

# 스마트폰 자이로센서를 이용한 시각장애인용 광학문자인식 방법

(An Optical Character Recognition Method using a  
Smartphone Gyro Sensor for Visually Impaired Persons)

권순각<sup>1)\*</sup>, 김흥준<sup>2)</sup>

(Soon-Kak Kwon and Heung-Jun Kim)

**요약** 현대 사회에서 스마트폰은 장착된 고화질의 카메라를 이용하여 광학문자인식시스템을 구현할 수 있다. 광학문자시스템으로부터 인식된 문자들은 또한 TTS를 이용하여 시각장애인들에게 음성 서비스를 제공할 수 있다. 문자 정보가 들어있는 객체에 대하여 스마트폰 카메라를 사용하여 촬영하는 것도 시각장애인들에게는 다소 어려운 일이다. 왜냐하면 피사체의 촬영 이미지를 볼 수가 없기 때문이다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 본 논문에서는 스마트폰의 자이로 센서를 사용하여 시각장애인들의 올바른 촬영을 유도하는 방법을 제안한다. 구현된 프로그램을 사용하여 모의 실험한 결과, 제안된 방법은 같은 객체로부터 보다 많은 문자를 인식하는 것을 확인할 수 있었다.

**핵심주제어** : 스마트폰, 카메라, 자이로 센서, 광학문자인식

**Abstract** It is possible to implement an optical character recognition system using a high-resolution camera mounted on smart phones in the modern society. Further, characters extracted from the implemented application is possible to provide the voice service for the visually impaired person by using TTS. But, it is difficult for the visually impaired person to properly shoot the objects that character information are included, because it is very hard to accurately understand the current state of the object. In this paper, we propose a method of inducing an appropriate shooting for the visually impaired persons by using a smartphone gyro sensor. As a result of simulation using the implemented program, we were able to see that it is possible to recognize the more character from the same object using the proposed method.

**Key Words** : Smart Phone, Camera, Gyro Sensor, OCR

## 1. 서론

오늘날 스마트폰이 널리 쓰이고 있지만 청각과 촉각의 의존도가 높은 시각장애인들에게는 스마트폰의 화면 조작이 어려울 수 있다. 이러한 불편을 다소나마 해결하기 위하여 스마트폰에는 모바일 접근성 도구가 내장되어 있는데, iOS의 보이즈오버(VoiceOver)와 Android의 토크백(TalkBack)

\* Corresponding Author : skkwon@deu.ac.kr

† 본 연구는 중소기업청에서 지원하는 2016년도 산학연협력 기술개발사업(No. C0396237) 연구수행으로 인한 결과물이며, 2016학년도 동의대학교 교내연구비(과제번호 201601270001)에 의해 수행된 결과물임을 밝힙니다.

Manuscript received August 14, 2016 / revised August 28, 2016 / accepted August 31, 2016

