



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

공학석사 학위논문

휴대폰 카메라 영상에서 단위 세그먼트의
평균값을 이용한 자동 점자 인식 시스템



2009년 8월

부경대학교 일반대학원

컴퓨터공학과

김 창 현

공학석사 학위논문

휴대폰 카메라 영상에서 단위 세그먼트의
평균값을 이용한 자동 점자 인식 시스템



부경대학교 일반대학원

컴퓨터공학과

김창현

김창현의 공학석사 학위논문으로 인준함

2009년 8월 일



주 심 공학박사 조 우 현 (인)

위 원 공학박사 권 기 룡 (인)

위 원 공학박사 우 종 호 (인)

목 차

Abstract	1
1. 서 론	3
1.1 연구의 필요성 및 목적	3
1.2 점자 인식에 대한 연구	3
2. 점자의 구성 및 인식	5
2.1 점자의 구성	5
2.2 점자의 인식	6
2.2.1 영상의 회색조로 변환	7
2.2.2 영상의 회전과 한정	8
2.2.3 점자 이미지의 분석	9
2.2.4 영상의 단순화	10
2.2.5 수평선 및 수직선 생성	11
2.2.6 점자의 단위 점과 패턴의 생성	13
2.2.7 점자의 구성 및 표기	15
3. 시스템 구현 및 평가	17
3.1 시스템 구현	17
3.1.1 디지털카메라의 제어	18
3.1.2 점자 인식	19
3.1.3 점자 코드 변환 시스템	19
3.1.4 문서의 음성 변환 출력	21
3.1.5 WIPI Emulator에서의 구현	22
3.2 결과 및 고찰	23
5. 결론	25



표 목 차

표 1. 점자의 자음과 모음 표기법	6
---------------------------	---

그림 목차

그림 1. 점자의 기본 규격	5
그림 2. 수행순서 블록 다이어그램	7
그림 3. 회색조로 변환된 점자 영상	8
그림 4. 점자 점의 분석	9
그림 5. 점자 영상의 패턴	12
그림 6. 점자 영상의 수평선 생성	12
그림 7. 점자 영상의 수직선 생성	13
그림 8. 생성된 패턴을 이용하여 평균이 되는 단위 점을 생성	14
그림 9. 점자 패턴의 생성 순서	15
그림 10. 유효 점자의 점자 코드 생성 순서	16
그림 11. 점자 시스템 구성도	17
그림 12. 디지털 카메라 프로그래밍 흐름	18
그림 13. 점자 코드 변환 시스템의 흐름	19
그림 14. 점자 코드 변환의 오토마타 구현	20
그림 15. 문서의 음성 변환 출력 구조	22
그림 16. WIPI 에뮬레이터에서의 구현	23

Automatic Braille Recognition System Using
Mean Value of Unit Segment from Image
Captured by Mobile Phone Camera

Chang-Hyun Kim

Department of Computer Engineering

Graduate School

Pukyong National University

Abstract

This paper deals with an application based on mobile system for communicating to the visually impaired people by converting Braille type letter to alphabetical letter(Hangul). Braille recognition system which is working automatically through a mobile phone camera is developed. It has two main tasks, the first is to recognize the printed Braille cells, and the second is to convert them to regular

text. First of all, this Braille recognition system obtains the image of Braille document from mobile phone camera, and then it makes Braille patterns through the horizontal and perpendicular searching. The 6 points Braille codes are created from the patterns searched, and they are represented in binary form. The obtained Braille binary codes are converted to the Korean alphabetic letters. The converting procedure from Braille binary to the text is not simply a one-to-one mapping, because one cell may represent one symbol(the Korean letter, digit, or special character), two or more symbols, or part of a symbol. Moreover, multiple cells may represent a single symbol. This system is developed with Mobile Java language in Wipi which is a development environment for Mobile emulator. The Braille documents used in the experiment are picked randomly from the library of a school for the blind.

1. 서 론

1.1. 연구의 필요성 및 목적

점자는 시력이 약하거나 상실된 사람들을 위해 Louis Braille가 1829년 창안 이후로 전 세계적으로 널리 사용하고 있다. 점자는 지면에 볼록 튀어 나온 점을 손가락 끝의 촉각을 통해 문자정보로 인식할 수 있는 코드 체계이다.

본 논문에서는 점자를 디지털영상으로 입력 받아 일반인에게 문자로 보여주거나, 음성으로 출력할 수 있게 해 주는 점자인식시스템의 기반 기술을 연구한다. 시각장애인들에게는 보편적으로 사용하는 점자로 표기된 문서를 점자표기 체계를 인식하지 못하는 대부분의 일반인들에게 한글로 전달할 수 있다. 제안된 방법은 점자문서를 휴대폰에 장착된 디지털 카메라를 통해 입력된 영상을 단순화하고, 점자의 점을 추출하기 위하여 먼저 정렬하고, 가로줄과 세로줄의 패턴을 파악해서 영상을 분할한다. 분할된 영역을 각각의 6점 단위의 점자코드로 생성한다.

1.2. 점자 인식에 대한 연구

점자 인식과 관련한 대부분의 연구는 문자 인식, 점자로의 변환 및 점자인식을 위한 알고리즘과 소프트웨어의 개발에 치우쳐 있다. 이는 점자에 대한 인지도가 낮은 관계로 연구 대상에서 제외된 것으로 판단된다.

기존 연구로 박제석 등이 6점 점자를 인식하여 일반인들에게 목자나 음성으로 출력 할 수 있는 점자인식시스템의 기반 기술에 대한 연구를 하였다[1]. 여

기서는 양면으로 쓰여진 오목점과 볼록점의 점자 문서를 스캐너로 영상을 획득하고, 영상의 그림자를 분석하여 연결되는 화소의 집단 모양과 크기를 분석하여 볼록점을 추출한 후, 점자 표기법의 규칙성을 이용하여 추출된 볼록점들로 6점 코드를 생성했다. AbdulMalik Al-Salman 등은 아랍어 점자 광학 인식 시스템(Arabic Braille Optical Recognition System)을 연구하였다. 여기서는 스캔을 이용한 점자 문서를 획득할 때 특이성을 이용한 회전을 통해서 점자 문서의 정렬과 문지방값에서 음영의 차이를 이용하여 점의 검출하였다[10].

