

# DSP 임베디드 숫자-점자 변환 영상처리 알고리즘의 구현

채진영\*, 우다라\*, 김원호\*\* 종신회원

## Implementation of DSP Embedded Number-Braille Conversion Algorithm based on Image Processing

Jin-Young Chae\*, P.A.Udara Darshana\*, Won-Ho Kim\*\* Lifelong Member

### 요 약

본 논문은 시각 장애인들을 위해 영상처리 기반의 숫자-자동 점자 변환기의 설계 및 구현에 관한 내용을 기술한다. 영상처리 기반의 숫자-점자 변환 알고리즘은 카메라로 획득한 입력 영상을 이진 영상화 한 다음, 문자 영역을 팽창과 라벨링 연산을 수행하고 저장되어 있는 문자 패턴 영상과 상호 상관도를 계산하여 해당되는 점자로 변환한다. 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 제안한 알고리즘을 모의 실험한 결과, A4 용지에 인쇄된 숫자(0-9)에 대하여 91.8% 변환 성공률을 보여 주었고, DSP 영상처리 보드에 구현한 시제품 시험을 통하여 90% 변환 성능을 확인함으로써 구현된 숫자-자동 점자 변환기의 실용화 가능성을 확인하였다.

**Key Words :** Image processing, Digital signal processor, Automatic number-braille converter

### ABSTRACT

This paper describes the implementation of automatic number-braille converter based on image processing for the blind people. The algorithm is consists of four main steps. First step is binary image conversion of the input image obtained by the camera. the second step is segmentation operation by means of dilation and labelling of the character. Next step is calculation of cross-correlation between segmented text image and pre-defined text-pattern image. The final step is generation of brail output which is relevant to input image. The computer simulation result was showing 91.8% correct conversion rate for arabian numbers which is printed in A4-sheet and practical possibility was also confirmed by using implemented automatic number-braille converter based on DSP image processing board.

## I. 서 론

현대 사회의 급격한 발전으로 인하여 많은 사람들이 편리함을 누리는 반면, 소외되는 계층인 장애인들은 오히려 불편함을 겪는 경우가 많다. 횡단보도의 신호등, 차량 진입 방지 말뚝 등은 시각 장애인들이 불편함을 겪는 경우이고 고속버스나 기차, 계단 등은 휠체어를 타고 다니는 장애인들에게 불편함을 주는 대표적인 예이다. 이러한 문제를 해결하고자 장애인들도 일반인들처럼 편리함을 누릴 수 있도록 다양한 장치들의 연구개발이 이루어지고 있으며, 또한 일반인들을 위하여 점자를 문자로 자동 번역하는 장치들도 많이 연구되고 있다[1]-[4].

특히, 시각 장애인에게 세상과 소통할 수 있는 것이 각종 도서라고 할 수 있는데 시각 장애인들이 이용할 수 있는 점

자도서는 그 종류가 적은 편이고 제작에도 어려움이 많아 다양한 도서를 시각 장애인에게 제공해 주지 못하고 있다. 기존의 시각 장애인들을 위한 문자-점자 번역은 타자기 형태의 수동형 번역기를 이용하여 제한된 점자 서적으로 인쇄하는 방식이다. 본 논문에서는 이러한 애로사항을 개선하기 위하여 카메라로 입력된 영상을 처리하여 문자를 점자로 실시간 번역 할 수 있는 자동 점자 번역기의 구현에 관해 서술한다.

시각 장애인들을 위한 숫자의 표준 점자 구성[9]은 그림 1과 같으며, 6개의 점을 이용해 0부터 9까지의 숫자를 표현한다. 본 논문에서는 영상처리 기반 점자 변환기의 실용성과 활용 가능성을 검증하기 위하여 0에서 9까지 숫자를 점자로 변환하는 기능을 구현하고 영상처리 알고리즘의 숫자-점자 변환 정확도가 90% 이상 되도록 설계 목표를 정하였다.

