논문 2007-44SC-4-8

수화 표현을 위한 손 모양 편집 프로그램의 개발

(Development of a Hand Shape Editor for Sign Language Expression)

오 영 준*, 박 광 현**, 변 증 남**

(Young-Joon Oh, Kwang-Hyun Park, and Zeungnam Bien)

요 약

손 모양은 청각장애인의 의사소통 수단인 수화에서 중요한 요소 중 하나이다. OpenGL 기반의 가상현실 공간에서 수화 동작을 표현하기 위해서는 수화 동작 데이터를 삽입하고 수정하는 편집 프로그램이 필요하다. 하지만, 기존의 수화 동작 편집기는 수화를 잘 이해하지 못하는 일반 사용자가 손 모양을 정확하게 편집하거나 표현하는데 어려움이 있다. 또한, 수화 사전에 포함되는 각 수화 단어의 데이터 수가 많기 때문에 이를 효율적으로 생성하고 저장하는 프로그램이 필요하다. 본 논문에서는 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)를 통해 다양한 손 모양을 쉽게 편집하고 생성된 손 모양 데이터를 데이터베이스에 저장할 수 있는 손 모양 편집 프로그램을 개발하였다. 생성된 손 모양 코드는 수화 동작을 생성하기 위한 수화 단어 편집기에 연결되어 수화 데이터베이스의 전체 용량을 감소시킨다.

Abstract

Hand shape is one of important elements in Korean Sign Language (KSL), which is a communication method for the deaf. To express sign motion in a virtual reality environment based on OpenGL, we need an editor which can insert and modify sign motion data. However, it is very difficult that people, who lack knowledge of sign language, exactly edit and express hand shape using the existing editors. We also need a program to efficiently construct and store the hand shape data because the number of data is very large in a sign word dictionary. In this paper, we developed a KSL hand shape editor to easily construct and edit hand shape by a graphical user interface (GUI), and to store it in a database. Hand shape codes are used in a sign word editor to synthesize sign motion and decreases total amount of KSL data.

Keywords: 수화, 손 모양 편집, 그래픽 사용자 인터페이스

I. 서 론

청각장애인의 의사소통 수단으로는 수화와 필담, 구화가 있다. 이 중에서 수화는 청각장애인이 가장 선호하고 많이 사용하는 수단이며, 손짓과 몸짓, 얼굴 표정 등을 통해 다양하고 복잡한 의사를 전달하고 생각과 감정을 쉽게 표현할 수 있는 몸짓 언어이다. 또한, 수화는 청각장애인이 손 모양과 손의 위치, 손의 운동을 통해 언어적 의미에 대한 시각적 이해를 제공하는 의사소통 수단이며[1], 언어학적으로는 손가락 동작과 비손가락 동작(NMS, Nonmanual Signals)을 동시에 사용하고, 의미 있는 위치에서 의미 있는 운동을 하는 한 손 모양 또는 두 손 모양의 결합을 말한다[2].

수화를 그래픽으로 표현하기 위해 한국과학기술원(KAIST) 변증남 교수 연구실에서는 1994년 초에 한글 문장을 수화 동작 그래픽으로 보여주는 '한글 표준수화 자동 발생 시스템'을 개발한 바 있다[3]. 2000년에는 사용자에게 친밀감을 주기 위해 7가지의 얼굴 표정을 아바타에 추가하고 1,100개의 수화 단어를 발생할 수 있는 PC용 자동 수화 발생 시스템을 개발하였다[4]. 2007년에는 작업현장에서 건청인이 사용하는 문장을 청각장애인의 수화 문장으로 번역하여 아바타의 수화 동작으로 보여주는 '한국 수화 메시지 보드 시스템'을 개발하

* 정회원, 인간친화 복지 로봇시스템 연구센터
(Human-friendly Welfare Robot System Engineering Research Center)
** 정회원, 한국과학기술원 전자전산학과
(Dept. of EECS, KAIST)
※ 본 연구는 과학기술부/한국과학재단 우수연구센터 육성사업의 지원으로 수행되었음 (R11-1999-008).
접수일자: 2007년4월27일, 수정완료일: 2007년6월4일

였다[5]. 이 시스템에서는 수화 단어 데이터를 쉽게 편집하거나 저장할 수 있도록 손 모양 데이터를 분리하여 수화 단어 데이터베이스의 형식을 단순화하였다.