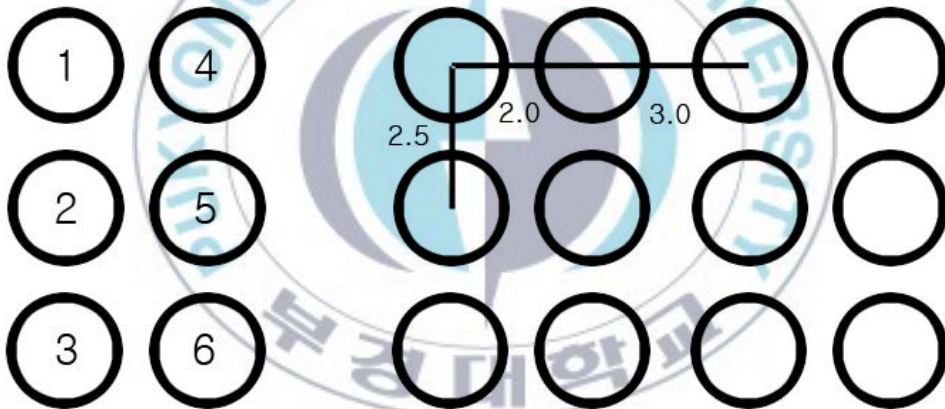
Lisa Wong 등은 확률적 신경망(Neural Network)을 이용한 단면 쓰기 점자 문서의 인식 알고리즘을 연구하였고[8], Shanjun 등은 공공장소에서의 사용을 목적으로 한 휴대폰에 내재된 디지털카메라를 통한 점자의 인식을 연구하였다[9]. 기존의 스캐너로 취득한 영상의 화소의 집단 모양과 크기를 분석하여 점자를 추출하는 방법은 정규화된 영상의 입력을 요구한다. 그러나 휴대폰에 내장된 디지털카메라를 이용해서 점자를 인식하기 위해서는 점자의 규칙성은 있으나, 영상 내에 존재하는 점자의 개수와 크기에 상관없는 인식 시스템이 필요하다.

본 논문에서는 이러한 방법을 보완하기 위하여 점자의 단위 점을 찾는 것을 기본으로 6점을 형성하고 단위를 검색해 영상 내 점자의 개수와 크기에 상관없이 점자를 검출해낼 수 있게 고안된 점자인식시스템을 이용하여 이를 휴대폰 카메라를 통한 점자인식시스템에서 적용을 제안한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 점자인식시스템에 대한 기존 연구 내용 및 관련 연구 내용 및 점자인식을 위한 시스템의 이해를 위한 단위 세그먼트의 평균값을 이용한 점자인식을 소개한다. 3장에서는 제안한 점자인식시스템으로 구현한 실험 결과를 분석하고 마지막 4장에서 결론 및 향후 연구 방향을 제시한다.

2. 점자의 구성 및 인식

2.1. 점자의 구성

점자는 그림 1에 보이는 바와 같이 6점을 하나의 단위로서 구성하고 좌측 상단 1번 점에서부터 순서대로 우측 상단부터 마지막 6번 점까지 번호를 할당해 읽는다. 표준 점자판에 점을 찍어 보면 각 점들 사이의 거리가 각각에 맞게 일정한 간격을 가지고 있다. 이로써 점자는 일정한 패턴을 가지는 규격화된 기호 문자 체계임을 알 수 있다.



[그림 1] 점자의 기본 규격

점자는 6점의 조합으로 각기 다른 점자 단위를 형성하며 하나의 점자 단위가 목자에서의 자소에 대응되는 것이 원칙인데 풀어쓰기 방법으로 적는다.

첫소리에 쓰이는 자음자, 받침으로 쓰이는 자음자, 모음자, 단독으로 쓰이는 자모, 모음 연쇄 등으로 한글 자모에 대한 기본적인 규칙이 있고, 복합모음, 겹자음, 약자, 부호 등의 2~3개의 점자가 하나 또는 복수개의 목자에 대응되는 규칙이 있다 .

표 1은 자음과 모음의 점자 표기법이다. 이를 종이에 표기하는 방법에는 점 필기구를 이용한 수작업 또는 기계에 의한 방법이 있다.

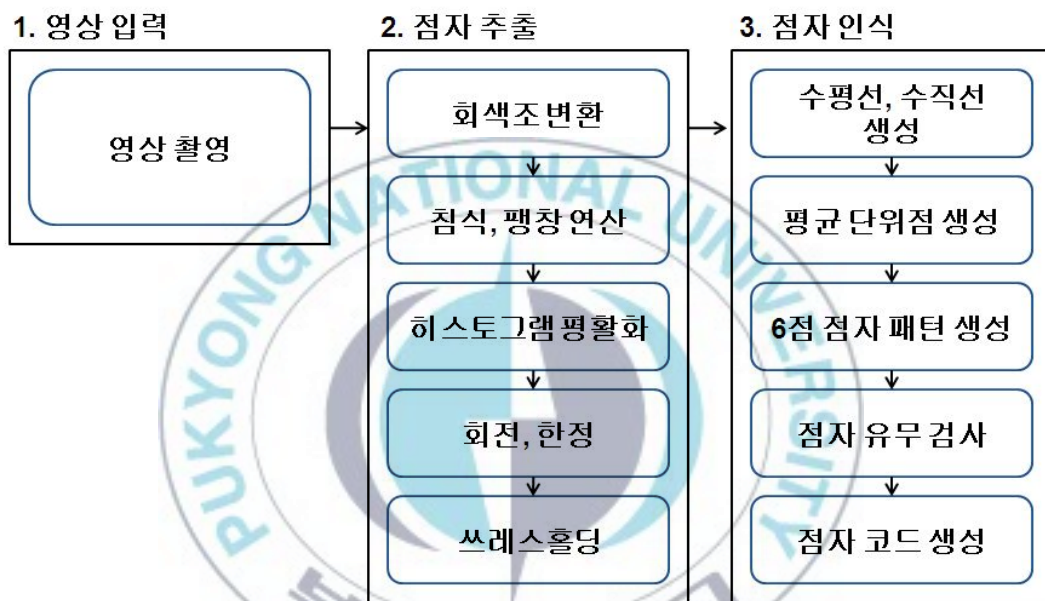
[표 1] 점자의 자음과 모음 표기법

자음	초성	ㄱ	ㄴ	ㄷ	ㄹ	ㅁ	ㅂ	ㅅ	ㅈ	ㅊ	ㅋ	ㆁ	ㅌ	ㅍ	ㅎ	된소리
	종성	ㄱ	ㄴ	ㄷ	ㄹ	ㅁ	ㅂ	ㅅ	ㅈ	ㅊ	ㅋ	ㆁ	ㅌ	ㅍ	ㅎ	
모음	ㅏ	ㅑ	ㅓ	ㅕ	ㅗ	ㅛ	ㅜ	ㅠ	ㅡ	ㅣ						
	ㅘ	ㅙ	ㅚ	ㅜ	ㅠ	ㅡ	ㅣ	ㅞ	ㅟ	ㅠ	ㅡ	ㅢ	ㅣ	ㅤ	ㅥ	ㅦ