\*공주대학교 공과대학 전기전자제어공학부 (cgy0135@gmail.com, p.a.u.darshana@gmail.com),

\*\*교신저자 공주대학교 공과대학 전기전자제어공학부 (whkim@kongju.ac.kr)

접수일자 : 2016년 06월 01일, 최종 게재 확정일자 : 2016년 06월 22일

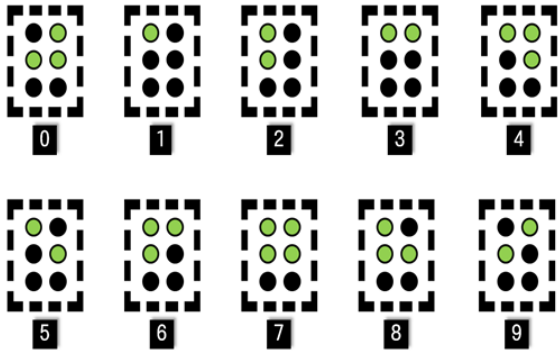


그림 1. 숫자에 대한 표준 점자 구성[9]

## II. 숫자-점자변환 영상처리 알고리즘

카메라로 획득한 영상을 처리하여 점자로 변환하여 출력시키는 알고리즘의 순서도는 그림 2와 같으며 동작 설명은 다음과 같다. 카메라로 영상을 획득한 후, RGB 영상을 그레이스케일 영상으로 변환한다. 그레이스케일 영상은 이진영상으로 변환되고 이진 영상의 문자 영역은 라벨링 동작을 수행하여 문자 형태로 그룹핑한다. 설정된 위치정보를 이용하여 분할된 문자 영역은 데이터베이스화된 참조영상과 상호 상관도를 계산하여 최대값을 가지는 숫자를 탐색하여 해당 점자로 출력하는 동작을 반복 처리한다.

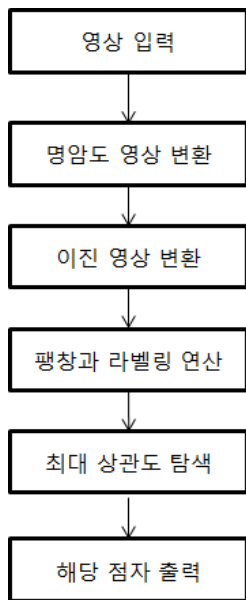


그림 2. 숫자-점자변환 영상처리 알고리즘의 동작 순서도

### 1. 명암도 영상 변환

입력된 영상은 RGB 포맷으로 획득되기 때문에 영상처리를 위하여 명암도 영상으로 변환한다. 변환식은 식 (1)과 같다.

$$Y_{(x,y)} = 0.2126R_{(x,y)} + 0.7152G_{(x,y)} + 0.0722B_{(x,y)} \quad (1)$$

### 2. 이진 영상 변환

배경과 문자를 구분하기 위하여 명암도 영상의 문자 영역 화소 값들을 이진화 처리한다. 이진 영상  $B_{(x,y)}$ 는 식 (2)에 의해 생성된다.  $Y_{(x,y)}$ 는 명암도 영상이고  $Th_{fix}$ 는 이진영상 문턱치이다.

$$B_{(x,y)} = Y_{(x,y)} > Th_{fix} \quad (2)$$

### 3. 팽창과 라벨링 연산

라벨링(Labeling)이란 인접한 화소에 같은 번호를 붙여서 화소를 영역으로 그룹화 하는 것이다. 라벨링 이전에 이진 문자 영역의 홀과 같은 잡음요소를 제거하고 확장하기 위하여 팽창연산을 수행하고 라벨링 연산을 수행한다. 사용된 라벨링 알고리즘은 8-연결 요소 라벨링(8-Connected Component Labeling) 기법이다 [5]-[6]. 그림 3-(a)는 숫자 1에 해당하는 시험 이진 영상이고 그림 3-(b)는 팽창연산과 8-연결 요소 라벨링 기법을 적용한 결과 영상이다.

