

A Study on Automation about Painting the Letters to Road Surface

Kyong-Ho Lee*

Abstract

In this study, the researchers attempted to automate the process of painting the characters on the road surface, which is currently done by manual labor, by using the information and communication technology. Here are the descriptions of how we put in our efforts to achieve such a goal. First, we familiarized ourselves with the current regulations about painting letters or characters on the road, with reference to Road Mark Installation Management Manual of the National Police Agency. Regarding the graphemes, we adopted a new one using connection components, in Gothic print characters which was within the range of acceptance according to the aforementioned manual. We also made it possible for the automated program to recognize the graphemes by means of the feature dots of the isolated dots, end dots, 2-line gathering dots, and gathering dots of 3 lines or more. Regarding the database, we built graphemes database for plotting information, classified the characters by means of the arrangement information of the graphemes and the layers that the graphemes form within the characters, and last but not least, made the character shape information database for character plotting by using such data. We measured the layers and the arrangement information of the graphemes consisting the characters by using the information of: 1) the information of the position of the center of gravity, and 2) the information of the graphemes that was acquired through vertical exploration from the center of gravity in each grapheme. We identified and compared the group to which each character of the database belonged, and recognized the characters through the use of the information gathered using this method. We analyzed the input characters using the aforementioned analysis method and database, and then converted into plotting information. It was shown that the plotting was performed after the correction.

▶Keyword: Letter Automatic Painting, Grapheme extraction, Grapheme recognition

I. Introduction

오늘날 많은 과학과 공학의 발전을 통하여 개발된 기기와 장치들은 인간의 노동 수고를 많이 경감해 주었다. 그러나 아직도 많은 부분이 자동화 되지 못하고 수작업을 통하여 시행되고 있다. 도로 노면 문자 도색 작업은 차량 운행 시 교통안전과 교통의 원활한 소통을 위하여 차도 표면에 다양한 표시와 글자를 쓰는 작업이다. 이 작업의 대부분은 차량이 왕래하고 있는 상태에서 수작업으로 도로 노면에 기록할 글자를 설계하고, 유모차와 형태의 이동 장비에 장착된 일정한 폭을 가진 노즐을 통하

여 도료가 분사되도록 구성된 장비를 이용하여 수작업으로 글자를 쓴다. 다양한 이유로 자동화를 수행할 수 있지만, 차량이 운행되는 환경에서, 도로 노면에 기록할 문자를 직접 설계하고, 설계 작업 후 수작업으로 도색 작업을 하므로, 위험하고 시간이 많이 드는 작업이며 또한 숙련공이 필요한 작업으로 값비싼 작업으로 판단되어 자동화가 시도되었다.

정보통신 분야의 급격한 기술 발달 및 환경의 변화는 대부분의 산업과 융합하는 기술의 원천이 되었다. 기업들의 과거 경쟁

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

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

• Received: 2017. 08. 10, Revised: 2017. 09. 27, Accepted: 2017. 12. 29.

방식이 주로 가격인하에 의한 경쟁이었다면 현재의 경쟁 방식은 가격 경쟁에 뿐만 아니라 정보통신 기술이 반영된 혁신과 편리성의 품질 경쟁이다. 본 연구에서 구성한 시스템은 ‘작업 문자 인식 단계’와 ‘문자 도색 작업 단계’로 구성하였다. ‘작업 문자 인식 단계’를 위해 먼저 경찰청 발간 자료들을 이용하여 문자 규정에 대하여 알아내고, 알아낸 범위 내에 있는 맑은 고딕 인쇄체 문자로 연구를 진행하였다. ‘문자 도색 작업 단계’의 플로터로 보낼 정보 생성을 위해 연결 성분을 이용한 새로운 95개 자소를 이용한 92개 문자 구조 정보와 각 자소에서 고립 점, 끝 점, 2선 모임 점, 3선 이상 모임 점의 특징을 추출하여 자소 인식에 이용하고, 플로팅에 이용할 자소 구조 도형 정보 데이터베이스도 구축하였다. 구현한 시스템은 정보통신 기기를 통해 문자를 입력 받고 이를 이미지화해서 분석하여 어떤 자소들이 모여 어떤 문자를 구성했는지를 파악하고, 이를 데이터베이스에 있는 정보를 이용하여 문자를 쓸 노면크기에 맞춰 보정한 뒤 플로터로 전송하여, 작업을 하도록 하였다. 본 연구에서는 소프트웨어를 중점으로 가능성을 보여주었다.

