

수화 동작 그래픽 편집기 개선에 관한 연구

오영준¹, 박광현², 장효영³, 김대진⁴, 정진우⁵, 변증남⁶
한국과학기술원 인간친화 복지 로봇시스템 연구센터¹⁴⁵
한국과학기술원 전자전산학과 전기 및 전자공학 전공²³⁶
{yjooh¹, djkim³, jinwoo⁴}@ctrsys.kaist.ac.kr, akaii@robotian.net²,
hyjang@gmail.com³, zbien@ee.kaist.ac.kr⁶

Study on improvement of graphic motion editor for sign language

Young-Joon Oh¹, Kwang-Hyun Park², Hyoyoung Jang³, Dae-Jin Kim⁴,
Jin-Woo Jung⁵, Zeungnam Bien⁶
Human-friendly Welfare Robot System Engineering Research Center, KAIST¹⁴⁵
Dept. of Electrical Engineering and Computer Science, KAIST²³⁶

요약

수화는 청각장애인이 사용하는 시각적인 언어이다. OpenGL 기반의 가상 현실 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 얼굴 표정을 표현하는데 어려움이 있다. 또한, 수화 사전에 포함되는 각 수화 단어의 데이터 수가 많기 때문에 이를 효율적으로 생성하고 저장하는 프로그램이 절실히 필요하다.

본 논문에서는 사용자의 편의성을 높이기 위해 수화 동작 그래픽 편집기를 개선하는 방법을 제안한다. 이를 위해 각 손 모양에 대해 21 개의 파라미터로 구성된 데이터를 손가락 별로 분류한 후, 손가락 고유 기호로 변환하고, 손 모양 이름과 일련 번호를 부여하여 손 모양 데이터를 얻었으며, 유사한 손 모양을 그룹으로 묶은 손 모양 그룹 데이터를 구성하여 손 모양 데이터 사전을 구축하였다. 구축된 손 모양 사전을 수화 동작 편집기에 적용함으로써 사용자는 손 모양 그룹과 손 모양 이름, 일련번호를 선택하여 손의 각 관절 움직임을 쉽게 편집할 수 있으며, 이를 가상현실 공간에서 움직여 볼 수 있다. 또한, 얼굴 표정과 안색을 편집할 수 있는 기능을 추가함으로써 수화 동작 중에 얼굴 표정을 쉽게 표현할 수 있도록 하였다.

Keyword : 수화, 그래픽 동작 편집기, 가상현실, 얼굴 표정

1. 서론

정보통신 기술의 발전은 정보에 대한 접근을 용이하게 하였을 뿐만 아니라 풍부한 정보의 제공으로 일상 생활의 변화를 야기하였다. 그러나 청각장애인의 경우, 언어의 차이로 인한 의사소통 상의 문제로 이와 같은 기술적 혜택에서 소외되어 있는 실정이다. 수화는 일반인이 일상생활에서 사용하는 언어 체계와는 다른 하나의 독립적인 언어이며, 청각장애인에게 있어 모국어와 다름없다. 그들에게는 문자나 구두언어를 이용한 의사 소통 방

식보다 수화가 더 자연스럽다. 이러한 관점에서, 수화를 이용한 정보 접근 방식에 대해 많은 연구가 진행되어 왔다 [1]. 가상 세계에서 사용자를 대신하는 3D 아바타는 이미 다양한 분야에서 연구되어 왔는데, 사용자가 거부감을 갖지 않고 가장 친근하게 받아들일 수 있는 형태가 자기 자신의 모습과 유사한 인체 형태라는 것을 가정한 것이다 [2].

