

지화 인식을 위한 동영상 처리에 관한 연구

The Study on Dynamic Images Processing for Finger Languages

강민지, 최은숙, 손영선

Min-Ji Kang, Eun-Sook Choi and Young-Sun Sohn

동명정보대학교 정보통신공학과

요 약

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, 퍼지 추론을 적용하여 표준 패턴과 입력 패턴의 특징벡터를 비교, 지화 동작을 인식하였다.

Abstract

In this paper, we realized a system that receives the dynamic images of finger languages, which is the method of intention transmission of the hearing disabled person, using the white and black CCD camera, and that recognizes the images and converts them to the editable text document. We use the afterimage to draw a sharp line between indistinct images and clear images from a series of inputted images, and get the character alphabet from the array of continuous images and output the accomplished character to the word editor by applying the automata theory. After the system removes the varied wrist part from the data of clean image, it gets the centroid point of hand by the maximum circular movement method and recognizes the hand that is necessary to analyze the finger languages by applying the circular pattern vector algorithm. The system abstracts the characteristic vectors of the hand using the distance spectrum from the center of the hand and it compares the characteristic vector of inputted pattern from the standard pattern by applying the fuzzy inference and recognizes the movement of finger languages.

Key words : finger language, recognition, fuzzy , maximum circular movement, circular pattern vector algorithm

1. 서 론

한국에서 사용되고 있는 수화는 청각장애인에 의해 창조되고 발전된 일종의 고립어인 자연 수화와 자연 수화의 기호, 지문자, 지숫자 등을 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 수화동작을 인식하여 문자로 나타내는 연구로 대별할 수 있다. 전자의 경우는 형태소 분석 라이브러리를 이용하여 수화 사진을 구성하고 이를 통해 동영상으로 출력 되는 한국어-수화 번역 시스템이 있다[2-5]. 후자의 경우로는 카메라, 다중 마커를 이용한 연구[6]와 Data-Glove를 사용하여 사람 손의 모양, 손 방향, 손 움직임의 속력 변화를 얻어 손 제스처 중 수화와 지화를 인식하는 시스템이 있다[7-8]. 이 시스템은 사용자가 장갑을 착용하고 동작해야 하는 불편함이 있고, 장비가 고가이므로 사용자가

이용하는데는 어려움이 있다[6]. 또, 인식율을 향상시키기 위하여 칼라 카메라를 사용한 손의 위치를 추적하는 비전 시스템과 장갑 장치를 동시에 사용하는 실시간 한글 수화 인식 시스템이 있다[1].

본 논문에서는 기존의 카메라를 이용한 연구에서와 달리 손 자체에서 특징 벡터를 추출하고 퍼지를 통해 이를 인식하는 연구를 하였다. 흑백 CCD 카메라로 지화 손동작을 입력 받아 지화를 문자로 출력하는 시스템을 구현함으로써, 인식 시간을 단축시키면서 만족 할만한 인식율을 얻을 수 있었다.

2. 시스템 구성 및 고려사항

2.1 시스템 구성

본 논문에서 구현한 시스템의 알고리즘은 그림 1과 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 프레임은 제거하고, 획득한 선명한 영상에서 최대 원형 이동법[10]으로 변화가 심한 손목 부분

접수일자 : 2003년 9월 16일
완료일자 : 2004년 3월 3일

을 제거한 후, 무게 중심점 추출 알고리즘[10]에 의해 손의 무게 중심점을 구한다. 구하여진 손의 중심점으로부터 원형 패턴 벡터 알고리즘[10]을 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.

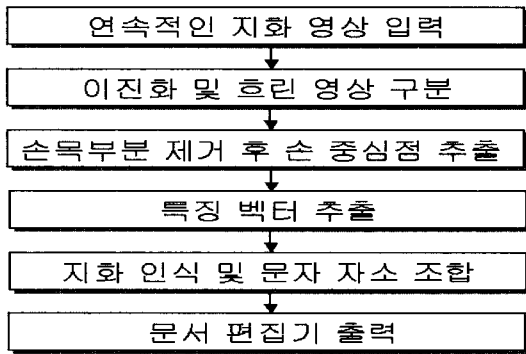


그림 1. 전체 시스템 구성
Fig. 1. Organization of the whole system

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, 특정인을 피험자로 하여 실험하였다.