II. Main Subject

2.1. Difficult situation and Research Scope and Method

도로 노면 문자 도색은 차선 도색의 한 분야로서 ‘기능성 유리알’이 들어간 특수 도료를 활용해 차량 운행에 도움이 되도록 중앙선, 횡단보도, 좌우회전 표시, 노견선, 기호와 문자 등을 차도 표면에 표시하는 작업으로, 숙련공이 현장에서 직접 표시할 문자를 설계를 하고, 수작업으로 시공해야 하므로, 많은 시간이 소요되며, 작업 하는 동안 교통의 흐름을 통제할 뿐 아니라, 작업자가 교통사고 위험에 노출되며, 시공이 까다롭고 단가가 비싼 것으로 알려져 있다.

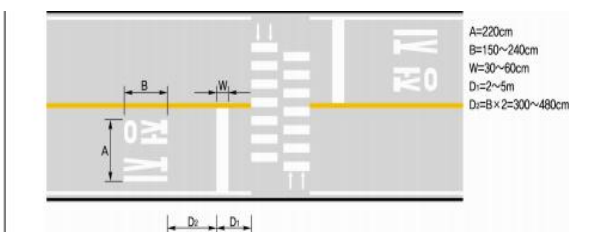


Fig. 1. Example of Road Marks

경찰청 발간 ‘도로 노면 표시 설치 관리 매뉴얼’을 참고하면 도로 노면에 기술하는 문자 폰트는 정해져 있지 않으나 Fig. 1과 같은 예시를 통해 정자체 시공을 요구하고 있다[1]. 또한 시공에 사용하는 노면 문자 도색 장비를 이용할 때 고려해야 할 부분은 도료가 나오는 노즐로, 이 노즐은 1차원 배열 구조로 폭을 구성하여 글자를 쓴다는 점이다. 이를 참고하여 본 연구에서

는 경찰청 규정 범위 내의 문자로 ‘맑은 고딕 문자’를 이용하였고 또 일정한 폭을 가진 노즐에서 도료가 나오는 기존 형태의 장비를 최대한 이용하되 그릴 도형의 중심선의 접선의 수직으로 노즐이 배열하도록 하는 플로팅 장비에 기존 도색 장비를 장착하는 것으로 계획하였다.

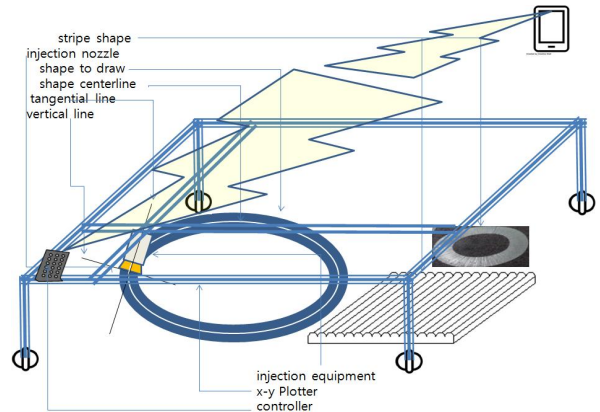


Fig. 2. Planning System Configuration Diagram

따라서 이 장비가 작업할 수 있는 형태로 플로팅 정보를 제공해 주어야 하므로 프로그램이 장착될 수 있는 정보통신기기에서 문자를 입력 받아 작업을 하여 ‘문자 도색 작업 단계’에서 작업할 수 있는 성분으로 바꾸어 보내주면 이를 이용하여 문자 도색을 하도록 하였다. 이때 전달 받는 플로팅 정보는 연결성분을 이용하여 새롭게 형성한 자소 95개의 도형정보와 92개의 문자 구성 정보를 이용하여 구성된 직선과 타원 정보이다.