수화는 손 모양과 손의 위치, 손의 방향, 손의 움직임, 몸의 운동 등으로 구성되는데[1], 이 중에서 손의 모양이 특히 중요하다. 손 모양은 손가락으로 방향을 가리키는 것과 같은 간단한 행동부터 감정의 표현이나 수화를 목적으로 하는 자세한 행동까지 사물의 모양이나 표시, 상징을 나타내는 다양한 표현 방법이 있다[6]. 또한, 식사나 운동 등의 일상생활에서 손을 움직이면서 손 모양을 바꾸는 것처럼 청각장애인들이 수화를 부드럽게 표현하기 위하여 손 모양을 연속적으로 바꾸는 경우가 많다.

이러한 손 모양을 편집하기 위해 기존의 수화 편집기의 경우에는 수화를 잘 이해하지 못하는 일반 사용자가 손 모양을 정확하게 편집하거나 표현하는데 어려움이 있다. 또한, 수화 사전에 포함되는 각 수화 단어의 데이터 수가 많기 때문에 이를 효율적으로 생성하고 저장하는 프로그램이 필요하다. 본 논문에서는 그래픽 사용자 인터페이스를 통해 다양한 손 모양을 쉽게 편집하고, 생성된 손 모양 데이터를 데이터베이스에 효율적으로 저장할 수 있는 손 모양 편집 프로그램을 개발하였다. 생성된 손 모양 코드는 수화 동작을 생성하기 위한 수화 단어 편집기에 연결되어 수화 데이터베이스의 전체 용량을 감소시킨다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 Ⅱ절에서는 손 모양 및 기존의 손 모양 편집기에 대해 살펴보고, 제 Ⅲ절에서는 손 모양을 표현하는 그래픽과 손 모양 데이터의 구성을 설명한다. 제 Ⅳ절에서는 개발된 손 모양 편집기를 소개하고 이를 이용한 실험을 보인다. 제 Ⅴ절에서는 제안한 내용을 정리하고 추후 과제에 대해 서술한다.

Ⅱ. 손 모양

1. 손 모양 관찰

손 모양은 수화, 지문자, 지숫자, 기타 제스처에 널리 쓰이고 있다. 지문자는 한글이나 영어를 알파벳으로 표시하는 손 제스처이고 지숫자는 숫자를 표시한 것이다. 한글 지문자는 한글 단자음 10개와 한글 단모음 14개, ㅢ, ㅚ, ㅟ 3개를 포함하여 총 27개로 이루어지며, 한글의 자음과 모음이 하나의 한글 문자를 구성하듯이, 자음 지문자와 모음 지문자를 합하여 하나의 한글 지문자

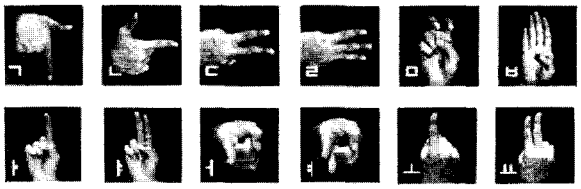

그림 1. 한글 지문자의 예[7]
Fig. 1. Examples of Korean Manual Alphabet.

