반적으로 사용 가능한 대역은 L1 대역이다. L1은 위치 오차가 약 10 ~ 20M 이다. L2 대역은 군사 및 정밀 측위용 대역으로 일반사용자는 사용할 수 없다.

L1 대역을 사용함으로써 인해서 기본적인 오차가 생기게 된다. 이로 인하여 보행을 위한 정확한 위치 정보 획득에 문제가 생기게 된다. 또한 멀리 떨어진 위성으로부터의 신호 수신이기 때문에, 중간에 환경의 영향으로 신호가 왜곡되는 문제가 발생한다.

GPS의 오차 요인은 다음과 같이 정리할 수 있다.

- 가. GPS 위성에서 고의로 삽입한 잡음
- 나. 전리층, 구름 등의 굴절 왜곡 현상
- 다. 지상의 조건으로 인한 신호의 반사



Fig 3.22. GPS 위치 측정 결과 표시

가 항의 경우 미국방성이 실시하는 선택적 이용성(SA : Selective Availability)에 의한 오차의 경우 50~100M의 오차를 가진다. 이온층에서는 2~50M, 전리층에서는 2~30M의 오차를 가진다.

다의 경우는 일반적인 도시환경에서 주로 발생하는 오차이다. 고층건물 사이를 지나가거나, 터널을 통과하는 경우, 고가도로 밑을 통과하는 경우 신호의 수신에 문제가 생겨 정확한 오차를 파악할 수 없다.

최근 스마트폰의 대중화 및 발달로 인하여, GPS는 스마트폰의 기본 구성품이 되었다. 이로 인해 스마트폰을 사용하는 본 연구에서는, 측정을 보조 할 수 있는 수단을 하나 더 얻을 수 있었다.

휴대폰의 경우 항상 주변의 기지국과 통신을 주고받는다. 휴대폰이 무선으로 연결되는 곳은 어디까지나 기지국까지이고 기지국부터는 유선망으로 연결된다. 또한 기지국은 위치가 고정적이다. 이를 이용하여 휴대폰과 주변의 기지국의 통신 과정에서 주변 기지국들과의 신호 강도를 파악하면 상대적 위치를 추정할 수 있다.

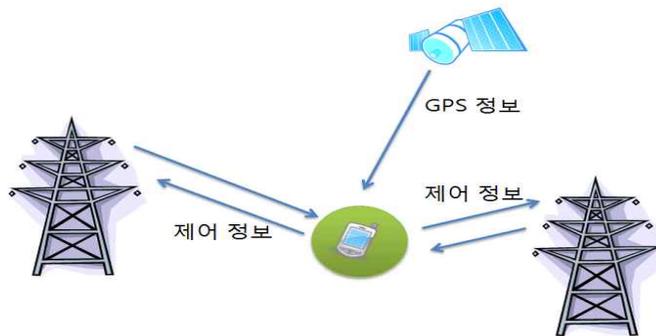


Fig 3.23. GPS와 무선망을 이용한 위치 추정 개념도

앞에서 기술한대로, 대상으로 하는 건물이 많고 복잡한 도심에서는 GPS 위성 신호의 왜곡으로 정확한 위치를 추정할 수 없다. 이러한 환경에서 이 방법을 사용하면 GPS 위치 정보를 효과적으로 보완할 수 있다.



Fig 3.24. GPS와 무선망을 이용한 위치 추정 결과

## 2. 센서 데이터 획득 및 교환

본 논문에서 제안하는 시스템은 스테레오 카메라 시스템을 이용해 획득한 영상 정보에 대한 분석은 매우 중요한 부분이다. 영상 분석을 통하여 주변 환경을 분석하고, 현재 위치를 파악하며 보행로 판단의 기준을 제공한다. 그렇기 때문에 이 영상 분석을 위한 기초 데이터는 매우 중요하다.

어떤 물체를 관찰할 때, 보는 방향이나 높이에 따라 대상은 많은 변형이 일어난다. 인간은 이미 경험에 의하여 실제 형태를 추론할 수 있지만, 주어진 데이터만 살피는 컴퓨터 시스템은 그것이 불가능하다. 따라서 원래의 형태를 추론할 수 있는 기초 데이터를 제공해야한다.

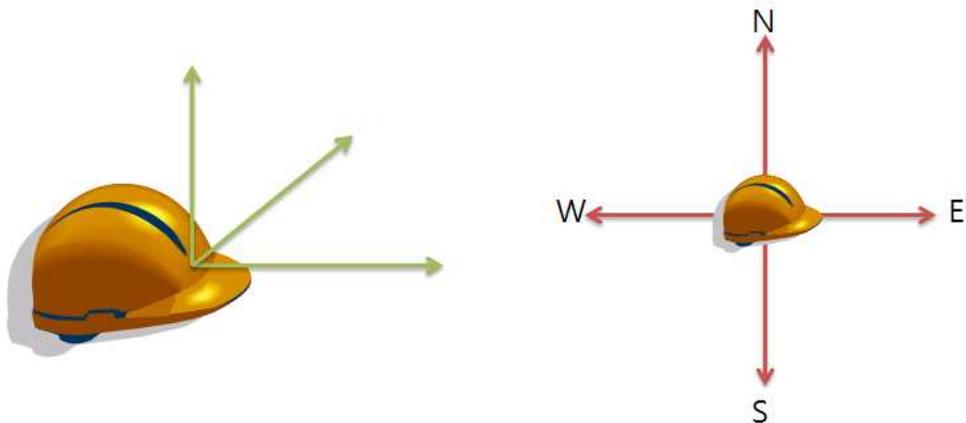


Fig 3.25. 시선 개념도

스테레오 카메라와 측정 센서는 헬멧에 설치된다. Fig 3. 1. 4 에서 보듯이 헬멧에 설치된 시스템의 기울기 값을 획득하면, 머리의 자세 정보를 파악할 수 있고 이를 통하여 시선의 방향과 각도를 추정할 수 있다.

길을 찾는데 현재 위치와 더불어 방위정보 역시 매우 중요한 정보이다. 방위 정보는 현재 사용자가 보고 있는 방향을 보고 진행 방향을 결정하는 기초 데이터이다.

