

# 청각을 이용한 시각 재현장치의 분석프로그램 개발

허세진<sup>†</sup>, 방성식<sup>\*\*</sup>, 서지혜<sup>\*\*\*</sup>, 최현우<sup>\*\*\*\*</sup>, 김태호<sup>\*\*\*\*\*</sup>, 이나희<sup>\*\*\*\*\*</sup>, 이유진<sup>\*\*\*\*\*</sup>,  
박지원<sup>\*\*\*\*\*</sup>, 이희중<sup>\*\*\*\*\*</sup>, 원철호<sup>\*\*\*\*\*</sup>, 이종민<sup>\*\*\*\*\*</sup>

## 요 약

본 연구의 궁극적 목적은 시각 장애인들의 안전보행을 위한 단순한 충돌 경보 장치가 아니라 전방의 3차원적 공간 정보를 청각 정보로 변환하여 시각을 재현할 수 있도록 하는 장치 (Audio-vision System)를 개발하기 위함이다. 이를 위하여 본 연구에서는 구동 소프트웨어를 개발하였고 그 유용성을 검증하였다. 30명의 정상 지원자를 대상으로 하였으며 평균나이는 25.8세이었다. 다양한 가상의 공간을 분석프로그램에 입력하고 맹검 상태에서 피험자가 공간 내 구조물을 그리게 하였다. 먼저 피험자에게 30분간 10개의 대상을 이용한 학습을 실시한 후 별도의 10개의 가상공간에 대한 시험을 실시하였다. 시험 결과는 shape, center, margin, gradient의 평가항목을 각각 1점부터 5점까지 1단위로 채점하고 100점 만점으로 환산하였다. 실험결과 점수는 77점에서 97점이었으며 평균 88.7점이었다. 본 연구에서 자체 제작된 분석프로그램으로 청각정보를 시각정보로 변환하는 기반 기술을 확보하였으며 거리 센서를 확보한다면 제품화 가능성이 있음을 검증하였다.

## Development of Processing Program for Audio-vision System Based on Auditory Input.

Se jin Heo<sup>†</sup>, Sung Sik Bang<sup>\*\*</sup>, Jee Hye Seo<sup>\*\*\*</sup>, Hyun Woo Choi<sup>\*\*\*\*</sup>, Tae Ho Kim<sup>\*\*\*\*\*</sup>, Na Hee Lee<sup>\*\*\*\*\*</sup>,  
Yu Jin Lee<sup>\*\*\*\*\*</sup>, Ji Won Park<sup>\*\*\*\*\*</sup>, Hui Joong Lee<sup>\*\*\*\*\*</sup>, Chul Ho Won<sup>\*\*\*\*\*</sup>, Jong Min Lee<sup>\*\*\*\*\*</sup>

## ABSTRACT

The final goal of our research is developing not a simple collision alarm equipment for the blinded walkers, but the apparatus (Audio-Vision System) which can simulate vision based on auditory information so that the blinds can figure the three dimensional space in front of them. On the way to the final goal, in this study, simulation software was developed and verified. Thirty normal volunteers were included in the subject group and the average age was 25.8 years old. After being accustomed to the system by evaluating 10 blinded virtual spaces, the volunteers performed test using another set of 10 blinded virtual spaces. The results of test were scored by shape, center, margin, and gradient surface of objects in virtual space. The score of each checking point ranged from 1 to 5, and the full score was converted to 100. As results of this study, the total score ranged from 77 to 97 with the average of 88.7. In this study, a simulation software was developed and verified to have acceptable success rate. By combining to visual sensors, the vision-reconstruction system based on auditory signal (Audio-vision System) may be developed.

**Key words:** Visual Disturbance(시각장애), Visual Reconstruction(시각재현), Auditory Signal(청각신호)

※ 교신저자(Corresponding Author): 이종민, 주소: 대구광역시 중구 삼덕2가 50번지(700-721), 전화: 053)420-5472, FAX: 053)422-2677, E-mail: jonglee@knu.ac.kr  
접수일: 2009년 6월 23일, 수정일: 2009년 9월 1일  
완료일: 2009년 9월 7일

<sup>†</sup> 준회원, 경북대학교 의용생체공학과 석사과정  
(E-mail: heo-sejin@nate.com)

<sup>\*\*</sup> 경북대학교 의용생체공학과 석사과정  
(E-mail: jjodan24@naver.com)

<sup>\*\*\*</sup> 경북대학교 의용생체공학과 박사과정  
(E-mail: amoir710@gmail.com)

<sup>\*\*\*\*</sup> 경북대학교 의용생체공학과 박사과정  
(E-mail: chwoo717@hanmail.net)