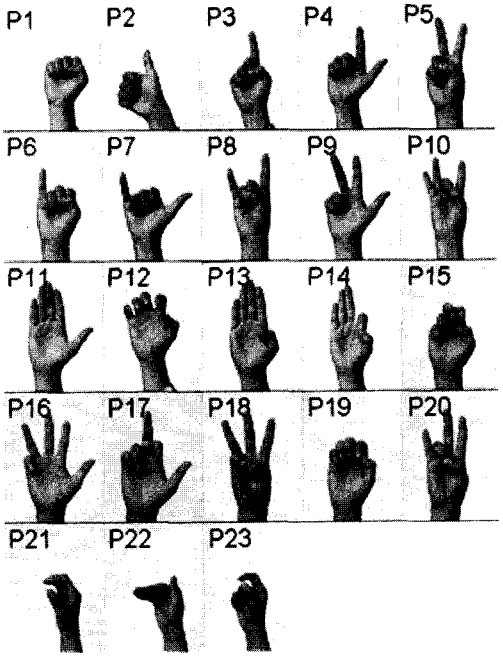

그림 2. 한국 수화의 다양한 손 모양[8]
Fig. 2. Various Hand Shape in Korean Sign Language.

표 1. 손 모양의 표현상 의미[11]
Table 1. Expressive Meaning of Hand Shape.

손 모양	표현상 의미	수화 예
주먹을 쥠	다부짐	싸움, 바위
엄지만 펴서 세움	남자	제일, 남자
자연스럽게 폄	강박	박수, 보
약간 구부림	고생	걱정, 슬픔
주먹을 쥐고 검지만 폄	하나, 지시	말, 무엇
'O'와 같이 둥글게 쥠	돈, 경제	돈, 금
주먹을 쥐고 소지를 폄	여자, 부정	숙녀, 불량
주먹을 쥐고 엄지와 검지만 폄	시간	시계, 크다

를 형성한다.

그림 1과 그림 2는 몇 가지 지문자에 대한 손 모양[7]과 수화에서 사용되는 손 모양의 예를 보인다[8]. 수화 동작을 표현할 때 손 모양을 여러 가지로 바꾸는 경우가 있는데, 손 모양들을 관찰해 보면 일반적으로 가위 형, 제일 형, 주먹 형, 보 형 등 다양한 모양으로 나눌

수 있다[9]. 이를 정리하여 Stoke는 21가지의 손 모양을 제시하였으며 김승국은 30가지[9]를 제시하였다, 석동일은 21개의 기본 손 모양과 23개의 이형 손 모양을 제시하였는데, 이 중 19개는 한국, 일본, 미국이 동일한 손 모양을 가지고 있다[11]. 연구자마다 손 모양의 개수에 차이가 있는 것은 보는 관점의 차이에서 비롯된 것이지만[10], 공통적인 부분도 많이 관찰된다. 표 1은 장진권의 손 모양에 기초하여 어원적 의미와 예시를 보인다[11].

2. 손 모양 변화에 관한 연구

청각장애인들은 수화를 표현하면서 수화 단어를 바꿀 때마다 손 모양을 연속적으로 바꾸는 경우가 많다. 수화 문장의 흐름에서 현재 수화 단어의 키 프레임과 다음 수화 단어의 키 프레임 사이에 수화 동작의 변화로 인하여 각각 다른 손 모양이 발생하는 것이다. 예를 들어, 그림 3은 "가지다"라는 수화 단어를 표현할 때 손 모양이 변하는 것을 보여준다[10]. 키 프레임 방식의 애니메이션에서 수화 아바타의 손을 자연스럽게 움직이기 위해서는 복잡한 키 프레임 데이터를 입력하여야 하는데[10], 이를 단순화하기 위해 키 프레임 간의 보간 기법을 도입하였다. 수화 동작을 시작할 때의 손 모양과 중간 단계에서의 손 모양, 마지막의 손 모양이 다르면, 3개의 키 프레임에 각각 다른 손 모양 정보를 삽입하고, 보간법과 타이머 함수를 이용하여 일정한 시간에 키 프레임 사이의 손 모양 변화를 스스로 생성하도록 하였다.

