

특집
08

복합 감각형 도우미 기술

목 차

1. 서 론
2. 시각도우미
3. 청각도우미
4. 결 론

최인묵 · 이성준 · 박연규 · 강대임
(한국표준과학연구원)

1. 서 론

복지사회의 발전과 더불어 로봇기술 및 장애인 보조 기술의 개발에 대한 요구가 점차 증대되고 있으며 이를 기술적으로 뒷받침하기 위한 연구개발이 활발히 이루어지고 있다. 지금까지는 장애우의 손실된 감각을 보조하기 위해 하나의 감각을 이용한 보조 기술에 대한 연구개발이 주를 이루었지만, 정보의 제공이나 활용성 면에서 제한적이라 복합적으로 다양한 감각을 융합하는 기술로 발전하고 있다. 특히 시각장애우나 청각장애우에게 간단한 정보만을 제공하는 것을 뛰어넘어 일반인들도 활용이 가능한 정보나 감성을 장애우에게 제공하는 기술 등의 개발이 활발히 이루어지고 있다. 손실된 감각을 대체한 정보의 습득과 이를 효율적으로 변환하여 장애우에게 제공하기 위한 연구를 시작하였으며, 이러한 기술 개발은 일반인들의 입장이 아닌 장애인들의 선호도 조사를 기반으로 하였다[1]-[7].

본 연구의 구성은 크게 시각장애우를 위한 시각도우미와 청각장애우를 위한 청각도우미로 구분된다. 시각장애인에게 시각정보를 전달하거나

청각장애인에게 청각정보를 전달하기 위해서는 시각센서와 청각센서의 개발이 필요하고, 보조 기술로 촉각센서를 통한 진단력이나 촉감정보를 획득하는 것이 필요하다. 또한 획득된 정보를 진동과 온열감 등을 통해 효율적으로 전달하기 위해서는 촉각제시 장치의 개발이 별도로 필요하다. 시각장애인의 경우 활동공간이 매우 제한적이기 때문에, 주변의 도움 없이 공공시설의 방문이나 이동을 위한 위치인식기술이 가장 필요한 것을 조사되었으며, 문자인식이나 얼굴인식 등을 통한 보다 다양한 정보를 습득하는 것을 선호하였다. 청각장애인의 경우, 생활속의 일반적인 소리의 인식을 통한 정보 습득요구 이외에도, 일반인들이 느끼는 감성에 대한 정보를 선호하는 것으로 조사되었다. 보는 이어폰의 개념을 넘어 몸으로 느끼는 소리에 대한 요구가 매우 크게 나타났다.

위와 같은 요구를 실현하기 위해서는 하나의 단순 감각대체기술로는 한계가 있으며, 다양한 감각센서들이 결합되고 이를 전달하는 기술과의 융합을 통한 복합 감각형 기술이 필요하다. 본 연구에서는 시각도우미와 청각도우미를 개발하

기 위해 본 연구팀에서 수행하고 있는 기술내용을 서술하고자 한다.

2. 시각도우미 기술

시각장애우에게 가장 필요한 것은 보조인이나 보조건의 도움 없이 자유로이 이동할 수 있는 것이다. 이를 위해 현재까지 시각장애인을 위하여 위성항법장치(Global Positioning System, GPS)를 이용한 위치인식기술과 함께 문자나 심볼을 인식하여 정보를 제공하는 기술 등이 발전해 오고 있다. 시각도우미는 시각장애우에게 획득한 시각정보를 청각과 촉각형태로 제공하는 것이다. 시각도우미의 핵심은 자유로운 이동을 위해 현재의 위치인식 기술과 문자 및 심볼의 인식기술을 통해 얻어진 정보를 소리나 진동 등을 통해 시각장애우에게 전달하는 것이다. 이러한 위치인식 기술은 화장실이나 지하철의 목적지 등을 카메라로 획득한 영상정보로부터 추출하여 가공하는 기술이지만, 요즘에는 스마트 폰의 발전과 더불어 장애우에게 국한되지 않고 일반인에게도 친숙하게 증강현실(AR, Augmented Reality)을 이용하여 다양한 정보를 제공하는 어플리케이션들이 출시되고 있다.

