

청각장애인의 의사소통을 위한 친화적 디지털 핸드제스처 시스템 연구

김진술*, 정두용**, 이상준***

요약

청각장애인의 사회의 비중이 높아짐에 따라 IT시장에 의사소통에 관한 많은 연구들이 진행되고 있다. 그 중 청각장애인의 언어인 수화 인식에 대한 연구는 더욱 활발하다. 본 논문은 청각장애인들에게 도움을 주기위해 디지털 핸드제스처 장치를 이용한 자음인식을 통해 사용자의 빠른 의사표현 및 전달을 하는데 목표를 둔다. 지화를 이용한 디지털 핸드제스처 장치는 5개의 Flex 센서를 통한 손가락의 구부러짐, 2개의 Tilt 센서를 통한 손의 방향, 1개의 FlexiForce 센서를 통한 세밀한 자음을 구별한다. 제안된 고성능 자음 적용 방안은 총 14개의 한글 자음만을 빠르게 인식하여 자음들의 조합으로 프로그램내의 DB에 저장된 단어, 문장 등을 찾아 출력하여 사용자의 빠른 의사표현 및 전달에 도움을 준다. 연구된 디지털 핸드제스처 시스템은 다양한 시험을 통하여 높은 한글 인식률이 증명되었다.

A Study of Digital Hand-Gesture System for Hearing-Impaireds' Communication Friendly

Jin-Sul Kim *, Doo-Yong Jung **, Sang-Jun Lee ***

ABSTRACT

There are many studies about communication in the IT market as hearing impairment is given a great deal of weight in society. Especially in the study about sign language recognition that language of the deaf is a more dynamic topic. The purpose of the paper is to make users who have hearing impairment communicate faster through digital hand gesture equipment that can recognize the consonant. The digital hand equipment that uses finger language discriminate close consonants by bending fingers through 5 Flex sensors, direction of hand through 2 Tilt sensors, and 1 FlexiForce sensor. A highly effective consonant application device helps recognize a total of 14 Hangul consonants with in an association of consonants which can find the saved word or sentences and print quickly.

Key Words : Hearing impairment, Communication, Sign language, Sensor

* 나사렛대학교 멀티미디어학과

** 공주영상대학 공무원양성과

*** 전남대학교 경영학과

· 제1저자(First Author) : 김진술 · 교신저자(Correspondent Author) : 이상준

· 접수일(2010년 2월 24일), 수정일(1차 : 2010년 3월 24일), 게재확정일(2010년 3월 26일)

I. 서 론

21세기 정보화 사회의 많은 영역에서 사람들과의 의사소통은 다양한 정보 습득의 중요한 역할을 한다. 그러나 수화, 구화, 필담 등으로 일반인들과 의사소통을 하는데 있어 많은 어려움을 가지는 청각장애인의 경우 정상적인 사회생활을 영위하는데 많은 제약을 받는다. 청각장애인들은 수화를 자신들만의 소수언어로 생각하고 가장 많이 사용하며 하나의 문화로서의 자랑스러움을 가지고 있다[1][2]. 때문에 수화를 인식하여 일반인들과 의사소통을 할 수 있는 프로젝트가 많이 연구개발 되고 있다.

수화(Sign Language)는 소리가 아닌 손짓을 이용해서 뜻을 전달하는 언어의 일종으로 대부분의 청각장애인들이 사용한다[3]. 보통 수화는 수화와 지화를 통합해 줄여 부르는 말이다. 수화는 손짓과 몸짓, 표정 등을 미리 정해진 단어나 문장의 조합으로 의사를 빠르게 표현하는 방법이다. 하지만 수화는 모든 걸 표현할 수 없기 때문에 지화를 사용해 수화에서 표현할 수 없는 외래어 및 신종언어, 이름, 고유명사를 표현한다.

본 논문은 의사소통 시 느리지만 한 손을 사용해 넓은 영역의 감정, 사물 등을 표현할 수 있는 지화를 사용한다. 14개의 한글 지화의 자음을 총 8개의 센서의 데이터 값을 통해 데이터베이스에 저장된 단어나 문장을 찾아 빠른 의사표현 및 전달에 목표를 둔다.