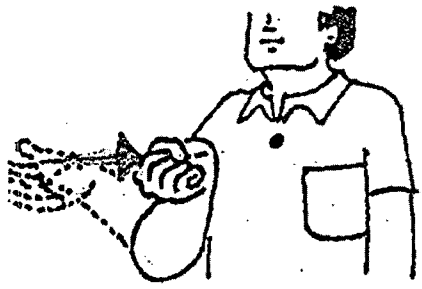

그림 3. "가지다" 수화에서의 손 모양 변화[16]
Fig. 3. Hand Shape Change in a Sign Word "Take".

3. 기존의 손 모양 편집기

손 모양 편집기는 수화 단어 편집 프로그램의 구성 요소로서 손 모양을 임의대로 선택하고 손가락 관절 회전각을 조정하며 가상현실 공간에서 아바타의 손 모양을 바꾸는 도구이다. 한국과학기술원 변증남 교수 연구실에서는 1998년 수화 단어 편집 프로그램에 그림 4와

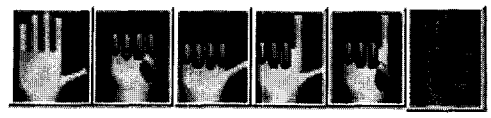

그림 4. 손 모양 선택 버튼
Fig. 4. Icon Buttons to Select Hand Shape.

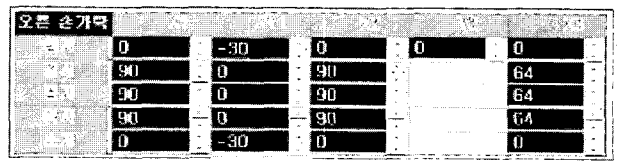

그림 5. 손 모양을 생성하기 위한 손가락 관절 조절
Fig. 5. Adjustment of Joint Angles to Construct Hand Shape.

같은 손 모양 선택 기능을 추가하고 손 모양 편집기를 개발하였다[10]. 하지만, 그림 4와 같이 손 모양 선택 버튼이 다양하지 못하기 때문에 아바타의 손 모양을 편집하기 위해 그림 5와 같이 수화 단어 데이터베이스에 저장되어 있는 손가락 관절 회전각을 대응되는 손 모양의 3D 그래픽을 보지 않고 편집해야 한다. 따라서, 사용자가 손가락 관절 회전각과 손 모양의 관계를 잘 이해하지 못하면 손가락 관절 회전각을 제대로 입력하지 못하는 경우가 발생한다[12].

III. 손 모양의 구성

1. 손 모양 디자인

개발한 손 모양 편집 프로그램에서는 아바타 손의 사실적인 표현과 친근감을 강조하면서도 3D 그래픽의 처리 속도를 높이기 위해, 3D MAX 기반의 손 모델 정보를 ASE(ASCII Scene Export)를 사용하여 OpenGL 기반의 C언어 코드로 변환하였다[13]. 실제 아바타의 손동작 애니메이션을 자연스럽게 보이기 위해서는 그래픽을 처리하기 위한 계산이 많이 필요하지만

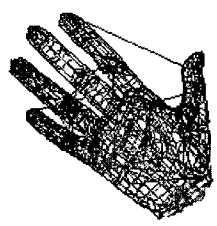

그림 6. 손의 선 프레임
Fig. 6. Wire Frame of Hand.

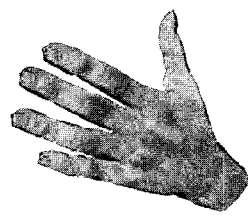

그림 7. 손의 표면
Fig. 7. Hand Surface.

그림 6과 같은 복잡한 선 프레임(Wire Frame)을 텍스처 표면을 만드는 테두리선 수준으로 줄이고 그림 7과 같이 모델의 표면에 텍스처를 표시하였다. 또한, 친근감을 주기 위해 표면에 광택 효과와 매끄러운 효과, 명암 효과를 넣었다.