2.3 시스템 구현 환경

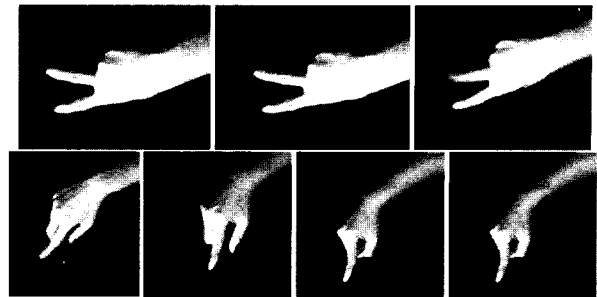
- (1) 하드웨어(Hardware)
 - Pentium-IV PC
 - CPU : Intel 2.00GHz
 - 비디오 보드(Video Board) : DT3155
 - 주변기기 : CCD흑백 카메라(640*480)
- (2) 소프트웨어(Software)
 - 운영체제(OS) : 윈도우XP(Professional)
 - 프레임 캡처 프로그램(Frame Capture Program) : DT-Acquire
 - 사용언어(Language) : 비주얼 C++

3. 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, 그림 2에서와 같이 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.

동영상 처리를 위하여 그림 2와 같이 흐린 영상과 선명한

영상으로 촬영된 연속 영상들을 배열에 저장하고 이를 이용하여 올바르게 인식된 연속적인 부분으로 지화를 인식한다.



[나] ⇨ [나] ⇨ 흐린영상 ⇨ 흐린영상 ⇨ 흐린영상 ⇨ [나] ⇨ [나] ⇨ '도'로 인식
그림 2. 영상 인식 방법

Fig. 2. Recognition method of images

4. 중심점 추출 및 특징 벡터[10]

4.1 최대 원형 이동법[10]

최대 원형 이동법[10]은 그림 3에 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.

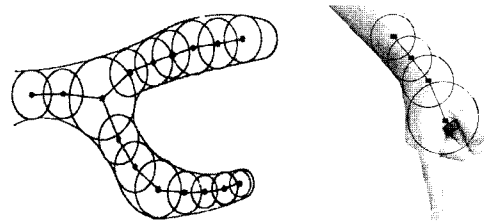


그림 3. 최대 원형 이동법에 의한 물체의 무게 중심점 추출
Fig. 3. Abstraction of the centroid point of object by the maximum circular movement method

4.2 무게 중심점 추출 알고리즘[10]

그림 4에서 보듯이 x축의 손 외곽의 중심이 최대 원형 이동법[10]을 이용하기 위한 중심점이 된다. 일정한 θ 간격으로 임의의 길이 A만큼 2차원 평면 좌표상에서 X-Y 좌표를 구한 후, 손의 외곽까지의 길이 d를 구한다. 따라서 임의의 길이

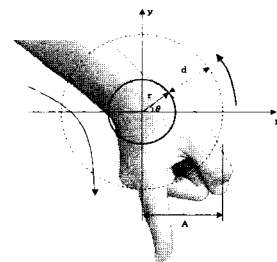


그림 4 최대 원형 이동법
Fig. 4. Maximum circular movement method

A에서 길이 d를 제외하면 원형의 반지름은 r이 된다. 각 θ 에 따라 반지름 r이 달라지지만, 손 영역의 최대 정보를 알려면 θ 만큼의 표본화 한 값들 중 최소 반지름 r을 찾으려 된다. 이런 방법으로 y축 방향으로 이동해 가면서 구해진 원형 반지름 r이 최대인 지점이 무게 중심점이 된다.

$$x_n = A \cos \theta_n$$

$$y_n = A \sin \theta_n \quad (n=1, 2, \dots, i)$$

$$r_n = \sqrt{x_n^2 + y_n^2} - \sqrt{(x_n - x'_n)^2 + (y_n - y'_n)^2}$$

4.3 손 중심점 추출

그림 5-a는 최대 원형 이동법[10]을 이용하여 선명한 영상에서 움직임의 변화가 심한 손목 부분을 제거한 영상이고, 그림5-b는 손목 부분을 제거한 영상에서 무게 중심점 추출 알고리즘[10]을 이용하여 손의 무게 중심을 추출한 것이다.