1) 동의대학교 컴퓨터소프트웨어공학과, 제1저자, 교신저자

2) 동의대학교 컴퓨터소프트웨어공학과

이 그것이다[1-5]. 이 기능을 사용하면 스마트폰의 화면에 포함된 문자에 대하여 전부 또는 일부를 선택하여 읽을 수 있다. 책속에 포함된 문자나 다른 물체에 포함된 문자정보를 얻기 위한 기술로 광학문자인식(OCR; Optical Character Recognition) 기술이 있는데, 스마트폰에 장착된 고성능 카메라를 사용하여 인식률이 높은 광학문자인식시스템을 구현할 수 있으며, 또한 내장되어 있는 TTS 기능을 이용하면 **OCR로** 인식된 문자를 음성으로 출력할 수 있다. 시각장애인들의 경우 카메라로 인식된 문자정보를 음성 출력해 주는 서비스가 유용한 경우가 많으며, 이와 관련한 다양한 프로그램들이 지속적으로 개발되고 있다. 외부조명, 촬영거리, 왜곡, 포커스, 색상 등의 촬영조건을 **확인할** 수 없는 시각장애인에게 스마트폰 카메라를 이용해 문자가 있는 이미지를 촬영하는 것도 어려운 일이며, 이러한 점은 문자 인식률에 큰 영향을 준다[6,7]. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 본 논문에서는 기존의 시각장애인 보조 어플리케이션들을 분석하였고, 시각장애인 입장에서 보다 편리하게 OCR과 TTS를 이용할 수 있도록 스마트폰에 내장된 자이로 센서를 이용하여 문자 인식률을 높일 수 있도록 유도하는 방법을 제안한다. 한글과 영문이 들어 있는 텍스트를 사용하여 문자인식 엔진인 Tesseract OCR와 ABBYY Cloud SDK의 성능을 비교 분석하였다. 또한 이를 바탕으로 최적의 OCR 시스템을 구축할 수 있는 방법을 연구하였으며, 인식된 문자를 사용하여 음성으로 안내하는 시각장애인 전용 문자인식 및 음성안내 시스템을 설계하고 구현하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 제안하는 어플리케이션 구현을 위한 선행연구, 3장에서는 자이로센서를 이용한 광학문자인식 방법, 4장에서는 실험 및 결과를 정리하였고, 5장에서 결론을 맺는다.

## 2. 선행연구

### 2.1 문자 인식

문자인식은 패턴인식의 한 분야로 인쇄되거나 손으로 쓴 문자를 자동으로 판독, 식별하여 컴퓨터가 이해할 수 있는 코드로 전환하는 기술로 자동차 번호판 인식, 명함인식 등 여러 응용으로 사용할 수 있다[8-11]. Fig. 1에서 일반적인 문자인식을 위한 과정을 볼 수 있다.

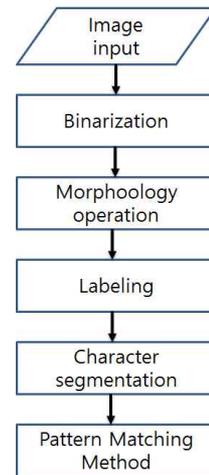


Fig. 1 Character recognition processing

전처리 과정 중에 하나인 이진화 과정은 Gray 스케일의 1채널 이미지로 변환하는 과정으로 임계 값을 기준으로 임계 값을 초과하는 픽셀과 임계값 이하의 픽셀을 구분한다. 이진화를 수행하기 위한 대표적인 방법은 단순 임계치 방법, 평균이진화, 반복이진화, 적응이진화, OTSU 등이 있다.

전처리 과정 중의 모폴로지 연산은 전 단계에서 얻어진 데이터를 대상으로 물체의 크기를 축소하거나 확대하는 등의 침식, 팽창, 열기, 닫기 연산을 수행하는 과정을 말하며, 레이블링 단계에서는 인접한 화소에 모두 같은 레이블을 붙이는 방법을 통하여 이진화된 영상의 픽셀의 범위와 **개수를** 결정하여 문자 인식에 필요한 부분만 결정하는 단계이며, Character Segmentation는 글자를 단위로 분할하는 과정으로 한 글자 단위로 인식하기 위해 영역을 구분하는 단계다. 마지막 단계인 패턴 정합법은 표준 패턴과의 비교를 통해 일치도, 유사도가 가장 높은 표준 패턴을 찾는 과정으로 인식률을 높이기 위해 한 글자에 해당하는 다양한 폰트의 이미지가 **필요한** 경우가

많다.

## 2.2 광학문자인식 시스템

시각장애인용 광학문자인식 시스템의 대표적인 예는 ABBYY FineReader, Microsoft사의 MODI, Adobe Acrobat OCR 등이 있으며, 오픈소스 OCR 엔진으로는 Tesseract OCR이 있다[12-15]. 본 논문에서는 시각장애인용 문자인식 시스템을 구현하기 위한 최적의 OCR 시스템을 찾기 위하여 ABBYY Cloud OCR SDK와 오픈 소스인 Tesseract OCR의 특징 및 성능을 분석해 보았다. Table 1은 ABBYY와 Tesseract의 특징을 비교한 결과이다.