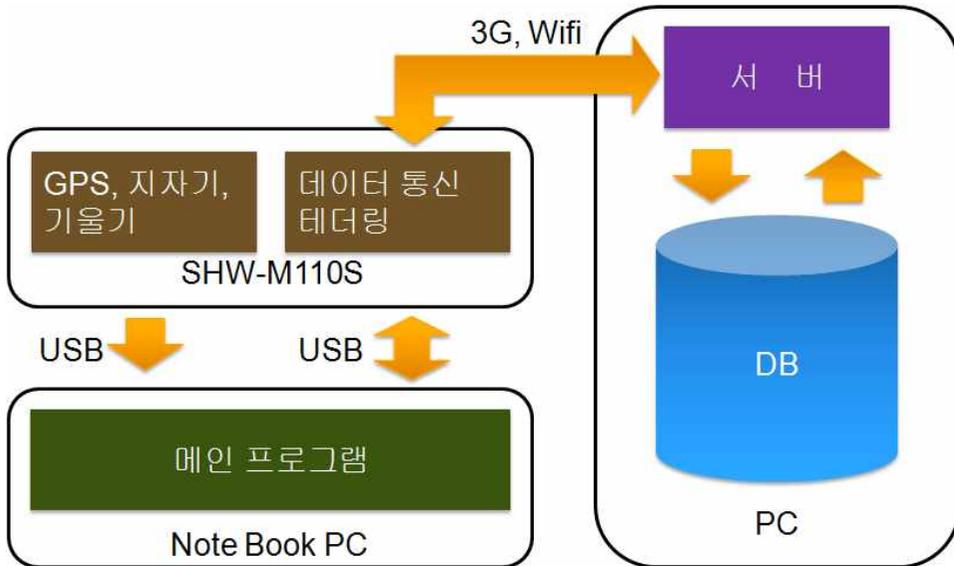


Fig 3.26. 데이터 흐름도

각종 센서들을 통하여 측정된 데이터들을 전체 시스템에 통합하기 위해서는 메인 시스템이 설치된 노트북과의 통신이 필요하다. 노트북과 스마트폰은 USB 케이블을 통하여 연결되어 테더링 되어있다. USB를 통하여 측정된 데이터를 교환하면 빠른 성능을 기대할 수 있겠지만, 스마트폰과 메인 프로그램이 상이한 언어를 사용하여 호환이 힘들기 때문에, 본 시스템에서는 외부에 별도의 서버를 설치하여 스마트폰과 메인 시스템인 노트북과의 중계역할로 사용하였다.

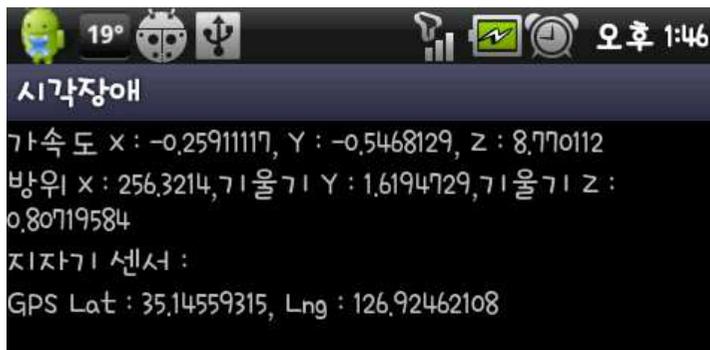


Fig 3.27. SHW-M110S를 이용해 측정된 데이터

SHW-M110S에서 원하는 센서데이터 및 GPS 데이터를 획득하기 위하여 안드로이드 기반 측정 어플리케이션을 개발하고, 해당 어플리케이션과 외부의 서버간의 데이터 교환은 소켓 통신을 이용하였다.

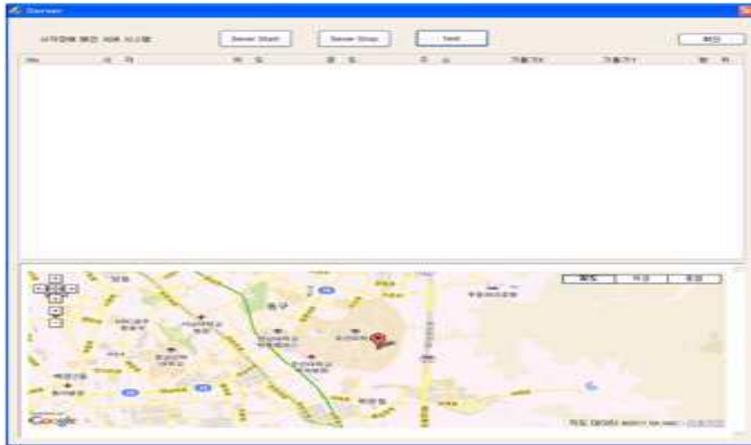


Fig 3.28. 외부 서버 프로그램

그리고 서버는 획득한 이 정보를 다시 메인 시스템으로 전송을 한다. 메인 시스템은 정보 획득과 더불어 앞서 개발한 스테레오 카메라 시스템을 통하여 좌, 우 영상, 그리고 생성된 깊이 지도에 대한 정보를 통합한다. 이 정보를 바탕으로 3차원 공간 분석, 색상별 분리, 스카이라인 검출, 표지판 검출 과정을 수행하고, 이 정보를 획득한다.

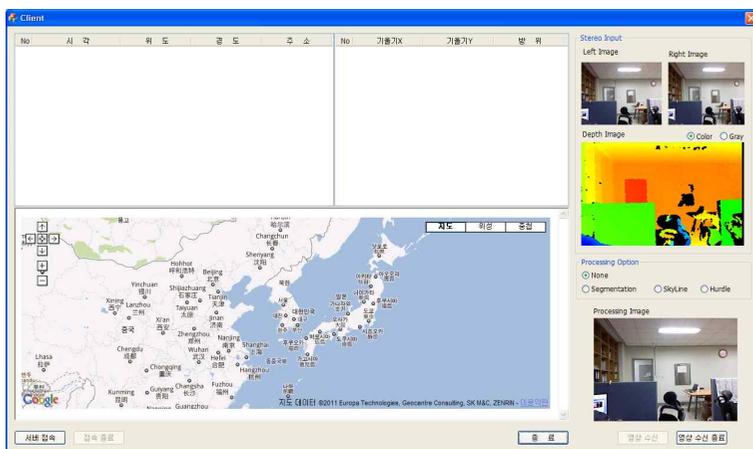


Fig 3.29. 메인 시스템

### 3. 종합적 위치 추론

본 논문에서 제안하는 시스템은 기본적으로 시각 정보를 획득할 수 없는 시각장애인의 보행을 보조하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해서는 장애물이나 위험 요소의 검출 및 판단도 중요하지만, 무엇보다 현재 위치와 목적지의 경로 설정이 중요하다. 이를 위하여 가장 중요한 것이 ‘나는 어디에 있는가?’ 하는 것이다.