(그림 1)은 시각도우미의 개념도로 카메라 영상을 이용한 시각정보를 획득하고 부족한 데이터는 기준점을 이용하여 신호처리 후 상황을 판단하게 된다. 이후 위치인식과 획득한 시각정보를 효율적으로 시각장애인에게 제시하는 것을 목표로 하고 있다.

위성항법장치(Global Positioning System, GPS)를 이용한 길 찾기 기술은 널리 활용되고 있으며, 위치인식을 위해서는 꼭 필요한 기술이다. 그러나 이러한 GPS 기술은 정확도와 수신감도 등의 문제가 있다. GPS 위성을 통해 수신된 신호를 사용하는 우리나라로서는 잡음(Noise)이 포함된 수신신호의 한계로 인해 최소 10 m 내외의 오차를 갖게 된다. 이를 해결하기 위해서는



(그림 1) 시각도우미의 개념도

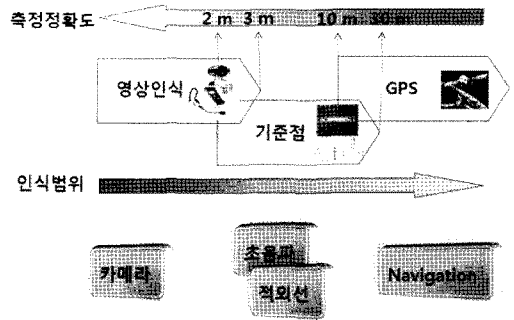
지상의 기준점과의 비교를 통한 잡음을 제거하는 DGPS(Differential GPS)를 사용해야 하지만, 장비의 가격과 소형화 문제로 시각도우미로의 적용이 어려운 문제가 있다. 또한 지하철, 쇼핑몰과 같은 실내 환경에서는 수신감도의 저하로 인해 적용이 어려운 문제가 있으며 항상 미리 제작된 지도와 연계하여 활용해야 하는 제한도 있다. 최근 이를 해결하기 위해 DGPS 신호를 DMB(Digital Multimedia Broadcasting) 신호에 실어 전송하기 위한 기술이 개발 중이며 상용화를 위한 연구가 진행 중이다. 또한 음성유도기와 리모콘을 이용한 시스템이 개발되어 음성유도기가 설치된 곳에 접근하여 리모콘을 누르면, 학교나 지하철과 같은 공공장소에서 유도기가 설치된 장소의 정보를 음성안내를 통해 전달하여 시각장애우가 안전하게 이동할 수 있도록 도와주는 역할을 수행하고 있다. 하지만 음성유도기의 감도조절로 인한 어려움으로 인한 인식률 저하와 이용의 불편함으로 인해 장애인들의 사용이 극히 제한적이다.

문자나 심볼 인식기술의 경우에는 일반인의 시각을 대체할 목적으로 고해상도 카메라가 필요하다. 표지판이나 명판에 표시된 문자나 심볼

을 인식하기 위하여 획득한 이미지로부터 문자나 심볼정보가 포함된 한정된 공간을 추출하는 기술이 필요하며 이를 문자나 심볼 데이터베이스와 매칭시켜 정보를 얻게 된다. 이러한 문자 및 심볼 인식기술은 많은 양의 데이터를 처리해야 하기 때문에 CPU의 처리속도가 확보되어야 하며, 이로 인한 시스템의 전력손실도 문제가 된다. 그리고 다양한 종류의 활자체 때문에 발생하는 인식률의 저하를 최소화하기 위해 공공장소에서 사용되는 활자체를 단순화하거나 다양한 활자체를 포함하는 데이터베이스를 구축하는 것이 필요하다. 또한 표지판의 위치에 따른 이미지 획득의 방향성으로 인한 문자의 왜곡현상이나 카메라의 해상도에 따르는 인식범위의 제한, 그리고 카메라의 좁은 시야각으로 인한 정보의 손실 문제 등을 해결해야하는 과제가 남아 있다. 현재까지 본 연구단에서 개발한 시각인식기술의 경우 활자체의 크기에 따라 다르기는 하지만 약 3m 이내를 인식범위로 보고 있다.

