시각 장애인의 보행에 관한 연구

*한상일 **김종수 ***차형태

(주)씨앤비텍, 숭실대학교

*raine@ssu.ac.kr

Information System for Blind People

*Hahn, Sang-Il **Kim, Jong-Su ***Cha, Hyung-Tai

CNB Technology Inc., Soongsil University

요약

대부분의 시각 장애인은 보행을 위해 흰 지팡이 및 안내견의 도움을 받는다. 일반적으로 사용되는 흰 지팡이는 주변 정보의 수집에 한계가 있으며 안내견은 고도의 훈련비용에 따른 비용의 문제점이 있어 그 수가 매우 제한적이다. 따라서 본 논문에서는 시각 장애인의 보행을 위한 시스템을 제한하고자 한다. 제안하는 시스템은 다음과 같다. 먼저 카메라를 이용하여 보행에 필요한 점자유도블럭을 검출한 후 검출된 점자유도블럭의 상태를 HRTF를 이용한 입체음향으로 소리를 전달하여 시각장애인이 안전한 보행을 할 수 있도록 하였다.

1. 서론

시각 장애인들의 일상생활에서 가장 불편하게 느끼는 점은 어디론가 이동을 하고자 할 때이다. 현재까지 대부분의 시각 장애인이 보행을 위해 사용하는 방법은 크게 2가지로서 흰 지팡이 및 안내견의 도움을 받는다. 일반적으로 사용되는 흰 지팡이는 주변 정보의 수집에 한계가 있으며 안내견은 고도의 훈련비용에 따른 비용의 문제점이 있어 그 수가 매우 제한적이다[1]. 따라서 본 논문에서는 시각 장애인의 보행을 위한 시스템을 제한하고자 한다. 제안하는 시스템은 다음과 같다. 먼저 카메라를 이용하여 보행에 필요한 점자유도블럭을 검출한 후 검출된 점자유도블럭의 상태를 HRTF를 이용한 입체음향으로 소리를 전달하여 시각장애인이 안전한 보행을 할 수 있도록 하였다.

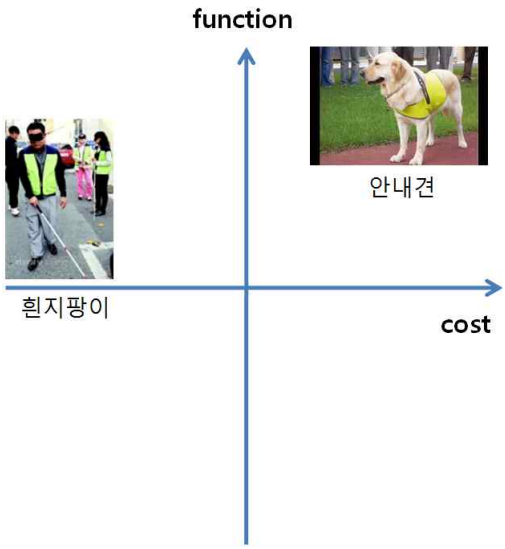


그림 1. 시각 장애인을 위한 보행 보조기기의 기능 비교

2. 제안하는 시각 장애인 보행 안내 시스템

본 논문에서는 시각 장애인의 보행에 필요한 사람, 교통, 사물 등의 정보 중에서 인도에 설치된 점자유도블럭의 위치 및 상태를 알려주는 것을 선택하였으며 제안하는 방법은 그림 2와 같은 단계로 구성되어 있다. 전체 2단계로 구분이 되며 입력 영상으로부터 점자유도블럭의 위치 및 상태를 찾는 점자유도블럭 검출 단계와 검출된 정보를 가지고 소리로 변환해주는 HRTF를 이용한 소리 변환 단계로 구성되어 있다.

