

# 그리드 매칭에 기반한 지문자 음절 구성

오영준\*, 박광현\*\*, 변중남\*\*

\*한국과학기술원 인간친화 복지 로봇시스템 연구센터

\*\*한국과학기술원 전자전산학과

e-mail : \*yjooh@ctrsys.kaist.ac.kr, \*\*{akaii,zbien}@ee.kaist.ac.kr

## Syllable Composition of Korean Manual Alphabet Based on Grid Matching

Young-Joon Oh\*, Kwang-Hyun Park\*\*, Zeungnam Bien\*\*

\*Human-friendly Welfare Robot System Engineering Research Center, KAIST

\*\*Dept. of Electrical Engineering and Computer Science, KAIST

### 요 약

수화는 하나의 제스처가 하나의 단어를 나타내는 수화 단어와 한글을 알파벳으로 표현하는 지문자로 구성되어 있다. 본 논문에서는 USB 카메라로부터 촬영한 영상을 얻고 히스토그램을 이용하여 피부색 영역을 추출한다. 얼굴 영역 추적을 활용하여 이미지를 그리드화하고 지문자의 위치를 파악하여 초성, 중성, 종성을 구분하고 한글 음절을 구성하였다.

### 1. 서론

수화는 청각장애인들이 주로 사용하는 시각적, 공간적인 복합 언어이고 언어학적인 구조를 가지며 손 제스처로 표현된다. 수화는 손짓과 몸짓, 얼굴 표정 등을 통해 다양하고 복잡한 의사를 전달하고 생각과 감정을 쉽게 표현할 수 있다. 수화는 청각장애인이 손 모양과 손의 위치, 손의 운동을 통해 언어적 의미에 대한 시각적 이해를 제공하는 의사소통 수단이다 [1], 지문자는 한글을 알파벳으로 표시하는 손 제스처이고 자음과 모음을 한 글자로 구성하여 음절을 표현한다[2].

한국과학기술원(KAIST) 변중남 교수 연구실에서는 1991년부터 수화 인식을 비롯하여 다양한 수화 공학 기술을 연구해 왔다. 1994년에는 사이버 글러브 기반의 수화 인식 시스템을 개발하였고, 1998년에는 퍼지 최소-최대 신경망(Fuzzy Min-Max Neural Network) 기반의 시스템을 개발하였다. 1999년에는 은닉 마르코프 모델(HMM, Hidden Markov Model) 기반의 수화 인식 시스템을 개발하였고, 2001년에는 CCD(Charge-Coupled Device) 카메라 기반의 수화 인식 시스템을 개발하였으며[3], 2007년에는 USB 카메라 기반의 지문자 인식 시스템을 개발하였다.

개발된 시스템은 고가의 CCD 카메라와 비전보드를 내장하여야 하는 기존 시스템의 문제를 해결하기 위하여 가격이 저렴하고 대중화된 USB(Universal Serial Bus) 카메라를 장착하고 OpenCV(Open Computer Vision) 라이브러리와 템플릿 매칭, 한글 테이블 맵핑을 사용하였다. OpenCV는 이진화와 잡음 제거, 움직임 검출, 테두리 검출, 패턴 인식, HMM 등의 다양한 기능을 포함하고 있다[4].

기존의 지문자 인식 시스템에서는 수화 단어로 표현하기 힘든 고유명사나 새로운 단어를 표현하기 위해 지문자를 인식하고 한글 음절로 구성하는 기술을 개발하였으나, 여러 개의 지문자에 대하여 손 모양 템플릿 영상의 픽셀 값 위치가 달라서 인식된 자음 지문자가 초성인지 중성인지 판단하기 어렵다.

이를 해결하기 위해 본 논문에서는 얼굴 검출을 이용한 그리드 매칭에 기반하여 지문자의 위치를 탐색하고, 인식된 자음을 초성과 중성으로 분류하며, 이중 모음과 복자음을 처리하기 위한 방법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2 절에서는 지문자와 음절 블록도의 구성을 소개하고, 제 3 절에서는 템플릿 영상의 처리 과정과 템플릿 매칭을 이용한 지문자 인식 방법을 설명한다. 제 4 절에서는 그리드 매칭을 이용한 지문자 위치 인식 방법과 음절 구성을 설명한다. 제 5 절에서는 실험 결과를 보이고, 제 6 절에서 제안한 내용을 정리하여 서술한다.