2.2. 점자의 인식

점자는 백색 종이에 볼록점을 만들어서 표기하며, 단면 쓰기와 양면 쓰기가 있다. 본 논문에서는 단면 쓰기를 다루며 다음의 단계로 구성된다. 첫째, 단면 쓰기 점자 문서를 휴대폰 카메라를 통해서 촬영 한다. 둘째, 영상을 회색조로 변환한다. 디지털카메라로 취득된 영상은 문서와 비문서 부분을 영역 경계를 통해 나누는데 여기서 경계를 통해 기본적인 영상의 정렬이 이루어지게 한다. 셋째, 영상은 스트레스홀딩 기법으로 단순화해서 추출한다. 넷째, 추출된 영상에서 수평선과 수직선을 생성해서 점자 문서와 유사한 영상을 만들어 낸다. 다섯째, 점자 문서와 유사한 문서에서 평균이 되는 점자의 크기를 구하기 위해

수평선과 수직선이 처음 교차되는 지점을 기준으로 검사를 하여 점의 평균 크기와 점과 점 사이의 거리를 알아내어 6점 점자 패턴을 생성한다. 여섯째, 생성된 6점 점자 패턴을 이용하여 점자의 유무를 검사하여 점자 코드를 출력한다.

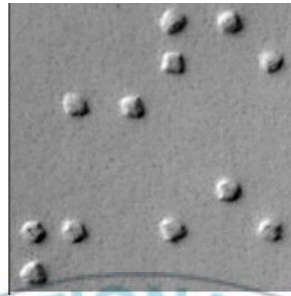


[그림 2] 수행순서 블록 다이어그램

2.2.1. 영상의 회색조로 변환

영상 처리에서 컬러 영상의 경우 3차원의 배열에 저장되지만, 회색조 영상의 경우 2차원의 배열에 저장된다. 상대적으로 3차원 배열의 컬러 영상 보다 2차원 배열의 회색조 영상이 빠르며, 점자인식에서는 데이터의 양이 많은 컬러

러 영상은 의미가 없으므로 우선 영상을 각 픽셀의 그레이 레벨이 0-255의 값을 갖는 회색조로 변환한다.



[그림 3] 회색조로 변환된 점자 영상

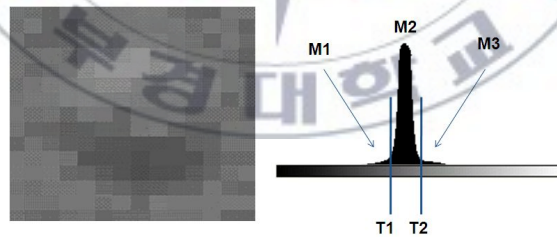
2.2.2. 영상의 회전과 한정

변환된 흑백 영상은 문서의 흰색 부분과 문서가 끝나는 곳의 다른 명도를 가지는 영역으로 나눈다. 디지털카메라에서 영상을 취득할 때, 점자 문서 영역은 흰색 위주의 패턴을 형성하고 점자 문서 외의 부분은 다른 명도의 패턴을 가지게 된다. 이 두 가지의 명도 차의 경계 값을 기준으로 회전(rotation)과 한정(limitation)을 수행한다. 경계 값을 찾는 기준은 회색조의 레벨 기준으로 각 행의 회색조 레벨의 평균값에서 이상 수치와 이하 수치로 경계를 찾고, 상위 행과 하위 행의 픽셀의 위치를 비교하여 이미지를 회전시킨다.

2.2.3. 점자 이미지의 분석

회색조로 변환된 점자 영상에서 하나의 점자 점을 가지고서 분석을 하게 되면 디지털 카메라로 촬영되는 점자 영상의 특징을 찾아 볼 수 있게 된다. 일반적인 카메라는 반사광식 노출계를 가지는데 모든 피사체를 18%의 반사율을 갖는(ZONE5 단계) 중성회색이라 보고 그 피사체의 반사율을 측정하기 때문에 이 노출계의 측정값으로 촬영하게 되면 모든 피사체는 18%의 반사율을 갖는 중성회색으로 재현하게 된다. 주로 점자 문서는 흰색 문서에 사용되나 촬영은 반사광식 노출계를 가지는 카메라로 촬영되기 때문에 흰색은 중성회색으로 표현되게 된다.

촬영된 점자 이미지의 점을 분석해 보면 중성회색을 기준으로 두가지의 경계값과 세가지 분포로 정리할 수 있다.



[그림 4] 점자 점의 분석

그림 4에서 점자의 점은 M1의 어두운 부분, M2의 중간회색 부분, M3의 밝은 부분으로 나뉘게 된다. 분포된 M1의 경우 점자의 불룩한 부분에 빛의 노출이 많이 된 것이고 M3의 경우 불룩한 부분의 그림자 부분이다. 그리고 영

상의 대다수를 차지하고 있는 M2의 중간회색 부분, 점을 구성하는 M1과 M3의 특징적 부분 외에 점자 문서에서 점자로서 표기되지 않는 부분으로 분석할 수 있다.

2.2.4. 영상의 단순화

획득된 영상의 점자인식을 명확하게 하기 위해서는 단순화 과정이 필요하다. 그림 4에서 점자 점의 분석으로 M1, M2, M3라는 점자 영상에서 가지는 특징적 기준을 알 수 있다. 3가지의 분포도를 분석하여 T1과 T2라는 기준점을 만들어 스트레스홀딩을 하게 되는데, T1을 기준으로 점자의 그림자 부분을 분석하고 T2를 기준으로 점자의 빛을 받는 부분을 분석한다. 그리고 그 외의 부분인 T1과 T2 사이의 중간 회색 부분은 배경부분으로 분석 하게 된다. 기준점 T1 이하가 가지는 값과 기준점 T2 이상의 값을 가지는 부분은 점을 구성하는 부분이므로 동일한 값을 취하고 T1과 T2 사이의 값은 그 외의 부분으로 다른 값을 취하면, 식 (1)과 같이 표현된다.

$$F(x,y) \begin{cases} 0 & \text{if } f(x,y) < T1 \\ 255 & \text{if } T1 \leq f(x,y) \leq T2 \\ 0 & \text{if } f(x,y) > T2 \end{cases} \quad (1)$$

