

# A study on Machine-Printed Korean Character Recognition by the Character Composition form Information of the Graphemes and Graphemes using the Connection Ingredient and by the Vertical Detection Information in the Weight Center of Graphemes

Kyong-Ho Lee \*

## Abstract

This study is the realization study recognizing the Korean gothic printing letter. This study defined the new grapheme by using the connection ingredient and had the graphemes recognized by means of the feature dots of the isolated dot, end dot, 2-line gathering dots, more than 3 lines gathering dots, and classified the characters by means of the arrangement information of the graphemes and the layers that the graphemes form within the characters, and made the character database for the recognition by using them.

The layers and the arrangement information of the graphemes consisting in the characters were presumed by using the weight center position information of the graphemes extracted from the characters to recognize and the information of the graphemes obtained by vertically exploring from the weight center of each grapheme, and it recognized the characters by judging and comparing the character groups of the database by means of the information which was secured this way. 350 characters were used for the character recognition test and about 97% recognition result was obtained by recognizing 338 characters.

▶ Keyword : Character recognition, Grapheme extraction, Grapheme recognition

## I. Introduction

문자 인식은 지난 수십 년 동안 많이 연구되어 온 분야이나, 인식을 향상할 위해 지금도 여전히 많은 연구들이 나오고 있다. 오현아 등은 문자 인식 향상을 위해 대상 문자열에 회전 알고리즘을 적용하여 인식을 향상할 피하고 있으며[1], 진문용 등은 인식을 향상할 위해 휴리스틱 분할 알고리즘을 적용하여 향상을 피하고 있다[2]. 김강산 등은 구글의 Open API를 이용하여 한글 문자 인식 향상을 위한 연구를 하였으며[3], 정규수는 한글 문자 주변에 심벌이 위치한 상황에서 인식을 향상할 위해 한글 문자 템플릿에 의존하지 않는 점진적 좌측 방향으로의 블러 투사를 제시하였다[4]. 박경화 등은 한글 문자의 다양성 확

대를 위해 다중 컬럼 딥 인공 신경망을 이용하여 한글 필기체 인식을 시도하는[5] 등 아직도 많은 연구들이 지속되고 있다. 이렇게 연구가 지속되는 이유는 한글 문자의 특수성 때문으로 한글은 영문자 알파벳과 달리 19개의 초성과 21개의 중성, 27개의 종성들이 2차원적 조합으로 되어 11,172개의 문자가 구성되기 때문에 인식해야할 대상이 많으며, 자소 간 구분이 작은 획 하나에 의해 구분될 정도로 유사성이 높아 인식에 대한 처리 과정이 알파벳에 비해 복잡하기 때문이다[6,7]. 또한 아직도 영문자 알파벳 등 보다 인식이 낮기 때문에 많은 연구가 지속되고 있다.

• First Author: Kyong-Ho Lee, Corresponding Author: Kyong-Ho Lee

\*Kyong-Ho Lee (khlee@halla.ac.kr), School of Information & Communication, Broadcasting Engineering, Halla University

• Received: 2017. 02. 14, Revised: 2017. 03. 04, Accepted: 2017. 03. 19.





|   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|---|
| ㅅ |   |   | 1 | 1 |   |   |   |   |  |   |
|   |   |   | 1 |   |   |   | 1 |   |  |   |
|   |   |   | 1 | 1 |   |   |   |   |  |   |
| ㅁ | 1 |   |   |   |   | 1 |   |   |  |   |
|   | 1 |   | 1 | 1 |   | 2 | 1 |   |  |   |
|   |   |   |   | 1 | 1 |   |   |   |  | 1 |
| ㅂ |   | 1 |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   | 1 |   |   |  |   |
|   | 1 | 1 |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㅅ |   |   |   |   |   |   | 1 |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㅈ |   |   | 1 |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㅊ |   |   |   |   |   |   |   | 1 |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   |   | 1 |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㅋ |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆁ |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆂ |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆃ |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆄ |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆅ |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 2 |   |   |   | 1 |   | 1 |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   | 2 | 1 |   |   |  | 1 |
| ㆆ |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 | 1 |   |   | 1 | 1 |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   | 1 |   |   |   |  |   |
| ㆇ |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆈ |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆉ |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 | 1 |   |   | 1 | 1 |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   | 1 |   |   |   |  |   |
| ㆊ |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆋ |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆌ |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆍ |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 | 1 |   |   | 1 | 1 |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   | 1 |   |   |   |  |   |
| ㆎ |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆏ |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 | 1 |   |   | 1 | 1 |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   | 2 | 1 |   |   |  |   |
|   |   |   |   |   | 1 |   |   |   |  | 1 |
| ㆑ |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 | 1 |   |   | 1 | 1 |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   | 1 |   |   |   |  |   |
| ㆒ |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆓ |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆔ |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 | 1 |   |   | 1 | 1 |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   | 2 | 1 |   |   |  |   |
|   |   |   |   |   | 1 |   |   |   |  | 1 |
| ㆕ |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆖ |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 | 1 |   |   | 1 | 1 |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   | 1 |   |   |   |  |   |
| ㆗ |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆘ |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆙ |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆚ |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 | 1 | 1 |   |   |   |   |   |  |   |
|   |   |   |   |   | 1 | 2 | 1 |   |  |   |
|   |   |   |   |   | 1 | 1 |   |   |  | 1 |