OpenGL 기반의 가상현실 공간에서 수화 동작을 표현하기 위해서는 수화 동작 데이터를 삽입하고

수정하는 편집 프로그램이 필요하다. 수화 동작 그래픽 편집기는 그래픽 사용자 인터페이스를 통하여 수화 동작 데이터를 생성, 수정, 관리하는 프로그램이다. 수화 동작을 발생시키기 위해서는 수화 사전을 제작해야 하는데, 기존의 수화 동작 편집기는 수화를 잘 이해하지 못하는 일반 사용자가 손 모양을 정확하게 편집하거나 얼굴 표정을 표현하는데 어려움이 있다. 또한, 수화 단어의 수가 많고 수화 사전에 포함되는 각 수화 단어의 그래픽 데이터 수도 많기 때문에 이를 효율적으로 생성하고 저장하는 프로그램이 필요하다.

본 논문에서는 사용자의 편의성을 높이기 위해 수화 동작 그래픽 편집기를 개선하는 방법을 제안한다. 개발된 수화 동작 편집기는 WYSIWG (What You IS What You Get) 그래픽 사용자 인터페이스를 사용하기 때문에 수화교사나 청각장애인이 수화 동작을 쉽게 제작하고 편집할 수 있으며, 시대의 변화와 정보통신의 발달로 새로 만들어지는 전문용어에 대해 새로운 수화 단어를 쉽게 만들어 추가할 수 있다. 사용자가 3D 아바타의 수화 동작을 편집하면 화면에 바로 3 차원 그래픽으로 표현되며, 한 프레임씩 제작한 후 여러 프레임을 제어하는 기능, 여러 수화 데이터를 모아 수화 사전을 만드는 기능 등이 제공된다. 개발된 수화 동작 편집기는 수화 단어의 손 모양 그룹과 손 모양 이름, 일련번호, 프레임 번호, 시간 지연 값, 얼굴 표정 번호, 양 팔의 데이터를 입력할 수 있도록 구성하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2 절에서는 기존 연구에 대해 간략히 소개하고 문제점을 밝힌다. 제 3 절에서는 손가락 기호와 데이터 추출 방법을 제안하고, 제 4 절에서 얼굴 표정에 대해 다룬다. 제 5 절에서 그래픽 뷰 회전을 설명하고, 제 6 절에서 구현 결과를 보인다. 마지막으로 제 7 절에서 논문의 결론을 기술한다.

2. 기존 연구 및 문제점

수화 단어의 데이터를 편집하기 위해서는 많은 데이터 값을 설정해 주어야 한다. 각 프레임에 대한 그래픽 정보는 화면에 보여지는 시간 데이터 1

개와 표정 데이터 1 개, 오른팔과 왼팔 각각에 대한 28 개의 관절 데이터로 구성된다. 각 팔의 관절 데이터는 어깨 관절 회전각 3 개, 팔꿈치 관절 회전각 1 개, 손목 관절 회전각 3 개와 손가락 데이터 21 개로 구성되어 있으며, 회전각은 RPY 표현법을 따른다. 손가락과 관련된 21 개의 데이터는 엄지 손가락 데이터 5 개, 나머지 네 손가락 데이터 각각 4 개씩으로 구성되어 있다. 엄지의 경우 엄지 손가락 두 관절의 굽힘, 엄지와 손목 부위의 연결 관절의 굽힘, 엄지와 검지 사이의 벌림, 손바닥으로 향한 엄지의 굽힘 데이터로 구성되고, 다른 4 개의 손가락 데이터는 세 관절의 굽힘과 다른 손가락과의 손가락 벌림 데이터로 구성되어 있다. 손가락 관절의 굽힘은 0 도부터 90 까지 변할 수 있고, 나머지 데이터는 0 도부터 180 도까지 변할 수가 있다.

기존의 수화 그래픽 편집기는 그림 1 과 2 에서와 같이 아바타의 손 모양을 편집하기 위해 각 프레임의 손가락 관절 회전각을 직접 편집해야 한다. 따라서, 손가락 관절 회전각과 손 모양의 관계를 잘 이해하지 못하면 손가락 관절 회전각을 제대로 입력하지 못하는 경우가 발생한다. 개발된 편집기에서는 손가락 관절 회전각을 직접 입력하지 않고, 손 모양 분류에 따른 손 모양 데이터 사전을 구성하여 손 모양 편집을 쉽게 할 수 있도록 하였다.

