

한글 수화 및 지화의 실시간 인식 시스템 구현

이 찬 수*o 김 종 성* 박 규 태* 변 중 남* 장 원** 김 성 권 ***

*대전광역시 유성구 구성동 373-1 한국과학기술원 전기 및 전자공학과

** 국방 과학 연구소

*** 삼성 전자 기술 총괄 생산 기술 연구소

email: chanse@ctrsys.kaist.ac.kr

Real-time Recognition of Continuous KSL & KMA using Automata and Fuzzy Techniques

Chan-Su Lee* Jong-Sung Kim* Gyu-tae Park* Zeungnam Bien* Won Jang** Sung-Kwon Kim***

*Department of Electrical Engineering, KAIST, 373-1 Kusong-dong, Yusong-gu, Taejon 305-701 Korea

**Agency for Defense Development, Taejon, 305-600

** *Samsung Electronics Co. LTD

Abstract

The sign language is a method of communication for deaf person. For sign communication, sign language and manual alphabet are used continuously. In this paper is proposed a system which recognize Korean sign language(KSL) and Korean manual alphabet(KMA) continuously. For recognizing KSL and KMA, basic elements for sign language, namely, the 14 hand directions, 23 hand postures, and 14 hand orientations are used. At first, this system recognize current motion state using speed and change of speed in motion by state automata. Using state, basic element classifiers using Fuzzy Min-Max Neural Network and Fuzzy Rule are executed. Meaning of signed gesture is selected by using basic elements which was recognized.

I. 서론

인간의 의사를 인식하려는 지적 인터페이스 연구의 한 부분으로써 몸짓, 얼굴 표정 등과 같은 제스처에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다 [1]. 제스처를 조직적으로 이용하여 의사를 표현하는 기존 방법의 예로서 수화를 들 수 있다. 수화는 청각장애인의 중요한 의사 전달의 수단으로 사용된다[2].

수화의 구성 요소는 크게 수화 어휘, 지문자 그리고 몸짓의 세 가지로 볼 수 있다. 한국 수화는 6000 여 개의 수화 단어와 31 개의 지문자, 그리고 26 개의 지수자로 이루어져 있다[3].

형태적인 면에서 관찰하면 기본 수화는 수화소(chememe) 라는 기본 요소로 이루어져 있다. 이 수화소는 구어에서 음소와 유사한 위치를 차지하고 있다. 각 수화는 이 수화소의 요소가 달라짐에 따라 다른 의미를 나타낸다. 한글 수화의 수화소는 손의 운동, 손의 모양, 손의 방향, 그리고 손의 위치로 구성되어 있다[3].

본 논문에서는 한글 지화와 한글 수화 200 여 단어가 혼합되어있는 문장을 실시간으로 인식하

는 시스템을 위한 오토마타와 퍼지 기법을 적용하였다.

인식 대상으로 선정된 단어 및 지화를 분석하여 손 운동 14 개, 손 모양 23 개, 손 방향 14 개의 기본 요소를 추출하였다. 이를 이용하여 수화와 지화가 섞여 있는 문장을 실시간으로 해석할 수 있는 퍼지 인식을 구현하였다.

II. 수화 인식 시스템

그동안 수화 인식 시스템에 대한 연구는 주로 손 운동에 대한 인식[4]에 의한 수화 인식이나 장갑 장치를 이용한 지화에 대한 인식, 개별 수화에서 각 요소의 인식[5] 등에 집중되어 있었다.

본 장에서는 수화와 지화가 혼합되어 있는 문장을 실시간으로 인식하기 위한 운동 상태 파악과 각 요소의 인식 문제를 다룬다.

2.1 오토마타를 이용한 동작 상태 인식

수화와 지화가 섞여 있는 경우에는 각각을 분리하는데 어려움이 있다. 또한 수화 단어가 연

속되는 경우에 한 수화가 수행된 후 다음 수화를 위한 이동이 발생하게 되는데 이와 같은 의미 없는 이동과 의미 있는 수화의 구분하는데 많은 어려움이 있다.

이러한 문제들을 해결하기 위해 손의 움직임에 대해 속력과 속력 변화에 의한 상태 오토마타[9]를 구현 하였다.

전형적인 손 제스처는 준비 (preparation), 스트로크 (stroke), 복귀 (retraction)의 세 가지의 동작으로 이루어져 있다. 스트로크는 속도와 가속도에 있어서 다른 두 상태와 구분된다. 의도적인 표현 동작은 단순한 위치 이동이 아니라 힘을 가하는 명확한 시작 경계가 존재한다[6].