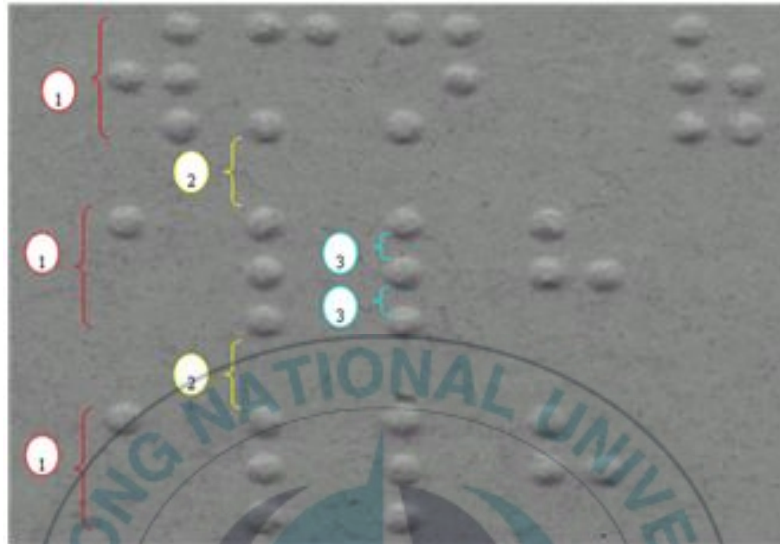
식 (1)을 사용해 T1과 T2가 지정한 기준점을 중심으로 배경과 점자 점을 분리하는 쓰레스홀딩 기법을 사용해 점자일 경우 0의 값을 주고, 배경일 경우에는 255의 값을 주어 회색조의 영상을 0과 255의 값을 갖는 흑과 백의 이미지로 점자를 추출하여 영상을 단순화 한다. 여기서 하나의 난관으로 여길 수 있는 것은 T1과 T2의 값을 구하는 것인데, 현재 기준점을 결정하는 방법은 영상을 분석하여 평균을 기준으로 결정하는 방법과, 실험을 통한 일정 영역에서 높은 확률을 인식을 보인 결정된 값을 주는 방법이 있는데 논문에서는 실험을 통한 일정 영역에서 채취한 확률로 결정된 값을 T1과 T2의 기준점으로 설정 하였다.

2.2.5. 수평선 및 수직선 생성

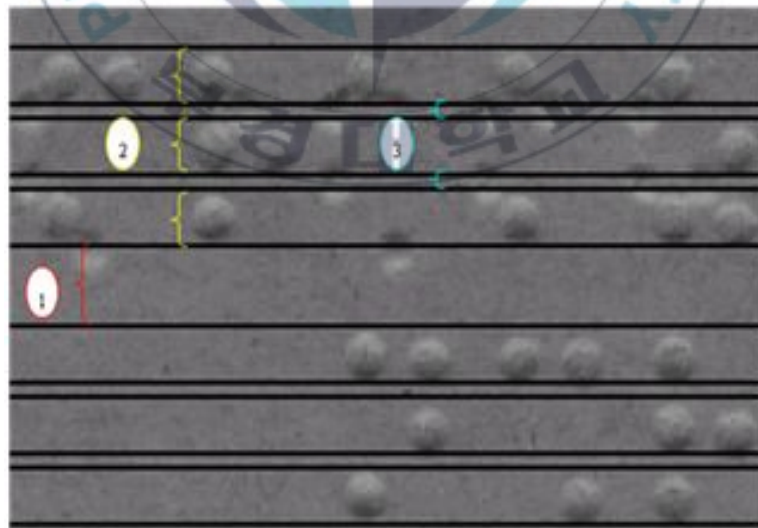
획득된 영상으로부터 점자들을 구성하기 위해서는 가로축을 기준으로 정렬한다. 가로축을 기준으로 정렬을 하는 이유는 세로축의 점자를 구성하는 점자의 성분 중 기준으로 삼을 수 있는 첫 번째의 점자에서 다음 점자로의 거리보다 가로축에서의 첫 번째의 점자에서 다음 점자로의 거리가 더 가깝기 때문이다. 점자는 일정한 패턴을 가지는 규격화된 기호 문자 체계이므로 그림 5에서와 같이 한 점자를 구성하는 높이가 같으며 행간의 높이가 같고 한 점자 내의 수직 점의 거리가 일정하게 구성된다.

영상의 첫 번째 점자 혹은 그 이후에 상면 부 점자의 점 높이를 검사하고 마지막 점자의 높이를 검사하여 처음 검사한 점자의 높이와 마지막 점자의 높이를 기준으로 수평선이 그려지는 각도를 일정하게 유지하여 반복적으로 수평선을 그리면 그림 6과 같이 일정한 간격의 수평선을 가지는 영상을 얻을 수

있다.



[그림 5] 점자 영상의 패턴



[그림 6] 점자 영상의 수평선 생성

수평선이 획득된 영상에서 세로축을 기준으로 영상의 첫 번째 점자의 좌측 부 점자의 넓이를 검사하여 처음 검사한 점자의 넓이와 마지막 점자의 높이를 기준으로 수직선이 그려지는 각도를 일정하게 유지하며 반복적으로 수직선을 그리면 그림 7과 수평선과 수직선의 반복된 선에 의해 점자 단위를 구성하기 위한 6점 점자와 유사한 영상이 만들어진다.



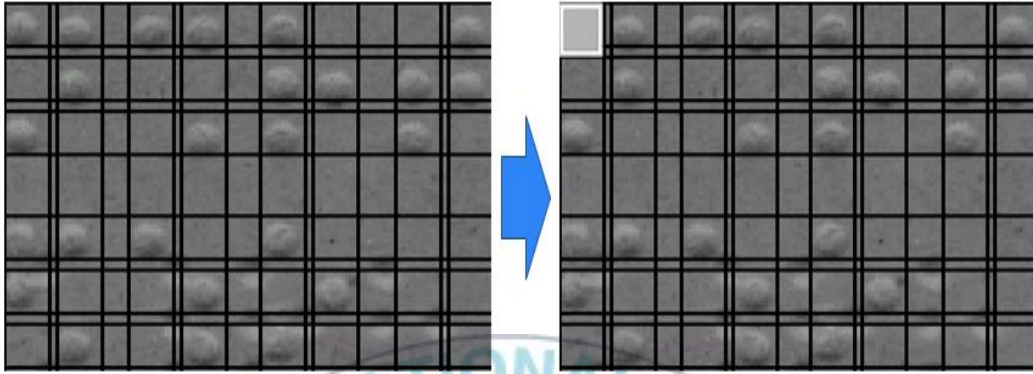
[그림 7] 점자 영상의 수직선 생성

2.2.6. 점자의 단위 점과 패턴의 생성

수평과 수직의 그리드로 점자 문서와 유사한 영상에서 점자 영상을 추출하기 위해서는 우선적으로 점자의 기본이 되는 단위 점을 생성하여야 한다.