또한, 기존 수화 동작 편집기에서는 얼굴 표정에 대한 기능이 없거나 편집하는데 어려움이 있다. 개발된 편집기에서는 얼굴 표정을 편집하는 기능과 함께 전체 모델을 회전시켜가며 살펴볼 수 있도록 OpenGL 기반의 3 차원 그래픽 모델링 뷰를 내장하여 개발하였다.

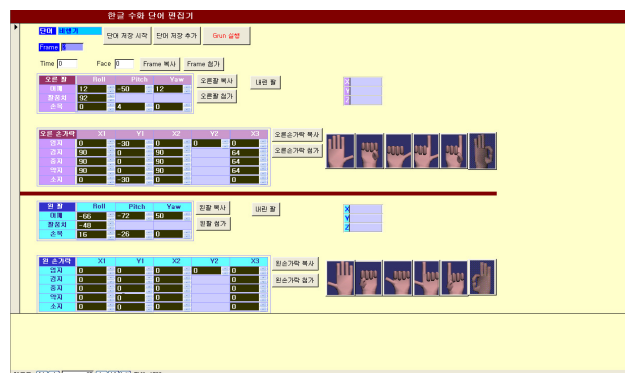


그림 1. 기존 수화 동작 그래픽 편집기

오른손가락	X1	Y1	X2	Y2	X3
엄지	0	-30	0	0	0
검지	90	0	90		64
중지	90	0	90		64
약지	90	0	90		64
소지	0	-30	0		0

그림 2. 손가락 데이터 편집 화면

3. 손가락 기호와 수화 데이터 추출

사용자가 수화 동작 그래픽 편집기를 이용하여 손 모양을 쉽게 편집할 수 있도록 하기 위해 유사한 손 모양 이름을 편집할 수 있는 기능을 추가하였다. 이를 위해 우선, 손가락 기호에 대해 설명하고, 손 모양 데이터 사전 구성, 수화 데이터 추출에 대해 각각 설명한다.

3-1. 손가락 모양 고유기호

그림 3 과 4 에서 검은색 사각형은 손가락을 나타내고, 사각형 안의 원은 관절을 나타낸다. 엄지 손가락을 제외한 나머지 각 손가락의 모양에 대한 고유 기호는 표 1 과 같이 표현할 수 있는데, 첫 번째 관절의 X 축 회전, 첫 번째 관절의 Y 축 회전, 두 번째 관절의 Y 축 회전, 세 번째 관절의 Y 축 회전 순서로 회전각을 숫자로 표시한다. 이때, X 축 회전은 실제 값의 1/5 을, Y 축 회전은 실제 값의 1/10 로 표시한다. 즉, 첫 번째 관절의 X 축 회전각이 30 도, Y 축 회전각이 60 도, 두 번째 관절의 Y 축 회전각이 30 도, 세 번째 관절의 Y 축 회전각이 60 도인 경우, 손가락 모양 고유기호는 6636 이 된다. 엄지 손가락의 경우, X 축 회전, Y 축 회전 모두 실제 값의 1/10 이라는 것과 두 개의 회전각이 추가된다는 것만 다르다.