<sup>\*\*\*\*\*</sup> 정회원, 경북대학교 의용생체공학과 석사  
(E-mail: crewx1@nate.com)

<sup>\*\*\*\*\*</sup> 경북대학교 수학과 석사과정  
(E-mail: nhlee59@gmail.com)

<sup>\*\*\*\*\*</sup> 준회원, 경북대학교 병원 영상학과 전공의 재직중  
(E-mail: yoojinleerad@gmail.com)

<sup>\*\*\*\*\*</sup> 경북대학교 병원 영상학과 전공의 재직중  
(E-mail: aurorapink@naver.com)

<sup>\*\*\*\*\*</sup> 경북대학교 의과대학 영상학과 조교수  
(E-mail: knuhgrad@yahoo.co.kr)

<sup>\*\*\*\*\*</sup> 정회원, 경일대학교 제어·전기공학부 조교수  
(E-mail: chulho@kiu.ac.kr)

<sup>\*\*\*\*\*</sup> 정회원, 경북대학교 의과대학 영상학과 교수

※ 본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음(NIPA-2009-C1090-0902-0009)

## 1. 서 론

시각 장애인들은 전방에 위치한 장애물의 통과 및 계단 및 통로로의 이동을 위하여 보행 폭의 조절, 발바닥의 촉각 및 청각 등을 이용하는 것이 일반적이다. 보조적으로 시각 장애인용 지팡이를 사용하여 장애물을 통과 하거나 전방의 공간정보를 확인할 수 있으며, 보행자 통로에 설치된 점자 안내문이나 시각 장애인용 보도블록을 이용하여 횡단보도나 지하철도의 위치를 감지하고 보행할 수 있다. 또는 잘 훈련된 맹도견의 도움을 받아 보행할 수 있다. 그러나 시각 장애인용 지팡이에 걸리거나 타인에게 불편감을 조성할 수 있는 등 지팡이에 의해 오히려 시각 장애인들이 위험해 질 수 있는 단점이 있다. 또한 상부에 위치한 장애물을 감지할 수 없어 상체부분의 부상 위험이 있다. 특별히 훈련된 맹도견의 경우, 길안내를 위한 필수적 도구미로 인식되지 않고 일반적인 애완견으로 취급되어 출입이 허용되지 않는 공간이 있어서 효용성의 한계가 있고 고비용으로 인해 널리 사용되지는 못하고 있다[1,4].

이러한 단점을 해결하기 위해서 비교적 저가에 판리가 용이하고 시각장애인의 활동에 필요한 충분한 기능을 수행 할 수 있는 전기 전자 기술을 이용한 전기보행보조기(Electronic Travelling Aided : ETA)와 ETA에 로봇을 접목시킨 시스템인 로봇 보행 보조기(Robotic Travelling Aided : RTA) 연구가 진행 되고 있다. ETA는 각종 전자센서를 이용하여 시각정보를 대체하는 정보를 획득하여 시각장애인에게 전달하는 보조 시스템이다. 국외에서 많이 알려진 시스템으로 "Laser cane"은 3개의 레이저 다이오드를 장착한 지팡이를 이용하여 장애물의 존재 여부와 위치를 탐색 할 수 있다. 또한 초음파 센서를 장착한 목걸이 형태의 "Russel pathsounder" 및 벨트 형태의 "Navbelt" 등도 있다[7]. 초음파 센서와 레이저를 사용한 범용 ETA의 제품인 호주 GDP Research사의 miniguide가 개발되었다. 이 장치는 초음파센서로 4m이내의 측정이 가능하며 음성, 촉각방식으로 사용자에게 전달하는 기능을 가지고 있으며 소형에 저가격, 사용기간이 길다는 장점에 비해 직접 스캔해야 하며 전역적 항법이 불가능하다는 단점이 있다 [12]. 이러한 ETA 기기들은 장애물을 감지하기 위하여 환경을 스캔하여야 하고, 장애물을 감지하는 과정