시각도우미는 위의 단위기술을 통합하여 실내외에서 사용자의 환경에 제한받지 않고 위치정보를 실시간(1s 이내)으로 제공하는 것을 목표로 하고 있다. 위에서 발생한 위치인식의 가장 큰 문제점은 인식거리 범위의 한계이다. 앞에서 언급한 것과 같이 GPS의 거리인식 정확도가 카메라의 인식범위를 초과한다는 문제점이 있다. (그림 1)은 이러한 인식범위 차이를 극복하면서 실내에서도 사용이 가능하도록 하기 위해, 기준점을 이용한 근거리 위치 추적시스템이 포함된 시각도우미의 위치 인식 모델을 보여주고 있다.

(그림 2)에서 기준점은 미리 설치된 기준점의 송신부에서 동기화된 적외선(IR)과 초음파의 이중모드 신호를 전송하면 수신부에서 검출되는 적외선과 초음파의 도달시간의 지연을 이용해 거리를 측정하고 수신되는 신호의 세기를 이용하여 방향을 검출하는 것이다. 수신된 두 가지 신호의 사이의 지연 시간을 1ms 이하로 측정하



(그림 2) 시각도우미의 위치인식 모델

게 되면 음파의 속도로부터 0.34 m 이내의 정확도를 얻을 수 있다는 결론을 얻을 수 있다. 시간을 더 짧게 분할하면 보다 높은 거리정확도를 얻을 수 있다. 또한 적외선 LED를 사용하게 되면 기준점의 송신부마다 ID를 부여할 수 있게 되어 설치된 곳의 정보 또한 전송이 가능하다는 장점이 있다. ID가 다른 다수의 기준점들은 하나의 상대적인 거리/방향개념을 뛰어넘어 미리 제작된 지도와 연동하게 되면 GPS를 이용한 길 안내 기능과 유사하게 근거리 위치추적이 가능하다는 것이다.

문제는 신호의 감도저하로 인한 인식범위이다. 기준점의 송신부는 유선전원을 이용하여 벽과 같은 시설물에 부착되어 있는 형태이기 때문에 크기 등에 제한을 받지 않는다. 이것은 적외선 LED와 초음파 소스를 다중으로 설치하여 여러 방향과 넓은 범위에서 수신이 가능하게 제작할 수 있다는 것을 의미한다.

이와 같이 GPS와 기준점 그리고 영상인식기술을 복합적으로 융합하여 활용하게 되면, 실내외에 국한되지 않고 자유로운 위치 이동이 가능할 것으로 기대된다. 여기에 GPS나 기준점 등으로부터 얻어진 정보를 이용하여 목적지를 찾아 이동할 경우 방향과 거리의 정보가 제공되더라도 보행자를 위해 길을 인식하는 기술을 통한 정보가 제공된다면 이동에 큰 도움이 될 것이다.

이를 위해 이동 중 영상인식 시스템으로 얻어지는 거리의 정보로부터 노란선으로 표시된 장애인 유도 블록이나, 보행자 도로를 인식하는 기술도 포함하여 개발하고 있다.

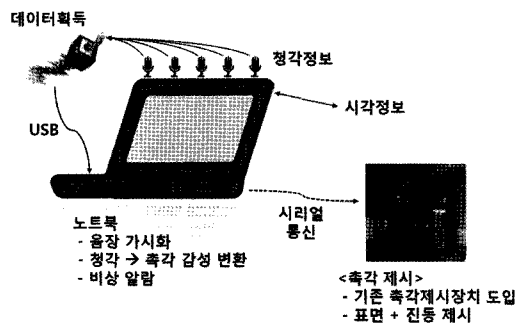
위와 같이 획득한 시각정보를 시각장애우에게 효율적으로 전달하는 것도 매우 중요한 기술중의 하나이다. 현재 햅틱(Haptic)분야에 있어 피부 접촉을 통한 촉각재현의 연구는 활발하게 진행되어 오고 있으며, 시각도우미의 정보전달방법은 소리를 통한 안내와 진동을 이용한 촉각 제시를 통해 구현이 가능하다. 거리정보의 경우 소리를 이용한 안내방법을 사용하고 방향의 경우 단순한 진동이나 Beep 음이 아닌 목적 방향과의 벗어남에 비례한 촉감을 제시하는 것을 목표로 한다. 지팡이나 스마트폰에 부착된 1차원 혹은 2차원 전방위 방향제시장치를 통해 효과적으로 제시할 수 있는 방향제시장치 기술개발을 수행 중이다. 핀어레이를 통한 촉각아이콘 형태로 변환하여 제공할 수 있는 점자나 질감도 유용한 방법 중의 하나이지만 현재는 전체 도우미 시스템의 크기나 이동성을 고려하여 단위기술로 개발을 수행하고 있다.