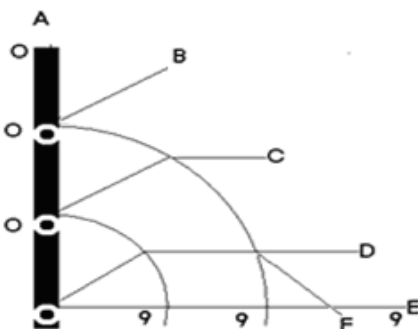


그림 3. 손가락 관절의 Y 축 회전

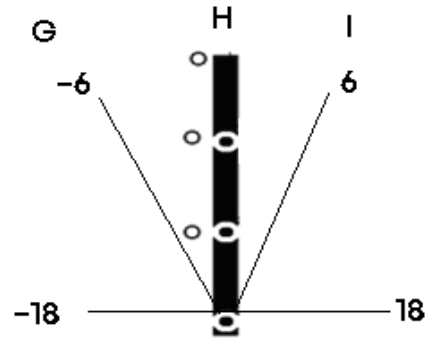


그림 4. 손가락 관절의 X 축 회전

표 1. 손가락 모양의 고유기호와 손가락 관절의 회전각

손가락 모양	고유기호	회전각
A	0000	0 0 0 0
B	0006	0 0 0 60
C	0063	0 0 60 30
D	6030	60 0 30 0
E	9000	90 0 0 0
F	6033	60 0 30 30
G	0-600	0 -30 0 0
H	0000	0 0 0 0
I	0600	0 30 0 0

3-2. 손 모양 데이터 사전 구성

표 2 와 같은 손 모양 데이터 사전을 만들기 위해 손 모양이 서로 유사한 손 모양 그룹을 구성하고, 표 3 과 같이 각 손 모양에 대한 손가락 모양 고유기호 및 일련번호를 구성하였다. 앞 절에서 설명한 바와 같이 손가락 모양 고유기호는 그림 5 와 같은 회전각 변환에 의하여 표 4 와 같은 실제 손가락 회전각으로 변환되어 그림 6 과 같이 화면에 표시된다. 그림 6 은 ‘돈’의 일련번호 2 에 대해 여러 방향에서 살펴본 화면이다.

표 2. 유사한 손 모양에 대한 손 모양 그룹

손 모양 그룹	손 모양 이름
일군	하나, 굽은 하나, 굽은 십, 디, ...
이군	둘, 굽은 둘, 브이, 굽은 브이, ...
돈군	돈, 중원, 반원, 해중, ...
...	...

표 3. ‘돈’의 손 모양 이름의 손가락 고유기호

엄지	검지	중지	약지	새끼	일련번호
500-40	5062	0000	0000	0000	1
700-60	8033	0000	0000	0000	2
700-60	9033	1000	0000	0000	3

표 4. '돈'과 일련번호 '2'의 손 모양 데이터

가락	손가락 관절 자유도
엄지	70 0 0 -60 0
검자	80 0 30 30
중지	0 0 0 0
약지	0 0 0 0
새끼	0 0 0 0

```
char Finger[5][5]; //손가락기호
int n; //n 째 손가락
int a=0// 회전각 순서번호
int Fingeract[5][5]; // 손가락 관절 자유도
// atoi -> 문자형 변수를 숫자형 변수로 전환하는 함수
for(n=0;n<5;n++)
{
    if(n==0) //엄지
    {
        for(int a=0;a<5;a++)
        {
            Fingeract[n][a]= atoi( Finger[n][a])*10
            // 엄지 손가락의 n 째 관절 회전각 =엄지 손가락
            기호의 n 번째 자리 값*10
        }
    }
    else
    {
        Fingeract[n][1]= atoi(Finger[n][0])*10
        // 나머지 손가락의 첫 번째 관절 Y 축 회전각 =
        손가락기호의 두 번째 자리 값*10
        Fingeract[n][2]= atoi(Finger[n][1])*5
        // 나머지 손가락의 첫 번째 관절 X 축 회전각 =
        손가락 기호의 첫 번째 자리 값*5
        Fingeract[n][3]= atoi(Finger[n][2])*10
        Fingeract[n][4]= atoi(Finger[n][3])*10
    }
}
}
```