에서 훈련이 필요하고 장애물의 크기를 알기위해서 추가 측정이 요구된다는 문제점을 가지고 있었다. 이런 문제점을 해결하기 위해서 1980년대 중반부터 ETA에 로봇 기술을 접목한 로봇 보행 보조기(Robotic Travelling Aided : RTA)가 개발되기 시작하여 고기능의 재활보조기기들이 나오고 있다. 1985년 일본의 MELLAB에서는 MELDOG라는 시각장애인용 이동 로봇을 개발했는데, 이는 전방 장애물 감지를 위해 초음파 센서 어레이를 사용하고 있으며, 시각장애인의 유도를 위해 표지자(Landmark) 인지 기능을 사용하고 있어 주어진 길이 아니면 이동시 문제점을 가지고 있었다[11]. MELDOG 이후에 개발된 RTA 시스템으로는 일본 Yananashi 대학에서 개발한 HARUNOBU가 있다. 이 기기는 영상, 초음파 센서와 GPS센서 등을 이용하여 주변 환경을 인지하는 기능을 가지고 있다. 특히 지도 데이터베이스를 이용하여 주변 장애물 및 방향 정보를 인식하여 보행을 유도하는 기능을 가지고 있다. 또한 교차로 및 점자 보도블록 등을 영상 처리에 의해 인식하고 보행 정보로 활용하는 다양한 기능을 구현하고 있다[9]. 1998년 미국 Michigan 대학에서 개발한 Guide Cane는 odometer, 이동 매커니즘, 초음파 센서 및 디지털 컴퍼스와 자이로스코프 데이터를 이용하여 주 장애물 및 방향 정보를 인식하여 사용자에게 전달하며 전자동 회피가 가능하다[8]. 미국의 Trinity 대학의 PAM-AID 연구 프로젝트는 허약한 시각장애인을 안내하기 위한 목적으로 육체적인 보조와 함께 사용자의 자율성을 개선시킨 시스템이다. 사용자의 수동 조작과 공유된 제어 방법의 두 가지 방식으로 사용자의 움직임을 보조하며, 장애물을 회피하거나 사용자에게 표지물, 장애물에 대한 정보를 알려준다. 하지만 실내 환경에서만 적용되는 단점이 있다[11]. 국내 ETA 기술로는 1980년대 중반 인하대학교에서 최초로 "시각장애인을 위한 초음파 안경"을 설계한 것을 시작으로 안경과 가방을 착용하는 형태에 카메라를 이용하여 사람 얼굴, 문자열, 장애물을 인식 할 수 있는 Openeyes[3]가 개발되었고 최근에는 시각장애인들의 실외 보행 시 위험한 장애물을 탐지하여 진동과 음성으로 경고해주고, 필요에 따라 물체의 색상과 주변의 밝기를 음성으로 알려주는 SmartWand도 개발되었다[5]. 그리고 RTA 시스템인 RTAS는 2000년부터 한국과학기술원에서 개발에 착수하였으며,

기구부는 개발하지 않고 미국의 Pioneer사에서 개발한 이동 로봇 플랫폼을 사용한 맵인 안내로봇이다. 이 시스템은 모든 기구부 및 제어부를 Pioneer사의 제품을 그대로 사용하고 있기 때문에 이를 상용화하는 데는 아직 거리가 멀고, 고가로 구성되어 있는 단점이 있다[2]. RTA 시스템은 일반적인 시각장애인이 구매하기에는 고가의 장비이며 계단을 이용 할 시에 이동이 불편한 단점 등이 있어 보다 휴대가 간편하며 저가의 편리한 장비의 개발이 요구된다.

본 연구에서는, 시각 장애인들의 안전보행을 위한 단순한 충돌 정보 장치가 아니라 전방의 시각 정보를 청각 정보로 변환하여 시각장애인의 시각을 재현할 수 있도록 하기 위한 ETA 방법인 Audio-vision system 개발의 일부분으로서, 가상공간의 시각적 정보를 청각정보로 변환하여 표시할 수 있는 프로그램을 개발하였고 그 효용성을 검증하였다.

## 2. 대상 및 방법

### 2.1 기본 개념

Audio-vision System의 원리는 다음과 같다. Matrix 형태의 거리센서들로 전방 3차원 공간의 일정부분에 대한 거리 정보를 동시에 획득하여 획득된 다수의 거리 정보를 소리 정보로 변환함과 동시에 출력 한다. 거리 센서 유닛을 상하좌우로 약간씩 움직이며 소리 정보의 변화를 인지하여 전방의 공간 정보를 재현할 수 있다(그림 1).

Audio-vision System은 정보의 검출부, 연산부, 출력부로 구성되며 검출부는 초음파 또는 Stereo Vision을 이용하여 제작하는 연구가 진행 중이다. 본 연구에서는 연산부와 출력부를 포함하는 분석프로그램을 개발하였고, 장애인과 유사한 실험 조건을 소프트웨어적으로 구현하여 일반인을 대상으로 적용하였다.



