

# 지화 인식 시스템에 관한 연구

## The Study for the Recognition System of Finger Languages

강민지, 최은숙, 손영선  
동명정보대학교 정보통신공학과

Min-Ji Kang, Eun-Sook Choi and Young-Sun Sohn  
Department of Information & Communication Engineering,  
Tongmyong University of Information Technology  
E-mail : yssohn@tmic.tit.ac.kr

### ABSTRACT

본 논문에서는 흑백 CCD 카메라를 이용하여 청각 장애인의 의사전달 수단인 지화 동작을 동영상으로 입력 받아 인식하여, 편집 가능한 텍스트 문서로 변환하는 시스템을 구현하였다. 일련의 입력 영상들 중에서 흐린 영상과 선명한 영상의 구분은 영상의 잔상을 이용하였고, 촬영된 연속 영상들의 배열로부터 문자 자소를 구하고, 오토마타를 적용하여 완성된 문자를 문서 편집기에 출력시켰다. 획득된 선명한 영상 데이터 중 변화가 심한 손목 부분을 제거한 후, 최대 원형 이동법을 이용하여 손의 무게 중심점을 구하고, 원형 패턴 벡터 알고리즘을 적용하여 지화 해석에 필요한 손을 인식하였다. 손 중심으로부터 거리 스펙트럼을 이용하여 지화 인식에 사용되는 손 모양의 특징 벡터를 추출하고, 퍼지추론을 적용하여 표준 패턴과 입력 패턴의 특징벡터를 비교, 지화 동작을 인식하였다.

**Key Words** : 지화, 인식, 퍼지, 최대 원형 이동법, 원형 패턴 벡터 알고리즘

### 1. 서론

한국에서 사용되고 있는 수화는 청각 장애인에 의해 창조되고 발전된 일종의 고립어인 자연 수화와 자연 수화의 기호, 지문자, 지숫자등을 사용하여 한국어의 문법에 맞게 체계화된 수화인 문법적 수화, 두 가지로 구분할 수 있다[1]. 지문자는 문법 수화를 이루는 가장 기본적인 구성 요소이다.

청각장애인을 위한 연구로는, 문자를 지화 또는 수화로 나타내는 연구와 지화 또는 수화 동작을 인식하여 문자로 나타내는 연구로 대별

할 수 있다. 전자의 경우는 형태소 분석 라이브러리를 이용하여 수화 사전을 구성하고 이를 통해 동영상으로 출력 되는 한국어-수화 번역 시스템이 있다[2-5].

후자의 경우로는 Data-Glove를 사용하여 사람 손의 모양, 손 방향, 손 움직임의 속력 변화를 얻어 손 제스처 중 수화와 지화를 인식하는 시스템이 있다[6-8]. 이 시스템은 사용자가 장갑을 착용하고 동작해야 하는 불편함이 있고, 장비가 고가이므로 사용자가 이용하는 데는 어려움이 있다[6].

또, 인식율을 향상 시키기 위하여 칼라 카메라

라를 사용한 손의 위치를 추적하는 비전 시스템과 장갑 장치를 동시에 사용하여 85.1%의 인식율을 보이는 실시간 한글 수화 인식 시스템이 있다[1].

본 논문에서는 흑백 CCD 카메라로 지화 손 동작을 입력 받아 지화를 문자로 출력하는 시스템을 구현함으로써, 인식 시간을 단축시키면서 만족 할만한 인식율을 얻을 수 있었다.