그림 5. 손가락 모양 고유기호를 손가락 관절 회전각으로 변환하는 방법

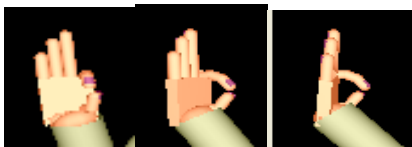


그림 6. '돈' 과 일련번호 '2'의 손 모양

3-3. 수화 데이터 추출

현재 수화사전에 수록된 6,000 단어 중 약 1,200 단어에 대한 수화 DB 가 구축되어 있는데, 이것은 청각장애인 교육 과정에 근거하여 중학교 수준의 의사 소통을 가능하게 한다. 전체 수화 아바타 동작을 위한 수화 DB 프레임의 56 개 그래픽 데이터 구조는 그림 7 과 같은데, 팔호 안의 번호는 자유도 수를 의미한다 [3].

```
[오른손 데이터][왼손데이터](56)
[손 데이터](28):
어깨(3),팔꿈치(1),손목(3)
엄지(5),검지(4),중지(4),약지(4),새끼(4)
```

그림 7. 수화 동작 데이터 형식

```
int fingeract[5][5]; // 실제 회전각
int fingersymbol[5][5]; // 손가락 기호 값
CString Finger[5]; //5 개의 손가락 기호 문자열
int f; //손가락번호
int act; // 관절 자유도 번호
//엄지가락
for(act=0;.act<5;.act++)
{
    fingersymbol[0][act]=Fingeract[0][act]*0.1
}
Finger[0].format(fingersymbol[0]) // 손가락기호 생성
//검지~새끼 가락
for(f=1;f<5;f++)
{
    for(act=0;.act<4;.act++)
    {
        if(act=2) // X 축 회전
        {
            fingersymbol[f][act]=Fingeract[f][act]*0.2;
        }
        else //Y 축 회전
        {
            fingersymbol[f][act]=Fingeract[f][act]*0.1;
        }
    }
    Finger[f].format(fingersymbol[f]) // 손가락기호 생성
}
}
```

그림 8. 손가락 관절 회전각을 손가락 모양 고유기호로 변환하는 방법






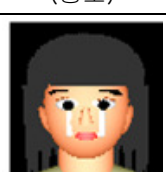
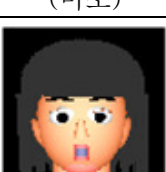

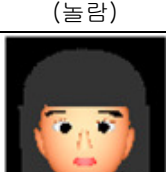

손 모양을 표현하는 회전각 56 개에서 손가락 데이터 21 개의 회전각을 추출하고, 각 손가락 별로 분류하여, 그림 8 과 같이 손가락 모양 고유기호로 변환한다. 손 모양 데이터 파일에서 손가락 모양 고유기호를 읽은후, 서로 일치하면 손 모양 그룹과 손 모양 이름, 손 일련번호를 추출하고 수화 그래픽 편집기의 손 모양을 업데이트한다.

4. 얼굴 표정 기능 및 인식

수화에서는 얼굴 표정이 감정과 의미 등의 정보 전달에 큰 역할을 한다. 같은 수화 단어를 표현하는 경우에도 경우에 따라 다양한 표정을 사용한다. 하지만, 기존의 수화 동작 편집기는 얼굴 표정을 편집하는 기능이 없거나 부족하여 사용자에게 친근감을 주기 어려웠다. 개발된 수화 동작 편집기

는 수화 데이터 사전의 수화 단어에 얼굴 표정 번호가 포함되어 있어서 표 5 와 같은 10 가지 얼굴 표정을 선택할 수 있다. 또한, 노란색, 파란색, 빨간색으로 상황에 따른 안색을 표현할 수 있는데, 빨간색은 화난 얼굴, 노란색은 웃은 얼굴, 파란색은 공포를 느끼는 얼굴에 해당된다 [4], [5].