0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	1	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

(a)

0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	0	0
0	0	1	1	1	1	0	0
0	0	1	1	1	1	0	0
0	0	1	1	1	1	0	0
0	0	1	1	1	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

(b)

그림 3. (a) 시험이진영상 (b) 팽창연산과 8-연결 요소 라벨링을 이용한 결과 영상

### 4. 최대 상관도 탐색

A4 용지에 고정된 문자영역 좌표들을 이용하여 ROI (Region of Interest) 문자 영역으로 분할한 후, 문자 영역과 저장된 참조 문자 영상에 대한 상호 상관도를 식(3)을 이용하여 계산한다. 계산된 상호 상관도 값 중에서 최대값을 가지는 참조 문자 영상을 탐색하여 해당하는 점자를 출력한다. 식(3)에서  $m$ 과  $n$ 은 화소 위치이고  $\bar{A}$ 와  $\bar{B}$ 는 평균값을 의미한다.

$$r_{AB} = \frac{\sum_m \sum_n (A_{mn} - \bar{A})(B_{mn} - \bar{B})}{\sqrt{\sum_m \sum_n (A_{mn} - \bar{A})^2 \sum_m \sum_n (B_{mn} - \bar{B})^2}} \quad (3)$$

### 5. 컴퓨터 모의 실험

제안한 영상처리 알고리즘의 기능과 성능을 검증하기 위하여 매트랩 시뮬레이션을 수행하였다. 그림 4는 RGB 컬러 영상을 명암도(Gray-scale) 영상으로 변환된 영상을 보여주고 있다.