본 장에서 앞서 언급했듯이 위치 추정에 GPS 데이터를 일반적으로 사용하기는 하지만 여러 요인으로 인하여 10M 이상의 오차를 가진다. 이 오차를 보완하기 위하여 본 논문에서는 무선망을 이용한 보정과 더불어, 교통 표지판의 인식, 스카이라인 추출 기술을 연구하였다.

일반인이 자신의 위치를 파악하는 방법은 대체로 주변의 지형과 지물을 이용한다. 대표적으로 주변의 큰 빌딩, 간판, 도로의 교통 표지판 등이다. 이 정보들을 조합하여 현재 위치를 추정한다. 이러한 점에 착안하여 앞서의 방법을 위치 보정 수단으로 사용한다. 이 부분에서는 이러한 정보들과 더불어 하나의 위치 추론 기술을 추가로 제안한다.

제안하는 시스템에서는 스테레오 카메라 시스템을 통하여 항상 주변의 영상을 획득한다.

또한 지자기 센서와 기울기 센서를 이용하여 항상 시각장애인의 시점과 방향을 파악하고 있다. 같은 곳을 보더라도 시점에 따라 많은 왜곡이 발생하는 특성상 이것은 매우 중요한 정보이다.

이 정보를 이용하여 스테레오 카메라 시스템으로 획득한 영상이 어느 방위, 어느 기울기로 촬영되어 있는지 정보를 산출할 수 있다.

이 방법은 다음과 같은 가정을 기본으로 한다.

1. 영상에서 획득하는 모든 상점의 위치정보는 이미 데이터베이스화 되어 있다.
2. 간판 추출 기술과 인식 기술은 이미 구현되어 있다고 가정한다. 이 기술들은 이미 많은 연구가 이루어져왔고, 연구 범위가 넓어 하나의 개별 연구 분야로 인정되기 때문에 본 논문에서는 별도로 연구하지 않는다.

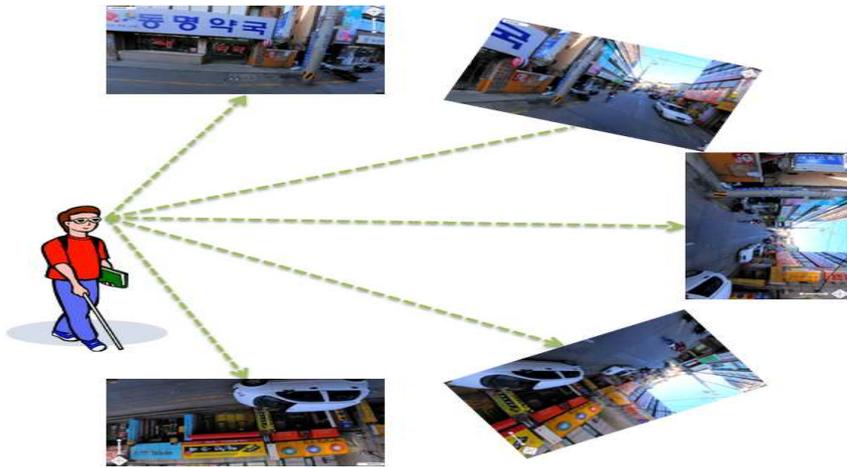


Fig 3.30. 연속적 주변 영상 획득

현재의 위치를 파악하기 위하여 시각장애인은 제자리에서 주변을 둘러본다. 스테레오 카메라 시스템은 이때 연속적으로 영상을 획득하고 있고, 또한 해당 영상에 대한 방위와 시점을 파악하고 있다.

연속적인 영상이 다음처럼 들어왔을 때,



Fig 3.31. 획득된 주변 영상

각 영상 내에서 유효한 간판을 추출하고, 이를 인식한다. 그 후 해당 상점에 대한 정보를 데이터베이스에서 위치정보를 검색해 해당 상점의 위치 정보를 획득한다. 이때 데이터베이스는 외부에 존재하고, 무선통신을 이용해 접근한다.



Fig 3.32. 추출 상점의 위치 정보

획득한 각 상점의 위치 정보를 평면상에 도식화 하면 다음과 같다.

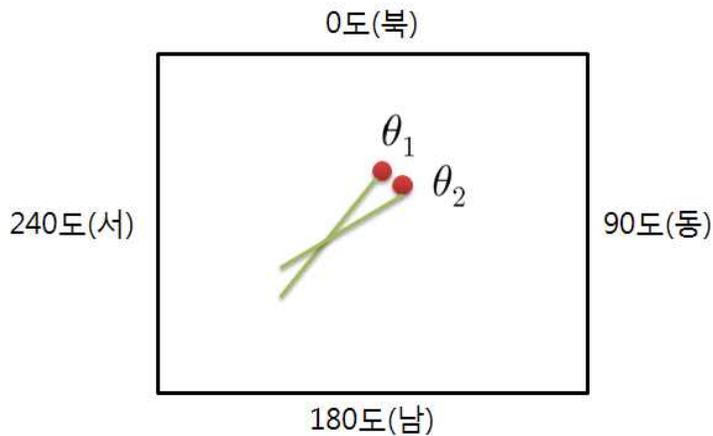


Fig 3.33. 평면에서 도식화

여기서  $\theta$ 는 해당 영상을 촬영할 때의 방위이다. 해당 문제의 도식화를 통하여 위치 추정을 단순화 할 수 있다. 위의 그림에서 볼 수 있듯이 이 문제는 평면상에 두 점과 촬영 시점의 위치 간의 교점을 찾는 문제로 확인해 볼 수 있다.