a. 손목 제거한 영상
a. Image of removing the wrist

b. 손의 무게 중심점 추출한 영상
b. Image of abstracting the centroid point of hand

그림 5. 손목 제거 후 손의 무게 중심 추출

Fig. 5. After removing the wrist, abstraction of the point of hand

손목의 입사각은 그림 6에서 보여지듯이 추출된 손의 중심에서 손목의 끝점까지의 사이각으로 구하였다.

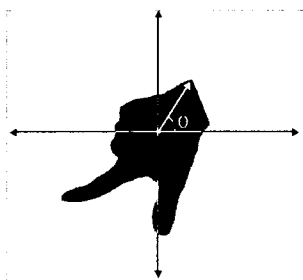


그림 6. 손목의 입사각

Fig. 6. The incident angle of the wrist

4.4 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 7과 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.

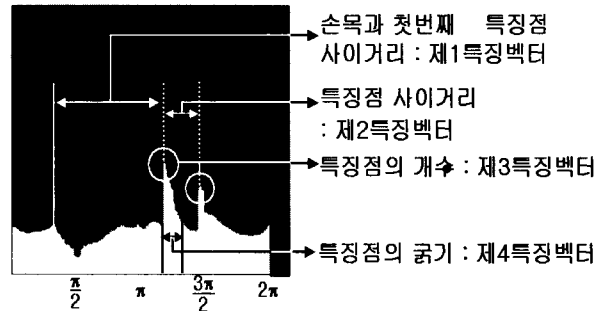


그림 7. 거리 스펙트럼에서의 특징 벡터 추출

Fig. 7. Abstraction of the characteristic vector from the distance spectrum

5. 패턴 인식 및 자소 조합

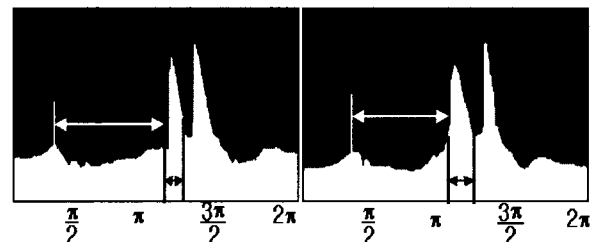
5.1 지화 인식

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 유사 동작에 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 8에서 보여지듯이 거의 차이가 없다. 그림 9에 보여지는 'ㄷ'에 대한 제 1 특징 벡터와 제 4 특징 벡터의 소속정도로부터 지화 인식율을 추론하고, 그림 10에 나타나듯이 '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 9, 그림 10의 예에서는 'ㄷ'에



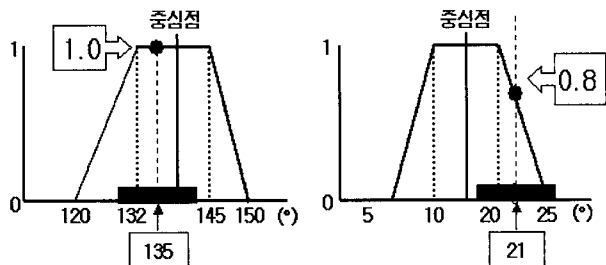
(a) 'ㄷ'의 거리 스펙트럼 (b) 'ㅌ'의 거리 스펙트럼
(a)The distance spectrum of 'ㄷ' (b)The distance spectrum of 'ㅌ'

그림 8. 거리 스펙트럼의 예

Fig. 8. An example of the distance spectrum

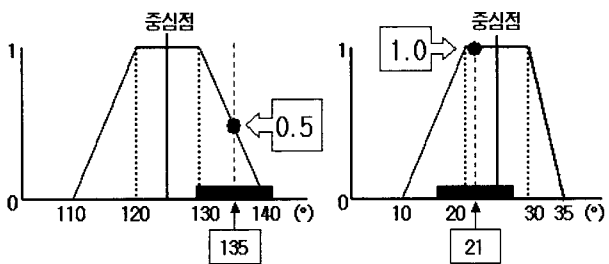
대한 지화 인식이 크게 나타나므로, 이 입력 패턴은 'ㄷ'으로 인식하게 된다.