II. 관련연구

데이터 글러브를 이용한 연구는 웨어러블 컴퓨팅 연구에 많이 사용된다. 관련된 연구에는 12개의 휠센서를 이용해 만들어진 데이터 글러브에 BP(Back Propagation) 알고리즘과 tentative-and-refined 방법을 합쳐 만든 알고리즘을 통해 글러브의 인식률을 높여 에너지-피드백 디바이스의 개발, 장치 역제 디바이

스의 개발, 휴대용 데이터 손 장갑의 개발 등 다양한 목표로 한 것이 있다[4]. 또한 친을 통한 EDA(Electro-dermal Activity) 센서 손 장갑을 개발해 자동차 운전자들의 졸음운전 시 발생할 사고들의 예방을 감지하고 방해하는 시스템이 있고[5], 데이터글러브에 의해 접촉된 객체들에 내장된 태그들이 읽는 사람을 찾을 수 있도록 데이터 글러브에 RFID 판독기를 통합한 것이 있다[6].

이 중 많은 데이터 글러브 연구를 거듭하여 실용화된 장갑 장치에는 Power글러브, Cyber글러브, VPL글러브, Sayre글러브, MIT LED글러브, Digital Data-Entry 글러브, Data글러브, Space글러브 등이 있다[7].

실용화된 글러브를 이용한 수화 인식 연구에는 데이터 구분, 특징 분류자, 그리고 기호 인식을 위한 신경망들의 사용과 Cyber글러브를 이용한 ASL(American sign language) 지화 시스템이 있다[8][9]. 여기서 사용된 신경은 tree-structured를 사용하는 것과 벡터 양자화기를 분류하는 것으로 51개의 노드와 큰 신경망은 ASL 알파벳들의 인식을 위해 개발되었고 98.9%의 인식률을 얻었다. [10][11]은 Cyber 글러브에 flock of birds 3D motion tracker 인공 신경망을 사용하여 26개의 알파벳에 대해 96%이상의 인식률을 보였고 그 후 새롭게 추가한 36개의 손동작을 은닉 마르코프 모델을 사용해 총 95%의 인식률을 얻었다[10][11][12]. 이 새로운 손동작을 이용해 실용화된 인터페이스 데이터 글러브를 이용한 연구에서는 95%이상의 높은 인식률을 얻었다. 위의 논문들에서 사용된 글러브들은 정교한 장치와 다수의 센서들로 구성되어 다양한 분야의 인터페이스 장치로 사용된다.

한글 지화에만 특화된 글러브 시스템으로는 민승기 외 6명이 제안한“한글 지화 인식에 최적화된 데이터 글로브 시스템”이 있다. 데이터 글러브의 구성은 5개의 Flex 센서로 손가락의 구부림을 측정하고, 2개의 Tilt 센서로 손의 방향을 측정하여 총 7개의 센서로 만들어진 장갑을 무선으로 컴퓨터와 연결해 한글 지화

의 모음과 자음 총 24개의 동작 표현 모니터로 출력하여 80.27%의 인식을 얻었다[12]. 이후 같은 년도 멀티미디어학회에“데이터 글로브를 이용한 인터랙티브 한글 지화 교육”의 제목으로 기존의 데이터 글로브 시스템에 한글 연습을 추가하여 지화 교육 기능에 목적을 두었다[13]. 그 후 3개의 force 센서를 추가하여 한글 지화의 인식을 높였다. 결과적으로 총 10개의 센서를 이용한 24개의 자음과 모음 지화인식 데이터 글로브 시스템이다. 하지만 위의“한글 지화 인식에 최적화된 데이터 글로브 시스템”은 사용자들이 지화를 습득하기 위한 교육용에 목적을 둔 연구이다.

본 논문에서는 총 14개의 한글 자음의 손동작을 인식한다. 데이터 글로브를 통해 14개의 한글 지화 자음을 인식하는 데이터 값을 Flex 센서의 범위 값, Tilt 센서를 통한 방향 값, FlexiForce 센서를 압력 값을 통해 자음을 출력하고 이 자음의 조합으로 데이터베이스에 미리 정해진 단어나 문장을 찾아 출력하여 사용자의 빠른 의사표현 및 전달에 도움을 주는데 목표를 둔다.