GPS 시스템에서 위치는 위도와 경도로 표현된다. 이 위도와 경도의 정보를 각각 축과 X축에 매핑 시킨다면 두 직선간의 교점을 찾는 문제로 단순화 할 수 있다.

이를 위하여 각각 측정된 데이터를 바탕으로 검출된 상점과 측정 위치 간의 직선을 획득해야한다. 아래 수식(3-1)을 통하여 각각의 직선을 획득한다.

$$\begin{aligned} X_e &= X_s + \cos(\theta^* \text{radian}) * \text{rad} \\ Y_e &= Y_s + \sin(\theta^* \text{radian}) * \text{rad} \end{aligned} \quad (3-1)$$

여기서  $X_s$ 와  $Y_s$ 는 현재 파악한 상점의 위도와 경도이다. 그리고  $X_e$ 와  $Y_e$ 는  $\theta$ 각로도 rad 만큼 직선을 그을 때의 좌표이다. rad는 반지름이다. 그리고 여기서 측정된 방위값은 현재 위치에서 상점을 바라볼 때의 방위이다. 따라서 아래 (3-2) 식을 통하여 해당 방위를 상점에서 현재 위치를 바라보는 형태로 변형해야한다.

$$\theta_m = (\theta_o + 180) \text{mod} 360 \quad (3-2)$$

위의 수식을 통하여 우리는 두 직선의 시작점과 끝점의 정보를 파악할 수 있다. 이를 이용하여 두 직선의 교점을 구한다면 Y축이 위도이고 X축이 경도인 평면상에서의 교점의 좌표를 현재 위치로 사용할 수 있다.

앞서의 연산 과정을 통하여 두 직선 각각의 시작점과 끝점을 파악했다. 이것을 도식화하면 다음과 같다.

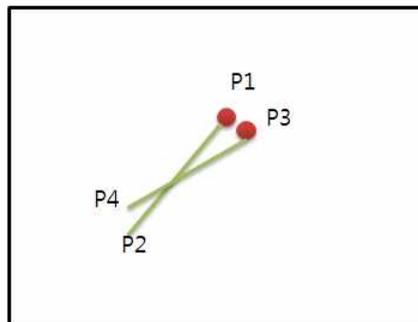


Fig 3.34. 연산을 위한 도식화

두 직선을 기울기가 아닌 매개변수 t와 s로 표현해보면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} P(t) &= (1-t)P_1 + tP_2 \\ P(s) &= (1-s)P_3 + sP_4 \end{aligned} \quad (3-3)$$

여기서  $t$ 와  $s$ 는 0에서 1의 값이다. 두 직선의 교점은 공통된 값을 가진다. 이점을 이용하면 식(3-4)처럼 정리할 수 있다.

$$(1-t)P_1 + tP_2 = (1-s)P_3 + sP_4 \quad (3-4)$$

다시 식(3-4)를  $x$ 와  $y$ 로 분리해보면 식(3-5)처럼 분리가 가능하다.

$$\begin{aligned} x_1 + t(x_2 - x_1) &= x_3 + s(x_4 - x_3) \\ y_1 + t(y_2 - y_1) &= y_3 + s(y_4 - y_3) \end{aligned} \quad (3-5)$$

$t$ 와  $s$ 에 대해서 정리하면

$$\begin{aligned} t &= \frac{(x_4 - x_3)(y_1 - y_3) - (y_4 - y_3)(x_1 - x_3)}{(y_4 - y_3)(x_2 - x_1) - (x_4 - x_3)(y_2 - y_1)} \\ s &= \frac{(x_2 - x_1)(y_1 - y_3) - (y_2 - y_1)(x_1 - x_3)}{(y_4 - y_3)(x_2 - x_1) - (x_4 - x_3)(y_2 - y_1)} \end{aligned} \quad (3-6)$$

$t$ 와  $s$ 는 서로 교차할 때의 값이므로, 교점의 좌표  $x$ 와  $y$ 는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} x &= x_s + s(x_e - x_s) \\ y &= y_s + s(y_e - y_s) \end{aligned} \quad (3-7)$$

위의 수식을 통하여 구해진 교점을 지도에서 확인해보면 다음과 같이 근사한 위치의 값이 구해진 것을 확인할 수 있다.



Fig 3.35. 위치 추론 결과

## 제 2 절 점자 블록 검출

여러 사람에게 정보를 전달할 때는 다양한 방법이 사용된다. 그 중 가장 일반적이고 보편적인 방법은 시각을 이용한 방법이다. 하지만 시각장애인은 이러한 유용한 수단을 제한 받는다. 그러므로 이 정보들을 획득하여 시각장애인에게 전달할 수 있다면, 시각장애인의 정보획득에 많은 도움이 될 것이다. 이 부분에서는 시각장애인을 위하여 설치된 점자 블록에 대한 검출과 인식에 대한 연구 결과를 기술한다.

시각 장애인의 보행을 위하여 점자 블록에 대한 인식 연구가 진행되었다. 점자 블록을 인식하기 위하여 점자 블록의 지정 색상이 노란색인 점에 착안하여, 색상 정보의 추출을 통하여 분리하고 Hough Transform을 통해 점자 블록의 방향과 형태를 검출하는 연구[12]가 있었다.

그리고 이와 유사한 연구로 Ycrb 컬러 모델을 이용하여 색상을 검출한 후 Hough Transform을 이용해 점자 블록을 인식하고 HTRF(Head Related Transfer Function)를 이용해 보행을 유도하는 연구[12] 등이 있었다.

색상 정보를 이용하는 방법은 매우 다양하다. 대표적으로 컴퓨터 시스템에서 일반적인 색 체계를 나타내는 RGB 색상모델을 비롯하여, HSI 색상모델, Ycrb 색상

모델, CIE 색상공간은 다양한 모델을 이용하는 방법이 있다.