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|---|
| ㅅ |   |   | 1 |   |   |   | 1 |   | 1 |  |   |
|   |   |   | 1 |   |   |   | 1 |   |   |  | 1 |
|   |   |   | 1 |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㅁ | 1 | 1 | 1 |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   |   |   |   |   |   |   | 1 | 3 | 2 |  |   |
|   |   |   | 1 | 1 | 1 |   |   |   |   |  | 1 |
| ㅂ |   | 1 |   |   |   |   | 1 |   | 1 |  |   |
|   |   | 1 |   |   |   |   | 1 |   | 1 |  | 1 |
|   | 1 |   |   |   |   |   | 1 |   | 1 |  | 1 |
| ㅅ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   | 1 |   | 1 |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   | 2 |   |   |  |   |
| ㅈ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   | 1 |   | 2 |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   | 1 |   | 1 |  |   |
| ㅊ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   | 1 |   | 2 |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   | 1 |   | 1 |  |   |
| ㅋ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆁ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 2 |   |   |   |   | 1 |   |   | 1 |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   | 2 | 1 |   |   |  |   |
| ㆂ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆃ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆄ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆅ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆆ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆇ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆈ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆉ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆊ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆋ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆌ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆍ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆎ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆏ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆑ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆒ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆓ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆔ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆕ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆖ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆗ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆘ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆙ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
| ㆚ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |
|   | 2 |   |   |   |   | 1 |   |   | 1 |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   | 1 |   |   | 1 |  |   |
|   | 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |







```

CalWeight( CharData[rows][cols] ) {
  for(i=0; i<rows; i++) {
    for(j=0; j<cols; j++) {
      CharGrapheme[ CharData[i][j] ][x] = j;
      CharGrapheme[ CharData[i][j] ][y] = i;
      CharGrapheme[ CharData[i][j] ][num]++;
    }
  }
  for(i=0; i<NumOfGrapheme; i++) {
    CenterOfWeight[i][x]=CharGrapheme[i][x]/CharGrapheme[i][num];
    CenterOfWeight[i][y]=CharGrapheme[i][y]/CharGrapheme[i][num];
  }
}

GraphemesNumbering( CharData[rows][cols] ) {
  linked[N] //연결 관계가 표현될 배열.
  label[rows][cols] //라벨링 배열 선언
  num = 0 //새로운 요소에 붙일 라벨 번호 저장
  for(i=0; i<rows; i++) {
    for(j=0; j<cols; j++) {
      labels[i][j] = 0;
    }
  }
  < 패스 1 >
  행 우선으로 CharData 배열 처리 {
    if CharData[row][col]가 관심 요소라면 {
      //현 요소의 라벨링을 위해 이웃 요소를 검사.
      if 라벨된 이웃이 여럿이라면 {
        label[row][col]에 이웃 중 가장 작은 라벨 값을 저장
        관련된 이웃 라벨끼리 동등함을 linked에 저장
      }
      else //만일 이웃이 없다면
        현 요소에 유일한 라벨을 붙인다.
    }
  }
  < 패스 2 >
  행 우선으로 CharData 배열 처리 {
    if 요소가 백그라운드가 아니라면{
      labels[row][col]에 패스 1에서 동등함으로 저장된 값 중 가장
      작은 라벨로 다시 라벨링 한다.
    }
  }
  return label[rows][cols]
}

TemplateMatching( data[rows][cols] ) {
  자소 구분 데이터 = 자소구분 (data[rows][cols])
  자소별 무게 중심 정보 = 자소별 무게 중심 추출( 자소 구분 데이터 );
  탐침 정보 = 무게 중심별 탐침( 자소별 무게 중심 정보 );
  배치 정보 = 자소 정보 배치(탐침 정보);
  컬러링 사각 영역 = 자소 정보별 사각 영역 구성(배치 정보);
  컬러링 사각 영역 = 자소별 수직 상단 영역 확보(컬러링 사각 영역);
  컬러링 사각 영역 = 자소별 수직 하단 영역 확보(컬러링 사각 영역);
  컬러링 사각 영역 = 자소별 수평 좌단 영역 확보(컬러링 사각 영역);
  컬러링 사각 영역 = 자소별 수평 우단 영역 확보(컬러링 사각 영역);
  컬러링 사각 영역 = 자소별 수평 내부 영역 분할(컬러링 사각 영역);
  return 템플릿과 매칭(컬러링 사각 영역);
}