그림 1. 3차원 공간의 실제 모습과 Matrix 형태의 거리센서를 적용한 가상 재현 화면

### 2.2 시각 정보의 청각 정보로의 변환 방법의 제안

본 논문에서는 시각 정보를 청각 정보로 변환하는 기법을 제안하였다. 이 방법은 공간에서 물체의 기본적인 위치 정보 즉 상하, 좌우 및 거리를 소리의 크기, 주파수 및 좌우 스테레오 사운드를 이용하여 오디오 신호로 변화하는 방법이다. 가상의 센서 출력으로부터 나오는 공간 정보는 평면상의 x, y 위치 및 각 위치에 존재하는 거리의 원근을 신호의 강도로 나타낼 수 있다. 좌우, 상하 및 거리 정보를 오디오 신호로 변환하기 위하여 본 연구에서는 소리의 세 가지 성질을 이용하였다. 먼저, 물체의 좌우 구분을 구분하기 위하여 좌우 스테레오 사운드를 이용하였다. 물체가 좌측에 있으면 좌측 소리 출력을 크게, 우측에 있으면 우측 소리 출력을 크게 출력하며 중앙에 있으면 좌우측 출력을 동일하게 출력하였다. 이때 좌우측 소리는 물체의 좌우 위치에 따라 연속적으로 변화하게 된다. 그리고 상하 구분을 위하여 소리의 주파수 변화를 이용하였다. 물체가 상단에 위치하면 높은 주파수, 하단에 위치하면 낮은 주파수의 소리를 발생시켜 물체의 상하 좌우 위치를 인지하게 된다. 마지막으로 물체의 거리 정보는 소리의 크기로 변환되었는데 물체와의 거리가 가까우면 큰 소리, 멀면 작은 소리를 발생시켜 최종적으로 물체의 상하좌우 및 거리를 인지할 수 있게 하였다.

본 연구에서 발생시키는 소리는 식 (1)과 같은 기본 정현파로부터 진폭 A와 주파수 f를 변화시켜 발생시켰다.

$$s(t) = A \cdot \sin(2\pi ft) \quad (1)$$

센서 윈도우, 즉 마우스로 움직일 수 있는 검출부 내에 위치하는 전방의 공간정보 (object window)의 각 x, y 평면 좌표에서 밝기 값은 센서와 물체사이의 거리를 의미하며 이를 x,y 평면 좌표에서 소리의 강도로 나타내면 식 (2)와 같다.

$$s(x,y,t) = A(x,y) \cdot \sin(2\pi ft) \quad (2)$$

여기서, A(x,y)는 x,y 평면 좌표에서 소리의 진폭이다. 물체의 상하 위치에 따라서 정현파의 주파수를 변화시키게 되는데 이는 식 (3)과 같이 나타내며 본 연구에서는 센서 윈도우 내 물체의 위치가 높을수록 고주파수, 낮을수록 저주파수의 신호를 발생시켰다.

$$s(x,y,t) = A(x,y) \cdot \sin(2\pi f_y t) \quad (3)$$

또한 물체의 좌우 구분을 위해서 좌우 위치에 따른 가중치를 곱하여 스테레오 신호를 발생시켰으며 식 (4)와 같이 나타낼 수 있다. 이러한 신호 역시 x,y 평면 좌표에서 발생하는 소리이다.

$$s(x,y,t) = A(x,y) \cdot \sin(2\pi f_y t) \cdot W(x) \quad (4)$$

물체의 높이 변화 y에 따른 주파수는 다음 식 (5)와 같으며,

$$S_y(t) = \sum_{x=1}^N A(x,y) \cdot \sin(2\pi f_y t) \cdot W(x) \quad (5)$$

최종적인 소리는 센서 윈도우상에서 모든 x, y 평면 좌표에서의 소리를 합하여 다음 식 (6)으로 표현하였다. 이는 좌우 위치 변화에 따른 가중치와 상하 높이 변화에 따른 주파수의 변화를 포함한다.

$$S(t) = \sum_{y=1}^N s_y(t) = \sum_{y=1}^N \sum_{x=1}^N A(x,y) \cdot \sin(2\pi f_y t) \cdot W(x) \quad (6)$$

그림 2에서 센서 윈도우 내에 위치한 object window의 밝기 값은 소리강도, 가로축은 좌우편향 (stereo), 및 세로축은 주파수의 변화를 보여준다.

1) 수평적 공간정보의 오디오 신호 변환

공간정보의 수평적 인지를 위하여 좌우 서로 다른 스테레오 신호를 발생시켜 물체의 좌우를 구분한다. 식 (5)의 정현파 신호에 대해 좌우에 각각 다른 가중치 W(x)를 부여함으로써 스테레오 신호를 생성시킨다.