2. 손가락 관절

수화 발생기에서 중요한 부분은 양손과 양팔, 몸의 움직임인데, 특히 양손의 움직임이 굉장히 중요하다. 수화 아바타가 수화를 표현할 때 손 모양을 정확히 하여야 청각장애인이 이해하기 쉽기 때문이다. 실제와 유사한 손 모양을 만들기 위해서는 그림 8과 같이 사람의 손가락 마디와 마디를 연결하는 손가락 관절을 아바타 손의 손가락 관절로 설정하여야 하는데[14], 손가락의 움직임을 부드럽게 제어하기 위해 그림 9의 검은 점과 같이 아바타 손 모델에 15개의 손가락 관절을 설정하였다. 그림 10은 손가락 관절을 제어하기 위한 계층적인 구조를 나타낸 것이며[13], 표 2는 각 손가락 관절의 회전각을 표시한 것이다. 손가락 관절의 회전각은 엄지손가락 데이터 5개, 나머지 손가락의 데이터 각각 4개씩, 총 21개의 데이터로 구성된다. 엄지의 경우에는 두 개

그림 8. 손의 구조[14]
Fig. 8. Structure of Hand.

그림 9. 손가락 관절의 위치
Fig. 9. Joint Positions at Each Finger.

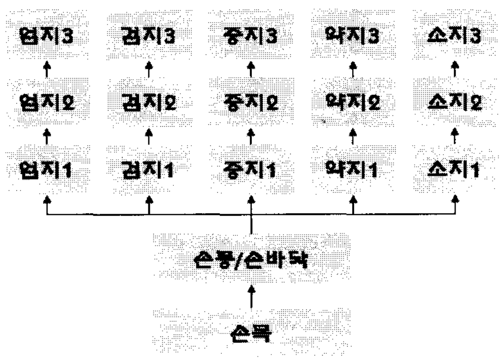

그림 10. 손의 계층적인 제어 구조
Fig. 10. Hierarchical Control Structure of Hand.

표 2. 손가락 관절 데이터 ('굽은 구' 손 모양의 예)
Table 2. Joint Angle Data of Each Finger.

	첫째 관절		둘째 관절		셋째 관절
회전	Pitch	Yaw	Pitch	Yaw	Pitch
엄지	0	0	0	0	0
검자	30	0	0		0
중지	30	0	0		0
약지	30	0	0		0
소지	30	0	0		0

관절의 굽힘(Picth), 엄지와 손목을 연결하는 관절의 굽힘(Picth), 엄지와 검지 사이의 벌림(Yaw), 손바닥 방향의 엄지의 벌림(Yaw) 데이터로 구성되고, 나머지 손가락의 데이터는 세 관절의 굽힘(Picth)과 다른 손가락과의 손가락 벌림(Yaw) 데이터로 구성되어 있다. 손가락 관절의 회전각은 Roll-Picth-Yaw 표현법을 따르며 -30도부터 90도까지 변한다[12].

3. 손 모양 코드

사용자가 편집기를 사용하여 구현한 손 모양은 표 3과 같이 코드번호와 손 모양 이름을 지정하여 수화 단어 편집기의 손 모양 데이터 형식으로 저장된다. 손 모

표 3. 손 모양 데이터의 형식
Table 3 Hand Shape Data Format.

손 모양 코드	손 모양 이름	손 관절 각도
010100	구	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
010200	구십	0 0 0 0 0 0 10 90 30 0 5 90 30 0 0 90 30 0 -10 90 30
010300	굽은구	0 0 0 0 0 30 0 0 0 30 0 0 0 30 0 0 0 30 0 0 0

표 4. 손 모양 코드의 구조
Table 4. Structure of Hand Shape Code.

손 모양코드	손 모양 그룹번호	손 모양번호	손 모양이름
010100	01	01	구
010200	01	02	구십구
010300	01	03	굽은 구

양을 쉽게 검색할 수 있도록 손 모양 코드는 표 4와 같이 서로 유사한 손 모양을 그룹으로 묶은 그룹 번호 두 자리와 손 모양 번호 두 자리, 일련번호 두 자리로 구성하였다[13].