## II. 시스템 구성 및 고려사항

### 2.1 시스템 구성

본 논문에서 구현한 시스템의 알고리즘은 다음과 같다. 흑백 CCD 카메라를 이용하여 연속적인 지화 영상을 20 frames/sec로 입력 받는다. 영상의 잔상을 통해 흐린 영상을 추출하고 흐린 영상의 유무로써 자소 조합에 사용될 영상인지 판단하였다. 흐린 영상 프레임을 제거하고, 획득한 선명한 영상에서 최대 원형 이동법으로 변화가 심한 손목 부분을 제거한 후, 무게 중심점 추출 알고리즘에 의해 손의 무게 중심점을 구한다. 구하여진 손의 중심점으로부터 원형 패턴 벡터 알고리즘을 적용하여 거리 스펙트럼을 추출하고, 이를 이용하여 각 지화들의 특징 벡터를 추출한다. 추출된 특징 벡터들은 퍼지 추론을 이용하여 문자의 자소를 나타내는 지화 동작을 인식한다. 인식된 지화 동작은 프레임 수와 흐린 영상의 존재 유무에 의해 자소를 구분하고, 오토마타를 이용하여 조합된 문자를 문서 편집기에 출력시킨다.

### 2.2 시스템 고려사항

본 시스템은 흑백 카메라를 사용하였으므로 손 부분을 인식하기 위하여 지화 동작의 배경을 검은색으로 하였다. 카메라는 다양한 지화를 구분 촬영하기 위해 피험자의 오른쪽 45°, 위쪽 45° 방향에 위치하였다. 피험자에 따라 손 및 손가락의 굵기 등의 변화에 따른 특징 파라미터들의 값이 달라지므로, 특징인을 피험자로 하여 실험하였다.

## III. 지화 영상 입력 및 영상 구분

피험자의 연속적인 지화 동작의 인식을 위해 20 frames/sec의 영상 입력이 적절함을 알게 되었고, 영상을 분석하기 위하여 이진화를 사용하였다[9]. 이진화 된 영상에서, 선명한 영상과 달리 흐린 영상은 손의 연속적인 움직임에 의해 영상이 흔들림으로써 발생하는 잔상이

손 주변에 나타나게 된다. 영상의 잔상은 이진화 변환 시, 픽셀 값의 심한 변동으로 인하여 구분되어지므로, 인식 과정을 거치지 않고 바로 흐린 영상으로 처리하였다. 흐린 영상의 유무는 자소 구분에 사용될 영상 자료의 판단 기준이 된다.

## IV. 중심점 추출 및 특징 벡터

### 4.1 최대 원형 이동법[10]

최대 원형 이동법은 그림 1에 보여지듯이 물체의 내부에 내접하는 최대의 원을 차례로 이동해 가는 방법으로써, 화상에서 선 성분만을 추출한다든지, 선 성분의 굵기 등의 특징을 추출하는 방법이다. 본 논문에서는 손목의 시작과 끝을 추출하기 위하여 이 방법을 이용하였다.

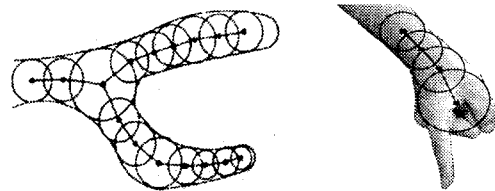


그림 1. 최대 원형 이동법에 의한 물체의 무게 중심점 추출

### 4.2 손 중심점 추출

선명한 영상에서 최대 원형 이동법을 이용하여 움직임의 변화가 심한 손목 부분을 제거한 후, 무게 중심점 추출 알고리즘[10]을 이용하여 손의 무게 중심을 추출하였다.

손목의 입사각은 그림 2에서 보여지듯이 추출된 손의 중심에서 손목의 끝점까지의 사이각으로 구하였다.

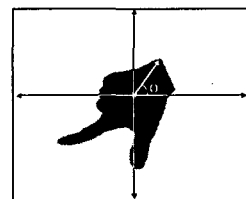


그림 2. 손목의 입사각

### 4.3 거리 스펙트럼 및 특징 벡터 추출

원형 패턴 벡터 알고리즘[10]을 이용하여 손의 중심에서부터 2° 간격으로 총 180개의 각도에 대한 거리 스펙트럼을 구하여 그림 3과 같이 제 1 특징 벡터인 손목과 첫번째 특징점 사이의 거리, 제 2 특징 벡터인 특징점들 사이의 거리, 제 3 특징 벡터인 특징점의 개수, 제 4 특징 벡터인 첫번째 특징점의 굵기 등을 지화 인식을 위한 특징 벡터로 추출하였다.