의미 있는 제스처를 수행할 경우에는 제스처는 정지 상태에서부터 느린 운동의 움직임이 시작하여 속도가 점차 증가하는 스트로크 상태를 지나 다시 정지 상태로 끝을 맺는다[7].

이러한 특징들은 수화의 경우에도 동일하게 적용될 수 있다. 본 연구에서는 이러한 관찰을 바탕으로 속력과 속력 변화를 고려한 상태 오토마타를 구현하였다.

<표 1> 동작 구분 조건들

Step(output)condition	speed	speed change
stop(0)	±,0	0
preparation(1)	+	+, -
stroke(2)	+++	++
moving(3)	++	+,0,-
end(4)	+	--

오토마타를 구현하기 위해 우선 손 동작의 속력과 속력 변화에 의하여 입력 데이터 상태를 동작 정지(Stop), 동작 준비(Preparation), 동작 수행(Moving), 스트로크(Stroke), 동작 끝(End)의 다섯 단계로 구분한다. (표 1)은 각 단계 구분을 위한 상태 조건들을 표시한 것으로, 만족하는 임계 값(Threshold Value)을 실험에 의하여 설정한다.

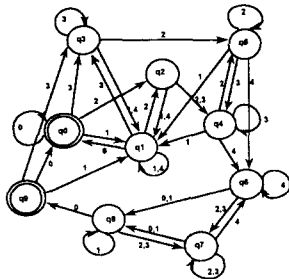


그림 1. 한글 수화와 지화를 위한 상태 오토마타

매 샘플링마다 구분된 단계 데이터를 오토마

타의 입력 스트림으로 사용하고 각 입력 스트림에 의하여 10 가지 수화 동작 상태 중 하나로 이동하여 현재까지 수행된 수화 제스처의 상태를 알게 된다. (그림 1)은 구현된 상태 오토마타의 상태 흐름도를 나타낸다.

2. 2. 기본 요소 인식

상태 오토마타에 의하여 제스처의 현재까지의 수행 상태를 파악한 후, 각 상태에 따라 적절한 작업을 수행시킬 수 있다.

기본 요소 인식기에서 수행하는 작업은 크게 동작 인식을 위한 특징 추출, 손 운동(direction) 인식, 손 모양(posture)과 손 방향(orientation) 인식의 세 가지로 나눌 수 있다.

(1) 특징 추출과 손 운동 인식기

수화 제스처에서 운동 요소의 경우에는 3 차원 시-공간의 운동으로 운동 중에 많은 데이터를 얻게 된다. 이 데이터에서 바로 수행된 운동을 인식하기 어려우며, 이런 문제를 해결하기 위하여 손 운동이 일어나는 동안 특징을 추출하고 그 추출된 특징을 이용한 인식기를 퍼지 논리를 이용하여 구현하였다.

손 운동 인식을 위하여 사용된 특징들은 다음과 같다.

i) 누적 운동 거리 (Total Change of Distance)

손 제스처의 운동 시작 이후 매 순간의 X,Y,Z 각 축에 대하여 각각의 이동 거리를 누적하여 얻어진다. X 축의 경우

$$TLx(m) = TLx(m-1) + \|Rx(m) - Rx(m-1)\| \quad \text{식(1)}$$

식(1)과 같다.

ii) 누적 방향 변화량 (Total Change of Phase in Degree)

손 운동을 수행하는 동안 일어나는 방향 변화의 누적 값으로 원 운동과 관련된 손 운동을 인식하는데 유용하다.

$$TCxy(m) = TCxy(m-1) + \tan^{-1} \frac{y(m) - y(m-1)}{x(m) - x(m-1)} - \tan^{-1} \frac{y(m-1) - y(m-2)}{x(m-1) - x(m-2)} \quad \text{식(2)}$$

iii) 동작 끝 위치 (End Position of Motion)

동작 시작점을 기준으로 한, 동작 끝의 상대 위치로 임의의 동작 시작점의 위치를 기준으로 하여 얻어진다.

$$EPx = Rx(m) - Rx(0) \quad \text{식(3)}$$

iv) 방향 변화 (Change of Direction)

운동의 방향 변화를 인식함으로써 수행된 운동이 반복 동작인지를 구별하는데 유용하다.

$$CDx = CDx + 1 \text{ if } (((Rx(m) - Rx(m-1)) \times ((Rx(m-1) - Rx(m-2)) < 0)) \quad \text{식(4)}$$

된 운동이 어떤 운동인지를 알기 위하여 특징 벡터를 이용한 인식기의 구현이 필요하다. 주어진 시스템에서는 퍼지 논리를 이용하여 이러한 인식기를 구현 하였다.

각 손 방향에 대하여 구현된 퍼지 규칙으로 이 규칙에 Mamdani의 Min-max 퍼지 추론을 이용하여 어떤 손 운동인지를 인식 하도록 하였다.