가) 선형적 가중치 부여 기법

가중치는 좌우에 우세한 값을 부여하는 것으로서 다양하게 구성할 수 있으며 다음과 같으며, 발생하는 소리는 식 (7)과 같다. 이때 발생하는 소리는 센서 윈도우에 포함되는 오브젝트 윈도우의 면적과 강도에 비례하게 된다.

$$S_L(t) = \sum_{y=1}^N \sum_{x=1}^N A(x,y) \cdot \sin(2\pi f_y t) \cdot W_L(x) \quad (7)$$

$$S_R(t) = \sum_{y=1}^N \sum_{x=1}^N A(x,y) \cdot \sin(2\pi f_y t) \cdot W_R(x)$$

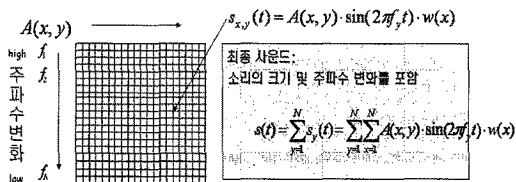


그림 2. 사인파로서 거리와 높이 정보를 가지는 Matrix 구성

i)  $W_L = \{20, 19, 18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1\}$

$$W_R = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20\}$$

ii)  $W_L = \{1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0\}$

$$W_R = \{0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1\}$$

i)의 경우 좌우측 끝쪽에 가중치를 많이 두고 멀어질수록 가중치 값을 줄이는 형태이고 ii)의 경우는 좌측과 우측값을 확실하게 구분하여 소리를 생성시키는 형태이다.

나) 최대값(최소거리) 기법

좌우 스테레오 사운드를 발생시킬 때 선형적인 가중치를 부여하지 않고 y의 변화에 큰 좌우 각각 영역의 최대값(최소거리)을 이용하여 소리를 발생시킨다.

좌우를 구분함에 있어서는 ii)와 같은 가중치를 사용하고 식 (8)과 같이 좌우 각각의 가중치 AL과 AR을 계산하여 식 (9)의 좌우 소리를 생성시킨다. 식 (9)에서 발생하는 좌우 소리는 센서 윈도우에 포함되는 오브젝트 윈도우의 면적과 강도에 비례하지 않고 각 y에 따른 최대값을 생성시키기 때문에 오브젝트가 기울기를 가지고 있을 때 즉 물체의 거리가 연속적으로 변하는 경우 소리 변화에 따른 공간 정보의 인지가 유리하다.

$$A_L = \max\{A(x,y) \cdot W_L(x)\}, \quad x=1, N \quad (8)$$

$$A_R = \max\{A(x,y) \cdot W_R(x)\}, \quad x=1, N$$

2) 좌우, 상하 및 거리 변화에 따른 오디오 신호 발생의 구현 원리

그림 3(a)와 같이 오브젝트 윈도우의 물체가 수평 방향으로 센서 윈도우 내에 존재할 때 생성되는 좌측

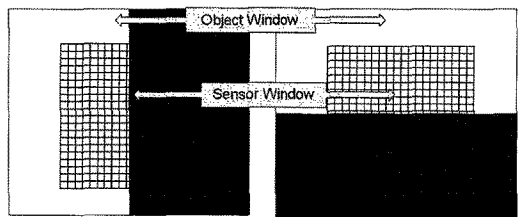


그림 3. 좌우 변화와 상하 변화 구분

신호의 크기는 식 (9)와 같으며 우측에서 발생하는 소리의 크기는 식 (10)과 같이 '0'이 된다. 따라서 좌측에서 큰소리가 나기 때문에 물체가 좌측에 있다는 것을 인지하게 된다. 그림에서 오브젝트윈도우에서 흰색 영역은 255로서 거리가 가까운 것을 의미하며 어두운 영역은 크기가 0으로서 상대적으로 물체가 멀리 있음을 나타낸다.

$$S_L(t) = \sum_{y=1}^N \sum_{x=1}^N 255 \cdot \sin(2\pi f_y t) \quad (9)$$

$$S_R(t) = \sum_{y=N/2}^N \sum_{x=1}^N 255 \cdot \sin(2\pi f_y t) \cdot W_R(x) \quad (10)$$

2.3 컴퓨터 시뮬레이션 프로그램의 구현

본 연구에서 개발한 분석프로그램은 검출부가 장착되어 있지 않으므로 다양한 가상의 공간을 설정한 다음 시각적 공간정보가 검출된 것으로 가정하고 분석프로그램에 입력하였다. 즉 분석프로그램을 시뮬레이션프로그램 형태로 제작하였다.