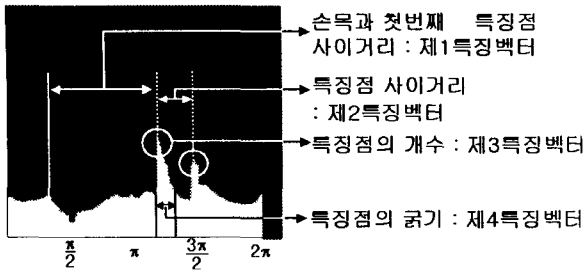


그림 3. 거리 스펙트럼에서의 특징 벡터 추출

### V. 패턴 인식 및 자소 조합

#### 5.1 지화 인식

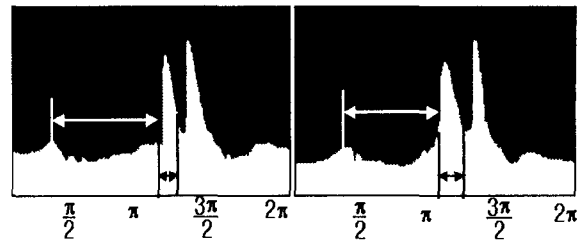
지화 인식을 위하여 세 단계로 지화 동작을 그룹화 하였다. 첫번째로 변화가 없는 특징점의 개수로써 문자 자소를 크게 4그룹으로 구분한다. 다음으로, 지화 동작의 특성을 감안하여 각 그룹 내에서 손목의 입사각을 이용하여 4그룹을 다시 세분화 하였다. 마지막으로, 각 세분화 된 그룹 내에서 중심점으로부터 일정 구간 내에 흑화소의 존재 유무로 손등과 손바닥 동작을 구분하여 지화 인식이 가능하도록 분류 하였다.

#### 5.2 퍼지 추론[11]

세 단계의 분류작업이 끝난 후 분류된 그룹 안에서의 유사동작에 대해 퍼지 추론 하여 유사 지화 동작의 구분 인식이 가능하게 하였다.

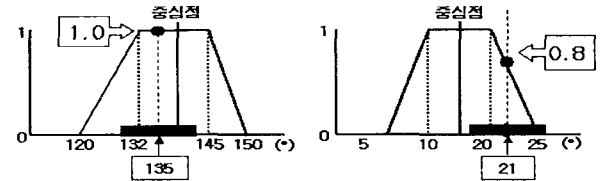
분류된 그룹마다 지화를 구분하기 위한 특성이 다르므로, 퍼지 추론 규칙도 다르게 나타난다. 지화 형태가 유사한 글자인 'ㄷ' 과 'ㅌ' 의 표준 패턴에 대하여 입력패턴 'ㄷ' 의 인식을 예를 들어 설명한다. 'ㄷ' 과 'ㅌ' 의 거리 스펙트럼은 그림 4에서 보여지듯이 거의 차이가 없다. 그림 5에 보여지는 'ㄷ' 에 대한 제 1 특징 벡터와 제 4 특징 벡터의 소속정도로부터 지화 인식율을 추론하고, 그림 6에 나타내듯이 'ㅌ' 에 대한 제 1 특징 벡터와 제 4 특징 벡터의 소속정도로부터 지화 인식율을 추론한 뒤, 높은 지화 인식율을 나타내는 입력 패턴을 인식하게 된다. 그림 5, 그림 6의 예에서는 'ㄷ' 에 대한 지화 인식율이 크게 나타나므로, 이 입력 패턴은 'ㄷ' 으로 인식하게 된다.

상기와 유사한 방법으로 다른 그룹들에 속한 지화 동작들도 지화 특성에 의해 4가지 특징 벡터 중 일부를 입력 파라미터로 한 퍼지 추론을 통하여 인식 하였다.