3. 청각도우미 기술

청각도우미는 기본적으로 청각장애우에게 손실된 청각을 대신하여 다수의 마이크로폰을 이용하여 획득한 정보를 시각과 어떤 느낌을 전달하는 촉각의 형태로 청각장애우에게 제공하는 것이다. 청각장애우에게 제공되는 정보는 소리의 정보화와 감성화로 크게 구분될 수 있다. 청각장애우가 생활하면서 들을 수 있는 소리를 마이크로폰 등으로 획득한 후 유용한정보로 전환하여 이를 음장가시화 및 촉감 등으로 변환하여 제공하는 것이다.

일반적으로 자동차 경적음과 같은 위험요소의 인지와 초인종 소리나 아기의 소리등과 같은 생활정보를 인지하는 것이 소리의 정보화에 해당

한다. 소리의 정보화를 위해서는 음장가시화 기술이 필요하다. MEMS 공정을 통해 제작되는 초소형 마이크로폰을 이용하여 안경이나 헤드셋에 장착하고 어레이로부터 취득된 신호를 시각화 정보로 변환하여 소리가 발생하는 위치와 방향을 시각적으로 음원의 크기나 방향을 시각적으로 보여주는 것이다. 여기서는 단순한 디스플레이 수준을 넘어 인지기술을 접목시켜 소리의 종류에 대한 정보도 함께 제공하는 것을 목표로 한다. 이러한 소리 정보의 시각화를 위해서는 음장가시화 기법과 음원포커스 기법 등이 사용된다. (그림 3)은 개발 중인 청각도우미 개념도를 보여준다. 데이터 획득, 마이크로 폰, 카메라 등은 소형 범용 상용제품을 사용할 예정이다. 여기서 여러 개의 배열된 마이크로폰은 소리의 크기, 방향등을 실시간 계산하여 정보화 하는데 필요하다. 노트북의 화면은 청각장애우가 인지할 수 있도록 현장 실시간 화면과 그래픽을 이용한 음원의 정보를 보여줄 것이다. 또한 소리의 감성을 표현 할 수 있도록 촉각제시장치도 부착 할 예정이다. 이러한 개념도는 다음 연구단계에서 손쉽게 이동 가능하도록 초소형화 되어야 한다. 이러한 청각 도우미의 소리정보화 부분은 정상인을 위한 프로그래밍 기법에 따라 전쟁터의 군인이나 소음지역에서의 안전 작업자의 활동을 보조할 수 있다. 또한, 미래에 음원분석 기술이 발전함에 따라 실시간 로봇용 인공 귀를 실현하는 루틴으로도 활용이 가능하리라 생각된다.

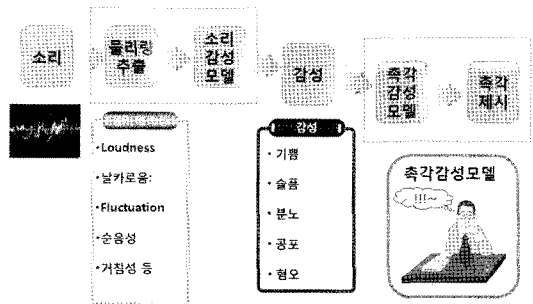


(그림 3) 청각도우미의 개념도

소리정보의 시각화와 더불어 소리의 감성적인 정보를 전달해 줄 수 있는 소리의 감성화에 대한 연구를 수행하고 있다. 이를테면 청각장애인이 듣기를 원하는 소리는 무엇인지에 대한 설문조사를 실시하였다. 설문조사 결과 자연의 소리나 악기의 소리와 같이 감성이 포함된 정보를 얻기를 원하는 것으로 나타났다. 대체로 장애우는 소통 및 언어학습의 문제를 호소하였다. 기존의 청각 보조기구는 거의 도움이 안 되었고, 비상 상황 등의 알람기능의 필요성을 호소하였다. 이를 위해서는 소리에 대한 물리적 특성을 분류하여 소리감성모델을 통해 감성정보를 추출하는 것 이외에도 소리와 촉각에 대한 관계를 규명하여 확립될 수 있는 촉각감성모델을 통해 다시 촉각으로 제시해 주는 기술이 필요하다. 참고로 청각장애우의 촉각 감지능력은 일반인과 비슷하였다.