Table 1 Characteristics of Tesseract and ABBYY

Subject	ABBYY Cloud OCR SDK	Tesseract OCR
License	Commercial	Open source
Network	Required	Not required
Recognition of the Rotated Image	Possible	Impossible
Multiple Language Recognition	Possible	Impossible

ABBYY의 경우 촬영된 이미지로부터 문자정보를 추출하기 위해서는 ABBYY사가 보유하고 있는 서버에 해당 이미지를 보내는 작업이 추가적으로 필요하며 이를 위해 네트워크를 이용해야 한다. 반면 Tesseract의 경우 오픈소스이므로 해당 기능을 스마트폰에 내장할 수 있다는 장점이 있었다. 문자 인식 방법에 있어서, ABBYY의 경우 문자인식 시 인쇄물의 방향이 90° 또는 180° 회전된 경우에도 문자인식이 가능하지만 Tesseract의 경우에는 불가능하였다. 언어지원에 있어서는 ABBYY와 Tesseract 모두 한글, 영어를 포함한 다양한 문자인식을 지원하지만 Tesseract의 경우 미리 지정된 하나의 대상언어만 인식 가능했고, 한글과 영문이 혼합된 텍스트의 경우 인식률이 낮아진다는 단점이 있다. 이에 반해 ABBYY는 복수개의 인식대상언어 지정이 가능하다는 장점

이 있다. 따라서 시각장애인이 문자인식을 위해 스마트폰을 사용하여 촬영되는 이미지에는 촬영되는 객체의 정확한 방향 구분이 어려울 수 있고, 한글과 영어가 혼재되어 있는 경우가 많다는 가정을 하면 문자인식 엔진은 Tesseract 보다 ABBYY가 적합하다.

두 엔진을 사용하여 문자인식 성능을 비교하기 위해 촬영조건이 다른 샘플이미지를 준비하였다. Fig. 2는 샘플이미지를 나타낸다.

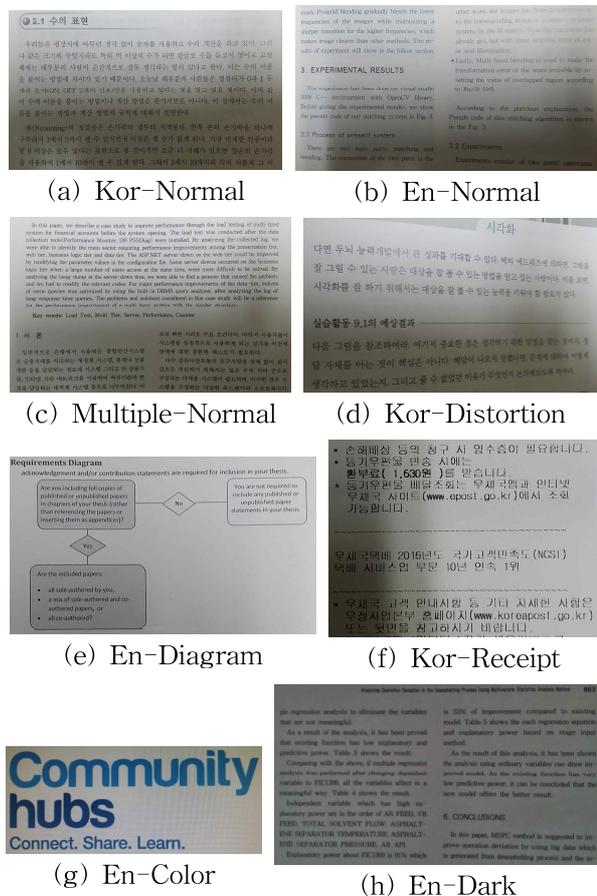


Fig. 2 Sample images

샘플을 사용하여 이미지를 얻기 위해 사용된 스마트폰의 주요 사양은 Table 2에 나타낸다.