4. 손 모양 데이터를 포함한 수화 동작 데이터

손 모양과 수화 단어를 쉽게 편집할 수 있도록 표 5의 첫째 행에 굵은 글씨로 표시된 42개의 양손 관절각을 둘째 행에 굵은 글씨로 표시된 2개의 여섯 자리 손 모양 코드로 변경하였다. 그림 11은 수화 단어 데이터베이스에 저장되는 수화 동작 데이터의 형식이며, 어깨와 팔꿈치, 손목의 관절각과 손 모양 코드로 구성되어 있다. 기존의 수화 발생 시스템이 표 5의 첫째 행과 같은 수화 동작 데이터를 사용하기 때문에 수화 데이터베이스의 용량이 증가하고 검색이 느려 수화 동작의 그래픽 표현에 지연이 발생하였지만, 표 5의 둘째 행과 같이 수화 동작 데이터의 형식을 개선함으로써 데이터베이스의 용량이 감소하고 검색 속도가 증가하였다.

표 5. 수화 동작 데이터의 형식
Table 5. Sign Motion Data Format.

기존의 데이터	-20 -70 -50 0 0 0 0 -10 20 0 0 0 0 -15 0 0 0 -10 0 0 0 0 0 0 0 10 0 0 0 40 -25 35 135 25 0 50 0 20 0 0 0 20 0 0 0 60 10 90 60 60 10 90 60 60 0 90 60
개선된 데이터	-20 -70 -50 0 0 0 0 010900 40 -45 35 125 25 0 50 150500

오른쪽: [어깨(3), 팔꿈치(1), 손목(3), 손 모양코드]
왼쪽: [어깨(3), 팔꿈치(1), 손목(3), 손 모양코드]

그림 11. 수화 동작 데이터의 구조
Fig. 11. Structure of Sign Motion Data.

Ⅳ. 프로그램 구현 및 데이터 분석

1. 손 모양 편집 프로그램의 구현

그림 12와 같이 손가락 관절의 움직임을 제어하는 슬라이드 바와 데이터 입력을 통해 엄지손가락과 검지, 중지, 약지, 소지의 각 관절 회전각을 조정할 수 있으며, 손의 위치와 방향, 모양을 쉽게 알 수 있도록 마우스 드래그를 통해 X축 혹은 Y축을 중심으로 전체 손 모델을 회전시킬 수 있도록 하였다. 또한, 손 모양 이름과 손 모양 코드 번호를 설정하고, 검색, 추가, 수정, 삭제 기능을 제공하여 사용자가 손 모양을 쉽게 편집할 수 있

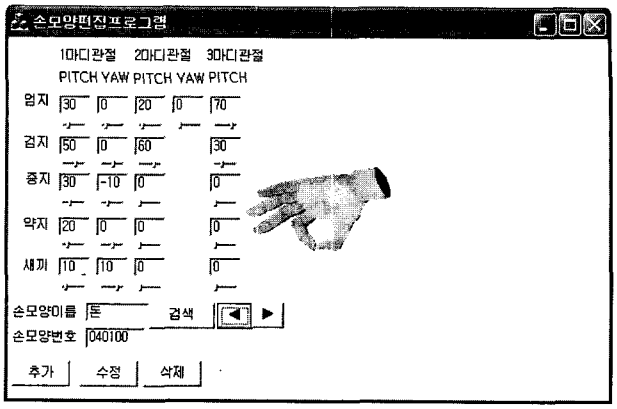

그림 12. 손 모양 편집 프로그램
Fig. 12. Hand Shape Editor.

도록 하였다[13]. 그림 12는 "돈"에 대한 손 모양을 편집한 결과를 보인다.

2. 손 모양 데이터의 생성

손 모양 편집 프로그램을 이용하여 그림 13과 같이 다양한 손 모양을 생성하였다. 지문자와 지숫자, 사물의 형상을 기준으로 손 모양의 이름을 정의하였다.