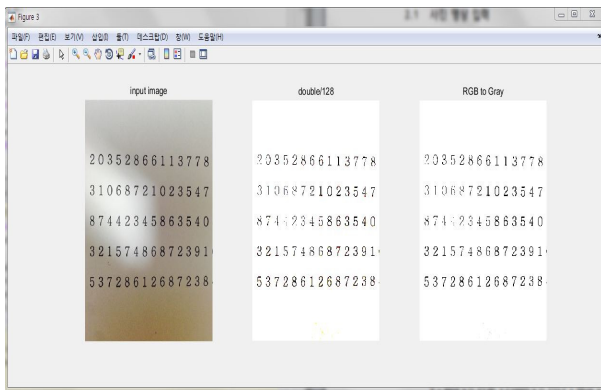


그림 4. 입력영상의 명암도 영상 변환 결과

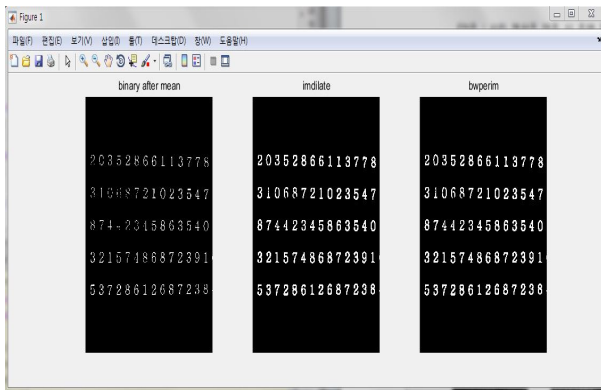


그림 5. 이진영상의 팽창과 라벨링 수행 결과

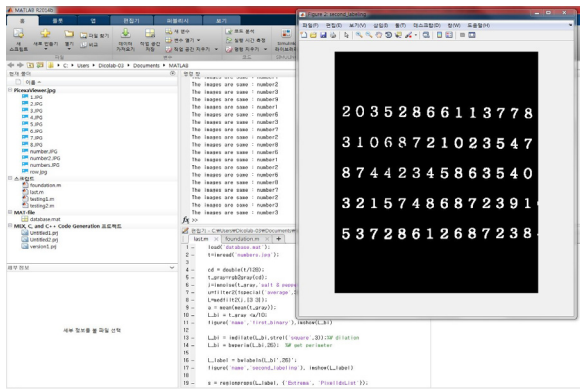


그림 6. 상관도 비교를 통해 얻어진 최종 결과 영상

그림 5는 명암도 영상을 이진화한 후 팽창과 라벨링 연산을 수행한 결과 영상이다. 좌측 영상은 이진화 된 영상이며 중간 영상은 정확한 화소 값을 얻기 위해 팽창 연산을 수행한 영상이다. 우측 영상은 8-연결 요소 라벨링 연산을 수행한 결과 영상이다. 그림 6은 입력된 숫자 영상을 처리하고 상관도 계산하여 최대값에 해당하는 점자를 출력한 결과 영상을 보여준다.

### Ⅲ. 하드웨어 구현 및 시험

제안하는 영상처리 기반 숫자-점자 변환기의 전체 기능 구성도는 그림 7과 같다. 카메라는 영상 획득 기능을 수행하고 DSP(Digital Signal Processor) 영상처리 보드는 숫자-점자 변환 영상처리 기능을 수행한다. 점자 표시기는 변환된 점자를 LED로 표시하는 기능을 수행한다.

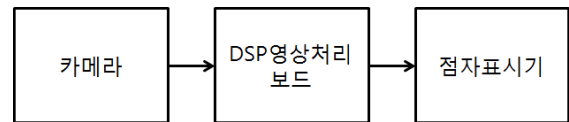


그림 7. 영상처리보드 기반 숫자-점자 변환기의 기능 구성도

카메라는 CMOS 컬러 카메라 모듈을 사용하였으며, 영상 처리를 위한 DSP는 DM642 미디어 프로세서를 적용하였다. 그림 8은 사용된 DSP 영상처리 보드 사진이다.

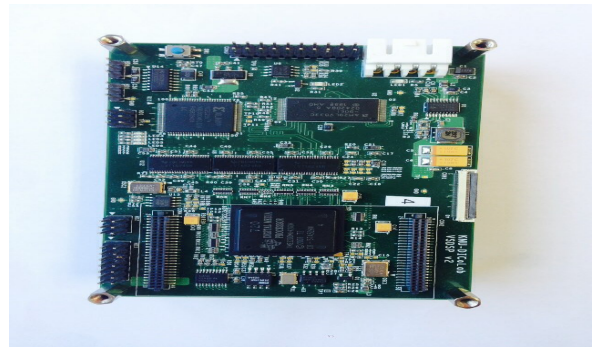


그림 8. DSP 영상처리 보드 사진

구현된 전체 시스템은 그림 9와 같다. 카메라와 영상처리 보드는 I2C통신을 사용하여 데이터를 교환한다. 카메라와 문서부의 거리도 25.5cm로 고정시켜 일정한 품질의 영상이 획득되도록 하였으며 다리부분의 접이식 제작으로 휴대 가능하도록 장치를 설계하고 구현하였다. 점자 표시부는 LED 6개를 사용하여 점자 변환 정확도를 확인할 수 있도록 구현하였다. 구현된 자동 숫자-점자 변환기와 컴퓨터 모의실험에서 사용된 동일한 문자가 인쇄된 문서를 이용하여 시험을 수행한 결과 90%의 문자 변환 성능을 확인하였다.

