

# 시각장애인용 독서 스탠드 개발

김대유\*, 김호성, 김지상, 김수철, 황광일  
인천대학교 임베디드시스템공학과  
e-mail : \*ese2401170@gmail.com

## Development of a TTS based Book Reader for the Blind

Dae-Yoo Kim\*, Ho-Sung Kim, Ji- Sang- Kim, Soo- Cheol- Kim, Kwang-II Hwang  
Dept. of Embedded Systems Engineering, University of Incheon

### 요 약

시각장애인이 책을 읽을 수 있는 방법은 점자책 또는 오디오북이 있다. 그러나 점자책과 오디오북은 그 개수가 한정적이다. 또한, 점자책과 오디오북을 제작하는 데에는 상당한 시간이 소요된다. 이로 인해 시각장애인의 기본적인 독서권이 침해 받고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 영상처리, OCR, TTS 기법을 적용해 시각장애인용 독서 스탠드를 개발하였다. 제안하는 시스템에서는 문자 인식률 향상을 위해 왜곡된 이미지를 보정한 후 단편 블록화 과정을 추가로 적용하여 문자 인식률을 93%까지 증가시켜 실용성을 높였다. 개발된 시스템은 도서관 및 서점 등에 설치되어 시각장애인의 독서권을 확보하는데 도움이 될 것으로 기대된다.

### 1. 서론

시각장애는 1-6급으로 한국시각장애인연합회 회원은 14만 명이지만 미등록 장애인을 포함하면 모두 29만 여명으로 추산된다.[1] 하지만, 아직까지 시각장애인들에 대한 사회적 존중과 배려가 담긴 시설들은 현실적으로 많이 부족한 실정이다. 특히, 편의시설과 인식이 부족하고 선입견이 남아 있어 장애인들은 교회, 학교, 교통수단 이용 등에서 불편을 겪고 있다.

본 논문이 제안하는 시스템은 기존 점자블록 책에서 벗어나 글자를 음성으로 듣는 형태로 장애인들의 편의와 권익 향상을 목적으로 설계되었다. 이 시스템은 도서 내용의 음성 출력을 지원하기 위해 도서 내용 이미지를 이용하여 문자를 인식하고, OCR(Optical Character Recognition) 시스템을 통해 문자를 추출하며, 마지막 TTS(Text-To-Speech) 시스템으로 소리를 출력한다.

본 논문에서는 시각장애인용 독서 스탠드 시스템의 동작 과정을 제시하고, 그 성능을 분석하며, 구현하는 과정을 기술하고자 한다.

### 2. 시스템 구성

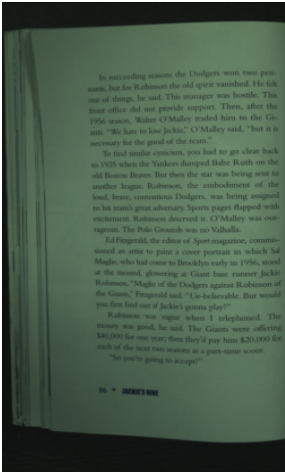
아래 그림1은 시각장애인용 스탠드의 전체적인 시스템 구성도이다. 우선 카메라를 통해 입력 받은 책의 이미지를 영상처리 기술을 통하여 보정을 해준다. 그 다음으로 복원된 이미지를 OCR 기술을 통하여 문자로 인식을 한다. 마지막으로 인식된 문자를 TTS기술을 이용하여 시각장애인에게 책의 내용을 음성으로 들려준다.



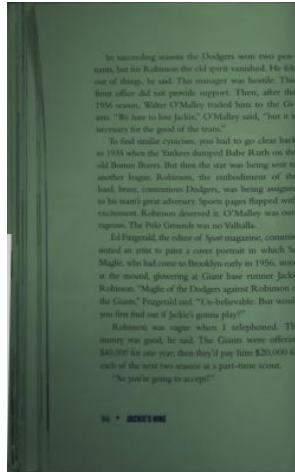
(그림1) 시각장애인용 스탠드 시스템 구성도

### 3. 왜곡 영상 복원

본 논문에서는 카메라를 통해 찍은 사진을 보면 피사체의 원근에 따라 왜곡이 발생하는 것을 알 수 있다. 그림2와 같은 이미지의 OCR 인식률은 일반적으로 10% 미만이다. 이러한 이미지의 OCR인식률을 향상 시켜주기 위해서는 왜곡된 이미지를 보정할 필요가 있다.