### 2. 지문자

#### 2.1 한글 지문자에 대한 이해

수화는 하나의 제스처가 하나의 단어를 나타내는 수화 단어와 문자를 표현하는 지문자로 구성되어 있다. 지문자는 그림 1 과 같이 한글의 자음 및 모음과 형태가 비슷하고, 지문자들을 조합하여 한글 음절을 구성하는 손 제스처를 표현한다[3]. 지문자는 1947년에 윤백월에 의하여 한글의 자음 및 모음의 모양을 바탕으로 처음 만들어졌으며, 자음 14 자, 모음 10 자, 복모음 7 자를 포함하여 모두 31 자로 구성되어 있다 [5]. “나”와 “더”와 같이 하나의 지문자로 표현할 수 없는 이중 모음에 대해서는 두 모음을 순서대

로 표현하고, 복자음도 이와 유사하게 두 자음을 순서대로 표현한다[3].

g(ㄱ)	n(ㄴ)	d(ㄷ)	r(ㄹ)	m(ㅁ)	b(ㅂ)
s(ㅅ)	ng(ㅇ)	j(ㅈ)	ch(ㅊ)	k(ㅋ)	t(ㅌ)
p(ㅍ)	h(ㅎ)				
a(ㅏ)	ya(ㅑ)	eo(ㅓ)	yeo(ㅕ)	o(ㅗ)	yo(ㅛ)
u(ㅜ)	yu(ㅠ)	eu(ㅡ)	i(ㅣ)	ae(ㅐ)	e(ㅔ)
oe(ㅚ)	wi(ㅝ)	yae(ㅙ)	ye(ㅞ)	ui(ㅢ)	

(그림 1) 한글 지문자 표

2.2 한글 지문자 음절의 구성

청각장애인들은 한글의 형태와 유사하게 구성하는 방식에 따라 지문자를 조합하여 음절을 표현하는데, 2~4 개의 자음 지문자와 1~2 개의 모음 지문자를 조합하여 한글 지문자 음절을 구성한다. 그림 2의 (a)~(c)와 같이 음절 블록에 한글 지문자를 오른쪽에서 왼쪽으로, 위에서 아래로 순서대로 표현하여 초성과 중성을 구성하는데, 관찰자 시점에서는 지문자의 수평 방향이 한글 문자와 반대 방향이기 때문이다[6]. 그림 2의 (d)~(f)는 그림 2의 (a)~(c)에 중성을 추가한 것을 나타낸다. 표 1 과 같이 모음은 음절 블록의 중성 위치에 표시된다[6].

중성	초성	초성	중성	둘째 중성	초성
(a) 가	(b) 고	(c) 과	중성	첫째 중성	중성
중성	초성	초성	중성	중성	둘째 중성
(d) 간	(e) 곤	(f) 관	중성	중성	중성

(그림 2) 한글 지문자의 음절 블록도

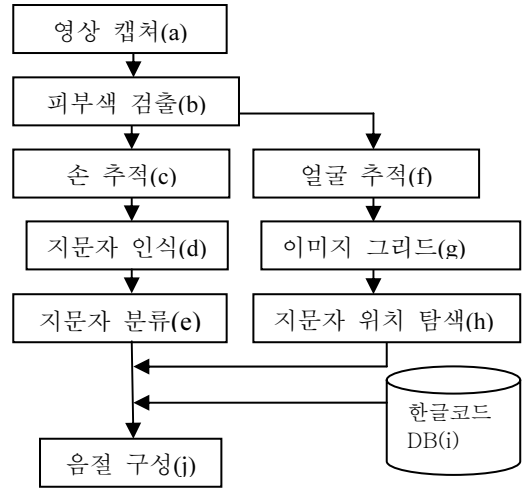
<표 1> 한글 음절 블록의 모음 배치

음절 블록	모음 지문자
(a),(d)	ㅏ, ㅑ, ㅓ, ㅕ, ㅗ, ㅛ, ㅜ, ㅠ, ㅡ, ㅣ
(b), (e)	ㅑ, ㅕ, ㅛ, ㅠ, ㅙ, ㅞ, ㅝ, ㅢ, ㅟ, ㅠ
(c), (f)	첫째 중성: ㅏ, ㅓ 둘째 중성: ㅑ, ㅕ, ㅗ, ㅛ