```

Fig. 9. Weight calculate algorithm, Grapheme numbering algorithm, Template matching algorithm

Fig. 9의 하단 알고리즘과 Fig. 10은 읽어 들어 문자의 자소를 이용하여 Fig. 6의 어떤 패턴에 속하는지를 분리하는 과정이다. 앞의 2.1을 이용하여 분리 인식한 자소들을 자소별로 넘버링(numbering)하고, 자소별로 무게 중심 좌표를 구한 후 무게 중심에서의 탐침하면서 얻은 정보들을 이용하여 번호별 내접 사각형을 구성한 후, 자소별 수직 상단 영역 확보, 수직하단 영역 확보, 좌측측 영역 확보, 최우측 영역 확보, 논리적 중간 영역 확보를 통해 진행되는 과정을 보인 것이다. 이렇게 자형 구조를 확보한 후 구조별 소속 문자를 비교 탐지하여 인식하였다. 인식 실험에는 완성형 2350개 문자 중 무작위로 350개 문자를 추출하여 문자 인식 실험에 350개 문자를 사용하였고, 338개의 문자를 인식하여 약 97%의 인식 결과를 얻었다. 인식에 어려움을 겪은 문자는 ‘꺠/꺡’과 같이 1단으로 분류한 문자를 2단으로 인식하고 탐지하거나, ‘닐/씩’은 컬러링 사각형을 제작 과정에서 문제를 일으키거나, ‘꺡/꺢/꺣’ 등은 자소 인식 과정에서 문제를 일으켰다.

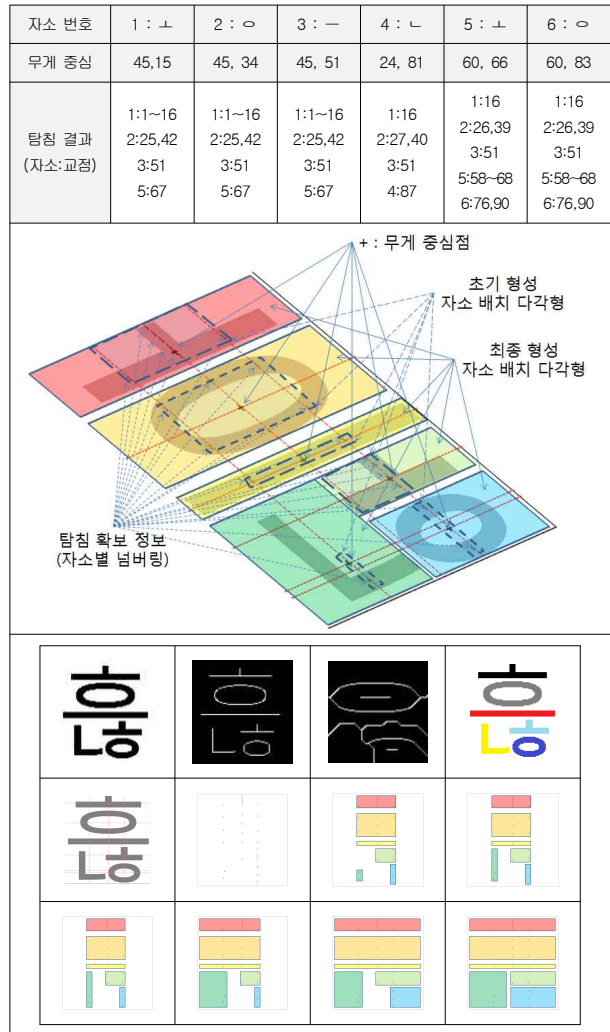


Fig. 10. Algorithm Execution Products

### III. Conclusion

본 연구에서는 인쇄체 문자 인식을 수행하되 자소 단위 인식을 수행 하였다. 연결 성분을 이용하여 새로운 단위의 자소들을 추출하고, 이렇게 추출한 자소 단위에서 고립 점, 끝 점, 2선 모임 점, 3선 이상 모임 점의 특징 점을 추출하여, 자소들을 구분하고, 이 특징 점들을 이용하여 자소들을 인식하도록 하여 글자의 크기에 상관하지 않는 특성으로 자소를 구분 인식하게 하는 프로그램을 이용하여 문자들의 자소 분포 정보를 사용하여 문자 구성 형태를 분류하고, 데이터베이스를 구축한 후, 추가하여 자소들의 무게 중심 위치에 수직 탐지하여 얻은 소수의 자소들의 분포 정보를 통하여 자소별 외접 다각형으로부터 논리적 추론을 통해 문자 분류를 추정하고, 구성 자소를 통하여 문자를 인식하는 방법을 고안하였다.