Table 3은 준비된 샘플이미지를 대상으로 ABBYY와 Tesseract의 문자인식 정확도와 문자인식 속도를 평가한 결과이다. 이때 한글과 영어가 혼용된 샘플이미지 (c)에 대해 Tesseract의 인식대상언어는 한글로 설정하였는데, 영어가 포

Table 2 Specifications of mobile device

Model	Specifications
Pantech VEGA IRON 2	CPU : Qualcomm Snapdragon 801 2.27Ghz Quad Core GPU : Adreno 330 RAM : LPDDR3 3GB RAM/32GB OS : Android 4.4.2 KitKat Resolution : Super A-MOLED, 1920×1080 Camera : Back:13MP, Front:2.1MP Network : LTE-A

함된 텍스트의 경우 해당 문자를 모두 인식하지 못했다. 실험 결과에서는 ABBYY가 문자인식 정확도와 속도가 우수한 성능을 보였다. 특히 Tesseract의 경우 한글 인식률이 ABBYY에 비해 매우 떨어졌다. 촬영된 이미지로부터 문자를 인식하기 위한 처리 시간에서도 ABBYY는 실행 시간에 거의 영향이 받지 않았으나 Tesseract는 인식 정확도가 낮게 나타났으며, 특히 (d)와 같이 이미지의 왜곡이 있을 경우에는 문자 인식률이 현저하게 떨어지는 것으로 나타났다.

Table 3 OCR performance test results

Sample Image	ABBYY Cloud SDK		Tesseract OCR	
	AC	RT	AC	RT
(a)Kor-Normal	94.2	12	77.5	17
(b)En-Normal	99.3	14	98.1	22
(c)Multi-Normal	96.7	11	21.4	34
(d)Kor-Distortion	88.3	10	12.1	48
(e)En-Diagram	94.7	11	80.3	22
(f)Kor-Receipt	70.2	11	20.3	28
(g)Kor-Color	81.0	10	0	55
(h)En-Dark	100	11	0	59

※ AC: Accuracy(%), RT: Recognition-Time(second)

### 3. 자이로센서를 이용한 광학문자인식 방법

새로 구현되는 어플리케이션의 OCR 엔진인 ABBYY는 2장의 실험결과에서 알 수 있듯이 촬영의 각도와 밝기, 포커싱과 같은 당시의 사진촬영

환경이 많은 영향을 미친다. 시각장애인의 경우 촬영되는 객체의 상태를 파악할 수 없어서 가로나 거꾸로 된 이미지를 촬영할 수도 있다. 이러한 경우에 있어서 ABBYY 엔진은 90° 단위로 회전된 이미지에 대한 문자인식 옵션을 제공함으로써 이와 관련된 문제를 해결할 수 있다.

스마트기기와 문자인식 대상이 수평하지 않고 기울어진 상태로 촬영된 경우에는 문자인식의 정확도가 크게 낮아지는 문제도 있는데, 이러한 문제를 방지하기 위해 스마트기기에 내장된 자이로센서를 활용하여 스마트기기와 문자인식 대상물 수평이 되도록 유도하는 기능을 추가한다.

자이로센서는 스마트폰의 방향을 xyz 3축 벡터로 표현된 결과 값을 제공한다. 따라서 저장된 자이로센서 값을 활용하면 스마트폰을 이동 후 다시 같은 방향이 되는 시점을 정확히 알 수 있다. 제안된 방법에서는 초기에 입력된 자이로센서로 획득되는 값과 카메라 앵글이 차이가 10이하일 때 진동이 울리게 구현되었다. Fig. 3은 제안된 방법을 구현하기 위한 순서도를 나타낸다.