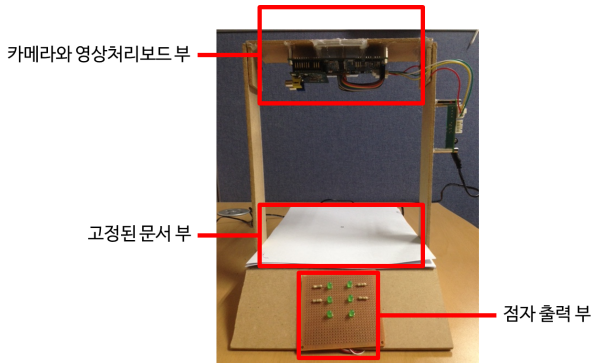


그림 9. 구현된 숫자-점자 자동 변환기 시제품 사진

#### IV. 결론

본 논문에서는 시각 장애인들을 위한 자동 숫자-점자 변환기를 DSP 영상처리 보드 기반으로 구현하였다. 입력된 영상에서 문자영역을 분할하여 저장된 참조 문자패턴과 상호 상관도를 계산하여 일치하는 문자를 점자로 변환하는 알고리즘을 적용하였다. 컴퓨터 시뮬레이션 결과에서는 91.8%의 문자 변환 성능을 보였으며, DSP 영상처리보드를 이용하여 구현한 시제품 시험에서는 90%의 문자 변환 성능을 보여주었다. 이를 통하여 DSP 임베디드 영상처리 기반의 자동 숫자-점자 변환기의 실용화 가능성을 확인하였으며, 향후 문자들을 확장하고 변환 성능을 개선함으로써 시각장애인들의 복지 증진에 기여할 수 있을 것으로 보인다.

#### 참고 문헌

[1] Jia Yin, Lirong Wang, Jie Li, "The Research on Paper-mediated Braille Automatic Recognition Method", IEEE Fifth International Conference on Frontier of Computer Science and Technology, pp.619-624, 2010.

[2] Abdul Malik AlSalman, Ali El-Zaart, Saleh Al-Salman, Abdu Gumaiei, "A novel approach for Braille images segmentation", International Conference on Multimedia Computing and Systems (ICMCS), pp.190-195, 2012.

[3] R.Lienhat, A.Wernicke, "Localizing and segmenting text in image, video and web pages", IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, vol.12, pp.256-268, 2002.

[4] Zhang, Yoshino, "A braille recognition system by the mobile phone with embedded camera", ICICIC 2007: Second International Conference on Innovative Computing, Information and control, pp.1321-1324, 2007.

[5] www.codeproject.com/Articles/336915/Connected Component Labeling Algorithm.

[6] Lifeng He, Yuyan Chao, Kenji Suzuki, "A Run-Based Two-Scan Labeling Algorithm", IEEE Transactions on

Image Processing, Vol.17, No.5, pp.749-756, 2008.

[7] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Steven L. Eddins. Digital image processing using MATLAB, McGraw-Hill, 2011.

[8] A. McAndrw, J.H. Wang, C.S. Tseng, Introduction to digital image processing with MATLAB, Cengage Learning, 2004.

[9] 한국점자연구위원회, 국립국어원, 한글 점자 규정, 문화체육관광부, 2006년

#### 저자

##### 채진영(Jin-Young Chae)



· 2016년 2월 : 공주대학교 전기전자 제어 공학부 졸업 (공학사)

<관심분야> 영상신호처리, 마이크로프로세서 응용

##### 우다라(Panamulle Arachchige Udara Darshana)



· 2016년 8월 : 공주대학교 기전전자 제어 공학부 졸업예정 (공학사)

<관심분야> 영상신호처리, 마이크로프로세서 응용

##### 김원호(Won-Ho Kim)

##### 중신회원



· 1985년 2월 : 경북대 전자공학 학사  
 · 1987년 2월 : 경북대 전자공학 석사  
 · 1999년 2월 : 충남대 전자공학 박사  
 · 1989년 2월 ~ 1999년 8월 : 한국전자통신연구원(ETRI) 선임연구원  
 · 1999년 8월 ~ 현재 : 공주대학교 전기 전자 제어 공학부 교수

<관심분야> 영상 및 통신 신호처리, 위성멀티미디어통신, 지능형 영상감시 및 비전센서