(그림 2) 왜곡된 이미지



(그림 3)복원된 이미지

우리는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 첫째로 이미지의 외곽선[2]을 구했다. 그 다음으로 구한 외곽선을 통하여 각 이미지들의 좌표를 추출하였다. 마지막으로 좌표에 해당하는 이미지를 투시변환[3]을 통하여 복원 작업을 수행하였다.

복원된 이미지 그림3을 보게 되면 왜곡된 이미지에 비하여 왜곡된 부분들이 평평하게 복원이 되었음을 확인할 수 있고 이미지 안에 글자들이 평행하게 정렬이 되는 것을 확인할 수 있다. 아래 표를 보게 되면 OCR 인식률이 7%에서 71%로 상승한 것을 확인할 수 있다.

<표 1> 복원 전 후 이미지 OCR 인식률 비교

복원 전 이미지	7% 인식
복원 후 이미지	71% 인식

### 4. 이미지 단편 블록화 와 선명화

왜곡된 이미지를 복원하여 OCR의 인식률을 평균 71%로 개선 하였지만, 시각장애인이 자연스럽게 책

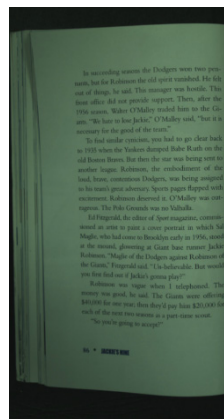
을 청취하기에는 한계가 있다. 그래서 이미지 전체를 대상으로 OCR를 적용하기 보다는 책의 일부분 나누어 적용하는 방법을 제안하였다.

책의 이미지에 문턱값(threshold)를 적용해 이진화하면 여백과 글씨 부분이 뚜렷하게 구분이 된다. 우선 가로축 방향으로 이미지의 픽셀 값을 비교해 본다. 이미지의 흰 여백부분을 거쳐 문자 부분이 나올 때까지 검색을 하고 난 후, 세로축 방향으로 글씨 부분이 나올 때까지 검색하여 이미지에서 글의 첫 문장을 찾는다. 그 후에는 글씨의 한 줄 단위로 검색하는 것이 필요하다. 줄 사이에는 공백이 있다는 것을 이용하여 가로축 기준으로 픽셀 값을 비교해 본다. 글씨 부분과 공백 부분을 나누어 글씨부분만 따로 좌표를 저장해 둔다. 그리고 단편 블록화하기 위해서 책의 줄 수에 맞게 45개의 단편 블록으로 나눈다.

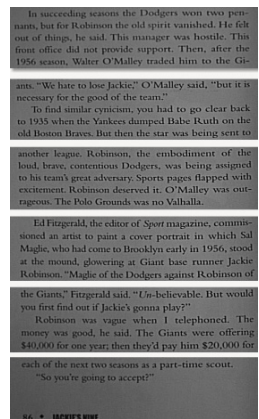
<표 2> 단편 블록화 전·후 OCR 성능 비교

단편 블록화 전 OCR 성능	71% 인식
단편 블록화 후 OCR 성능	79% 인식

위의 표2를 보면 성능이 평균8% 개선된 것을 알 수 있다. 추가적으로 OCR 인식률을 더 높이기 위해 이미지에 선명화[4] 알고리즘을 적용한 후 확대하였다. 그림4는 처음 책 이미지와 최종 영상처리 후의 이미지를 나타내고 있다. 그리고 표 3에서는 선명화 처리와 확대처리의 OCR 인식률을 비교한 결과를 나타내고 있다. 선명화와 확대처리를 동시에 했을 경우 OCR 인식률이 93%까지 증가한 것을 관찰할 수 있다.