정보통신기기에 문자를 입력하면 입력된 문자가 무엇인지 알 수 있으므로 문자를 플로터로 구성할 수 있는 정보를 미리 데이터베이스에 저장해 놓았다가, 노면에 그릴 문자를 입력 받으면, 문자를 색인으로 하여 플로팅 할 수 있는 정보를 데이터베이스에서 추출하여 문자를 그릴 수 있으나 조합형 문자 11,172개에 관한 플로팅 정보를 구성하는 것이 비효율적이라, 새로운 자소와 문자 구조 정보를 이용하여 플로팅 하는 것으로 하였다. 맑은 고딕 문자에서 연결 성분을 이용한 새로운 자소를 추출하고, 새로운 자소에서 고립 점, 끝 점, 2선 모임 점, 3선 이상 모임 점의 특징을 추출하여, 이것으로 95개의 새로운 자소를 인식하고, 새로운 자소들로 구성하는 문자구조 92개를 알아내고, 입력한 문자를 인식할 뿐 아니라 크기에 맞는 보정을 하여 플로터가 사용할 수 있는 도형 정보로 바꾸어 전송하도록 하였다. 본 연구와 다르게 [2]에서는 문자에서 자음과 모음을 분석한다는 가정으로 자음과 모음 정보만을 이용하여 플로팅하려는 시도가 있었다. Fig. 3은 전 과정을 볼 수 있는 작업 흐름도이다.

2.2 Graphemes-Extraction

Fig. 4은 국문학에서 자소들의 사용 위치에 따라 분류한 것이다. 이런 분류를 바탕으로 문자를 인식하는 연구는 많이 있다 [3-6]. 그러나 이런 방법은 자소 인식을 위해 자소 분리를 하다가 자소의 일부분이 소실될 수도 있고, 자소 구성 영상 이외

ㅏ	1						
	1	1			1		
ㅓ	1		1			1	
		1					
ㅕ	1						
	1		1			2	1
	1		1				1
구	1				1		
	1		1			1	1
		1					
거	1		1		1		
	1		1			1	1
노	1						
		1	1			1	
	1		1			1	
카	1		1			1	
	1			1		1	
		1					
크	1				1		
	1					1	
		1				1	
뇨	1			1		1	1
	1		1			1	1
		1					1
카	1		1			1	1
	1			1	1	1	
		1					1
앵	2				1		1
	1		1			2	1
							1
꼬	1	1			1	1	
	1		1				
		1			1		1
배	1		1			1	
	1		1	1		1	
		1	1				
단			1	1			
		1	1			1	
	1		1			1	
앵	1	1			1	1	
	1		1			2	1
					1		1
묘			1	1			
	1	1	1			1	1
	1		1			1	1
똥	1	1	1			1	2
		1	1	1			1
보	1		1		1	1	1
	1		1				1
똥	1	1	1			1	3
		1	1	1		1	2
		1	1	1		1	1
배	1		1			1	
	1		1	1	1	1	
		1	1	1		3	
		1	1	1			1
앵	1	1			1	1	
	1		1	1	1		2
		1	1	1		1	1
ㅈ	1		1			1	
	1		1			1	

ㅊ	1		1			1	
	1		1			1	
	1						
ㅋ	1		1				1
	1						1
		1					
ㅌ	1		1				
	1		1			1	1
		1				1	1
ㅍ	1		1			1	1
	1		1				1
		1				1	1
ㅑ	1		1			1	1
	1		1				1
		1				1	1
ㅓ	1		1			1	1
	1		1				1
		1				1	1
ㅕ	1		1			1	1
	1		1				1
		1				1	1
ㅗ	1		1			1	1
	1		1				1
		1				1	1
ㅛ	1		1			1	1
	1		1				1
		1				1	1
ㅜ	1		1			1	1
	1		1				1
		1				1	1
ㅠ	1		1			1	1
	1		1				1
		1				1	1
ㅡ	1		1			1	1
	1		1				1
		1				1	1
ㅣ	1		1			1	1
	1		1				1
		1				1	1
ㅍ	1		1			1	1
	1		1				1
		1				1	1
ㅑ	1		1			1	1
	1		1				1
		1				1	1
ㅓ	1		1			1	1
	1		1				1
		1				1	1
ㅕ	1		1			1	1
	1		1				1
		1				1	1
ㅗ	1		1			1	1
	1		1				1
		1				1	1
ㅛ	1		1			1	1
	1		1				1
		1				1	1
ㅜ	1		1			1	1
	1		1				1
		1				1	1
ㅠ	1		1			1	1
	1		1				1
		1				1	1
ㅡ	1		1			1	1
	1		1				1
		1				1	1
ㅣ	1		1			1	1
	1		1				1
		1				1	1

韻	1	2	1	1	1	3		
韻	2	2	1	1	2	1		
韻	1	1	1	1	1	3	1	
韻(L)	1	1			1	1		
雙	1	2	1		1	1		
韻(L)	1	1			1	1	1	
韻	1	1			3	2	1	
韻	1	2	1	1	1			

L: lower part I: Isolation point.