그리드가 교차되는 첫 번째 지점을 기준으로 수평 검사를 시작한다. 수평의 가장 넓은 부분을 점의 가로 점으로, 두 번째 넓은 부분을 점자간의 간격, 가장 좁은 부분을 점과 점 사이의 간격으로 하여 각 넓이에 대한 평균을 구하여 점자 점의 넓이와 점간의 간격, 점자간의 간격을 구한다. 수평 검사가 끝나면 수직 검사를 시작하여 수평 검사와 마찬가지로 수직에서의 점의 높이 점간의 간격, 점자와의 행간 평균을 구한다. 수평과 수직 검사의 평균을 바탕으로 평균이 되는 단위 점과 각 점과 점 사이의 간격, 점자와의 간격을 규격화하여

생성해 낸다.

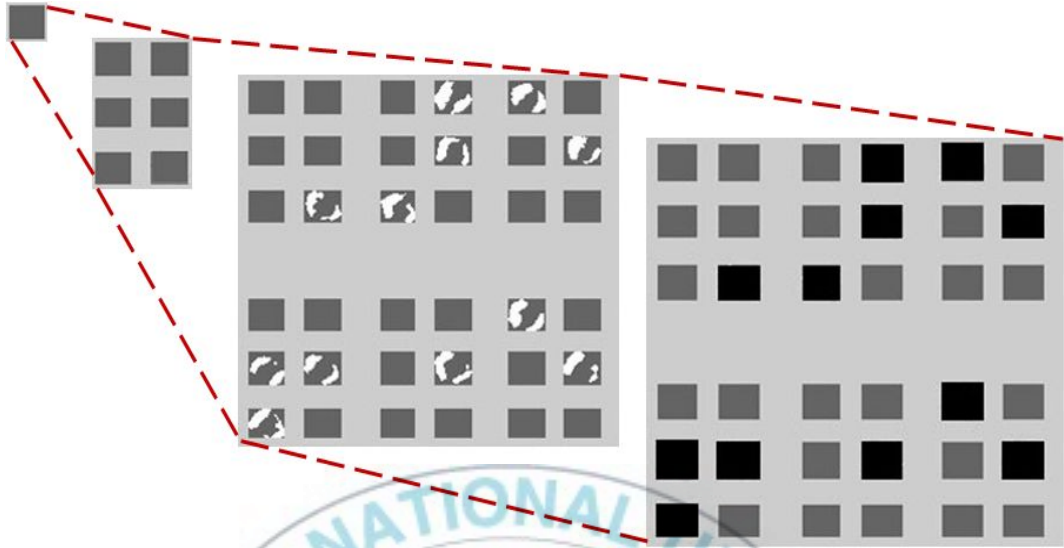


[그림 8] 생성된 패턴을 이용하여 평균이 되는 단위 점을 생성

평균이 되는 단위 점과 각 점과 점자의 거리를 이용하여 6점 단위의 점자 패턴을 생성한다. 영상을 탐색할 때 6점 단위로 이루어지지 않은 경우는 탐색 영상에서 제외 한다.

6점 점자는 6점을 하나의 단위로 표기되며 유효한 점자의 개수를 알기 위해서는 수평선과 수직선으로 만들어진 점자 패턴의 개수로 알 수 있는데, 6점 단위의 패턴 검색에서 가로와 세로의 패턴의 개수만을 구하면 처리해야 할 점자의 개수를 알 수 있다.

그림 9와 같이 평균을 구한 점 단위의 생성을 기본으로 6점 점자의 패턴으로 확장되어가는 형식으로 점자 문서 영상을 만들어가기 때문에 영상의 크기와 점자의 수에 구애받지 않고 패턴의 적용이 가능하다.

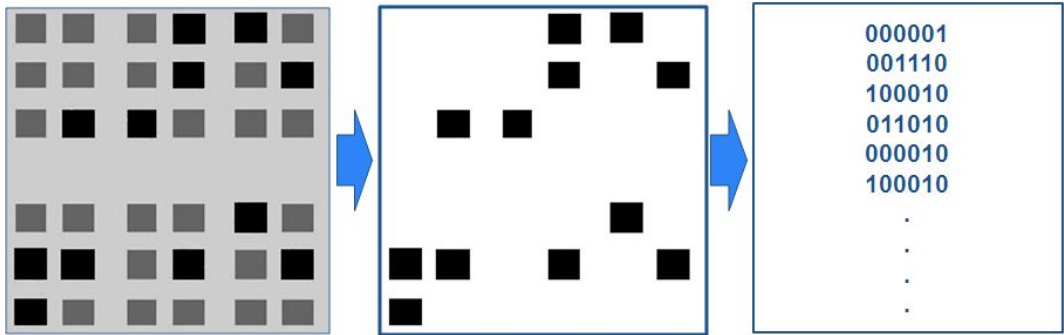


[그림 9] 점자 패턴의 생성 순서

2.2.7. 점자의 구성 및 표기

6점 단위의 패턴 검색에서 취득된 유효한 점자 코드의 수만큼 메모리 영역을 만든다. 6점 점자 패턴 내에서 점의 유무를 검사한다. 점자의 유무는 검사하는 6점 점자 패턴 범위에서 전처리 과정에서 획득된 영상과의 비교를 통해 이루어진다. 6점 점자 패턴 내의 구성 점자의 평균과 전처리 영상의 평균을 비교하여 확인된다.

6점은 각 패턴 단위로 검색된 점을 6점 구성으로 점자를 읽는 순서로 기록되게 되는데 점이 있으면 1, 없으면 0의 값에 해당하는 코드를 구성한다. 그림 10의 결과를 점자코드로 표시하면 000001 001110 100010 011010 000010 100010 와 같다.