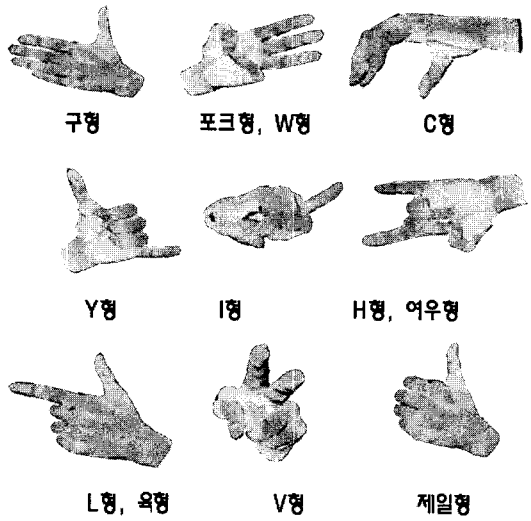

그림 13. 손 모양 편집기로 생성한 손 모양
Fig. 13. Hand Shape Constructed by a Hand Shape Editor.

3. 손 모양 데이터의 분석 및 손 모양 변화 실험

한국수화사전[15]에 수록된 10,000개의 단어 중 약 1,600개의 단어를 수화 데이터베이스로 구축하였다. 수화 단어를 표현하는 손 모양의 개수는 총 189개이고, 수화 데이터베이스에 수록된 전체 손 모양의 개수는 10,962개이다. 1,600개의 단어 중에서 임의로 10개의 단

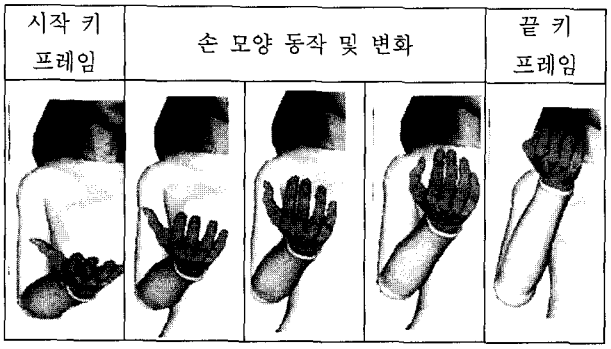

그림 14. "가지다" 수화 단어에 대한 보간법의 결과
Fig. 14. Interpolation Result for a Sign Word "Take".

어를 선택하여 손 모양 코드를 사용한 경우와 사용하지 않은 경우에 대한 파일 용량을 비교하였는데, 각각 2.52 KB와 5.94 KB로 관찰되었으며 약 58%정도로 데이터 용량이 줄어들었다. 그림 14는 보간법을 이용하여 "가지다" 수화 단어에 대한 손 모양의 변화를 구현한 예를 보인다.

V. 결 론

개발한 손 모양 편집 프로그램을 사용하면 다양한 손 모양을 쉽게 생성하거나 편집할 수 있으며, 생성된 손 모양 데이터는 코드번호를 통해 수화 단어 편집 프로그램과 연동되기 때문에 전체 데이터의 양을 줄이면서 수화 동작 데이터를 보다 쉽게 구성할 수 있다.

손가락 관절의 회전각을 입력하기 위한 사용자 인터페이스의 개선과 장갑장치에 의한 손 모양 입력 방법에 대한 연구가 앞으로 필요하다.