Fig. 11. Per grapheme features distribution

2.4 Character Pattern Classification using Graphemes

자소 단위 인식의 여러 연구에서 Fig. 12와 같은 형식으로 문자를 분류하여 인식하고 있으나 본 연구에서 1단 1조각 문자 패턴부터 5단 6조각 패턴까지 다양한 패턴으로 분류하였다.

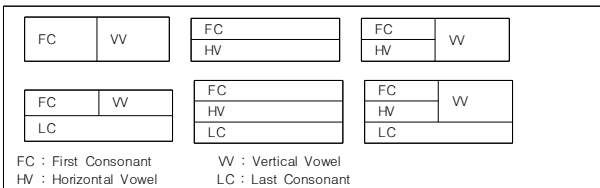


Fig. 12. Korean character syntactic form

Fig. 13은 본 연구에서 분류한 자소에 의해 구성되는 문자 패턴을 나열한 것이다. 패턴의 하단에 숫자는 패턴에 부여한 코드이며, 패턴에 의한 코드별 소속문자는 Fig. 14와 같다. 이 결과를 이용하여 문자 구성 형식에 따른 자소 배치 정보로 문자를 인식할 수 있는 데이터베이스를 구축하였다.

La- yer	Num of piece	Pattern
1	1	Cr 010101
	2	C V Cr V C Cr 010201 010202 010203
	3	C C V C V V C Cr V Cr V V 010301 010302 010303 010304
	4	C C V V 010401
2	2	C C V Cr V V VC Cr C O 020201 020202 020203 020204 020205
	3	C C C V C C C V C Cr V C VC VC C 020301 020302 020303 020304 020305
		C Cr V Cr V Cr V C V V V C C C V Cr V 020306 020307 020308 020309 020310
	V V V V V V C V V O V 020311 020312 020313	

4	020401 020402 020403 020404 C V C Cr Cr V C V V C C C C C C C C Cr V C C V C C V Cr V V C C
	020405 020406 020407 020408 C C V C V V C V V V V V V V V C
	020409 020410 020411 020412 C C V V C V V Cr V V C C C C C
5	020501 020502 020503 C C V C C V V C C V
	020504 020505 C C V V C C
6	020601 C C V V C C
3	C Cr V V V V C VC VCC C C C C C C
	030301 030302 030303 030304 030305 V V V V V V V V V V V O V C V C Cr V C VC VC C
4	030306 030307 030308 030309 030310 C C C V C V C V V V C C C C C C C C
	030401 030402 030403 030404 030405 V V V V V V V V V V C V C V C V C V C V C C C C C
5	030406 030407 030408 030409 030410 V V V V Cr C V V V V C V Cr V C V C V V V VC C C C C
	030411 030412 030413 030414 030415 V V V V V V V V V V V V C V V V V V V V VC V V V V
6	030416 030417 C V V C C C C V C C V V V C C C C C C C C C C C C
5	030501 030502 030503 030504 V V V V V V C V V V V V V V C V V C C V V V V V V C C C C C
	030505 030506 030507 030508 V V C V V V V V V C V C V C V V V V C C C V V V
6	030509 030510 030511 C C V V V V V C C C
4	030601 V C V C V V V C C
4	040401 040402 040403 V C V C V V C C C
	040501 040502 040503 V V V C C C V V
6	040601 040602 C C V V V V V V V C C C
5	050701 V C V C V C