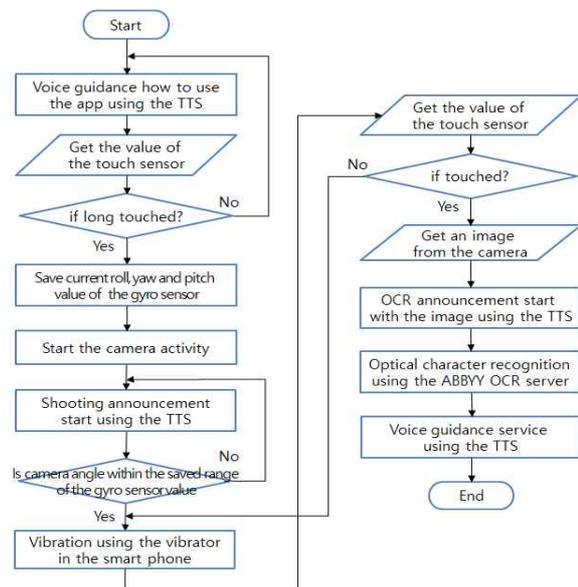


Fig. 3 Flow diagram of the proposed method

Fig. 4는 주요 구현인 자이로센서를 이용한 정면촬영 유도과정을 나타낸다.

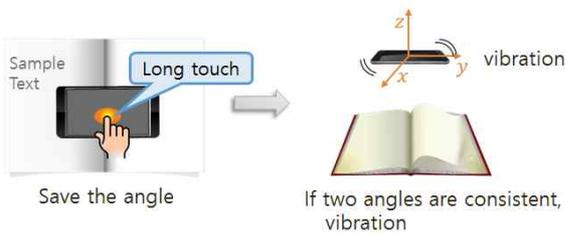


Fig. 4 Frontal shoot induction using the gyro sensor

사진촬영이 준비되면 스마트기기를 촬영할 대상의 중앙에 올려두고 롱-터치한다. 이때 스마트기기에 내장된 자이로센서의 값을 저장해 두고, 촬영 시 저장된 센서 값과 일치하면 진동을 올려 촬영이 준비되었음을 알린다. 사진이 촬영되면 포커스와 화면밝기를 판단하여 적절한 경우 문자 인식단계로 넘어가고 그렇지 않은 경우에는 재촬영을 유도한다. Fig. 5는 어플리케이션의 주요 인터페이스를 나타낸다.

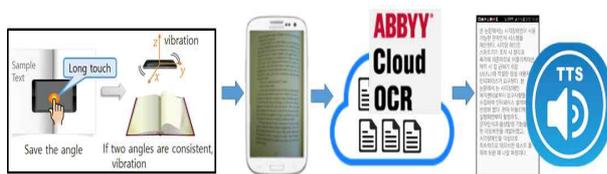


Fig. 5 Application interface

정면촬영을 유도하는 기능을 사용하여 문자 인식률이 높은 이미지를 촬영한 후, ABBYY Cloud OCR에 해당 이미지를 전송하고, 수신된 텍스트 정보를 Newton Talk TTS 엔진으로 음성 서비스한다.

4. 실험 및 결과

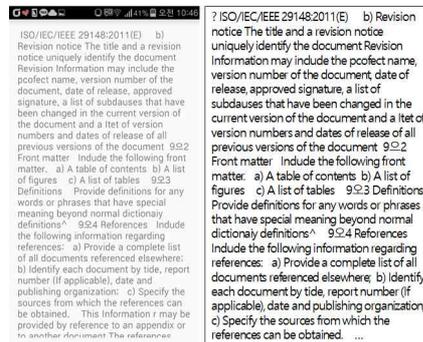
경사진 이미지에 대해서 시각장애인들은 정확하게 촬영하기 힘든 경우가 많으며, 왜곡된 이미지는 문자 인식률이 현저히 떨어진다. 시각장애인과 같은 환경을 조성하기 위해 안대를 착용하고 수직 수평 외에도 특정한 각도에 있는 인쇄물에 대하여 이미지를 촬영한 후, 문자인식을 수행하였다. 실험 방법을 Fig. 6에 나타낸다.