본 논문에서는 가장 보편적으로 사용되고, 안정적인 HSI 색상모델과 YcrCb 컬러 모델을 사용하여 점자 블록을 검출하고, 스테레오 비전 시스템을 통해 주변의 거리 정보를 생성한다. 그리고 이 두 정보를 조합하여 보행로를 인식하는 연구를 진행하였다. 시스템의 구성도는 Fig 3. 2. 1 과 같다.

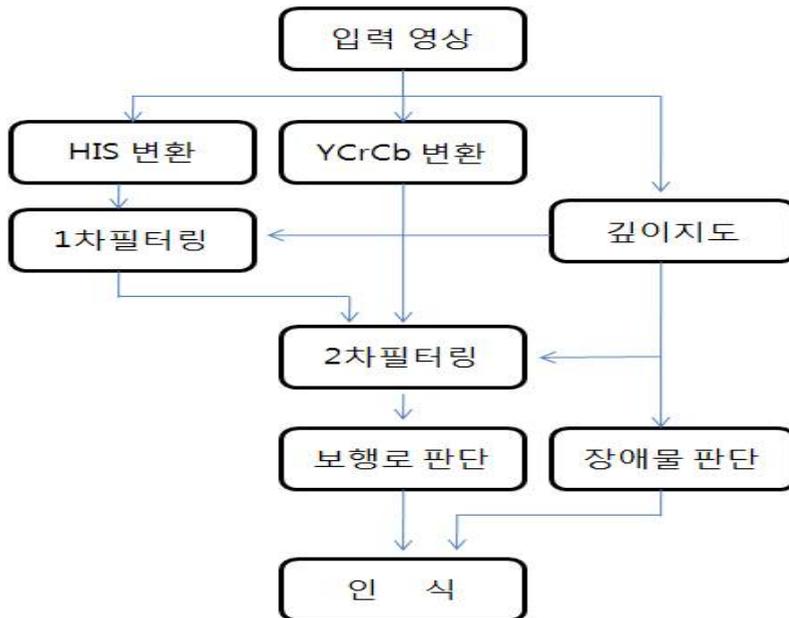


Fig 3.36. 점자블록 인식 흐름도

점자 블록은 일반 블록들과 구분하여 일반인이 피해서 보행할 수 있도록 주로 가시성이 좋은 노란색이라는 특성을 가지고 있다. 그리고 색상을 구분할 수 없는 시각 장애인이 인지하기 위하여 울퉁불퉁한 질감을 가지고 있다. 이러한 질감은 촉감을 통하여 인지할 수 있지만, 영상 기반에서는 촉감에 대한 특징보다 색상을 검출하는 방법이 더 용이하다.

영상에서 색상은 매우 중요한 정보이다. 하지만 조명이나 주변 환경에 민감한 약점을 가지고 있다. 그러므로 환경에 덜 민감한 특징들을 조합하여 사용하여 상호 보완하는 것이 일반적이다. 본 논문에서는 HSI 색상모델의 H 채널과 YcrCb의 cr과 cb 채널의 특징을 병행하여 사용한다.

먼저 획득한 영상을 HSI 색상 모델로 변환하고 아래 수식을 통하여 1차 필터링을 수행한다.

$$T(x) = \begin{cases} 255, & 5 \leq x \leq 40 \\ 0, & otherwise \end{cases} \quad (3-8)$$

색상의 경우 HSI 모델에서 채도나 명도에 비하여 강인한 특성을 지니기는 하지만, 장소나 환경에 따라 약간 변형될 수 있고, 다른 물체나 벽면이 유사한 색상을 가지고 있을 가능성도 있다. 따라서 1차 필터링에서는 실제 범위보다 일정 비율의 범위를 증가시켜 수행한다[13].

1차 필터링을 통하여 추출된 결과를 가지고 2차 필터링을 수행한다. 2차 필터링에서는 cr과 cb 채널에 대해 각각 필터링 과정을 수행한다. 하지만 이 정보들 역시 주변 환경에 영향을 받으므로 1차 필터링처럼 고정적인 임계치를 설정할 경우 경우에 따라 원하는 성능을 얻을 수 없다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 동적 임계치의 설정이 필요하다.

영상을 분석해보면 cr 채널은 영상에서 점자 블록은 대체적으로 검정색에 가까운 값을 가진다. 반면 cb 채널의 경우 대체적으로 하얀색에 가까운 값을 가지는 것을 확인할 수 있다.

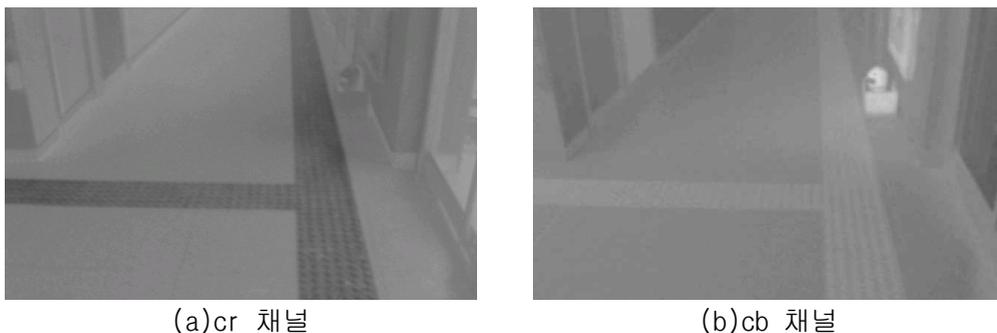


Fig 3.37. cr과 cb 채널 예시

이 특성을 이용하여 cr 채널의 임계치는 전체 값 분포에서 하위 10%를 포함하는 값을 임계치로 지정하고, cb 채널의 임계치는 전체 값 분포에서 상위 30%를 포함하는 값을 임계치로 동적 설정한다. 이 임계를 수식화하면 아래와 같다.

$$Th_{cr} = \underset{n}{\operatorname{argmin}} \sum_0^n x_n \geq \text{size} \times 10\% \quad (3-9)$$

$$Th_{cb} = \underset{n}{\operatorname{argmax}} \sum_0^n x_n \leq \text{size} \times 70\%$$

여기서  $n$ 은 해당 채널의 화소 값이고,  $x_n$ 은 해당 채널에서  $n$  값이 발생한 빈도이다. 그리고  $\text{size}$ 는 전체 크기이다. 식(3-6)을 통한 임계치를 이용한 결과 기존의 고정된 임계치의 성능보다 다양한 테스트 영상에서 안정적인 검출 성능을 보여주었다. 검출의 환경적 요인에서 주변의 벽면이나 장애물의 색상이 점자 블록과 유사한 경우 검출에 많은 영향을 끼치게 된다. 본 논문에서는 스테레오 영상 분석을 통하여 생성된 거리지도를 토대로 벽과 장애물을 파악하고 검출에서 제외하는 과정을 수행하였다. 이를 통하여 위와 같은 문제로 인한 점자블록 추출 실패 문제를 일정부분 해결할 수 있었다.