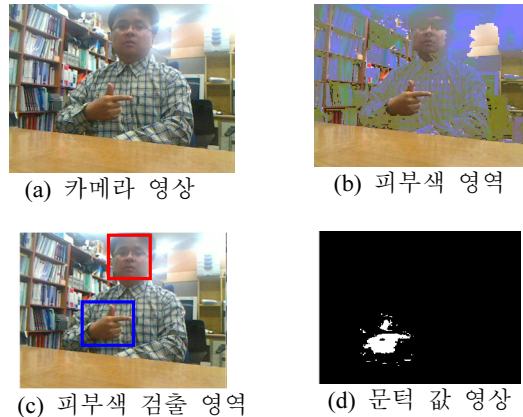
3. 음절 구성 과정 및 템플릿 매칭

3.1 음절 구성 과정

그림 3 은 음절을 구성하는 순서도를 보여준다. USB 카메라로부터 그림 4(a)와 같이 얻어진 영상(a)에 대하여 히스토그램을 이용하여 그림 4(b)와 같이 피부색 영역과 배경색 영역을 분리하고, 피부색 영상(b)을 손 영상(c)과 얼굴 영상(f)으로 분리한다. 그림 4(c)에서 빨간색 네모는 얼굴 영역, 파란색 네모는 손 영역을 나타낸다.



(그림 3) 음절 구성 순서도



(그림 4) 영상 처리

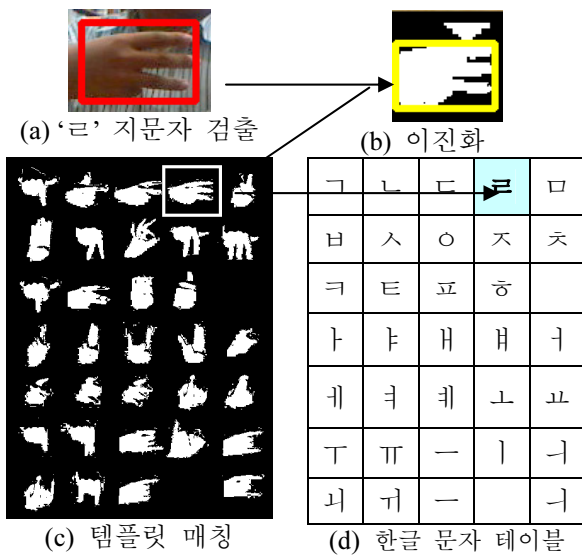
배경과 노이즈를 제거하기 위하여 피부색 영상에서 배경색 영상을 뺀 영상을 생성하고 그레이 영상으로 변환한다. 그림 4(d)와 같이 문턱 값을 사용하여 얻어진 영상에서 얼굴 영역을 추적하여 손 영역을 제외한 나머지 영역을 검은색으로 나타낸다(c)[8]. 문턱 값 영상으로부터 손 모양을 검출하고, 템플릿 영상과 검출된 손 모양 영상을 비교하여 지문자를 인식하며 (d), 한글 문자 테이블의 자음 및 모음에 맵핑한다 (e)[8].

또한, 얼굴 추적(f)을 통하여 얼굴의 윤곽선 사각형의 가로, 세로에 맞추어 영상을 그리드화하고(g) 그리드 셀 번호에 맞추어진 지문자를 탐색한다(h). 한글 코드 데이터베이스에서 음절 결합 데이터를 얻

고(i), 맵핑된 자음 혹은 모음으로 지문자의 위치 정보와 함께 음절을 구성한다(j).

### 3.2 템플릿 매칭

그림 5(c)와 같이 손 모양을 인식하기 위하여 31 개의 지문자와 2 개의 보조 지문자(一, 一)를 템플릿 영상으로 정의하였다. 문턱 값 영상으로부터 손 모양의 사각형 영역을 검출하고, 33 개의 한글 지문자에 대한 템플릿 영상을 사용하여 템플릿 영상과 검출한 손 모양 영상을 비교한다. 손 모양이 가장 비슷하면 한글 문자 테이블에 맵핑하여 자음 또는 모음을 생성한다[7]. 그림 5 는 ‘ㄹ’ 지문자를 인식하여 한글 테이블에서 ‘ㄹ’ 자음으로 변환되는 것을 보여 준다.