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



(a)제 1 특징 벡터 (a)The first characteristic vector
(b)제 4 특징 벡터 (b)The fourth characteristic vector

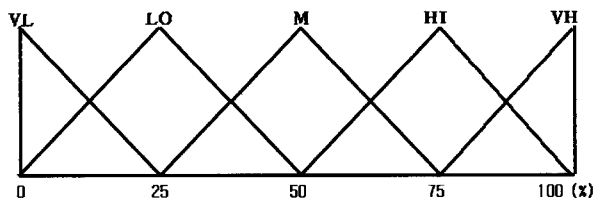
그림 9. 'ㄷ'의 특징 벡터에 대한 멤버십함수
Fig. 9. The membership function for the characteristic vector of 'ㄷ'



(a)제 1 특징 벡터 (a)The first characteristic vector
(b)제 4 특징 벡터 (b)The fourth characteristic vector

그림 10. 'ㅌ'의 특징 벡터에 대한 멤버십함수
Fig. 10. The membership function for the characteristic vector of 'ㅌ'

그림 11의 각 특징 벡터에 대한 멤버십 함수와 표 1의 퍼지 추론 규칙 테이블을 사용하여 그림 12와 같은 지화 인식을 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.

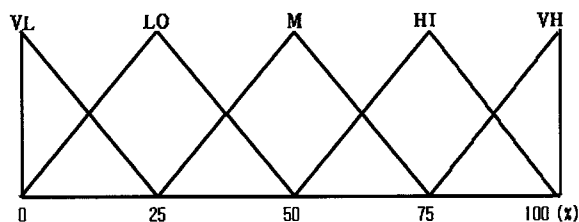
그림 11. 표준 패턴에서의 멤버십 함수

Fig. 11. The membership function of the standard pattern

표1. 퍼지 추론 규칙

Table 1. Fuzzy inference rule

특징벡터1의 표준패턴에 대한 소속정도	VL	LO	M	HI	VH
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 인식이 매우 낮다.
LO(Low) : 지화 인식이 낮다.
M(Middle) : 지화 인식이 보통이다.
HI(High) : 지화 인식이 높다.
VH(Very High) : 지화 인식이 매우 높다.

그림 12. 인식을 멤버십 함수

Fig. 12. The membership function of the recognition rate

5.3 실험 결과 및 문자 조합

피험자에 따른 특정파라미터 값들이 달라지므로 지정된 피험자가 한글 자음과 모음이 다 포함되도록 구성된 30개의 단어 및 문장을 20회씩 실험하였고, 정리된 실험결과가 표 2에 보여진다.

구분된 문자의 자소는 오토마타를 이용하여 KS 완성형 한글 문자로 조합하여 그림 13과 같이 문서편집기에 출력되 어진다.