III. 디지털 핸드제스처 시스템

3.1 시스템 적용 시나리오

한글 지화는 총 31가지의 미리 약속된 손 모양으로 14개의 자음과 10개의 모음, 7개의 복모음으로 구성되어 있다.(그림1)은 14개의 한글 지화 손 모양을 보여준다.

기존의 한글 지화를 통한 의사소통방법은 (그림2)와 같이 한글 지화의 자음과 모음을 모두 표현해 합쳐진 문장으로 의사소통을 하여 상대방과의 의사소통이 느리다는 단점을 가진다.

본 논문에서의 데이터 글로브를 통한 의사소통방법은 (그림3) 처럼 사용자가 표현하고자 하는 단어의 자음 부분만을 출력해 완성된 문장을 자동으로 찾게 해주어 빠른 속도의 의사소통을 가능하게 하는 시스템이다.

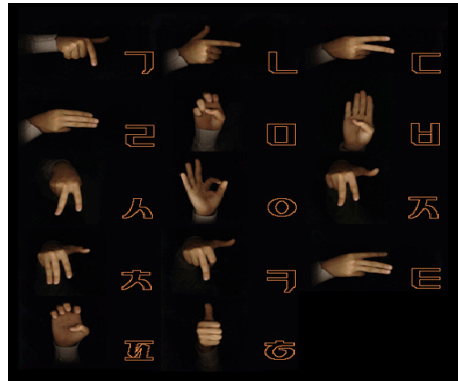


그림1. 한글 지화의 자음
Fig. 1 Consonant of the Korean finger language



그림 2. 기존 한글 지화를 통한 의사표현
Fig. 2. Expression by the original Korean finger language



그림 3. 디지털 핸드제스처 방식을 통한 의사표현
Fig. 3. Expression by the method of digital hand gesture

(그림4)와 같이 디지털 핸드제스처 시스템은 동작한다. 처음 시스템을 시작하기 위해 로그인을 한 후 사용자가 착용하게 되는 데이터 글러브를 이용하여 한글 지화의 자음을 표현한다. 데이터글러브에 장착된 총 8개의 센서에서 생성된 데이터 값들은 PIC 회로를 통하여 시스템 프로그램에 들어간다. 시스템에 들어간 데이터 값과 데이터베이스 내의 데이터 값이 일치 할 경우 선택된 자음이 출력되고 다시 손동작을 통한 다른 자음의 출력을 기다린다. 원하는 문장에 맞는

모든 한글 자음이 출력되면 데이터베이스 내의 입력된 데이터 값과 일치 할 경우 사용자가 원하는 단어 및 문장이 화면과 음성으로 출력되어 상대방과의 의사소통을 할 수 있다.

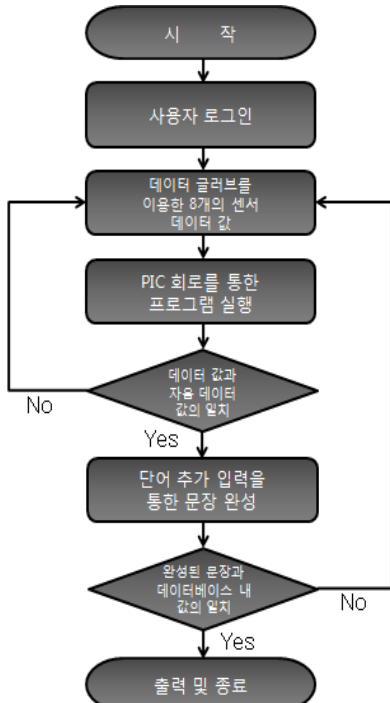


그림 4. 디지털 핸드제스처 시스템 동작 순서도
Fig. 4 Flow chart for the digital hand gesture system operation

3.2 글로브의 구성

한글 지화의 14개의 자음을 인식하는 데이터 글로브는 기존의 “한글 지화 인식에 최적화된 데이터 글로브 시스템[12][13]”과 비슷하다.