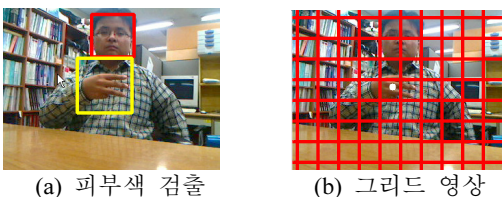


(그림 5) 영상 처리

## 4. 그리드에 기반한 지문자 인식

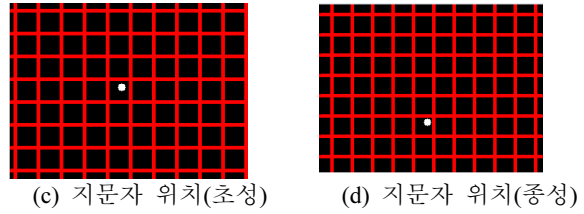
### 4.1 그리드에 기반한 지문자 위치 탐색

그림 6 은 그리드가 표시된 영상과 지문자의 위치를 보여준다. 얼굴 윤곽선을 포함하는 빨간색 네모의 가로, 세로에 맞추어 그림 6(b)와 같이 전체 영상을 그리드로 나눈다. 그리드 선 사이의 거리는 얼굴의 움직임에 따라 줄거나 늘어난다. 그림 7 과 같이 노란색으로 표시된 손 영역의 중심인 하얀색 동그라미가 그림 6(c,d)과 같이 그리드 셀에 위치하게 되면, 그림 8 의  $n \times n$  그리드 셀 위치 정보를 바탕으로 음절을 구성한다. R 은 오른쪽, L 은 왼쪽을 의미하고 손의 중심 위치 정보를 R41 과 같이 파란색으로 표시한다.



(a) 피부색 검출

(b) 그리드 영상



(c) 지문자 위치(초성)

(d) 지문자 위치(중성)

(그림 6) 지문자 위치 탐색



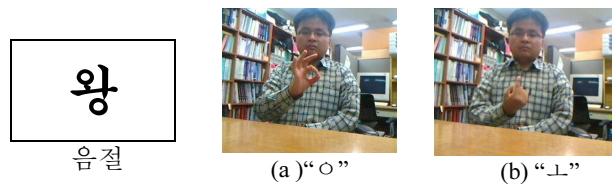
(그림 7) 손 모양 중심

..	R13	R12	R11	L11	L12	R13	..
..	R23	R22	R21	L21	L22	R23	..
..	R33	R32	R31	L31	L32	R33	..
..	R43	R42	R41	L41	L42	R43	..
..	R53	R52	R51	L51	L52	R53	..
..	..	..	..	..	..	..	..

(그림 8) 그리드 셀 테이블

### 4.2 그리드 매칭을 이용한 음절 구성

그림 9 와 그림 10 은 음절을 순서대로 손 모양으로 표현하였을 때, 제 2 절에서 설명한 한글 지문자의 음절 블록도 구성과 그리드를 사용하여 "왕씨" 를 음절로 구성한 예를 보인다. 그림 9 는 손 모양이 같으나 손의 위치가 다른 두 자음과 이중모음을 음절로 구성하는 예를 보이고, 그림 10 은 쌍자음을 포함한 복자음을 음절로 구성하는 예를 보인다. 지문자의 위치가 중성이나 중성에서 초성으로 이동하면, 현재의 음절 구성을 완료하고 새로운 음절을 만든다. 그림 9 에서는 두 자음의 상하 위치가 다르고, 그림 10 에서는 두 자음의 좌우 위치가 다르기 때문에 의미상으로 자음에 대한 복자음과 초, 중성이 따로 있다. 그림 3(i)와 같이 한글 코드 데이터베이스에서 얻은 것 과 표 2 의 음절 조합에 기반하여 그림 9, 그림 10 과 같이 자음, 모음을 관찰하여 6 x 6 그리드 셀 테이블에 적용한다. 표 3 은 음절에 대한 그리드 셀 번호를 포함한 지문자의 위치정보를 나타내며, 같은 자음에 대하여 상하 위치에 따라 초성인지, 중성인지를 판별한다.