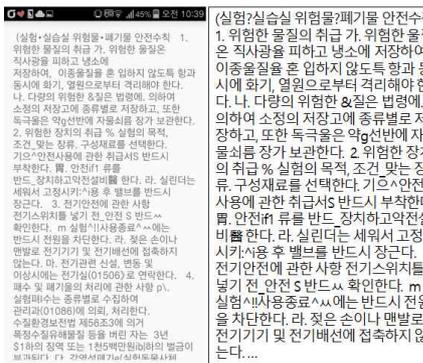
Fig. 6 Examples of experimental methods

경사진 탁자위에 놓인 영문 텍스트를 문자인식한 결과와 수직 벽에 붙어 있는 한글 텍스트를 촬영 후 문자 인식한 결과는 Fig. 7에서 볼 수 있다.

탁자 위에 있는 경사진 이미지를 문자 인식한 결과는 94.1%이었으며, 수직 벽에 붙어있는 이미지의 문자 인식 결과는 96.5%로 나타났다. Table 4는 그 결과를 나타낸다.



(a) Character recognition result of the tilting image



(b) Character recognition result of the vertical image

Fig. 7 Character recognition results

Table 4 Character recognition ratio between the tilting image and the vertical image

Sample image	Accuracy (%)
case1: tilting image	$(546-32)/546 = 94.1$
case2: vertical image	$(793-28)/793 = 96.5$

추가적인 실험으로 구현된 어플리케이션과 구글 앱스토어에서 제공하고 있는 한글 OCR을 사용하여 텍스트를 촬영하고 문자를 인식하는 실험을 수행하였다. 그 결과를 Fig. 8에서 볼 수 있다.



Fig. 8 Korean OCR: Google App Store

구글에서 제공하는 한글 OCR이 문자를 인식하는 단계는 텍스트를 이미지로 촬영한 후에 문자를 인식할 영역을 다시 편집하여 최종 **이미지**로 만든 후 그 결과 이미지를 사용하여 **문자인식을 수행하는** 방식이다. 이러한 방식의 인터페이스는 시각장애인들이 사용하기 힘들다. 또한 이미지가 옆으로 촬영될 경우 마지막 그림에서 보듯이 문자 인식률도 거의 0%에 가까웠다.

시각장애인들의 편리한 광학문자인식을 위해 새로 설계된 어플리케이션은 Fig. 9에서 볼 수 있다.

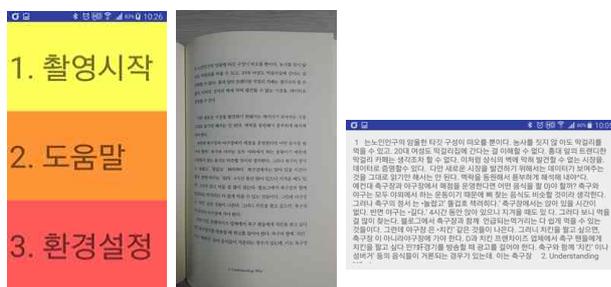
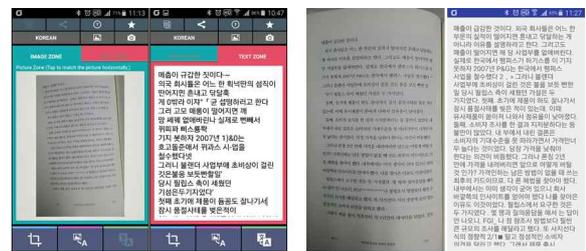


Fig. 9 New application using the proposed method

제안된 방법을 통하여 구현된 어플리케이션에서는 모든 기능에 대한 도움말을 음성으로 제공

받을 수 있으며, 화면을 촬영하는 방법도 손가락만을 사용하며, 촬영과 관련된 기능의 사용을 음성으로 제공받을 수 있게 구현되었다. 인식이 필요한 텍스트 영상을 얻는데 있어서도 **자이로센서**를 사용하여 정확한 이미지를 촬영할 수 있도록 기능을 구현하였으며, ABBYY엔진을 사용한 문자변환 결과도 원문과 비교하여 거의 97~98%에 가까운 성능을 보였다.

Fig. 10은 약간 왜곡된 이미지를 촬영한 경우에 대하여 다른 어플리케이션을 사용하여 인식했을 때와 그 결과를 비교하였다.