(그림5)와 같이 지화 자음에 특화된 최소 비용의 글로브를 구성하기 위해선 5개의 손가락에 각각 Flex 센서를 사용하고, 손의 방향 측정을 위하여 손등에 2개의 Tilt 센서를 사용한다. 중지와 약지에 사이에 1개의 FlexiForce 센서를 사용하여 한글 자음의 세밀한 인식율을 높이기 위한 용도로 사용한다.

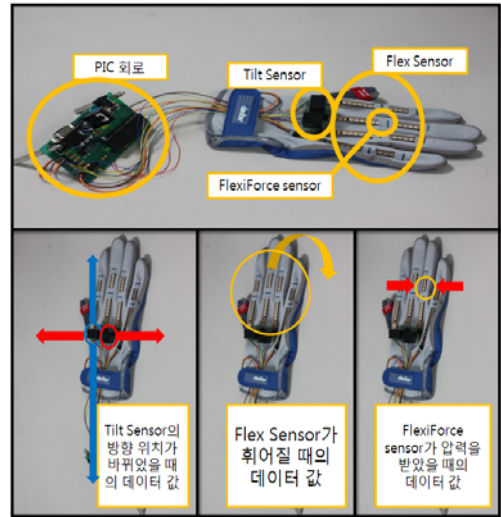


그림 5. 글로브의 구성 및 센서의 기능
Fig. 5. Composition & Functionality of Sensor with Glove

8개의 센서를 통해 얻어진 데이터 값을 (그림6)에서와 같이 PIC 회로를 구성하여 유선을 통해 컴퓨터와 연결된다.

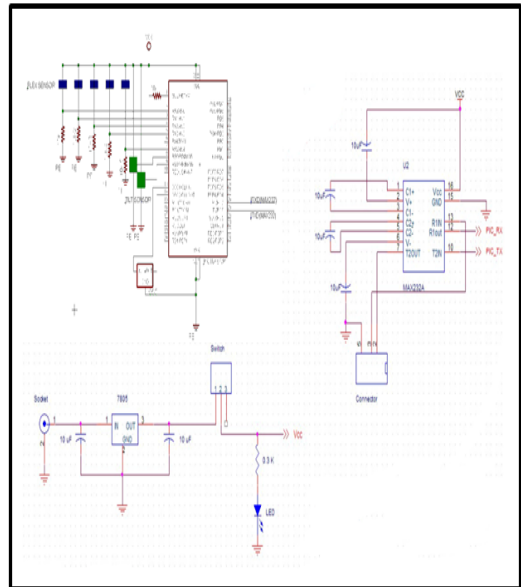


그림 6. PIC 회로도
Fig. 6. PIC circuit diagram

3.3 패턴인식

인식방법에는 5개의 Flex 센서로 손가락의 구부러짐을 3가지로 나눈다. 손가락의 모든 마디가 다 펴졌을 때의 데이터 값, 손가락이 반쯤 구부러졌을 때의 데이터 값, 모두 구부러졌을 때의 데이터 값을 모두 따로 뽑고, 그 외의 값은 지화 인식에 영향을 줄 수 없게 했다. 또한 2개의 Tilt 센서를 이용해 좌, 우, 위, 아래의 총 네 방향의 데이터 값으로 Flex 센서로 부분 할 수 없는 'ㄱ'과'ㄴ','ㄷ'과'ㅅ'을 구분 하였다. Tilt 센서 역시 좌, 우, 위, 아래의 데이터 값 범위 외엔 자음 인식에 영향을 줄 수 없게 하였다.

이 두 종류의 센서 외에 1개의 Flexiforce 센서를 이용해 'ㄷ'과'ㅌ'를 구분 하였다. 얻어진 총 8개의 센서 데이터 값으로 사용자가 원하는 한글 지화의 자음을 표현한 데이터 값이 기존의 고정된 범위의 데이터 값과 같을 때 자음이 출력된다.