이렇게 추출된 점자 블록의 후보 영역을 바탕으로 실제 보행로인지 아닌지의 여부를 판단한다. 기존의 다른 방법론들은 허프변환을 이용한 직선 성분을 가지는 곳을 판단하였다. 하지만 이러한 방법은 점자 블록이 훼손되거나 장애물이 존재한다면 직선 성분의 검출이 실패하고, 이로 인해 인식에 실패하는 문제가 있다. 또한 이 방법은 직진 보행로 위주이므로 갈림길에서의 인식 문제가 존재한다.

우리는 장애물로 인한 끊김과 교차로에 대한 처리를 위하여 윈도우를 적용한다. 윈도우의 크기는  $640 \times 480$  영상을 기준으로 20등분한  $32 \times 24$ 를 사용한다. 윈도우와 교차로 연결 모델을 통하여 끊겨진 보행로의 인식과 갈림길에 대한 인식을 좀 더 안정적으로 이루어지도록 하였다.



(a) 입력 영상



(b) 인식 결과

Fig 3.38. 점자블록 인식 결과 예시

## 제 4 장 실험 및 평가

이 장에서는 자기 위치 파악 기술에 대한 실험 및 성능 평가를 진행한다.

### 1. 실험 환경

본 논문에서는 위치 추론 기술의 성능을 측정하기 위하여 2장에서 제안한 시스템을 사용하였다. 먼저 스테레오 영상 획득을 위하여 Videre 사의 STH-MDCS3-VAR 모델의 스테레오 카메라를 사용하였다. 또한 기울기 정보, 지자기 정보획득과 외부 서버와의 무선 통신을 위하여 SHW-M110S를 사용하였다. 그리고 착용하고 다니면서 모든 과정을 통합하는 메인 시스템은 DELL 사의 STUDIO 1555 모델을 사용하였다. 위치를 추론하기 위해 필요한 코드는 영상처리 기술과 데이터 통신기술, 데이터베이스 제어 기술을 기반으로 하고 있으며 프로그램의 성능 측정을 위하여 저자가 구현한 코드를 사용하였다.

### 2. 입력 데이터

본 실험은 10곳을 대상으로 수행하였다. 실험 시 현재의 위치 10곳을 추정하기 위하여, 한 위치당 2곳의 주변 상점을 촬영하고 해당 상점이 촬영될 때의 방위각을 저장하였다. 현재 위치 추정을 위하여 촬영된 두 상점의 위도 경도 정보와 해당 상점을 촬영할 때의 방위각을 입력 데이터로 사용한다.

### 3. 실험 평가 방법

성능 평가를 위해서 GPS 좌표를 이용한 거리 계산식을 이용하여, 추정 위치와 실제 위치에 대한 거리, 즉 오차 거리를 측정하였다. 그리고 이 편차를 성능 측정의 기준으로 사용하였다.

#### 4. 실험 결과

실험의 입력 데이터와 위치 추정 결과 및 오차는 다음과 같다.

Table. 4.1 실험을 위한 입력 데이터(좌표 및 방위)

No.	상 호	상점위치		방위
		위도	경도	
1	청운안경	35.14441308071942	126.92168404769897	235
	막창	35.14431877081244	126.92496567964554	154
2	친구식당	35.1445688014894	126.92498981952667	50
	동아리 분식	35.144540289258025	126.92504346370697	72
3	슈퍼맨	35.14489120833382	126.93066269159317	280
	BRAMBLICK	35.14502499583306	126.9305419921875	335
4	TWORLD	35.14547899439605	126.93084508180618	237
	FamilyMart	35.145770692619514	126.93094700574875	328
5	알파문고	35.14563471312663	126.93043738603592	206
	아이빌안경	35.14559084872564	126.93053662776947	172
6	Tomato	35.1457663061878	126.930091381073	158
	참스민	35.14588254654817	126.92987143993377	269
7	THE FACE SHOP	35.14621372100423	126.92930281162262	166
	FamilyMart2	35.146158890889374	126.92918479442596	238
8	길목식당	35.14518948835858	126.92854642868042	248
	마당쇠	35.14515439664771	126.92868858575821	144
9	파리바게트	35.12911809509335	126.91091626882553	199
	김밥천국	35.12914222539891	126.91113084554672	102
10	롯데리아	35.12817042653047	126.91125690937042	78
	상록수약국	35.127799692077886	126.9113239645958	149

Table. 4.2 실험을 위한 입력 데이터(간판 추출 영상)

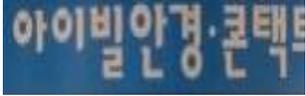
No.	영 상1	영 상2
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Table. 4.3 자기 위치 추정 결과 및 오차

No.	실제위치		추정 위치		오차(M)
	위도	경도	위도	경도	
1	35.14455125550206	126.92487448453903	35.144536070400228	126.92485969558049	2.15
2	35.144375795420416	126.9248878955841	35.144367559671196	126.92490851242009	2.08
3	35.144904367769726	126.93061172962189	35.144902411796167	126.93059915395158	1.16
4	35.1456040080484	126.93105697631836	35.145610279127723	126.93104724305171	1.12
5	35.1457663061878	126.93050444126129	35.145782860054155	126.93050964234277	1.89
6	35.145900092248524	126.9300565123558	35.145885544560905	126.93004320565421	2.01
7	35.14622688022631	126.92928940057754	35.146230086364376	126.92929873128094	0.91
8	35.14523773943637	126.92864030599594	35.145225926428871	126.92863661634446	1.35
9	35.12918609866337	126.91095650196075	35.129183079012599	126.91093864467335	1.65
10	35.12815068331815	35.12815068331815	35.128141078782726	126.91111883882130	1.71