개발된 S/W는 Object Window와 Sensor Window로 구성되어 있다[그림 3]거리정보를 가진 영상을 열면 Object Window상에 보이지 않는 상태로 있게 되며, 그 위를 Sensor Window로 스캔함으로써 청각적으로 숨겨진 대상을 감지한다(그림 4). Object Window는 32×32 픽셀이며 거리 정보를 가진 BMP 영상이다. 이때 거리정보는 픽셀의 강도(intensity)로 나타난다. Sensor Window는 20×20픽셀이며 마우스에 의해 좌우상하로 자유롭게 움직이며 object

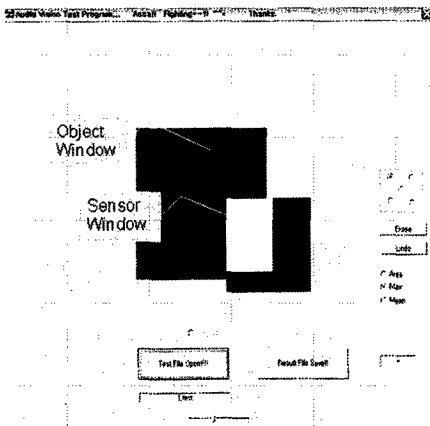


그림 4. 개발된 S/W 구현 화면

window를 스캔하게 하였다. Object Window는 64×64, 128×128, 256×256 설정이 가능하고 Sensor Window는 8×8, 12×12, 16×16, 20×20 까지 설정이 가능하게 제작하였다. 본 시뮬레이션 프로그램은 Microsoft Visual C++ 6.0 버전으로 작성되었으며, 사용 환경은 Intel Pentium4 Processor, Memory 512Mbyte이었다.

Sensor window내의 각 pixel에서 검출된 영상의 밝기, 즉 강도는 소리의 크기로, x축 방향의 pixel 간에는 좌우편향(stereo)의 차이로, y축 방향의 pixel간에는 주파수(frequency)의 차이로 출력신호를 결정하였다. 출력은 사인과 음향으로서 좌우 구분 가능한 스테레오 헤드셋을 통하여 공기전도의 형태로 양측귀에 전달되었다. 프로그램을 구현하는 방법은 다음과 같다. 가상의 전방 공간 정보가 object window내에 맵검 상태로 가려져 있으며, Sensor Window를 이용하여 object window를 스캐닝 한다. 마우스 드래그를 통해 Object Window 내의 숨겨진 공간적 대상을 음향을 통해 감지한 후, Object Window 위에 감지된 대상을 마우스 클릭으로 피검자가 직접 그린다.

2.4 실험 대상 및 평가 방법

실험 대상은 남성 대 여성비가 19대 11이었고, 평균나이가 25.8세의 소리를 듣고 판단하는데 이상이 없는 정상인 30명 이었다(표 1). 프로그램의 사용법을 학습 한 후에 프로그램을 사용하는데 문제가 없는 일반인을 대상으로 하였다. 테스트는 PC에 Audio-vision프로그램이 실행된 상태에서 좌우측 소리구분이 가능한 스테레오 헤드셋을 착용한 후 시행되었다. 실험은 10개의 표본 영상을 사용하였고 피검자에게는 영상이 관찰되지 않게 black window만 보여준 상태에서 숨겨진 시각 정보를 그리게 하였다. 피검자가 그린 최종 답안지를 채점하였으며 이때 숨겨진 object의 shape, center, margin, gradient surface의 인지 정도를 최저 1점부터 최고 5점까지 1단위로 점수를 매겨 평가하였으며 100점 만점으로 환산 하였다.

표 1. 피검자 점수표

피검자 인원	평균 연령	최소 점수	최대 점수	평균 점수
30명	25.8세	77/100점	97/100점	88.7/100점

### 3. 결 과

그림 5 와 같이 결과 영상을 보고 shape, center, margin, gradient의 항목을 평가하였다. 숨겨진 object의 모양, 중심위치, 변연부 위치, gradient 표면의 유무에 대한 인지점수는 각각 평균 87.3, 96, 86, 85.3, 88.7 점이었다. 대상물의 중심위치의 인지가 가장 높은 점수를 보였으며 gradient 표면의 인지가 가장 낮은 점수를 보였다 (표 2). 숨겨진 object의 형태 중 평평한 면을 가지는 경우가 gradient보다 높은 점수를 보였으며 수직 또는 수평의 변연을 가지는 구조물이 사선의 구조물 보다 높은 점수를 보였다. 떨어진 두 개의 구조물이 사선으로 배치된 경우 인지 점수가 가장 낮았다. 이 경우 특히 구조물의 형태와 변연부의 위치 파악의 한계가 저명하였다 (그림 5, 표 2). 총점으로 분석한 결과 최대점수 97점, 최소점수 77점