자음을 출력 후 또 다른 지화의 자음을 표현하게 되면 기존의 자음 뒤에 함께 출력이 된다. 이렇게 한글 지화의 자음을 출력하여 데이터베이스에 저장된 단어나 문장과 같은 값을 가지게 될 경우 저장된 단어나 문장을 출력하게 된다. 또한 0.03초 마다 출력되는 센서의 데이터 값들이 만족하였을 때 증가한 카운터 값이 8번을 넘어가게 되면 자음을 출력 하게 된다. 이 카운터 값은 14개의 한글 자음의 인식률을 높인다.

[표 1]은 클러브 시스템을 통해 14개의 한글 자음을 표현 했을 때 총 8개의 센서의 데이터 값을 보여준다. 빨간색 박스의 값은'ㅌ'을 손 모양으로 표현 할 때 사람의 손 구조상 어려움이 있기 때문에 예외 값을 지정 하였다. 파란색 박스의 빈칸은 해당 Tilt 센서의 값에 영향을 받지 않게 하여 표시 하지 않았다.

[표 1]에서 표현하지 않은 Flex, Tilt센서 데이터 값은 모두 0으로 표현 하였다. 0으로 표현한 데이터 값들은 14개 자음 인식에 영향을 줄 수 없게 하였다.

표 1. 센서 값과 카운터 증가 값

Table 1. Values of sensor and count increasing

	Flex1	Flex2	Flex3	Flex4	Flex5	Tilt1	Tilt2	Flexiforce	Conut
ㄱ	260-285	260-285	450-500	450-500	450-500		550이하	980 미만	7
ㄴ	260-285	260-285	450-500	450-500	450-500	1300이상		980 미만	7
ㄷ	285 초과	260-285	260-285	450-500	450-500	1300이상		980 미만	7
ㄹ	285 초과	260-285	260-285	260-285	450-500	1300이상		980 미만	7
ㅁ	285 초과	380-430	380-430	450-500	450-500		615이상	980 미만	7
ㅂ	285 초과	450-500	450-500	450-500	450-500		615이상	980 미만	7
ㅅ	285 초과	260-285	260-285	450-500	450-500		550이하	980 미만	7
ㅇ	285 초과	380-430	260-285	260-285	260-285		615이상	980 미만	7
ㅈ	260-285	260-285	260-285	450-500	450-500		550이하	980 미만	7
ㅊ	260-285	260-285	260-285	260-285	320-430		550이하	980 미만	7
ㅋ	260-285	450-500	260-285	450-500	450-500		550이하	980 미만	7
ㆁ	285 초과	260-285	260-285	260-285	450-500	1300이상		980-1015	7
ㆁ	285 초과	380-430	380-430	380-430	380-430	1300이상		980 미만	7
ㆁ	260-285	450-500	450-500	450-500	450-500		615이상	980 미만	7
현재 식별	285 초과	450-500	450-500	450-500	450-500	그 외값	그 외값	980 미만	3

3.4 사용자 화면 구성

디지털 핸드제스처 시스템은 (그림7)와 같이 사용자가 원하는 지화의 자음을 표현하였을 경우 지화의 손 모양과 한글 자음의 이미지를 나타내며 Text_Value의 첫 번째 텍스트 창에 표현한 자음이 출력된다.

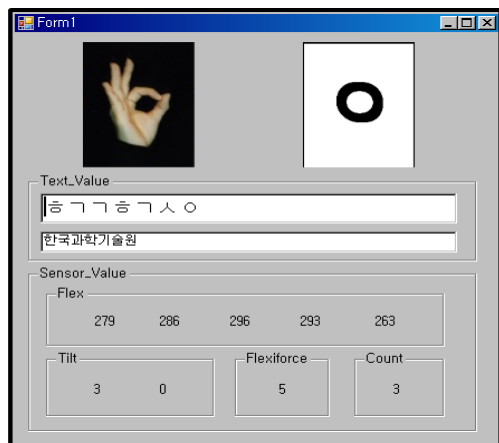


그림 7. 디지털 핸드제스처 시스템의 화면 구성

Fig. 7. GUI Composition of digital hand gesture system

첫 번째 텍스트 창에 자음의 조합이 완성되면 두 번째 텍스트 창에 원하는 단어나 문장이 나타난다. Sensor_Value 창은 데이터 글로브의 총 8개의 센서의 데이터 값과 1개의 카운터 값을 나타내어 손동작의 변화로 나타난 데이터 값을 볼 수 있게 하였다.