[그림 10] 유효 점자의 점자 코드 생성 순서

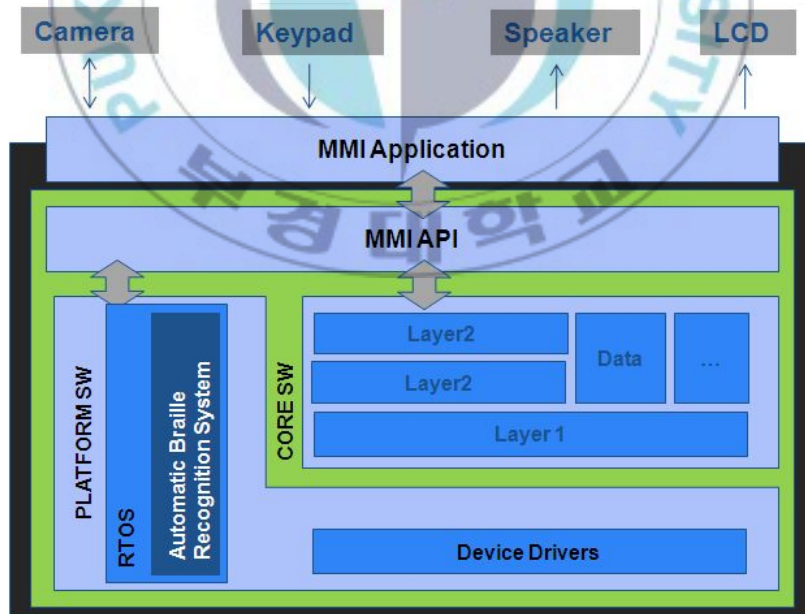


3. 시스템 구현 및 평가

3.1. 시스템 구현

제안된 점자 인식 시스템은 휴대폰에서의 점자 인식 시스템은 PC에서 Java 로 개발한 프로그램을 Java ME 플랫폼의 WPII 에플래이터에서 구현되었다. 영상은 휴대폰에 장착된 디지털카메라로 촬영된 영상을 USB로 입력해서 사용한다. 원시 점자 자료는 단면 쓰기 된 맹학교용 문서를 무작위로 추출해서 사용한다.

휴대폰에서의 디지털카메라를 통한 점자 인식 시스템은 그림 11과 같은 시스템의 설계를 바탕으로 구현 되었다.



[그림 11] 점자 시스템 구성도

3.1.1. 디지털카메라의 제어

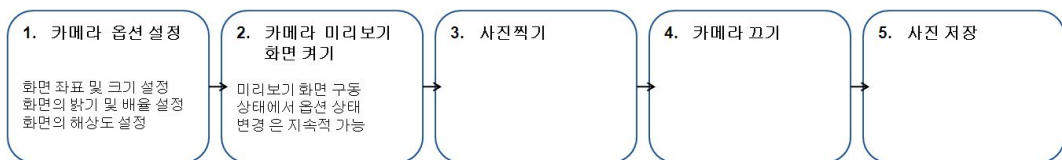
핸드폰에 내장된 디지털카메라에서 카메라를 구동하여 최종적으로 점자 영상을 저장하기까지의 다음과 같은 순서에 따라 진행된다.

첫째, 자동 점자 시스템이 이식될 핸드폰에 내장된 디지털카메라의 정보를 획득 한다. 각 내장된 디지털 카메라는 기종에 따라 백만 화소에서 천만 화소까지의 디지털 카메라가 가지는 화소의 수가 다를 수 있으며, 카메라에 장착된 렌즈의 초점 거리가 근거리에서 무한대까지의 거리를 가지는데 이에 대한 상세 정보를 획득 하여야지만 렌즈의 화각에 따른 휘어짐의 정도를 계산하고, 그에 맞는 배율로 촬영을 할 수 있게 되는 근간이 되기 때문이다.

둘째, 취득된 디지털카메라의 정보를 이용하여 옵션을 설정한다. 핸드폰에 내장된 LCD는 한정된 시야각을 가지고 있기 때문에 카메라의 미리보기에서 표현될 좌표와 크기, 화면의 밝기 및 배율, 미리보기 될 화면의 해상도를 결정하며, 배율을 근간으로 촬영될 영상의 휘어짐을 최소한으로 설정 한다.

셋째, 미리보기 화면을 구동하여 첫째와 둘째에서 얻어진 정보를 바탕으로 화면을 구성한다.

넷째, 사진 찍기를 실행하여 미리보기 화면에 나타난 화면을 저장한다.



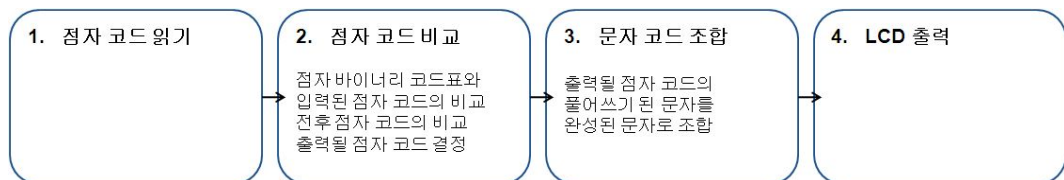
[그림 12] 디지털 카메라 프로그래밍 흐름

3.1.2. 점자인식

디지털카메라를 통하여 취득된 영상은 침식, 팽창, 히스토그램 평활화, 경계선 탐색을 통한 문서한정과 회전, 스트레스홀딩의 전처리 과정을 통하여 점자의 인식이 용이한 영상으로 변환한다. 그리고 제안된 점자 인식에 기반하여 점자의 점을 찾고 그 점을 찾을 찾는 영역을 확대하여 6점을 추출해 다시 영상을 탐색하여 유효한 점자 영역의 탐색과 재구성을 통하여 점자 코드를 추출해 낸다.