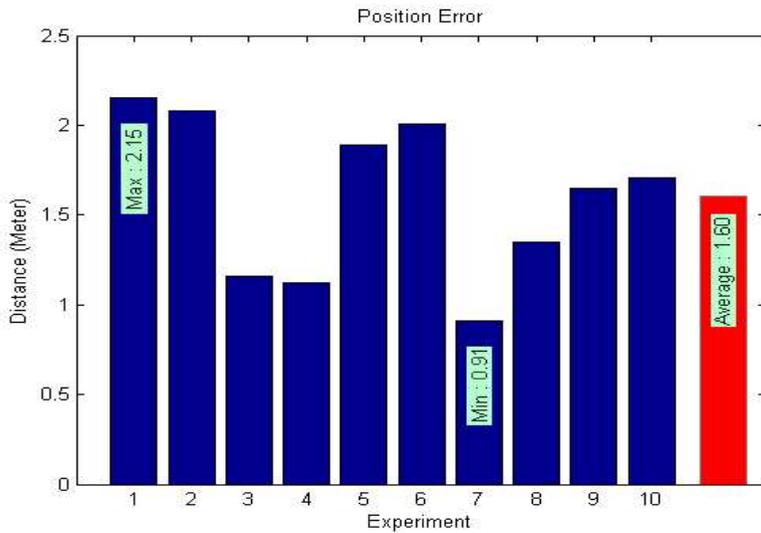


Fig 4.1. 위치 추정치 오차 그래프

이 실험 결과에서 확인 할 수 있듯이 본 논문에서 제안한 위치 추정 방법은 매우 뛰어난 성능을 보여주었다. 기존의 GPS만을 이용한 위치 추정 방법은 오차 범위가 10~50M에 이르고 상황에 따라서 더 증가할 경우도 있다. 또한 흐린 날이나 주변의 건물, 다리 등 환경에 의하여 위치 정보를 측정할 수 없거나 오차가 많은 값이 측정된다. 또한 무선망을 이용하여 보조할 경우 기초 데이터로 사용되는 GPS 신호 자체가 획득 되지 않을 경우 50M 정도의 오차를 가진다. 그리고 GPS를 이용하여 위치 정보를 정상적으로 수신한 데이터를 기초로 무선망을 이용하여 보완하는 방법을 사용할 경우 평균 5M 이상의 오차를 가진다.

이와 비교해볼 때 제안하는 방법은 불안정한 신호로 위치가 흔들리는 현상이 없고, 날씨나 주변 환경의 영향으로 위치 정보를 파악할 수 없는 경우도 존재하지 않는다. 또한 오차는 0.91 ~ 2.15M로 평균 1.60M 이다. 이 결과를 비교해볼 때 기존의 방법보다 제안하는 방법의 성능이 향상되었음을 확인할 수 있다.

## 제 5 장 결 론

지금까지 스테레오 비전 기반 자기위치 파악 기술과 이를 구현한 시스템에 대해 소개하였다. 본 연구는 시각장애인의 가장 큰 불편인 보행 문제를 보조하기 위한 목적으로 연구가 진행되었다.

보행에 가장 기본이 되는 것은 현재 자신의 위치를 확인하는 것이다. 그러나 시각을 상실한 상태에서 자신의 현재 위치를 파악하는 것은 매우 힘든 일이고, 이를 보조하기 위해서는 많은 연구가 필요하다.

본 연구에서는 보행시 위험 판별 등 주변의 3차원적인 환경 정보를 획득하기 위하여 획득한 영상에 대한 3차원 공간 분석을 수행하였다.



Fig 5.1. 3차원 공간 분석

그리고 스테레오 카메라 시스템을 통하여 산출된 거리지도를 통하여 주변 환경과의 거리를 측정하였다.



Fig 5.2. 거리지도

또한 장애물이나 보행자를 판별하기 위하여 Mean-Shift를 이용한 색상기반 세그멘테이션을 수행하였고, 거리 정보를 이용한 세그멘테이션을 수행하였다.



Fig 5.3. Mean Shift를 이용한 색상 분리의 예

또한 시점을 파악하기 위하여 장착된 센서를 이용하여 기울기 정보를 획득하고, 이를 이용하여 머리의 자세를 추정해 시점을 파악할 수 있었다. 효율적인 위치 추정을 위하여, 교통 표지판, 스카이라인을 접목시키는 방법에 대해 연구하였다. 그리고 상점의 위치 정보와 방위 정보를 사용한 위치 추정 방법을 연구하였다. 제안 방법은 GPS의 가장 큰 약점인 주변 환경과 대기의 영향에서 자유로울 수 있고, 정확도가 향상되었다는 점에서 우수성을 찾을 수 있었다.

구현된 시스템은 상용화가 목적이 아닌 연구용이므로 많은 부분에서 부족하다. 하지만 이 시스템은 비전 기술을 이용하여 시각 정보를 획득할 수 없는 시각 장애인에게 이 정보를 제공 할 수 있는 시스템의 시발점을 만들었다는데 의의를 둘 수 있다.

현재 개발된 프로토타입은 다음과 같은 개선점이 존재한다.

첫째, 하드웨어의 소형화이다. 현재 프로토타입은 메인시스템인 노트북과 스테레오 카메라, 센서 측정 및 외부 무선망과 연결하기 위한 스마트폰으로 구성되어 있다. 현재 전자 기술 및 배터리 기술이 발달되고 있으므로, 소형화가 가능할 것이다.

둘째, 시각장애인에게 보행에 관한 효율적인 정보 전달 방법이다. 현재는 이어폰으로 정보를 전달하지만, 기존 연구 설문 결과 시각 장애로 인해 청각이 극도로 발달한 시각 장애인에게, 장시간의 이어폰 사용은 건강 및 안전에도 문제가 생길 가능성이 많다. 그러므로 시각 장애인과 효율적인 인터페이스를 지원하는 방법에 대한 개선이 필요하다.