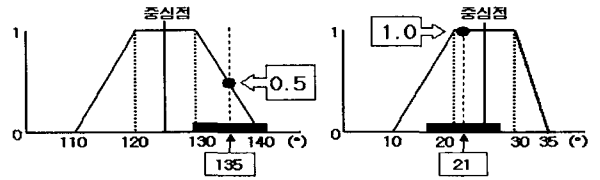


(a) 'ㄷ' 의 거리 스펙트럼 (b) 'ㅌ' 의 거리 스펙트럼

그림 4. 거리 스펙트럼의 예

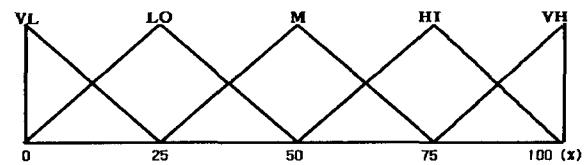


(a) 제 1 특징 벡터 (b) 제 4 특징 벡터  
그림 5. 'ㄷ' 의 특징 벡터에 대한 멤버십함수



(a) 제 1 특징 벡터 (b) 제 4 특징 벡터  
그림 6. 'ㅌ' 의 특징 벡터에 대한 멤버십함수

그림 7의 각 특징 벡터에 대한 멤버십 함수와 표 1의 퍼지 추론 규칙 테이블을 사용하여 그림 8과 같은 지화 인식율 멤버십 함수를 구할 수 있었다.

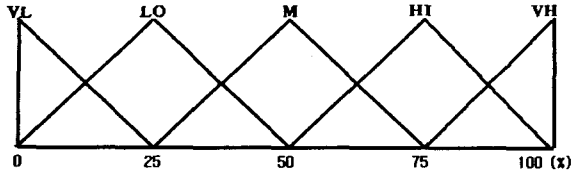


VL(Very Low) : 표준 패턴에 소속되는 정도가 매우 낮다.  
LO(Low) : 표준 패턴에 소속되는 정도가 낮다.  
M(Middle) : 표준 패턴에 소속되는 정도가 중간이다.  
HI(High) : 표준 패턴에 소속되는 정도가 높다.  
VH(Very High) : 표준 패턴에 소속되는 정도가 매우 높다.

그림 7. 표준 패턴의 멤버십 함수

표1. 퍼지 추론 규칙

특징벡터1의 표준패턴에 대한 소속정도 \ 특징벡터4의 표준패턴에 대한 소속정도	VL	LO	M	HI	VH
VL	VL	VL	LO	LO	M
LO	VL	LO	LO	M	HI
M	LO	LO	M	HI	HI
HI	M	M	HI	HI	VH
VH	M	HI	VH	VH	VH



VL(Very Low) : 지화 인식율이 매우 낮다.  
 LO(Low) : 지화 인식율이 낮다.  
 M(Middle) : 지화 인식율이 보통이다.  
 HI(High) : 지화 인식율이 높다.  
 VH(Very High) : 지화 인식율이 매우 높다.

그림 8. 인식율 멤버십 함수

### 5.3 문자 조합

구분된 문자의 자소는 오토마타를 이용하여 KS 완성형 한글 문자로 조합하고, 조합된 문자들은 그림 9와 같이 문서편집기에 출력되어진다.