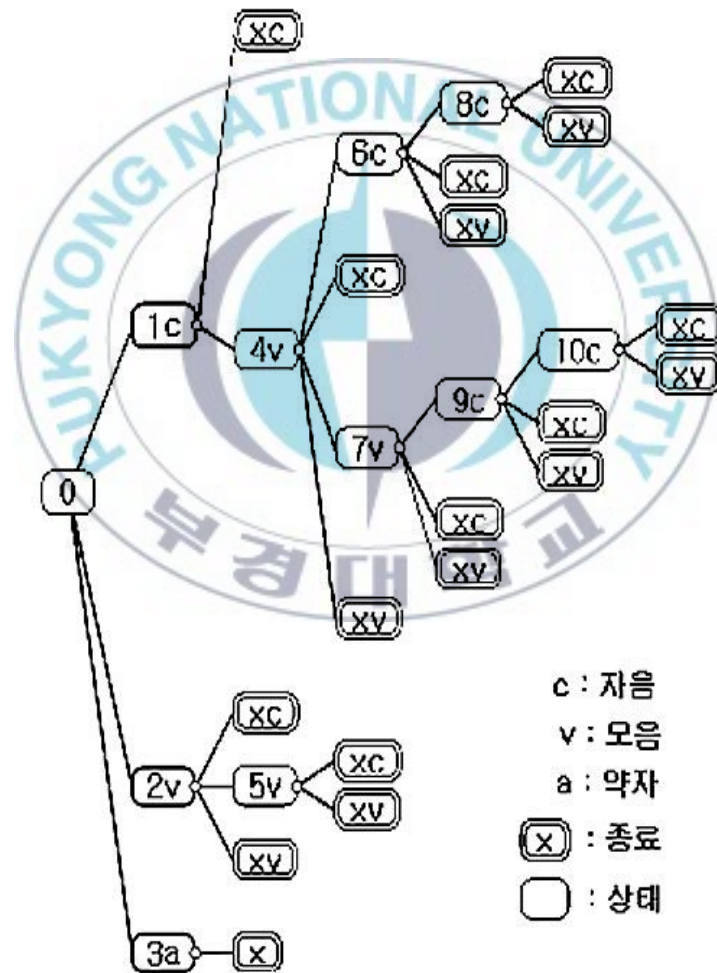
3.1.3. 점자 코드 변환 시스템

추출된 점자 코드는 점자코드 변환 시스템에 의해 일반인들이 인지할 수 있는 문자 체계로 변환을 한다. 기존의 6점 점자 표를 바이너리 코드로 만들어 놓은 라이브러리에 의해 비교하여 점자 코드 변환 오토마타에서 각각에 대응되어 비교한다. 비교되는 점자 코드는 각 점자의 위치에 의해 비교되는 점자와 이후에 비교될 점자와의 관계를 점자코드 변환 시스템에서 검사하여 풀어쓰기로 표기된 점자 코드를 하나의 문자로 완성하게 되어 핸드폰 상의 LCD 상에 출력된다.



[그림 13] 점자 코드 변환 시스템의 흐름

기존에 점자 코드의 한글로 변환에 대한 오토마타가 없어 점자 규칙에 근거한 오토마타를 도입하여 코드로 변환된 점자에 대해 풀어쓰기 된 점자를 조합하여 한다. 점자의 경우 자음과 모음 그리고 약자로 나누어 볼 수 있다. 약자는 그대로가 완성인 것이기에 자음과 모음에 대해서만 고려해 보면 된다. 글자가 입력되는 상황을 보면 자음과 모음이 입력되어 완성되는 상태에서 더 이상의 상태전이가 일어나지 않고 글자를 출력하고 다른 상태로 이동한다.



[그림 14] 점자 코드 변환의 오토마타 구현

상태는 총 10가지 상태를 가지며 18가지의 종료조건을 가진다. 여기서 입력되는 점자 코드에 대해 체크하는 순서가 중요하다. 입력된 점자 코드가 중복되는 코드가 있는지 없는지에 대해 선행 검사를 하고 자음, 모음, 약자에 대한 순서에 따라 점자 코드를 검사한다.

3.1.4. 문서의 음성 변환 출력

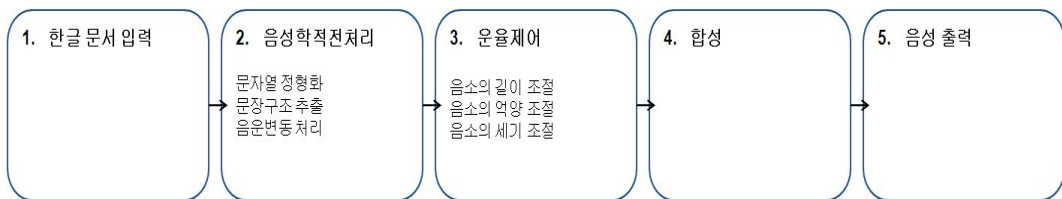
한글 문서로 변환된 점자 문서를 음성으로 출력해 일반인이나 시각장애인이 인지할 수 있게 출력을 한다. 문서의 음성 출력은 음성학적 전처리, 운율조절 그리고 합성의 세 부분으로 나누어진다. 음성학적 전처리부에서는 변환된 한글 문서를 문장으로 성분을 분석하여 음운변동을 수행하고 운율정보발생을 위한 기본적인 구문분석을 수행한다. 다음 운율발생에서는 전처리의 결과를 받아 한국어에 적합한 억양, 길이, 세기 등의 운율을 발생시킨다. 합성부에서는 합성의 기본단위를 가져와 연결시켜 문장을 만들어 낸다.

음성학적 전처리에서 정형화, 문장구조 추출, 음운 변동 처리를 한다. 문자열 정형화에서 한글 문자의 입력된 사전을 참조하여 단어의 발음예외사전의 탐색 및 치환과정을 수행한다. 문장구조 추출과정은 조사, 어미, 선어말어미 등으로 구성 된 형식형태소 사전과 실질형태소 사전을 참조하여 정형화된 문자열에 대해 구문해석을 함으로써 문장구조를 추출하고 자소 단위의 변환을 수행한다.

운율조절에서는 운율의 기본 요소인 각 음소의 길이, 억양 그리고 세기를 조절한다. 구문적요인 발음속도에 의하여 변하는 것을 모델링하여 길이조절을

하여, 전후의 음소의 음성학적 성질에 따라 적절히 줄어드는 것으로 하였다.

합성에서 각 나뉘어진 단어와 문장을 최종적으로 선택하여 그에 맞는 소리 파일을 조합하여 재생하여 출력하게 된다.



[그림 15] 문서의 음성 변환 출력 구조

3.1.5. WIPI Emulator에서의 구현

휴대폰 카메라를 통한 점자 인식 시스템은 WIPI Emulator에서 구현이 되었다. WIPI Emulator 상에서 영상은 휴대폰 카메라를 통해 촬영된 영상을 USB로 전송하여 대체하였으며, 점자 문서 입력 부분에서 촬영된 점자 문서 영상을 입력받아 전처리 과정을 통한 점자의 인식이 용이한 영상으로 변환된다. 점자 코드 출력 부분에서 변환된 영상을 제안된 점자 인식에 의해 점자를 찾아내어 코드를 출력하게 되어 문자 출력에서 한글로 출력하게 된다. WIPI Emulator에서의 구현은 촬영된 영상에 대한 점자의 인식과 인식된 점자에 대한 한글로의 변환은 구현이 되었으나, PC상에서와 같은 문서의 음성 변환 출력까지는 아직 지원하지 않는다.



[그림 16] WIPI 에플레이터에서의 구현

3.2. 결과 및 고찰

고유 점자 패턴을 생성해 점자를 점의 단위에서 영상의 평균을 통해 유무를 확인하는 방법은 기존의 정형화된 점간의 거리를 고정된 상태에서 점자 문서를 탐색하여 점자 코드를 만드는 방법과 달리 문서의 크기와 내포된 점자의 수에 구애를 받지 않아 다양한 환경에 적용할 수 있었다. 실험에서 사용된 50개의 점자 문서 영상은 320x240의 크기를 가지며, 점자의 수는 355개이며 인식된 점자의 수는 332개로 93.53%의 인식률을 보였다. 인식되지 않은 점자 문서는 영상의 밝기가 균일하지 않거나 왜곡된 상태에서 촬영된 경우였으며, 이를 다시 영상의 밝기가 균일하고 왜곡되지 않은 상태에서 촬영하였을 경우에는 정상적으로 인식 되었다. 인식된 점자에서 점자 코드 변환을 거쳐 완성된 문자의 출력의 경우 처음 입력되는 점자 코드를 점자 코드 변환에서 검사 할

때 검사 순서에 따라 문자로 출력이 되는데, 겹받침 ‘쓰’과 모음 ‘네’과 같은 동일한 바이너리 코드를 가지는 문자는 위치와 문맥상에 따른 의미 변화를 가지기 때문에 부정확한 출력을 보였다. 점자 코드의 검사 순서에 의한 부정확한 출력을 보이는 문제는 점자 문서를 촬영할 때 점자 문서의 첫 부분을 우선 촬영 할 것을 기본 규칙으로 하여 해결 하였다.