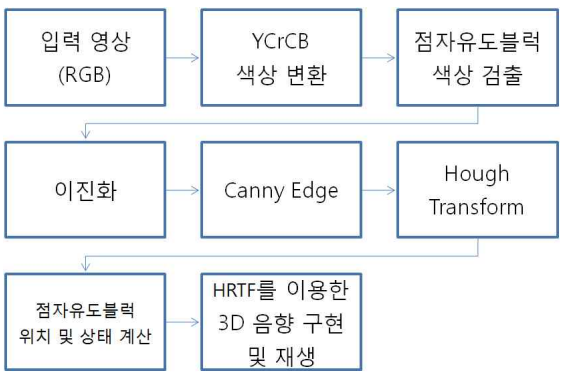


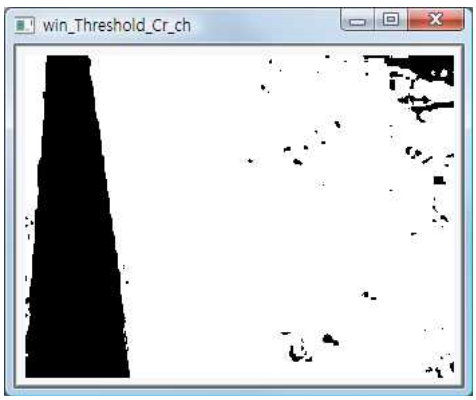
그림 2. 제안하는 알고리즘

가. 점자 유도 블록 검출

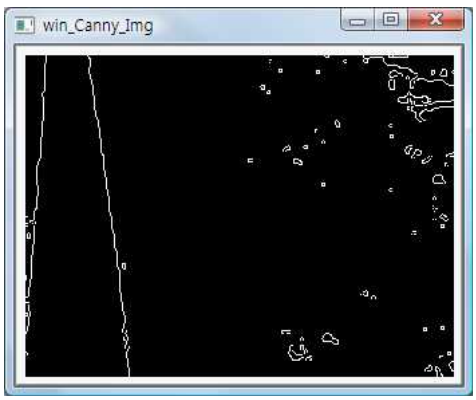
점자유도블럭의 검출을 위해 카메라를 통해 입력된 영상으로부터 점자유도블럭을 효과적으로 인식하고 판별할 수 있는 영상처리가 요구된다. 본 논문에서는 점자유도블럭의 대부분 노란색인 점을 감안하여 색상정보를 이용하여 점자유도블럭을 구별하고, 검출된 정보를 Hough Transform을 이용해 점자유도블럭의 직선을 검출하여 위치와 방향에 대한 정보를 얻을 수 있었다.

(a) 입력 영상 (RGB)

(b) Cr 영상



(c) 이진화



(d) Canny Edge

그림 3. 점자유도블럭 검출을 위한 전처리 단계

그림 3의 (a)는 카메라를 통해 입력되는 그림이며 RGB 색상 공간으로 입력되어진다. 다음 점자유도블럭이 대부분 노란색인 점을 감안하여 색검출을 위해 YCrCb 색상 공간으로 분리 후 Cr 공간에 대해 식 (1)의 수식을 적용하여 그림 3의 (c)와 같이 이진화 된 영상을 얻는다. 이때 YCrCb 색상 공간으로 분리한 이유는 RGB 색상 공간에 대해서 노란색은 Red, Green, Blue 3개의 공간을 참조해야 하는 반면에 Cr 공간 하나로도 노란색의 범위를 찾을 수 있기에 RGB 색상 공간에서 YCrCb 색상 공간으로 변환하였다[2].

$$ThresholdColor(x)=\begin{cases}0, & 50 \le Cr \le 120 \\ 255, & otherwise\end{cases} \quad (1)$$

수식 (1)을 통해 얻어진 이진화 된 영상에 대해 경계선을 강조하고자 Canny Edge를 적용하였다. Canny Edge를 적용한 결과를 그림 3의 (d)에 도시하였으며 원영상으로부터 찾고자 하는 점자유도블럭의 경계가 나타났음을 알 수 있다. YCrCb변환, 점자유도블럭색상 검출, 이진화 및 Canny Edge를 통해 점자유도블럭의 위치 및 상태 검출에 필요한 전처리 단계를 마치었으면 Hough Transform을 적용한다. 픽셀기반의 영상에서 기하학적 성분을 추출하는 방법인 Hough Transform은 직선 검출 방법과 원, 타원 등의 도형의 특징을 검출하는 방법 두가지가 있으며 본 논문에서는 점자유도블럭의 직선의 성징을 이용하기에 직선 검출 방법을 이용하며 그 결과를 그림 4에 나타내었다.