영상처리 전



영상처리 후

(그림 4) 최종 영상처리 전·후 이미지 비교

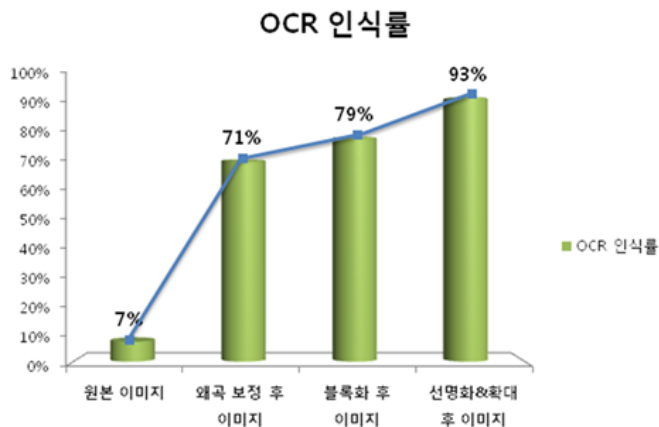
<표 3> 선명화, 확대 전·후 OCR 성능 비교

선명화 처리 후	84% 인식
확대 처리 후	87% 인식
선명화 & 확대처리 후	93% 인식

5. 자동 노출 보정

반복적인 실험을 수행한 결과 이미지 처리 과정에서 밝기에 따른 인식률에 큰 편차가 있다는 것을 발견하였다. 이 문제를 해결하기 위하여 자동 노출 보정 시스템을 구현하여 적용하였다. 우선 하드웨어적으로는 외부에 조명센서를 이용하여 조도값을 측정한다. 그 다음으로 측정된 조도값으로 ATmega128을 이용하여 카메라와 통신을 한다. 마지막으로 조도값을 통해 카메라의 CIS(CMOS Image Sensor) 노출시간을 조절 하였다. 또한 좀 더 정확한 노출값을 보정하기 위하여 첫 이미지의 밝기를 히스토그램을 통하여 분석을 하였다. 그리고 가장 인식률이 높은 노출 값으로 보정을 실시해주어 다양한 환경에서도 일정한 인식률을 유지하는 시스템을 제작하였다.

6. 결론



(그림 5) OCR 인식률 비교

본 논문에서는 그림 5와 같이 OCR 인식률이 7% 나오는 왜곡된 이미지를 93%까지 향상 시켜 OCR과 TTS 를 사용하여 시각장애인에게 음성으로 들려주는 시각장애이용 독서 스탠드의 구현과정을 기술하

였다. OCR 인식률을 높여주기 위하여 기존에 제시된 왜곡 보정 기술은 특수한 장비가 필요하다[5]. 하지만 본 논문에서 소개한 시각장애이용 스탠드는 별도의 장비가 필요하지 않고 단지 카메라만 필요하다는 점에서 실용적이며 시각장애인에게 큰 도움이 된다고 판단된다. 향후 좀 더 정확한 이미지 보정을 통해 OCR 인식률을 향상시키기 위하여 단순히 외곽선 인식 방법이 아닌 이미지의 깊이 정보를 정확하게 획득 하여 이용한 방법을 연구하고자 한다.

참고문헌

[1] 한국 시각장애인 연합회, “시각 장애인의 이해”, <http://www.kbuwel.or.kr>

[2] Gary Bradski and , Adrian Kaehler, “Learning OpenCV”, O’Reilly, 2008

[3] Zheng Zhang, “Restoration of Curved Document Images through 3D Shape Modeling”, Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, pp. 195-208, February 2006

[4] 블로그, raine\_KR, “Unsharp Masking - Smooth (OpenCV)”, <http://raine.tistory.com/76>

[5] Atsushi Yamashita, “Shape Reconstruction and Image Restoration for Non-Flat Surfaces of Documents with a Stereo Vision System”, 17th International Conference on Pattern Recognition (ICPR’04) - vol. 1, pp.482-485, 2004