## REFERENCES

- [1] Hyuna Oh, EuGene Rhee, "Enhancement of Car Licence Plate and Security with Rotation Algorithm", Journal of Security Engineering, Vol. 13, No. 2, pp. 83-90, Apr. 2016
- [2] Moon Yong Jin, Jong Bin Park, Dong Suk Lee, "Real-Time Vehicle Licence Plate Recognition System Using Adaptive Heuristic Segmentation Algorithm", KIPS Tr. Software and Data Eng., Vol. 3, No. 9, pp. 361-368, Mar. 2014
- [3] Kang-San Kim, Seok-Cheon Park, Seok-Ho Oh, "Suggestion of Enhanced Korean Character Recognition Technique Using Google Tesseract Open API", Proceeding of Korean Society for Internet Information, Vol. 16, No. 1, Spring. 2015.
- [4] Kyusoo Choung, "Text Area Detection of Road Sign Images based on IRBP Method", Journal of Intelligent Transportation System, Vol. 13, No. 6, Dec. 2014.
- [5] Kyung-Wha Park, Byoung-Hee Kim, Dong-Sig Han, Seong-Ho Son, Woo-Yung Kang, Byoung-Tak Zhang, "Handwritten Hangeul Recognition using Multi-column Deep Neural Networks", Proceeding of KIPS Spring Conference, Vol. 26, No. 1, 2016.
- [6] Min-Soo Kim, Eun-Young Kang, Woo-Sung Kim, Sun-Hwa Han, Jin-Hyung Kim, "A Study on Implementation of Printed Character Recognition System And Performance Evaluation", Korea Information Processing Society, Vol. 7, No. 11, pp. 3584-3591, Nov. 2000.
- [7] Kil Taek Lim, Ho Yon Kim, "A Study on Machine Printed Character Recognition Based on Character Type Classification", The Institute of Electronics and Information Engineers, Vol. 40, No. 5, pp. 26-39, Sep. 2003.
- [8] Kil-Taek Lim, Gi-Seok Kim, "Reestimation of Recognition Result of MLP Classifier for Machine Printed Hangeul - Feasibility Study on Softmax Method", Journal of Information & Electronic Technology, Vol. 6, pp. 93-105, 2007.
- [9] Kil Taek Lim, Ho Yon Kim, "A Study on Machine Printed Character Recognition Based on Character Type Classification", Journal of IEIE, Vol. 40, No. 5, pp. 266-279, Sep. 2003.
- [10] Kil Taek Lim, Seon Hwa Jeong, Seung Ick Jang, Ho Yon Kim, "An Implementation Method of the Character Recognizer for the Sorting Rate Improvement of an Automatic Postal Envelope Sorting Machine", Journal of Korea Society of Industrial Information System, Vol. 12, No. 4, Dec. 2007.
- [11] Duk-Ryong Lee, Woo-Youn Kim, Il-Seok Oh, "A Hangeul Document Image Retrieval System Using Rank-based Recognition", Journal of The Korea Contents Association, Vol. 5, 2005.
- [12] Kyong-Ho Lee, Jae-Joon Seong, "Study on Automation about Painting the Letters to Road Surface", Proceeding of Korea Society of Computer Information(Summer), Vol. 24, No. 1, pp. 113-116, Summer 2016.
- [13] A. A. Gooch, S. C. Olsen, J. Tumblin, and B. Gooch, "Color2gray: Saliency-preserving color removal", ACM Transactions on Graphics, vol. 24, no. 3, pp. 634 - 639, 2005.
- [14] Kyong-Ho Lee, "A Study on Grapheme and Grapheme Recognition Using Connected Components Grapheme for Machine-Printed Korean Character Recognition", Korea Society of Computer Information, Vol. 21 No. 9. pp. 29-34, 2016.

### Authors



Kyong-Ho Lee received the B.S. degree in Computer Science from Korea National Open University and the M.S. degree in Information and Communication Engineering from Korea Advanced Institute of Science

and Technology and the Ph.D. degrees in Electronic Engineering from Dankook University, Korea, in 1991, 1994 and 2008, respectively. Dr. Lee is currently a Professor in the School of Information & Communication, Broadcasting Engineering, Halla University. He is interested in HCI.