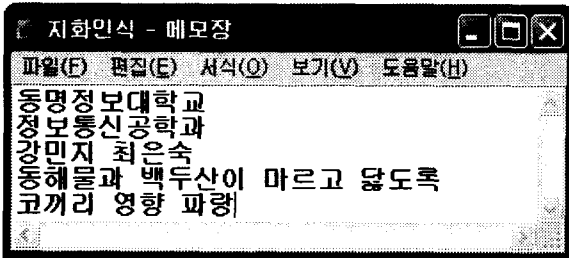


그림 9. 출력되는 결과 화면

## VI. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 연속으로 변화되는 지화 동작을 입력 받아 인식하고 문서 편집기에 문자로 출력시키는 시스템을 구현하였다.

최대 원형 이동법을 이용하여 손목부분의 제1 및 제2 무게 중심점 추출 알고리즘을 이용하여 손의 중심점을 구하였다. 원형 패턴 벡터 알고리즘을 사용하여 거리 스펙트럼을 얻고, 이를 이용하여 손목과 첫번째 특징점 사이거리, 특징점들 사이의 거리, 특징점의 개수, 특징점의 굵기 등을 구할 수 있었다. 추출된 특징벡터를 사용하여 지화 동작을 세분화 하고, 유사한 동작에 대하여는 퍼지 추론을 이용하였다. 지화 동작에 대한 인식율은 평균 93.4%이고, 지화 단어 인식율은 86.2%을 얻을 수 있었다. 칼라 영상 처리에 의한 인식 방법은 하나의 프레임 당 칼라 정보와 손 영역을 분석해야 하기 때문에 비교적 시간이 걸리지만, 본 논문에서는 흑백 영상을 사용하였으므로 칼라영상 보다 데이터 처리 시간이 적고, 흐린 영상을 제거하고 난 뒤 나머지 영상에만 원하는 영상처리를 하기 때문에 시간 단축을 할 수 있었다.

인식된 지화는 오토마타를 이용하여 한글 문자로 조합하여 문서 편집기로 출력함으로써 건

청인과 청각 장애인이 좀더 편리한 의사소통이 가능하게 할 수 있었다.

향후 과제로는 손만을 사용한 지화 동작 뿐만 아니라, 사람의 얼굴 표정과 움직임의 흐름을 포함 하는 자연 수화와 지화를 병행한 연구와 특정 피험자를 대상으로 하는 시스템이 아니라 일반인을 대상으로 하는 시스템의 구현도 고려되어진다. 청각 장애인들의 관용적인 표현을 일반적인 표현으로 변환시키는 시스템, 예를들어 “ 짜다 + 파도 + 수영 + 곳/장소 ” 가 ‘ 해수욕장 ’ 을 의미하는 의미 추론 시스템의 구현도 고려되어진다.

## 참고문헌

- [1] 김정배 “ 칼라 손 추적기를 이용한 실시간 한글 수화 인식 시스템의 확장 ”, 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 석사학위논문, 1998.
- [2] 권경혁, 우요섭, 민흥기 “ 한국어 - 수화 번역 시스템 설계 ” 한국정보처리학회 Vol. 7, No. 3, pp.756-765, 2000.
- [3] 오영준, 장훈 “ 수화통역시스템 설계 및 구현 ” 한국정보과학회 Vol. 29, No. 2, pp.691-693, 2002.
- [4] 김태수, 전중창, 최경애 “ Motion-Primitive에 의한 한국 수화 생성시스템의 개발 ” 멀티미디어학회 Vol. 4, No. 3, pp.238-245, 2001.
- [5] 한중호 “ 수화교육시스템을 위한 동영상 처리에 관한 연구 ” 한국외국어대 학교 대학원 전자계산학과 석사학위논문, 1996.
- [6] 조재현 “ 수화 인식을 위한 다중 마커 추적 기법에 관한 연구 ”, 서울여자대학교 대학원 전산과학과 석사학위논문, 1999.
- [7] 이찬수, 김종성, 박규태, 장원, 변증남 “ 지문자를 포함한 연속된 한글 수화의 실시간 인식 시스템의 구현 ” 대한 전자공학회 Vol. 35, C편, No. 6, pp.76-87, 1998.
- [8] 김종성, 이찬수, 장원, 변증남 “ 한글 수화용 동적 손 제스처의 실시간 인식 시스템의 구현에 관한 연구 ” 대한 전자공학회 Vol. 34, C편, No. 2, pp. 61-70, 1997.
- [9] 장동혁 “ Visual C++을 이용한 디지털 영상처리의 구현 ”, 정보게이트, 2001.
- [10] 정향영, 신일식, 손영선, “ 원형 패턴 벡터 알고리즘을 이용한 손가락 이동에 의한 커서제어 ”, 한국 퍼지 및 지능 시스템 학회 Vol. 11, No. 6, pp.487-490, 2001.
- [11] 本多中二, 大理有生, “ 퍼지 공학 입문 ”, 영보출판사, 2000.