(그림 4)에 나타난 것과 같이 다양한 소리의 음원으로부터 소리의 크기(Loudness)나 날카로움(Sharpness), 순음성, 거침성 등을 이용하여 일반인을 대상으로 감성을 분류하는 것이 필요하다. 이러한 물리적인 특성들은 음향학에서 소리를 구분하는데 널리 쓰이고 있다. 국제적으로 음향심리학에서 널리 쓰이는 International Affective Digitized Sound System (IADS) 음원 데이터를 이용하여 대전지역 성인남녀 140명을 대상으로 실시한 설문조사를 실시하였다. 설문 의 절차는 실험방법을 소개하고, 연습자극을 거쳐 1단계 평정, 2단계 평정을 포함한다. 단계 평정사이에는 설문자들이 지치지 않도록 휴식시간을 배정하였다. IADS 음원은 웃음소리, 빗소리, 야구장소리, 울음소리, 돼지소리, 심박동 등 다양한 종류의 소리를 포함하고 있다. 설문조사는 이러한 음원을 기쁨, 슬픔, 분노, 혐오, 공포 등으로 분류하도록 설문대상자에게 요청하였다. 대상자들은 분노, 혐오, 공포에 대해서는 뚜렷한 구분을 하지 못하였다. 분노/공포/혐오 소리의 물리

적인 특성은 기쁨과 슬픔에 비해 대체적으로 소리 크기가 낮으며, 고주파수음보다는 저주파수 대역의 음이 많이 섞여있었다. 슬픔을 유발하는 소리는 주기적인 순음성이 많고 주기적 반복성이 있으며, 분노/공포/혐오 소리는 순음성 성분이 거의 없음을 밝힐 수 있었다. 이와 같은 물리적 속성을 통해 경향이 같은 소리를 분류할 수 있었으며 더 많은 다른 소리음원에 대해서도 데이터베이스를 구축하여 소리마다 감성을 부여하여 감각도우미에 활용이 가능하다.



(그림 4) 청각도우미의 감성 모델

이렇게 조사된 설문결과를 토대로 IADS라는 같은 기준 음원을 이용했을 때 미국인과 한국인 사이의 각성-이완/긍정-부정의 경향도 조사를 수행하였다. 두 나라의 설문대상자들은 음원에 대해 대체로 같은 평정을 한 경향을 보이지만, 한국인이 미국인에 비해 각성-부정에 더 편중된 경향이 나타남을 알 수 있었다. 이는 자극적인 소리에 대해 한국인이 더 예민하게 느끼는 것으로 해석할 수 있다.

이렇게 구성된 소리감성모델을 통해 얻어진 감성정보를 청각장애우에게 감성을 전달하기 위해서는 감성-촉각모델을 확립해야 한다. 이는 소리에서 느껴지는 감성을 효율적으로 표현하기 위한 연구가 병행되어야 한다. 본 연구팀에서는 스피커를 이용하여 청각-촉각 변환방법을 제시하고자 한다. 소리의 가청주파수 대역이 20 Hz - 20 kHz 으로 매우 넓기 때문에 최대 수 kHz 이

내의 진동주파수로 감성을 전달하기 위해서는 스펙트럼을 변조해야 하고 이의 유효성을 검증하는 것이 과제이다.

또한 청각장애우 조차도 장애 정도와 선천적/후천적 장애에 따른 촉감의 차이가 있기 때문에 이에 대한 조사도 병행되어야 한다. 비장애인과 장애인의 장애 정도에 따른 촉감인지를 평가 비교하고, 손가락, 손등, 팔목, 입술 등 신체부위에 따른 촉감인지를 비교하여 촉감을 통한 소리감성정보의 전달의 효율성을 증가시키는 연구를 수행중이다.