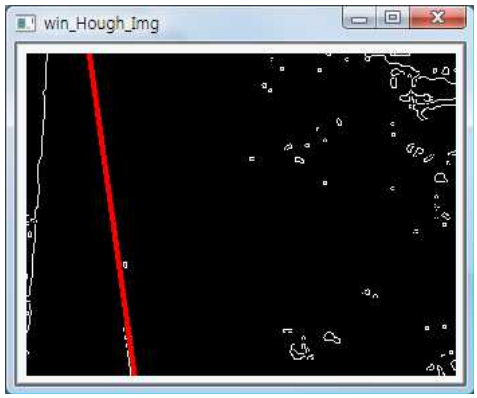


그림 4. Hough Transform

나. HRTF를 이요한 소리 위치 변환

입체 음향이란 음의 높고 낮음, 음색, 음원의 방향 및 거리감을 조절하여 청취자로부터 현장감이나 입체감을 느낄 수 있게 하는 기술이며 이중 머리전달함수를 이용한 입체 음향은 사람의 두 개의 귀만으로 소리의 방향을 인지할 수 있다는 사실을 기반으로 두 개의 스피커나 좌/우 신호가 가능한 헤드폰으로 음원을 재생하여 음원의 위치를 지각할 수 있게 하는 기술이다[4].

머리전달함수를 이용하여 입체음향을 구현하는 방법은 재생할 음원과 각 위치별로 구성된 머리전달함수와의 수식 2와 같은 컨벌루션 (convolution) 연산을 통하여 재생할 음원에 거리 및 방향감을 부여할 수 있다.

$$y[n]=\sum_{i=0}^{N-1} x[n-i] * h[i] \quad (2)$$
$$Y[i]=X[i] * H[i]$$

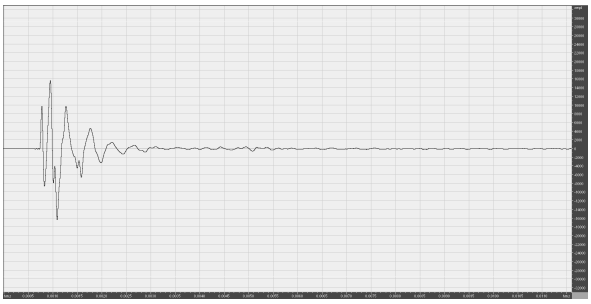


그림 5. 오른쪽 30° HRTF

그림 5는 전방 0°을 중심으로 오른쪽 30°에 해당하는 HRTF의 파형을 본 것이다. 이렇게 왼쪽 90°부터 오른쪽 90°까지 존재하는 HRTF와 440Hz의 음원과의 컨벌루션을 통해 그림 6과 같이 자연스럽게 이동음을 구현하였다.

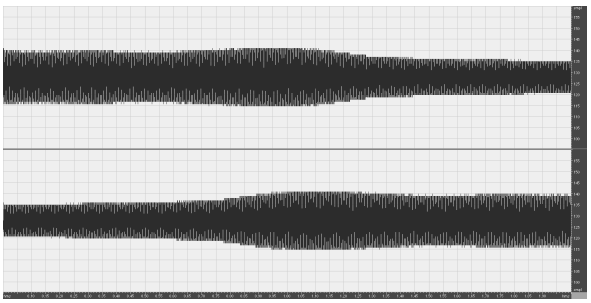
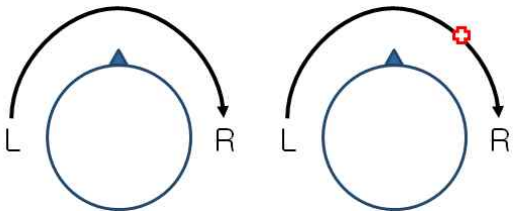