(2) 손 모양과 손 방향 인식

각 손 모양과 손 방향을 인식하기 위하여 퍼지 최소-최대 신경망 구조를 이용 하였다[8]. 각 초평면에 소속 함수는 다음 식에 의해 구해진다.

$$b_{ji}(A_h, V_j, W_j) = \frac{1}{2N} \sum_{i=1}^N [\max(0, 1 - \max(0, \gamma \min(1, A_i - w_{ij}))) + \max(0, 1 - \max(0, \gamma \min(1, v_{ij} - A_i)))] \quad (5)$$

여기서 A_i 는 입력으로 손 모양 인식기에서는 $N = 10$ 으로 손가락 굵힘에 대하여 [0,1]로 정규화 하여 사용하였으며, 손 방향 인식기에서는 $N = 3$ 으로 roll, pitch, yaw의 방향 데이터에 대한 정규화 된 값을 사용하였다.

(3) 한글 수화와 한글 지화의 의미 인식

수화를 수행하면 사이버 글러브로부터 손가락 굵힘에 대한 정보와 자장 추적기로부터 손의 위치와 손의 방향에 대한 데이터를 얻게 된다. 먼저 손 위치에 대한 데이터를 이용하여 손 운동의 속력과 속력 변화를 계산하여 손 운동에 대한 단계를 오토마타의 입력으로 사용한다. 오토마타에서 손 운동에 대한 상태에 따라 인식 루틴을 수행하게 되는데 수화의 경우에는 동작이 일어나는 동안 특징을 추출하고 동작 끝 상태에서 손 모양을 평가하여 정지 상태에 도달하면 수행된 손 모양과 손 운동의 평가 결과를 이용하여 어떤 의미의 수화인지를 인식하게 된다.

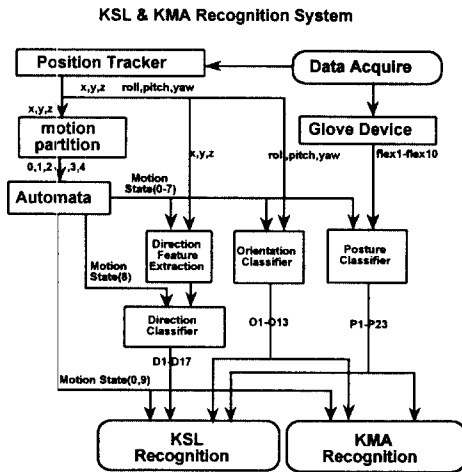


그림 3. 인식 시스템의 흐름도

지화의 경우에는 정지 상태인 경우에 손 모양과 손 방향에 대한 평가를 하여 일정한 손 모양과 손 방향이 일정 시간 지속될 경우, 지화 인식을 표시한다. 그리고 준비 단계와 같이 정지 단계를 벗어나는 경우 새로운 지화를 수행한 것으로 간주하여 인식하도록 한다. (그림 3)에서 한국 수화와 지화가 연속적으로 수행되는 경우에 대한 인식 흐름을 보여 주고 있다.

III. 실험 결과

모든 실험은 Indigo2 XZ 워크스테이션에서 수행 되었으며, 센서 장비로서는 장갑 장치로서 Virtual Tech.의 사이버 글러브와 Polhemus의 Fastrack 을 사용하였다. 데이터는 RS232C를 통하여 38400Baud rate로 센싱 장비로부터 15Hz로 주컴퓨터에 전달된다.

(그림 4)는 3차원 공간에서 ‘안녕하십니까? 만나다’의 수화를 연속적으로 수행한 결과이다. 수행된 제스처에 대하여 각 샘플 주기에 대한 속력과 속력 변화를 구하면 (그림 5)와 같다. 이와 같은 제스처 수행에 대하여 (그림 6)과 같은 단계 구분을 할 수 있지만 이 단계 구분만으로는 의미 없는 이동이나 반복 동작 수행과 같은 경우에 정확한 제스처의 상태, 시작과 끝을 판단할 수 없다.

(그림 7)은 (그림 4)의 제스처에 대하여 상태 오토마타에 의한 상태 이동의 결과를 보여준다. 두 번째 제스처의 경우에는 이동을 위한 의미 없는 제스처로 오토마타에 의하여 의미 있는 제스처로 인식 되지 않음을 볼 수 있다.

(그림 8)은 손 운동 인식 결과의 한 예로서 (그림 4)에서 두번째 제스처 ‘만나다’에 해당하는 손 운동을 나타낸다. (그림 9)와 (그림 10)은 지화 ‘o’에 대한 손 모양과 손 방향의 인식 결과이다.