3.5 데이터베이스 구성 및 검색

데이터베이스는 XML을 사용하여 만들어 졌다. 자동완성기능을 통하여 데이터베이스 내의 저장된 단어와 사용자가 표현한 손동작의 데이터 값이 일치 할 경우 자동완성 기능을 통하여 단어들을 검색한다. 자동완성 기능은 데이터베이스에 저장된 자료들의 형식을 우선순위, 출력 값, 초성에 대한 키 입력 값, 전체에 대한 키 입력 값으로 입력 한다. 예를 들면 (1, 정광열, wrd, wjdrhkdduf)과 같다. 즉 '정'를 가지고 '정광열'을 찾아낼 수 있도록 하는 것이다. 이런 식의 자료를 한글의 자소에 맞게 분리하고 얻어진 데이터를 입력 중인 문자열의 키 값과 일치함을 찾는다. 즉, 모든 검색어에 대해서 검색어 자체가 일치하는 것, 초성 키 입력이 일치하는 것, 초중종성 전체 키 입력이 일치하는 것을 찾고, 우선순위로 대로 최대 상위 최대 개수의 결과 값을 얻어 출력한다.

IV. 실험 결과 및 분석

실험은 5명의 사람이 20번씩의 같은 글자를 출력하는 인식을 실험을 하였다. 결과는 (그림8)에서 처럼 민승기 외 6명의 "한글 지화 인식에 최적화된 데이터 글로브 시스템[12][13]"보다 높은 인식을 보여준다. 하지만 카운터의 만족 값을 낮게 지정할 경우 자음을 표현 했을 때 값이 2번 이상 연달아 출력하는 경우가 발생한다. 카운터의 만족 값을 높이면 정확성을 높이지만 글자 인식 속도가 많이 낮아지는 문제점이 생긴다.

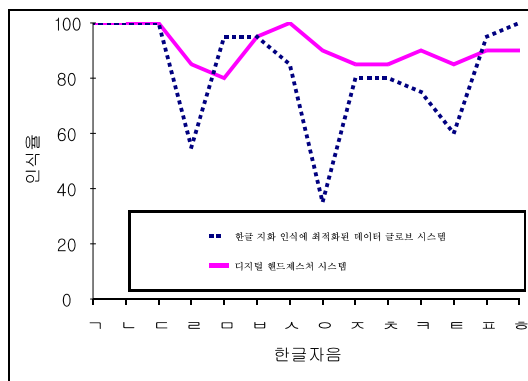


그림8. 디지털 핸드제스처 시스템의 인식률 비교
Fig. 8. Comparison of the systems' recognition

V. 결론 및 추후 과제

본 논문은 디지털 핸드제스처 시스템을 통해 한글 지화의 14개의 자음 인식에 필요한 최소한의 센서로 제작된 시스템이며, 14개의 자음만을 사용하기에 손의 모양에 대한 데이터 값이 적어 센서 값들에 대한 오류를 줄일 수 있으며 카운터를 이용하여 일정 시간의 고정상태가 되면 원하는 자음을 출력하여 인식률을 높인 시스템이다. 또한 자음들의 조합이 만족하는 값을 가질 때 데이터베이스에 저장된 단어나 문장을 찾아 출력하여 사용자의 빠른 의사표현 및 전달에 도움을 준다.

디지털 핸드제스처 시스템은 데이터베이스에 많은 단어를 입력 할 경우 사용자가 표현한 자음들의 조합으로 결과를 만족하는 많은 단어들이 함께 출력된다. 의사소통을 위해 많은 단어들 중 원하는 단어를 선택을 해야 되기 때문에 의사소통 시 속도를 저하 시키는 문제점이 생긴다. 추후 위치 인식을 통한 데이터의 양을 제한하는 시스템을 통해 문제를 해결 하고자 한다. 또한 사용자 손의 크기를 고려하지 않은 문제점과 사용자가 미리 표현할 자음의 손동작을 숙지해야 하는 문제점을 가지고 있다.