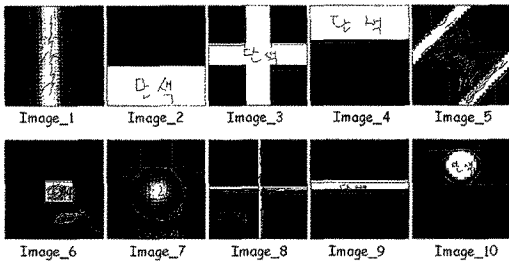


그림 5. 피험자가 소리 정보를 기반으로 그린 결과 영상 예시

표 2. 평가기준에 따른 Image별 점수 합계

	shape	center	margin	gradient	합계
Image_1	150	150	149	112	561
Image_2	146	146	146	120	558
Image_3	150	150	145	144	589
Image_4	150	148	148	134	580
Image_5	73	138	65	122	389
Image_6	122	136	117	140	515
Image_7	126	147	130	130	533
Image_8	143	147	138	142	570
Image_9	140	139	138	124	541
Image_10	110	139	114	112	475
총합계	1310/ 1500	1440/ 1500	1290/ 1500	1280/ 1500	5,320/ 6000
백분율 환산점수	87.3점	96점	86점	85.3점	88.7점

이였으며, 평균 점수가 88.7점이였다. 즉 숨겨진 대상물의 특성을 88.7% 정도의 정확도로 인지할 수 있었다(표 1).

### 4. 결 론

시뮬레이션 S/W를 구현함으로써 시각정보를 청각정보로 변환하는 기반 기술을 확보하였으며, 거리 센서를 장착한다면 제품화 구현이 가능함을 보여주었다. 따라서 시각정보를 청각 정보로 변환하는 Audio-vision system의 활용가능성을 검증하였다. 일반인을 대상으로 한 실험 결과를 기반으로 훈련을 충분히 하거나, 청각이 일반인에 비해 더 민감한 시각장애인일 경우 더 높은 평가 점수가 기대 된다. 본 시스템은 시각적 인지 대상인 전방의 3차원 공간을 청각 정보를 바탕으로 재현하는 것이 목표이므로, 본 시스템의 사용 숙련도가 높아질수록 스테레오 비전에서 검출된 정보의 분할 Matrix 수를 증가시켜서 공간 해상도를 증가시키는 것이 가능하다. 또한 Background noise형태의 청각 신호를 인지함으로써 일상생활 속에서 무의식적인 시각 재현이 가능 하게 되고, 시각 장애인의 시각보조뿐만 아니라, 시야 사각지대의 시각적 정보 획득, 군 작전 등의 무 발광 이동 시 시각보조 등의 경우에도 활용이 가능하다. 또한 GPS 시스템을 이용한다면 자기 위치 추정 및 목적지 경로에 의한 유도 기술을 통해 전역적 항법을 실현할 수 있다[6]. 특히 GPS 수신율이 취약한 지하, 고층, 빌딩사이, 좁은 도로 등에서 Audio-vision System과 병행하여 사용한다면 좀 더 시각장애인이 편리하게 사용할 수 있는 최적의 솔루션이 될 것이다.

### 참 고 문 헌

- [1] 이용혁, "시각장애인을 위한 보행유도기술," 대한전자공학회 제32권, 3호, pp. 40-53, 2005.
- [2] 홍경순, "시각장애인을 위한 정보통신 보조기술과 국내 현황," 대한전자공학회, 제32권, 3호, pp. 59-69, 2005.
- [3] 강성훈, 이성환, "시각 장애인을 위한 착용형 컴퓨터 시각 기술," 한국뇌학회지, 제1권, 1호, pp. 127-137, 2001.

- [4] 한국보건사회연구원 장애인복지팀, “2005년도 장애인 실태조사,” 보건복지부, 2005.
- [5] 김래현, 박세형, 이수용, 조현철, 하성도, “초음파 및 가속도 센서를 이용한 시각장애이용 보행 보조 장치의 성능 개선,” 정보과학회논문지, 소프트웨어 및 응용, 제36권, 제4호, pp. 291-297, 2009.
- [6] 이진희, 임석현, 이은석, 신병석, “초음파 센서와 GPS를 연동한 시각장애인 실외 보행지원 시스템,” 정보과학회논문지, 소프트웨어 및 응용, 제36권, 제6호, pp 462-470, 2009.
- [7] S. Shoval and J. Borenstein, “The Navbelt - A Computerized Aid for the Blind Based on Mobile Robotics Technology,” *IEEE Trans. on Biomedical Engineering*, Vol.45, No.11, pp. 1376-1386, 1998.
- [8] S. Shoval, I. Ulrich, and J. Borenstein, “NavBelt and the GuideCane,” *IEEE Robotics & Automation Magazine*, Vol.10, pp. 9-20, 2003.
- [9] S. Kotani, T. Nakata, and M. Hideo, “A Strategy for crossing of the robotic travel and “Harunobu,”” *Intelligent Robots and Systems*, 2001. Proceedings. 2001 IEEE/RSJ International Conference on, Vol.2, pp. 668-673, 2001.
- [10] S. Tachi, K. Tanie, and K. Komoriya, “Electrocutaneous Communication in a Guide Dog Robot (MELDOG),” *IEEE Transactions On Biomedical Engineering*, Vol.Bme-32, No.7, pp. 461-469, 1985.
- [11] G. Lacey, “Adaptive Shared Control of a Robot Mobility Aid,” *Proc. Field and Service Robotics (FSR)*, CMU, pp. 25-30, 1999.
- [12] GDP Research Australia. MiniGuide, <http://www.gdp-research.com.au>. 2005.