실제 수행된 제스처는 이러한 기본 요소의 결합에 의하여 수행된 제스처의 의미가 어떤 의미인지를 구분하게 된다.

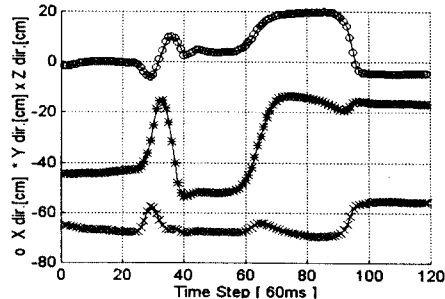
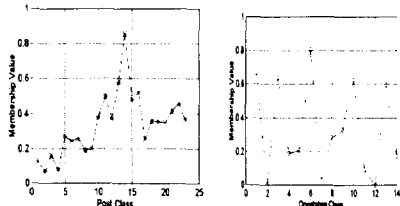
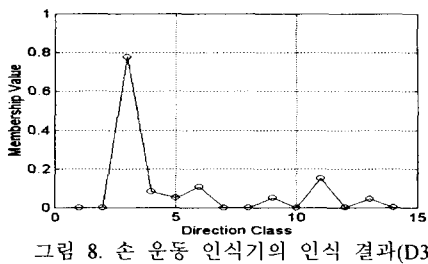
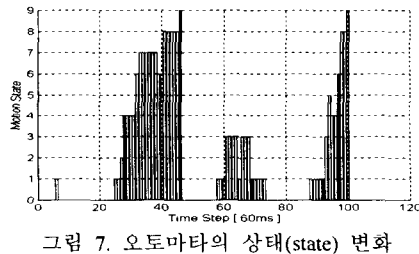
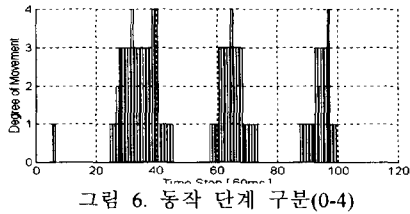
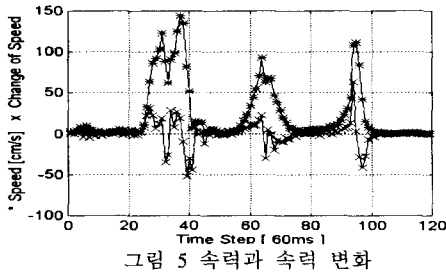


그림 4. 센싱 데이터 (x, y, z)



IV 결론

본 논문에서는 연속으로 한글 수화와 지화를 인식하는 시스템을 구현하였으며, 이 시스템에

서는 연속된 제스처에서 각 의미 제스처를 구분하는 문제를 상태 오토마타를 이용해 해결하였으며, 애매한 손 운동 특징 공간을 퍼지 논리를 이용하여 인식하는 시스템을 구현하였다. 그리고 FMMNN을 이용한 손 모양, 손 방향 인식을 통하여 연속된 수화와 지화를 인식하도록 하였다. 각 수화 요소에 대한 인식이 가능하도록 시스템을 구현하였으므로 다른 수화에 대해서도 손 운동, 손 모양, 손 방향을 분류하여 인식 가능하도록 확장 가능하다

참고 문헌

- [1] "Proceedings of International Workshop on Automatic Face-and Gesture-Recognition", Zurich Switzerland, June, 1995.
- [2] D. Morris, "Man Watching: A field Guide to Human Behaviour", Grafton, 1978
- [3] 석 동일, "한국 수화의 언어학적 분석", 대구 대학교, 박사 학위 논문 1989.
- [4] Yamaguichi and et al, "Japanese Sign Language Recognition System using Information Infrastructure", in Proc. On Fuzzy System. FUZZY-IEEE'95, pp.65-66, Mar, 1995.
- [5] M. B. Waldron, S. W. Kim, "Isolated ASL Sign Recognition System for Deaf Persons", IEEE Trans. On Rehabilitation Eng., Vol. 3, No. 3, Sep., 1995.
- [6] A. Kendon, "Gesticulation and speech: Two aspects of the process of utterance", Relationship Between Verbal and Nonverbal Communication, pp 207-227, Mouton, 1980.
- [7] K.H. Quek, "Toward a Vision-Based Hand Gesture Interface", in Proc. of the VRST'94 Conf. pp 17- 31
- [8] P. Simpson, "Fuzzy Min-Max Neural Networks- Part 1: Classification", IEEE Trans., Neural Networks, Vol. 3, pp. 776-786, Sep., 1992.
- [9] C. G. Cassandras, "Discrete Event Systems", IRWIN, Boston.