## 참고문헌

- [1] 이용혁, “시각장애인을 위한 보행유도기술,” 대한전자공학회논문지, 제32권, 제3호, pp. 40-53, 2005.
- [2] N. Molton et al., "A Stereo Vision-based Aid for the Visually Impaired," Image and Vision Computing, Vol. 16, pp. 251-263, 1998.
- [3] S. Shoval, J. Borenstein, and Y. Koren, “"The NavBelt – A Computerized Travel Aid For The Blind Based On Mobile Robotics Technology,” " IEEE Trans. Biomedical Engineering, vol. 45, no. 11, pp. 1376-1386, November 1998.
- [4] I. Ulich and J. Borenstein, “"The Guide Cain—Applying Mobile Robot Technologies to Assist the Visually Impaired,” " IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics—Part A:Systems and Humans, Vol. 31, No. 2, pp. 131-136, 2001.
- [5] J. Borenstein and I. Ulrich, "The GuideCane—A Computerized Travel Aid for the Active Guidance of Blind Pedestrians," Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation, Albuquerque, NM, pp. 1283-1288, 1997.
- [6] S. Tachi, K. Tanie, K. Komoriya and M. Abe, "Electrocute-aneous Communication in a Guide Dog Robot(MELDOG)," IEEE Trans. on Biomedical Engineering, Vol. 32, No. 7, pp. 461-469, 1985
- [7] S. Kotani, T. Nakata, and M. Hideo, “A Strategy for Crossing of the Robotic Travel and Harunobu,” Proceedings of 2001 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, Vol. 2, pp. 668-673, 2001.
- [8] J. Rentschler, A. Cooper, B. Blasch, L. Boninger, "Intelligent walkers for the elderly: Performance and safety testing of VA-PAMAID robotic walker," Journal of Rehabilitation Research and Development, Vol. 40, No. 5, pp. 423-432, 2003.
- [9] 이성환, 강성훈, “시각장애인을 위한 착용형 컴퓨터: OpenEyes,” 한국정보과학회 정보과 학회지, 제18권, 제9호, pp. 31-36, 2000.
- [10] D. Comaniciu and P. Meer, "Mean Shift : A Robust Approach Toward Feature Space Analysis," IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence, Vol. 24, No. 5, 2002, pp. 603-619

- [11] 이장군, 이상웅, “질감 필터와 모폴로지 연산을 이용한 스카이라인 검출 기법,” 한국멀티미디어학회 추계학술대회, 제13권, 제2호, pp.29-32, 2010.
- [12] 홍성민, 한상일, 노미권, 차형태, “점자유도블럭 보행 안내에 관한 연구,” 한국지능시스템학회 추계학술대회 학술발표논문집, 제18권, 제2호, pp. 227-230, 2008
- [13] 김경호, 이상웅, “스테레오 비전 기반 점자 블록 검출,” 한국정보처리학회 추계학술대회, 제17권, 제2호, pp. 766-769, 2010.
- [14] Richard Hartley and Andrew Zisserman, "Multiple View Geometry in Computer Vision," Cambridge Press, 2nd Edition, 2003
- [15] David A. Forsyth and Jean Ponce, "Computer Vision, a modern approach," Prentice Hall, 2003
- [16] D. Scharstein and R. Szeliski, "A taxonomy and evaluation of dense two-frame stereo correspondence algorithms," International Journal of Computer Vision, pp. 7-42, 2002
- [17] <http://vision.middlebury.edu/stereo/>
- [18] Gary Bradski and Sebastian Thrun, "Segmentation and Grouping," Lecture note, <http://robots.stanford.edu/cs223b/index.html>
- [19] R. O. Duda and P. E. Hart, "Use of the Hough transform to detect lines and curves in pictures," Communs Ass. comput. Mach. 15, pp. 11-15, 1975
- [20] 김상일, “시각장애인을 위한 위치정보 시스템 개발,” Journal of Korean Society of Design Science 통권 제 73호, Vol. 20, No. 5, pp. 217-228
- [21] Shoval. S, Ulrich. I and Borenstein. J, "Robotics-Based Obstacle-Avoidance Systems for the Blind and Visually Impaired. NavBelt and the GuideCane," IEEE Robotics & Automation Magazine, pp. 9-20, 2003.
- [22] Cardin. S, Thalmann. D and Vexo. F, "Wearable System for Mobility Improvement of Visually Impaired People," Visual Computer journal, Vol.23, No.2, pp. 109-118, 2007.
- [23] Gonzalez and Woods, "Digital Image Processing", Addison Wesley

## 저작물 이용 허락서

학 과	컴퓨터공학	학 번	20107104	과 정	석사
성 명	한글: 김경호      한문: 金京鎬      영문: Kyoung-Ho Kim				
주 소	전남 곡성군 석곡면 석곡리 189-1				
연락처	E-MAIL : lovekgh1@naver.com				
논문제목	한글 : 시각장애인을 위한 스테레오 비전 기반 자기 위치 파악 기술 영어 : Stereopsis-based Self-location Perception Technologies for the Visually Impaired				

본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건아래 조선대학교가 저작물을 이용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.

- 다 음 -

1. 저작물의 DB구축 및 인터넷을 포함한 정보통신망에의 공개를 위한 저작물의 복제, 기억장치에의 저장, 전송 등을 허락함
2. 위의 목적을 위하여 필요한 범위 내에서의 편집·형식상의 변경을 허락함. 다만, 저작물의 내용변경은 금지함.
3. 배포·전송된 저작물의 영리적 목적을 위한 복제, 저장, 전송 등은 금지함.
4. 저작물에 대한 이용기간은 5년으로 하고, 기간종료 3개월 이내에 별도의 의사 표시가 없을 경우에는 저작물의 이용기간을 계속 연장함.
5. 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 또는 출판을 허락을 하였을 경우에는 1개월 이내에 대학에 이를 통보함.
6. 조선대학교는 저작물의 이용허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음
7. 소속대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저작물의 전송·출력을 허락함.

동의여부 : 동의( O )    반대(    )

2011년 11월 30일

저작자: 김 경 호 (



조선대학교 총장 귀하