Fig. 13. Korean character syntactic form in new grapheme

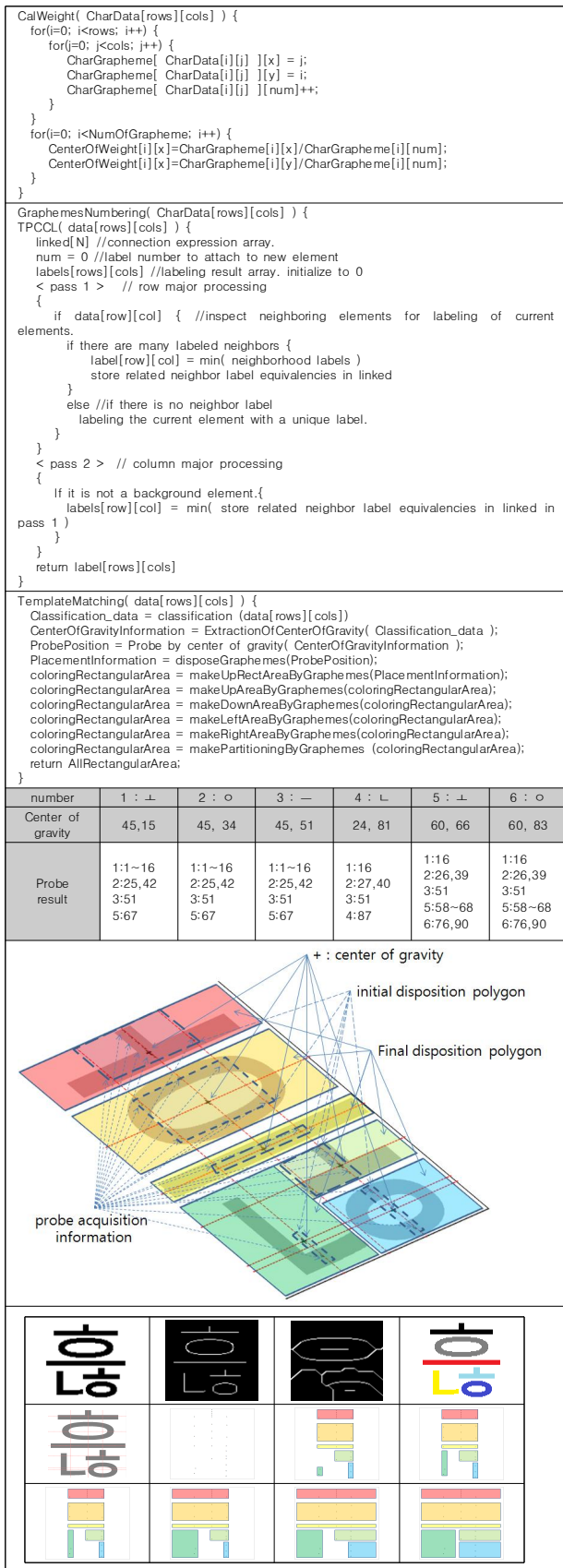


Fig. 15. Weight calculate algorithm, Grapheme numbering algorithm, Template matching algorithm Algorithm Execution Products

여 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 수직상단 영역 확보, 수직하단 영역 확보, 최좌측 영역 확보, 최우측 영역 확보, 논리적 중간 영역 확보를 통해 진행되는 과정을 보인 것이다. 이렇게 자형 구조를 확보하며, 구조별 소속 문자를 비교 탐지하여 인식할 수도 있다. 이런 문자 인식 방법은 기존 인식 방법[9-12]과는 다른 독특한 방법이다.

2.6 Experiment

실험은 도색할 문자를 입력한 후 그림화 하여 회색 영상과, 이진 영상으로 변형한 후, 필요시 기울어짐 보정을 하고, 텍스트 영역 추출 후 필요시 문자 분리를 하고, 세선화를 통해 특징 점들을 추출하고, 역세선화를 통해 자소별 영역 분리 및 고립점 및 자소 블록 수 추출하고, 자소 판단하고 문자를 판단하여 데이터베이스에서 도형 정보를 추출하고, 보정 전송하여 인쇄하는 하였다. Fig. 17은 도색할 문자를 입력 받아 처리하였다. 실험에서는 최대 2단까지 문자를 입력 받도록 하였으나 3단 4단으로 확장할 수도 1단만으로 줄일 수도 있다. 도색할 문자를 입력 받으면(a), 문자 분석 작업을 위해 문자를 제1캔파스에 그려 그림화 했다(b). 그림화한 문자를 '0.2989 * R + 0.5870 * G + 0.1140 * B' 식으로 칼라에서 그레이 변환을 수행하고, 2진화(c)하여 제2 캔파스에 출력한 후, 분석 범위 즉 작업 범위를 설정한다(d). 설정된 범위 내의 문자에 세선화를 실행한다(e). 또한 (d)의 분석 범위 정보를 이용하여 문자별 자소별 영역을 설정한다(f). 자소별 영역은 색채우기 연산을 통해 영역별로 '1'부터 영역의 수만큼 분류하되 영역 경계는 '0'을 부여한다. 자소별 영역 설정은 'ㅎ'의 경우 'ㅏ'와 'ㅑ' 성분으로 분류되며, 'ㅇ'이나 'ㅛ'의 경우 영역 중심에 경계와 같은 성분인 '0'인 화소를 포함하게 된다. 이는 고립점이다. (f)의 자소별 영역 성분은 (e)의 세선화 정보와 함께 특징점 추출 및 자소의 구분에 사용되며, 구성 성분 추출 및 보정에 이용한다. (e)의 세선화 정보를 이용하여 선 성분의 특징점으로 끝점과, 'ㄱ'이나 'ㄴ'의 구부러진 곳과 같은 두선 모임점, 'ㅈ'의 3선 모임점, 'ㅊ'의 교차점인 4선 모임점을 특징점으로 추출한다. 특징점 추출은 2.4에 기술하였다(g). 또한 2.5의 기능으로 문자 구조를 파악하며 특징점을 참고하여 데이터베이스에서 자소 구조 정보를 꺼내고 문자 구조 파악 시 파악된 자소 범위를 참고하여 플로팅 정보를 보정한 후 전송하면 도색한다.