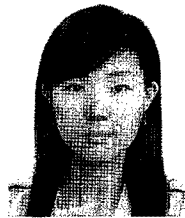
허 세 진

2002년 3월~2009년 2월 대구대학교 멀티미디어공학과 학사  
 2009년 3월~현재 경북대학교 의용생체공학과 석사과정  
 관심분야 : 영상처리, U-health care



방 성 식

2001년 3월~2008년 2월 대구대학교 전자공학과 학사  
 2008년 3월~현재 경북대학교 의용생체공학과 석사과정  
 관심분야 : 하드웨어시스템구현, 유체역학



서 지 혜

2002년 3월~2005년 8월 경북대학교 수학과 (학사)  
 2006년 8월~2008년 8월 경북대학교 의용생체공학과 석사  
 2009년 3월~현재 경북대학교 의용생체공학과 박사과정  
 관심분야 : functional magnetic resonance imaging, DTI, tractography, MR contrast agent-animal experiment



최 현 우

1999년 3월~2002년 2월 대구가톨릭대학교 정보통계학과 학사  
 2002년 3월~2004년 8월 영남대학교 컴퓨터공학과 석사  
 2009년 9월~현재 경북대학교 의용생체공학과 박사과정

관심분야 : 의료영상처리



김 태 호

2000년 3월~2007년 2월 대구대학교 멀티미디어공학과 학사  
 2007년 3월~2009년 2월 경북대학교 의용생체공학과 석사  
 2009년 2월~(주) 레이 재직중  
 관심분야 : 의료영상처리



이 나 희

2004년 3월~2009년 2월 경북대학교 수학과 학사  
 2009년 3월~현재 경북대학교 수학과 석사과정  
 관심분야 : 유체역학, 응용수학



이 유 진

2001년 3월~2007년 2월 경북대학교 의과대학 의학과  
 2007년 3월~현재 경북대학교 병원 영상의학과 전공의 재직중  
 관심분야 : cardiovascular radiology



박 지 원

1999년 3월~2005년 2월 경북대학교 의과대학 의학과  
 2005년 3월~현재 경북대학교 병원 영상의학과 전공의 재직중  
 관심분야 : vascular intervention



이 희 중

1997년 2월 경북대학교 의과대학 의학과 졸업  
 1998년~2001년 경북대학교 병원 진단방사선과 신경두경부 영상 전임의  
 2004년 경북대학교 의과대학 의학과 박사  
 2004년 경북대학교 의과대학 응급의학과 근무  
 현재 경북대학교 의과대학 영상의학과 조교수  
 관심분야 : Neuroradiology(두경부 영상의학)



원 철 호

1992년 2월 경북대학교 전자공학과 학사  
 1992년 3월~1995년 2월 경북대학교 전자공학과 석사  
 1995년 3월~1998년 2월 경북대학교 전자공학과 박사  
 1998년 3월~1999년 11월 계명대학교 의공학과 연구강사  
 1999년 11월~2002년 2월 Univ. of Iowa, Dept. of Radiology, Post-Doc Fellow  
 2002년 3월~현재 경일대학교 제어·전기공학부 조교수  
 관심분야 : 생체신호처리, 의학영상처리, 컴퓨터비전



이 종 민

1983년 3월~1989년 2월 경북대학교 의과대학 의학과  
 1990년 3월~1992년 8월 경북대학교 의과대학 의학과 석사  
 2007년 일본 하마 마츠 의과대학 박사 학위  
 1997년 4월~1999년 9월 현재 경북대학교 의과대학 방사선과 강사  
 2000년 9월~2001년 10월 오스트리아 그라츠 의과대학 객원교수  
 현재 경북대학교 의과대학 영상의학과 교수  
 관심분야 : Mr-Imaging, EBT & MDCT Imaging, Duplex Ultrasonography, vascular intervention, musculoskeletal radiology