향후 휴대폰에 내장된 카메라가 흔들림과 기울기, 초점이 맞지 않고 명도가 일정하지 않은 환경에서 획득되는 영상에서 높은 인식률을 보이기 위한 규칙의 확장이 필요하므로 관련 알고리즘을 개선하여 추가하고, 동일한 바이너리 코드를 가지는 점자는 앞 뒤 문장의 검사를 통한 문장 구성의 흐름을 분석하는 오토마타를 도입하여 개선할 것이다.



4. 결 론

본 논문에서는 휴대폰을 통해 획득된 영상에서 점자를 인식하고 한글로 변환하는 기법을 적용하여 시각장애인들과 일반인들의 의사소통을 도와주는 자동 점자 인식 시스템을 제안하였다. 휴대폰에서의 점자 인식 시스템은 PC에서 Java로 개발한 프로그램을 Java ME 플랫폼의 WIPi 에뮬레이터에서 구현되었다.

먼저 휴대폰 카메라로 촬영한 점자 문서의 영상을 USB로 입력한다. 입력된 영상을 회색조로 변환하여 문서와 비문서 부분의 영역 경계를 검색해 영상을 정렬하고 점자 문서 영역을 한정하였다. 쓰레스홀딩을 통해 배경과 점자 부분을 구분하여 이진영상으로 변환했다. 점자 영상에서 점자의 경계선을 중심으로 수평과 수직선을 생성해 점자 문서와 유사한 형태의 영상을 만들어 평균이 되는 점자의 크기를 구하기 위해 수평선과 수직선이 처음 교차하는 곳을 기준으로 검사하여 점의 평균 크기, 점과 점사이의 거리를 알아낸다. 이를 기본으로 6점 점자 패턴을 생성해 점자의 유무를 검사하여 점자 코드가 출력 된다. 코드로 출력된 점자는 한글로 변환 오토마타를 통해 한글로 변환되고, 변환된 한글 문서를 음성 변환 출력으로 소리로 출력된다.

먼저 점자 영상의 회색조로의 변환과 쓰레스홀딩을 통해 영상을 단순화하여 컬러 영상에서 겪을 수 있는 잡음과 그에 따른 시간의 소요를 줄였다. 점자문서의 점이 가지는 회색조 평균을 구하여 점의 유무를 확인하는 방법을 사용하여 휴대폰 카메라를 통해 획득된 영상 내에서 점자의 크기와 개수에 관계없이 정형화되지 않은 영상에서도 인식을 보였다. 추출된 점자 코드가 동일한 바이

너리 코드를 가지는 점자의 한글 출력에 대한 문제의 경우 점자 문서의 첫 부분을 우선 촬영하는 것으로 해결을 하였다.



참 고 문 헌

- [1] 박제석, 이승훈, 이필규, “점자 인식을 위한 6점 추출에 대한 연구,” 한국정보과학회 가을 학술발표논문집, 제22권, 2호, pp. 443-446, 1996.
- [2] 사회복지법인 하상복지회, “‘또 하나의 국어, 점자’해설서 [국어/영어 편],” 하상 장애인 복지관, 2005.
- [3] 문화체육부, “한국점자규정,” 문화체육부, 1997.
- [4] 이동준, 이성환, “한글 및 영숫자 혼용 문서에서의 문자 분할 및 인식,” 한국정보과학회 가을 학술발표논문집, 제 21권, 2호, pp. 403-406, 1994.
- [5] 유주완, 이종민, 김희율, “공간 적응적 임계값 설정을 통한 X-ray 영상의 잡음 제거,” 한국정보과학회 추계학술발표회 논문집, 제32권, 2호, pp. 934-936, 2005.
- [6] 김풍민, 김상국, 하영렬, “한글 점자 번역 시스템의 설계 및 구현,” 한국정보과학회 언어공학연구회 학술발표 논문집, 제5회, pp. 605-629, 1993.
- [7] 박춘석, 윤준영, 이세인, 한탁돈, “VisualMessage: 영상 인식을 통한 자동 Morse Code 시스템,” 한국정보과학회 학술발표논문집, 제35권, 2호, pp. 156-159, 2008.
- [8] Shanjun Zhang and Kazuyoshi Yoshino, "A Braille Recognition System

by the Mobile Phone with Embedded Camera," IEEE, 2007.

- [9] Lisa Wong, Waleed Abdulla and Stephan Hussmann, "A Software Algorithm Prototype for Optical Recognition of Embossed Braille," ICPR, 2004.
- [10] AbdulMalik Al-Salman, Yosef AlOhali, Mohammed AlKanhah, and Abullah AlRajih, "An Arabic Optical Braille Recognition System," ICTA, 2007.
- [11] Mennens, J., et al, "Optical Recognition of Braille Writing," IEEE, 1993.
- [12] Mennens, J., et al, "Optical Recognition of Braille Writing Using Standard Equipment," IEEE traion engineering, 1994.
- [13] Wont, L., W. Abdulla, and S. Hussmann, "A Software Algorithm Prototype for Optical Recognition of Embossed Braille," the 17th conference of the International Conference in Pattern Recognition, 2004.
- [14] C. Ng and V. Lau, "Regular feature extraction for recognition of Braille," ICCMA'99, 1999.
- [15] J. Dubus, et al, "Image Processing Techniques to Perform an Autonomous System to Translate Relief Braille into Black-Ink, Called: Lectobraille," IEEE, 2000.

- [16] M. pilu, S. Pollard, " A light-weight text image processing method for handheld embedded cameras," In British Machine Vision Conference, 2002.
- [17] V. Gaudissart, et al, "SYPOLE:mobile reading assistant for blind people," In International Conference on Speck and Computer, 2004.
- [18] H. Nakajima, et al, "Portable Translator Capable of Recognizing Characters on Signboard and Menu Captured by Built-in Camera," In ACL Interactive Poster and Demonstration Session, 2005.