표 5. 10 가지 얼굴 표정

얼굴 번호	얼굴 표정	얼굴 번호	얼굴 표정
0	 (중립)	5	 (화남)
1	 (꼭소/웃음)	6	 (공포)
2	 (미소)	7	 (눈물 흘림)
3	 (놀람)	8	 (역겨움)
4	 (슬픔)	9	 (눈감음)

5. 3차원 모델링 그래픽 뷰

아바타의 손 위치와 방향, 모양을 실제 수화자 수준으로 자세히 편집하기 위해 전체 몸체 모델링을 X 축, Y 축으로 회전할 수 있는 기능을 추가하였다. 각 축의 회전 각도는 0 도~360 도이다. 그림 9 는 X 축 회전, 그림 10 은 Y 축 회전에 따른 그래픽 뷰를 보여준다.



그림 9. “감사하다” 수화 모델링의 X 축 회전



그림 10. “감사하다” 수화 모델링의 Y 축 회전

6. 구현

그림 11 은 개선된 수화 동작 편집기에 “비행기” 라는 수화 단어를 표현한 화면을 보여준다. 전체 모델링 그래픽 뷰가 내장되어 있어서 사용자가 아바타 화면을 상하좌우로 회전시켜 가며 살펴볼 수 있다. 그림 12 는 그림 11 에서 원으로 표시한 부분을 확대한 그림이다. “비행기” 라는 수화 단어는 손 모양 그룹 “아이군” 과 손 모양 이름 “와이”, 일련번호 “4” 에 해당한다. 그림 13 은 얼굴 표정을 설정하는 메뉴를 보여준다. 손가락 각 관절의 회전각을 직접 입력하는 대신, 손 모양 그룹과 손 모양 이름, 일련번호, 얼굴 표정을 선택함으로써 아바타의 손 모양과 얼굴 표정, 안색을 쉽게 설정할 수 있다.



그림 11. 개선된 수화 동작 편집기

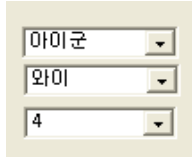


그림 12. 손 모양 그룹과 손 모양 이름, 일련 번호를 선택하는 화면

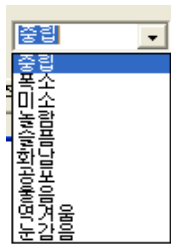


그림 13. 얼굴 표정을 선택하는 메뉴

7. 결론

본 논문에서는 아바타의 수화 동작을 쉽게 편집하기 위해 손 모양 그룹, 손 모양 이름, 일련 번호, 얼굴 표정을 설정하는 개선된 수화 동작 편집기를 개발하였다.

추후 과제로 손가락 모양을 좀더 다양하고 자연스럽게 만들기 위해 퍼지이론을 적용할 예정이다.

Acknowledgement

본 연구는 과학기술부/한국과학재단 우수연구센터 육성사업의 지원으로 수행되었음 (R11-1999-008)

참고 문헌

- [1] 석동일, “한국수화의 언어학적 분석,” 박사학위 논문, 대구대학교 대학원, 1989
- [2] 김종성, 도준형, 박광현, 김정배, 송경준, 변증남, “등각 사상을 이용한 인체 아바타의 장애

물 회피 경로 생성에 관한 연구,” 대한전자공학회 논문지, 제 38-CI 권, 제 1 호, 2001

- [3] 김대진, 김정배, 장원, 변증남, “TV 자막 신호를 이용한 한글 수화 발생시스템의 개발,” 대한전자공학회 논문지, 39 권 CI 편 5 호, pp. 32-44, 2002

- [4] Dae-Jin Kim and Zeungnam Bien, “A 'personalized' facial expression recognition with fuzzy similarity measure and novel feature selection method,” Proceedings of the 2004 IEEE International Conference on Fuzzy Systems, vol. 1, pp. 33-38, July 25-29, 2004

- [5] Young-Joon Oh, Kwang-Hyun Park, Hyoyoung Jang, Dae-Jin Kim, Jin-Woo Jung and Zeungnam Bien, “A Development of Sign Language Avatar for Text to Sign Translator,” Proceedings of the 6th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (ISIS 2005), pp. 1141-1145, September 28-October 1, 2005