그림 6. HRTF 결과



(a) 자연스러운 이동음　　(b) 오른쪽 30°를 강조한 이동음

그림 7. 이동음 및 제안하는 이동음

그림 7의 (a)는 440Hz의 음원이 좌에서 우로 자연스럽게 이동하는 것을 나타낸 것이며 그림 7의 (b)와 같이 특정한 위치를 이동음중에 느낄 수 있게 하기 위하여 이동음 구현 후 고의적으로 특정 위치에 대한 전후 구간을 강조하였다. 따라서 이동음중에 표현하고자 하는 특정 구간을 귀로 느낄 수 있었다.

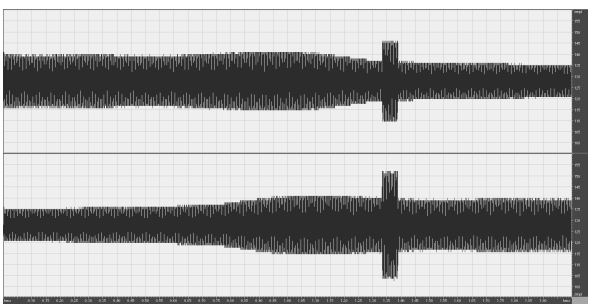


그림 9. 오른쪽 30° 강조

3. 실험 결과

본 논문에서 제안하는 시스템을 실제 영상에 적용하여 알고리즘의 성능을 평가하였다. 입력 영상은 일반적인 야외환경에서 촬영된 640x480 크기의 동영상을 이용하였으며 은색 등의 다른색으로 구성된 점자유도블럭은 실험 영상으로부터 배제하였다. 실험 결과 몇 개의 환경에 대해서 점자유도블럭을 검출하지 못하는 상황이 발생하였는데 그 이유로는 맨홀 및 인도가 아닌 도로 등에 끊긴 점자유도블럭, 차량 진입을 막는 장애물들이 이유로 밝혀졌다.

그림 10. 실험 결과

4. 결론

본 논문에서는 시각장애인의 보행을 위한 시스템을 제안하였으며 실험을 통해 제안하는 알고리즘이 우수함을 알 수 있었다. 제안한 방법은 먼저 영상으로부터 점자유도블럭 검출을 위한 전처리 작업을 적용하였으며 Hough Transform을 이용하여 직선을 검출하여 점자유도블럭의 위치 및 상태를 계산하였다. 계산된 점자유도블럭에 대한 정보를 440Hz의 음원과 HRTF와의 컨벌루션을 통하여 자연스러운 이동음을 구현한 후 위치 및 상태를 강조하고자 해당 구간에 대해 고의적으로 소리를 강조하였다. 실험 결과 점자유도블럭의 상태에 따라 음원이 다르게 재생되었음을 입증하였고 이를 통해 시각 장애인이 보행에 필요한 정보를 제시하였음을 알 수 있었다. 향후 과제로는 끊어진 구간에 대한 예측 및 야간 및 여러 환경에 대한 연구를 수행할 계획이다.

참 고 문 헌

[1] 이응혁, “시각장애인을 위한 보행유도기술”, 대한전자공학회, 제32권 제3호, pp. 40-53, 2005.

[2] 한상일, 차형태, “크로스토크 제거를 위한 얼굴 방위각 검출 기법”, 퍼지 및 지능시스템학회, 제17권 제1호, pp. 58-65, 2007.

[3] 이병모, 차의영, “Hough Transform을 이용한 직선차선검출”, 한국정보과학회, 제28권 제1호, pp. 565-567. 2007.

[4] 구교식, 한상일, 서보국, 차형태, “현실적인 3D 입체음향 구현을 위한 HRTF의 앞/뒤 음상정위 특성 개선”, 대한전자공학회, 제30권 제1호, pp. 415-416. 2007.