(a) Google App: not using gyro sensor (b) Proposed method: using gyro sensor

Fig. 10 Comparison of character recognition

그림 (a)와 같이 자이로센서의 도움 없이 촬영되는 영상은 왜곡이 일어나기 쉬우며, 그에 따른 문자 인식률도 떨어졌다. 반면 제안된 방법에 따라 구현된 어플리케이션에서는 스마트폰에 내장된 자이로센서의 도움을 받아 왜곡이 없는 이미지를 얻을 수 있었으며, 그에 따른 문자 인식률이 높았다. **Table 5**는 여러 가지 문서와 왜곡의 경우를 가정하여 테스트한 결과를 **나타낸다**.

Case 1의 경우에는 텍스트를 옆으로 촬영한 경우이고, Case 2 부터는 왜곡된 영상을 촬영했을 때의 경우 문자 인식률의 비교를 나타낸다. 비교적 가벼운 왜곡과 많은 왜곡이 발생했을 경우 다소 차이가 있었지만, 제안된 기법에 따라 자이로센서를 이용한 정면촬영을 유도하여 문자를 인식하는 경우 정확도가 적게는 15.8%에서 많게는 20.1%정도 향상되는 것으로 **알 수 있다**. 자이로센서를 사용하지 않는 구글의 앱 구현환경이나 버전 등의 문제가 있을 수 있으며, 특히 왜곡현상이 많이 발생하는 촬영 환경인 경우에는 더 많은 인식률의 차이가 **나타날 수 있다**는 예상을 할 수 있다. 또한 스마트폰 내장된 TTS 기능

Table 5 Performance comparison of character recognition between conventional and proposed methods

Sample Image	Accuracy (%)		
	A	B	B-A
case1: landscape	0	(653-10)/653 =98.5	98.5
case2: book1	(776-157)/776 =79.8	(728-19)/728 =97.4	17.6
case3: newspaper	(454-160)/454 =64.8	(253-49)/253 =80.6	15.8
case4: book2	(219-73)/219 =66.7	(212-31)/212 =85.8	19.1
case5: envelope of mail	(167-45)/167 =73.1	(175-12)/175 =93.1	20.1
case6: receipt	(212-65)/212 =69.3	(223-31)/223 =86.1	16.8
case7: Gift voucher	(117-36)/117 =69.2	(123-17)/123 =86.2	17.0

※ A: Not Using GyroSensor, B: Using GyroSensor

을 활용하여 음성서비스를 하는 기능도 정상적으로 수행되는 것을 확인할 수 있었다.

## 5. 결론

본 논문에서는 시각장애인이 스마트폰을 통해 문자를 촬영할 수 있도록 유도하고 인식된 문자를 음성으로 안내하는 시각장애인 전용 문자인식 및 음성안내 어플리케이션 구현 과정을 제안하였다. 시각장애인을 고려한 인터페이스를 설계하기 위해 기존의 시각장애인 보조 어플리케이션을 분석하고 시각장애인으로부터 요구사항을 수집한 결과를 인터페이스 설계에 반영하였다.

시각장애인은 문자인식에 적합한 올바른 이미지 촬영이 불가능하기 때문에 자이로센서를 이용하여 올바른 이미지 촬영을 유도하는 방법을 적용하였다. 시각장애인을 가정한 모의실험을 수행하기 위해 전체 한글로 작성된 텍스트, 전체 영어로 작성된 텍스트 그리고 한글과 영어가 혼합된 텍스트를 사용하여 이미지 촬영 후 글자인식률을 비교분석하였다. 구현된 어플리케이션을 활용하지 않고 텍스트를 촬영했을 경우와 구현된

앱을 사용하여 텍스트를 촬영한 후 인식률을 비교한 결과 최소 15.8%에서 최대 20.1%까지 인식률이 향상되는 것을 알 수 있었다. 인식률의 차이가 생기는 것은 촬영된 이미지의 왜곡에 따른 현상임을 알 수 있었다. 본 논문에서 개발된 어플리케이션을 시각장애인이 사용하면, 휴대가 간편한 스마트폰을 사용하여 언제 어디서라도 카메라로 촬영된 텍스트로부터 자신이 얻고자하는 정보격차를 줄일 수 있다는 장점이 있다.