Fig. 16. Experimental process

No.	end point	2 lines meeting	3 lines meeting	4 lines meeting	isolated point	decision
(1)	(18,4) (5,8) (30,8)		(18,8)			⊥
(2)	(39,5) (46,18) (39,27)		(39,18)			┆
(3)	(63,7) (92,30)	(93,7)				┘
(4)					(120,14)	○
(5)	(142,4) (150,15) (142,24)		(142,15)			┆
(6)					(18,21)	○
(7)	(69,23) (81,23) (58,41) (99,41)	(69,41) (81,41)				⊥
(8)	(116,32) (143,32) (115,47) (144,47)		(121,32) (137,32) (121,47) (137,47)			⊥
(9)	(12,35) (40,48)	(40,35)				┘
(10)	(19,89) (8,94) (29,94) (8,114) (31,112)		(19,94) (19,105)	(19,94)		⊥
(11)	(72,89) (61,94) (82,94) (61,114) (84,112)		(72,94) (72,105)	(72,94)		⊥
(12)	(95,90) (85,103) (95,119)		(85,103)			┆
(13)	(124,89) (112,93) (136,93)		(124,93)			⊥
(14)	(147,89) (147,132)					┆
(15)	(42,90) (32,103) (42,119)		(42,103)			┆
(16)					(124,111)	○
(17)	(16,121) (43,131)	(16,131)				┘
(18)	(69,121) (96,131)	(69,131)				┘

Fig. 17. Extracted feature point coordinates and judgment



Fig. 18. Results of painting simulation

III. Conclusion

본 연구에서는 도로 노면 문자 도색 자동화 장비 구현을 위한 연구를 수행하였다. 일반적인 카드 작업에 사용되는 플로터와 다른 1차원 배열의 노즐을 사용하여 문자를 도색하므로 이를 수용하기 위한 다양한 노력이 수행되었다. 기존 자소를 이용한 문자 인식 연구와 다르게 새로운 자소 95개와 이것으로 이루어지는 문자구조 92를 채택하였고, 새로운 자소들에서 특징

점을 추출하여 자소 인식에도 이용하고, 도형으로 그릴 수 있도록 정보를 추출하였고, 자소의 무게 중심으로부터의 탐침에 의한 문자 구성 구조 파악을 통해 얻은 정보로 자소들의 좌표를 보정하여 문자가 도색이 됨을 보였다. 본 연구를 바탕으로 도로 문자 도색용 플로터의 구성이 후속 연구로 요구된다.

REFERENCES

- [1] Wwww.police.go.kr 'Road Mark Installation Management Manual'
- [2] 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.
- [3] Kil-Taek Lim, Gi-Seok Kim, "Reestimation of Recognition Result of MLP Classifier for Machine Printed Hangul - Feasibility Study on Softmax Method", Journal of Information & Electronic Technology, Vol. 6, pp. 93-105, 2007.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] Duk-Ryong Lee, Woo-Youn Kim, Il-Seok Oh, "A Hangul Document Image Retrieval System Using Rank-based Recognition", Journal of The Korea Contents Association, Vol. 5, 2005.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 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
- [10] 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

- [11] 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.
- [12] Kyusoo Choung, "Text Area Detection of Road Sign Images based on IRBP Method", Journal of Intelligent Transportation System, Vol. 13, No. 6, Dec. 2014.

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.