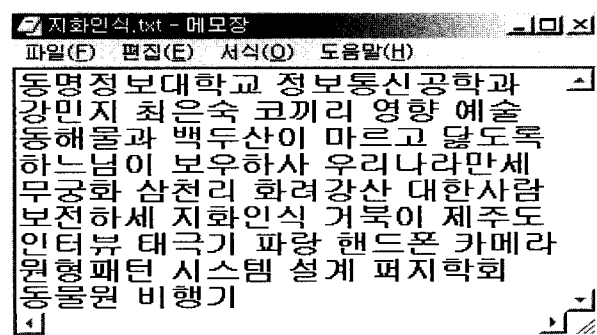


그림 13. 출력되는 결과 화면

Fig. 13. The screen of the output result

표 2. 실험 결과
Table 2. Result of the experiment

단어	단어수	지화 동작수	단어 인식율	지화 동작 인식율
동명정보대학교	7	18	100.00%	98.20%
정보통신공학과	7	20	94.00%	95.20%
강민지 최은숙	6	16	87.90%	93.20%
코끼리	3	7	83.30%	74.90%
영향 예술	4	11	83.00%	90.00%
동해물과	4	11	73.70%	88.60%
백두산이	4	10	83.50%	87.20%
마르고 닳도록	6	15	83.00%	88.90%
하느님이 보우하사	8	17	78.90%	89.10%
우리나라만세	6	13	81.90%	93.20%
무궁화	3	8	89.00%	90.00%
삼천리	3	8	94.20%	95.20%
화려강산	4	11	79.80%	93.20%
대한사람	4	10	71.30%	88.80%
보전하세	4	9	94.70%	96.60%
지화인식	4	11	87.90%	93.20%
거북이	3	7	92.30%	94.30%
제주도	3	6	78.00%	93.20%
인터뷰	3	7	100.00%	100.00%
태극기	3	7	95.50%	96.40%
파랑	2	5	89.00%	93.20%
핸드폰	3	8	92.32%	97.20%
한라산	3	8	93.64%	98.20%
카메라	3	6	89.00%	93.20%
원형패턴	4	12	100.00%	100.00%
시스템	3	7	83.00%	98.20%
설계	2	5	75.90%	93.20%
퍼지학회	4	9	70.45%	93.20%
동물원	3	10	83.77%	97.70%
비행기	3	7	78.00%	93.20%
평균 인식율			86.23%	93.22%

6. 결론 및 향후과제

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

최대 원형 이동법을 이용하여 손목부분의 제거 및 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 93.2%이고, 지화 단어 인식율은 86.2%를 얻을 수 있었다. 칼라 영상 처리에 의한 인식 방법

은 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 건청인과 청각 장애인이 좀 더 편리한 의사소통이 가능하게 할 수 있었다.

향후 과제로는 손만을 사용한 지화 동작뿐만 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, 예를 들어 "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 논문지 Vol. 7, No. 3, pp.756-765, 2000.
- [3] 오영준, 장훈 "수화통역시스템 설계 및 구현" 한국정보과학회 논문지 Vol. 29, No. 2, pp.691-693, 2002.
- [4] 김태수, 전중창, 최경애 "Motion-Primitive에 의한 한국 수화 생성시스템의 개발" 멀티미디어학회 논문지 Vol. 4, No. 3, pp.238-245, 2001.
- [5] 한종호 "수화교육시스템을 위한 동영상 처리에 관한 연구" 한국외국어대학교 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 논문지 Vol. 35, C편, No. 6, pp.76-87, 1998.
- [8] 김종성, 이찬수, 장원, 변증남 " 한글 수화용 동적 손계측치의 실시간 인식 시스템의 구현에 관한 연구" 대한 전자공학회 논문지 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 논문지 Vol. 11, No. 6, pp.487-490, 2001.
- [11] 本多中二, 大理想生, "퍼지 공학 입문", 웅보출판사, 2000.

저 자 소 개



강민지(Min-Ji Kang)

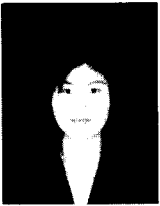
2004년 : 동명정보대학교 정보
통신공학과 졸업(공학사)

관심분야 : 휴먼 인터페이스, 퍼지이론

Phone : 016-9822-0303

Fax : 051-610-8349

E-mail : yasi0929@hotmail.com



최은숙(Eun-Sook Choi)

2004년 : 동명정보대학교 정보
통신공학과 졸업(공학사)

관심분야 : 휴먼 인터페이스, 퍼지이론

Phone : 016-9630-4388

Fax : 051-610-8349

E-mail : sooki75@hotmail.com



손영선(Young-Son Shon)

1981년 : 동아대학교 전자공학과 졸업
(공학사)

1983년 : 동 대학원 졸업(공학석사)

1990~1998년 : 한국전자통신연구소 선임
연구원

1998년 : 쑤저우대학교 졸업(공학박사)

1998년~현재 : 동명정보대학교 정보공학부
조교수

관심분야 : 휴먼 인터페이스, 퍼지 측도 적분, 평가

Phone : 051-610-8374

Fax : 051-610-8349

E-mail : yssohn@tmic.tit.ac.kr