음절

(a) "ㅇ"

(b) "ㄱ"

둘째 중성	초성
	첫째 중성
중성	

음절 블록



(c) “ㄱ”



(c) “ㅇ”

(그림 9) 이중모음과 상하자음에 대한 음절 구성

씨	
---	--

음절



“ㅅ”



“ㅅ”

중성	초성
----	----

음절 블록



“ㅣ”

(그림 10) 복자음에 대한 음절 구성

<표 2> 음절 구성표

초성		중성		중성		음절
좌	우	첫째	둘째	좌	우	자모위치
	ㅇ	ㄱ	ㅏ		ㅇ	“왕”
ㅅ	ㅅ		ㅣ			“씨”

<표 3> 그리드 자모 위치 정보

초성		중성		중성		음절
좌	우	첫째	둘째	좌	우	자모위치
	R41	R51	R42		R53	“왕”
LR1	R41	R42				“씨”

### 5. 실험

본 논문에서는 4GHz 의 중앙처리장치와 4 기가의 메모리를 가진 PC 와 130 만 화소의 카메라를 이용하여 지문자의 음절을 구성하는 시스템을 구현하였다. 그림 11 은 그리드 선과 손 영역, 손의 중심에 동그라미가 그려진 영상과 33 개의 지문자 템플릿, 손 모양 검출 영상, 인식된 한글 자모, 그리드 매칭에 의해 구성된 한글 음절, 그리드 셀 테이블에 의하여 구분된 그리드 자모 위치 정보를 나타낸다. 애국가 1 절 가사에 있는 52 개의 글자에 대해 그리드를 사용한 지문자 음절 인식을 실험하였으며, 약 62%의 인식률을 얻었다. 인식에서의 문제점을 분석하면, 영상 신호 변화의 영향으로 인하여 그리드와 인식된 손 모양 주위의 사각형 둘레가 가늘게 변형되고, 조명 환경으로 인하여 유사한 손 모양의 인식 오류와 음절 구성 오류가 발생하였다. 향후에 손 모양의 윤곽선 크기를 표준화하고 인식률을 향상시킬 수 있도록 연구할 필요가 있다.



(그림 11) 그리드 매칭에 기반한 음절 구성

### 6. 결론

본 논문에서는 그리드 매칭에 기반한 한글 지문자 음절 구성 방법을 제안하였다. 카메라로부터 얻어진 영상에서 손 영역과 얼굴 영역을 추출하고, 영상에서 손의 중심 위치를 탐색하여 그리드 선을 그린다. 템플릿 영상과 유사한 손 모양을 검출하고, 한글 테이블에 맵핑하여 자음 또는 모음을 생성한다. 그리드 셀에 손의 중심 위치가 있으면 그리드 셀의 맵핑 위치 정보를 생성한다. 초성과 중성에 자음을, 중성에 모음을 각각 할당하고 그리드 셀의 위치 정보를 이용하여 음절을 구성한다. 추후 과제로는 그리드 매칭에 기반하여 수화 단어를 인식하는 연구가 필요하다.

### Acknowledgement

본 연구는 과학기술부/한국과학재단 우수연구센터 육성사업의 지원(R11-1999-008)으로 수행되었음

### 참고문헌

- [1] Karen Nakamura, “Sign language,” *The Deaf Resource Library*, <http://www.deaflibrary.org/>
- [2] 원영조, 이규식, 김병하, 석동일, *청각장애아 교육*, 대구대학교 출판부, 1995
- [3] 변중남, 장원, 김정배, 김대진, “수화 통역 시스템의 시범 적용 및 TV 한글 자막화의 실용화,” *한국과학기술원 보고서*, 2001년 10월
- [4] “OpenCV”, *Open Computer Vision library*, Intel co. Ltd. <http://www.intel.com/technology/computing/opencv/>
- [5] 계기훈, “한국 농아의 역사,” *농아인과 사회*, 한국농아인협회, 1999
- [6] “Hangul,” wikipedia, <http://en.wikipedia.org/wiki/Hangul>
- [7] Chaur-Chin Chen and Hsueh-Ting Chu, “Similarity measurement between images,” *Proceedings of the 29th Annual International Computer Software and Applications Conference (COMPSAC'05)*, vol. 1, pp. 41-42, 2005
- [8] Jung-Bae Kim, *A Study on Continuous Hand Gesture Recognition System for the Korea Sign Language*, PhD Thesis, KAIST, 2004