참 고 문 헌

[1] 석동일, "한국수화의 언어학적 분석," *대구대학교 대학원 박사 학위 논문*, 1989.

[2] 정은 "수화의 사회적 인정, 그 당위성에 관한 논의를 중심으로 의사소통권과 사회통합의 연관적 의미 고찰," *특수교육저널: 이론과 실천* Vol.3, No.3, pp. 109~124, 2002.

[3] <http://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%88%98%ED%99%94>

[4] C. S. Fahn, H Sun, "Development of A Sensory Data Glove Using Neural-Network-Based Calibration," *Journal of Computers*, 2002.

[5] Y. B. Lee, S. W. Yoon, C. K. Lee, M. H. Lee, "Wearable EDA Sensor Gloves Using Conducting Fabric and Embedded System," *IFMBE PROCEEDINGS*, 2007.

[6] A. Schmidt, H-W. Gellersen and C. Merz., "Enabling Implicit Human Computer Interaction - A Wearable RFID-Tag Reader," *ISWC*, pp193-194 2000.

[7] D. J. Sturman and D. Zeltzer, "A Survey of Glove-Based Input," *IEEE Comput. Graphics and Appl.*, vol.14, no.1, pp.30-39, 1994.

[8] J. Kramer and L. J. Leifer, "A talking glove for nonverbal deaf individuals," *Technical Report No. CDR 19900312*, Center for Design Research, Stanford University, U.S.A., 1990.

[9] J. Kramer, "The TalkingGlove (RTM): hand-gesture-to-speech using an instrumented glove and a tree-structured neural classifying vector quantizer," *Ph.D. Thesis*, Department of Mechanical Engineering, Stanford University, U.S.A., 1996.

[10] Cemil Oz and Ming C. Leu., "Recognition of Finger Spelling of American Sign Language with Artificial Neural Network Using Position / Orientation Sensors and Data Glove," *ISNN*, 2005.

[11] Honggang Wang, Ming C. Leu and Cemil Oz., "American Sign Language Recognition Using Multi-dimensional Hidden Markov Models," *Journal of Information Science and Engineering* 22, 2006.

[12] 안성욱 외, "모션 감지를 이용한 초급 영어 게임", *한국 지식정보기술학회 논문지*, 제5권, 제1호, pp.115-120, 2010.

감사의 글

본 논문은 2009년도 나사렛대학교 학술연구비 지원에 의해 연구되었음.



김진술(Jin-Sul Kim)

2001년 Computer Science (BSCS), University of Utah, USA

2005년 한국과학기술원 정보통신공학과 디지털미디어전공 (공학석사)

2008년 한국과학기술원 정보통신공학과 디지털미디어전공 (공학박사)

2005년 ~ 2009년 ETRI 한국전자통신연구원

2009년 ~ 현재 한국나사렛대학교 멀티미디어학과 교수
 ※ 관심분야: 디지털 미디어처리, 방송·통신 융합미디어처리, 유비쿼터스 컴퓨팅, 휴먼-컴퓨터 인터렉션, 소프트웨어공학 등



정두용(Doo-Yong Jung)

서강대학교 전자계산학과(이학석사)
 경희대학교 전자계산공학과 박사수료

1999년~현재 공주영상대학 공무원양성과 교수
 ※ 관심분야: 유비쿼터스, 실시간 운영체제, USN



이상준(Sang-Joon Lee)

1991년 전남대학교 전산통계학과 (이학사)

1993년 전남대학교 전산통계학과 (이학석사)

1999년 전남대학교 전산통계학과 (이학박사)

1995년~2005년 서남대학교 경영전산정보학과 조교수
 2005년~2007년 신경대학교 인터넷정보통신학과 조교수
 2007년~현재 전남대학교 경영학부 부교수
 ※ 관심분야: 경영정보시스템, 디지털컨버전스, 유비쿼터스 컴퓨팅, 휴먼-컴퓨터 인터렉션 등