참 고 문 헌

[1] 석동일, *한국수화의 언어학적 분석*, 박사학위논문, 대구대학교 대학원, 1989.
[2] "手話", http://ja.wikipedia.org/wiki/手話
[3] 변증남, 장원, 김종성, 박규태, *지능적 인식 및 제어에 관한 연구 II*, 최종보고서, 한국과학기술원, 1994년 4월.
[4] 변증남, 장원, 김정배, 김대진, 조성식, *청각장애인 교육을 위한 수화 통역시스템의 개발*, 최종보고서, 한국과학기술원, 2000년 1월.
[5] 장효영, 오영준, 정성훈, 박광현, 변증남, "청각장애인을 위한 작업 현장용 한국 수화 메시지 보드의 개발," *한국HCI학회 2007 학술대회 논문집*, pp. 393-398, 평창, 2007년 2월.
[6] 장효영, 정진우, 박광현, 변증남, "여러 카메라와 관절 각도 데이터를 이용한 관찰 방향에 강인한 손모양 인식," *한국HCI학회 2004 학술대회 논문집*, pp. 74-80, 평창, 2004년 2월.
[7] 강주해 외, *한국수화*, 한국농아인협회, 2001.
[8] 변증남, 장원, 김정배, 김대진, 조성식, 감도영, *청각 장애인 교육을 위한 수화 통역 시스템의 개발*, 최종보고서, 한국과학기술원, 2001.
[9] 김승국, *한국수화의 심리언어학 연구*, 박사학위 논문, 단국대학교 대학원, 1984.
[10] 변증남, 장원, 박규태, 이찬수, 김정배, 김종형, 변종은, *지능적 인식 및 제어에 관한 연구 IV*, 최종보고서, 한국과학기술원, 1998.
[11] 장진권, *한국 수화의 어원적 의미*, 석사학위 논문, 단국대학교 교육대학원, 1996.
[12] 오영준, 박광현, 장효영, 정진우, 김대진, 변증남, "수화 동작 그래픽 편집기 개선에 관한 연구", *한국HCI학회 2006 학술대회 논문집*, pp. 976-981, 평창, 2006년 2월.
[13] 오영준, 박광현, 정성훈, 장효영, 변증남, "수화 아바타의 동작 데이터베이스를 위한 그래픽 사용자 인터페이스의 개선," *한국HCI학회 2007 학술대회 논문집*, pp. 851-856, 평창, 2007년 2월.
[14] Carl van Heezik, Hand Modeling Workshop, http://www.microcan.nl/language_english/hand.htm
[15] 김삼찬, 이선호 외, *한국 수화사전*, 형설출판사. 2005.
[16] "표준수화사전", 금옥학술문화재단, 1982년

저 자 소 개

오 영 준(정회원)

2001년 성공회대학교 정보통신학과 학사 졸업.
2003년 숭실대학교 컴퓨터학과 석사 졸업.
2004년~현재 한국과학기술원 인간친화 복지 로봇시스템 연구센터 연구원.

<주관심분야 : 수화공학, 인간-컴퓨터 상호작용(HCI), 재활공학>

변 증 남(정회원)

1969년 서울대학교 전자공학과 학사 졸업.
1972년 University of Iowa 전자공학과 석사 졸업.
1975년 University of Iowa 수학과 석사 졸업.
1975년 University of Iowa 전자공학과 박사 졸업.
1976년~1977년 University of Iowa 조교수
1981년~1982년 University of Iowa 객원부교수
1987년~1988년 Syracuse University 객원연구원
1988년 일본 동경공대 객원교수
1990년~1995년 한국퍼지및 지능시스템학회 회장
2001년 대한전자공학회 회장
2003년~2005년 국제퍼지시스템학회(IFSA) 회장
2003년~2006년 한국로봇공학회 회장
1977년~현재 한국과학기술원 전자전산학과 교수
1999년~현재 한국과학기술원 인간친화 복지 로봇시스템 연구센터 소장
2005년~현재 한국전력 석좌교수

<주관심분야 : 지능제어, 학습이론, 소프트컴퓨팅, 서비스 로봇, 재활공학>

박 광 현(정회원)

1994년 한국과학기술원 전자전산학과 학사 졸업.
1997년 한국과학기술원 전자전산학과 석사 졸업.
2001년 한국과학기술원 전자전산학과 박사 졸업.
2005년~현재 한국과학기술원 전자전산학과 BK 초빙교수

<주관심분야 : 학습이론, 지능로봇, 인간-로봇 상호작용, 재활공학>