4. 결론

본 연구는 단순 감각 보조기술 개념을 넘어 시각 및 청각 센서를 활용하여 제한된 정보를 제공하는 것에 그치지 않고, 다양한 인지기술을 융합하여 복합 감각형 시각 및 청각도우미를 개발하는데 그 목표를 두고 있다. 복합형 시각도우미의 경우 기존의 GPS 및 영상인식 기술을 발전시키고 새로운 개념의 위치/방향 감지기술을 통합하여 실내의 활동범위에 제한 받지 않고 활용이 가능하다. 청각도우미 연구는 소리의 정보화과정을 거쳐 음장가시화를 통해 음원의 크기와 방향 등을 제시하고자 하며, 특히 소리의 물리량 속성으로부터 청각-감성 모델을 개발하고, 촉감 제시를 통한 소리의 감성화를 청각장애우에게 제시하고자 한다. 이러한 복합형 감각도우미 개발은 차세대 멀티미디어 산업과 같은 미래 성장동력산업의 핵심기술로 활용이 가능하고, 인간친화적 로봇개발로의 응용도 가능할 것으로 기대된다.

<후기>

이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 휴먼인지환경사업본부-신기술융합형 성장동력사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2010K001125).

참고문헌

- [1] 김혜진, 윤호섭, “지능형 로봇 부품 기술동향”, 전자통신동향분석, 제22권, 제2호, 2007
- [2] C. Wada, H. Shoji, and T. Ifukube, “Development and evaluation of a tactile display for a tactile vocoder”, Technology and Disability, Vol.11, pp.151-159, 1999.
- [3] D. Mathew, “vSmiley: Imaging Emotions through Vibration Patterns”, Alternative Access: Fellings & Games, 2005
- [4] 김양한, “음장 가시화 방법과 응용”, 한국감성과학회 '98춘계학술발표논문집, pp.1-6, 1998
- [6] M. M. Bradley and P. J. Lang, IADS-2 Technical Report B-3, University of Florida, 2007
- [7], 김희국 외, “스펙트럼 변조를 이용한 청각정보의 촉감재현 가능성 연구, 한국정밀공학회지”, 투고중

저자약력



직인목

1996년 KAIST 기계공학과(학사)
 1998년 KAIST 기계공학과(석사)
 2002년 KAIST 기계공학과(박사)
 2006년 Royal Society Fellowship
 2002년~현재 한국표준과학연구원 선임연구원
 관심분야 : Tactile 센서, 압력센서, 위치추적기술,
 햅틱디바이스
 이 메 일 : mookin@kriss.re.kr



이성준

1995년 전북대학교 물리학과(학사)
 1997년 서울대학교 물리학과(석사)
 2005년 서울대학교 물리학과(박사)
 2009년 University of Connecticut 방문연구원
 2005년~현재 한국표준과학연구원 선임연구원
 관심분야 : 각종 센서, 감성모델, 데이터획득 기술
 이 메 일 : lsjun@kriss.re.kr



강대임

1980년 고려대학교 기계공학과(학사)
 1982년 고려대학교 기계공학과(석사)
 1994년 KAIST 기계공학과(박사)
 1982년~현재 한국표준과학연구원 책임연구원
 2006년~2008년 한국표준과학연구원 선임본부장
 2005년~현재 과학기술연합대학원대학교 교수
 2009년~현재 국제측정연합(IMEKO) 회장
 2009년~현재 한국정밀공학회 부회장
 관심분야 : 역학센서, 감성공학, 생체모방소자 기술
 이 메 일 : dikang@kriss.re.kr



박연규

1991년 KAIST 기계공학과(학사)
 1993년 KAIST 기계공학과(석사)
 1998년 KAIST 기계공학과(박사)
 2003년 독일 연방물리청(PTB) 방문연구원
 2007년 국무조정실 의료산업발전기획단 전문위원
 2005년~현재 과학기술연합대학원대학교 부교수
 1998년~현재 한국표준과학연구원 책임연구원
 관심분야 : 역학센서, 인체역학, 촉각인터페이스 기술
 이 메 일 : ykpark@kriss.re.kr