## References

- [1] J. I. Jung, H. G. Kim, and J. S. Cho, "Design and implementation of a real-time education assistive technology system based on haptic display to improve education environment of total blindness people," Journal of The Korea Contents Society, Vol. 11, No.12, pp.94-102, 2011.
- [2] H. Y. Oh, "Implementation of mobile web interface design for smart-phone users," Journal of The Korea Contents Society, Vol. 11, No.12, pp.639-638, 2011.
- [3] K. A. Cha and S. D. Yeo, "Smart phone application development for aware of unexpected conditions using accelerometer sensors," Journal of the Korea Industrial Information Systems Research, Vol. 17, No.5, pp. 1-8, 2012.
- [4] J. T. Ryu, "The development of fall detection system using 3-axis acceleration sensor and tilt sensor," Journal of the Korea Industrial Information Systems Research, Vol. 18, No.4, pp. 19-24, 2013.
- [5] J. J. Kim, S. J. Shin and I. Ryu, "The effect of user perceived-value on intention to use for mobile application service", The Journal of Internet Electronic Commerce Research, Vol. 13, No.3, 2013.
- [6] S. K. Kwon, "Speech synthesis system for detected objects by smart phone," Journal

- of Korea Multimedia Society, Vol. 19, No.2, pp.469-478, 2016.
- [7] Y. J. Choi and K. H. Hong, "A study for the accessibility of camera-based mobile applications on touch screen devices for blind people," Journal of The HCI Society of Korea, Vol. 7, No.2, pp.49-56, 2012.
- [8] M. J. Lee and K. H. Hong, "Design and implementation of a usability testing tool for user-oriented design of command-and-control voice user interfaces," Journal of The Korean Association of Speech Sciences, Vol. 3, No.2, pp.79-87, 2011.
- [9] K. S. Kim, S. C. Park, and S. H. Oh, "Suggestion of enhanced Korean character recognition technique using Google Tesseract open API," Proceedings of Korean Society For Internet Information, pp.249-250, 2015.
- [10] E. B. Go, Y. J. Ha, S. R. Choi, K. H. Lee, and Y. H. Park, "An implementation of an Android mobile system for extracting and retrieving texts from images," Journal of Digital Contents Society, Vol. 12, No.1, pp.57-67, 2011.
- [11] S. O'Brien and D. B. Haddej, "Optical character recognition," Diss. Worcester Polytechnic Institute, MA., U.S.A, 2012.
- [12] R. Smith, "Tesseract OCR engine," Lecture. Google Inc, California, U.S.A, 2007.
- [13] A. Abdulkader, and M. R. Cassey, "Low cost correction of OCR errors using learning in a multi-engine environment," Proceedings of IEEE International Conference on Document Analysis and Recognition, pp.576-580, 2009.
- [14] T. M. Breuel, A. Ul-Hasan, M. A. Azawi, and F. Shafait, "High-performance OCR for printed English and fraktur using LSTM networks," Proceedings of IEEE International Conference on Document Analysis and Recognition, 2013.
- [15] S. Vijayarani and A. Sakila, "Performance comparison of OCR tools," International Journal of UbiComp, Vol. 6, No.3, pp.19-30, 2015.



**권 순 각** (Soon-Kak Kwon)

- 정회원
- 경북대학교 전자공학과 공학사
- KAIST 전기및전자공학과 공학석사
- KAIST 전기및전자공학과 공학박사
- 동의대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 교수
- 관심분야 : 멀티미디어처리, IOT



**김 흥 준** (Heung-Jun Kim)

- 정회원
- 동의대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 공학사
- 동의대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 석사과정
- 관심분야 : 멀티미디어 신호처리, 영상 인식