

## 프로젝트 최종보고서

나는 송실대학교 컴퓨터학부의 일원으로 명예를 지키면서 생활하고 있으며, 보고서를 작성하면서 다음과 같은 사항을 준수하였음을 엄숙히 서약합니다.

1. 나는 자력으로 보고서를 작성하였습니다.
2. 나는 보고서에서 참조한 문헌의 출처를 밝혔으며 표절하지 않았습니다.
3. 나는 보고서의 내용을 조작하거나 날조하지 않았습니다.

교과목	전공종합설계 Ⅱ
교과목 담당교수	이 수 원

프로젝트 명	Kinect를 이용한 수화 번역기
프로젝트 수행기간	2012. 9. 3. ~ 2012. 12. 22.
프로젝트 지도교수	김계영
멘토 / 소속	하성욱 / (주)리얼허브
팀명	Limitless
팀원	이상준, 우태호, 김지아
제출일	2012. 12. 18.

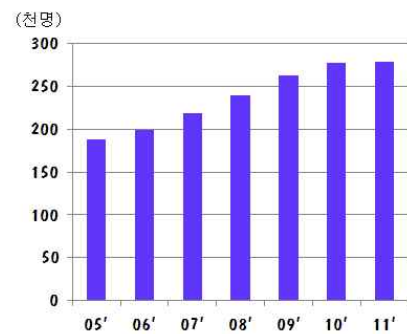
1. 프로젝트의 개요 .....	2
2. 관련 기술 현황 .....	4
3. 프로젝트 설계 내용 .....	7
4. 프로젝트 예상 결과 .....	27
5. 기대 효과 및 활용 방안 .....	32
6. 프로젝트 수행 체계 .....	33
7. 결론 및 향후 연구 .....	42
8. 참고 문헌 .....	43
첨부 A. 수상내역 .....	45
첨부 B. 회의록 .....	47
첨부 C. 후기 .....	59
첨부 D. Source Code .....	60

## 1. 프로젝트의 개요

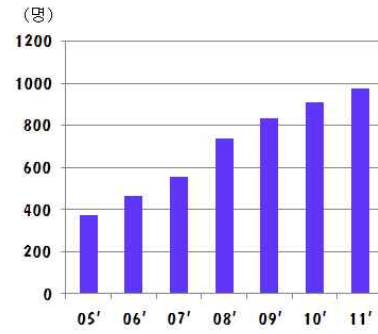
### 1-1. 프로젝트 개발 배경

청각·언어 장애인은 듣지 못하고 말하지 못하기 때문에 다른 사람과 수화로, 혹은 필담으로 의사소통을 한다. 하지만 필담은 시간이 오래 걸리며 체력 소모가 크기 때문에 청각·언어 장애인은 수화를 선호한다. 따라서 수화로 의사소통을 해야 하는 청각·언어 장애인과 수화를 알지 못하는 비장애인 간에는 의사소통의 어려움이 있다.

현재 우리나라의 청각·언어 등록 장애인의 수는 2011년 12월 말 기준으로 27만 8530명이다([그림 1.1] 참조). 하지만 2011년까지 등록된 수화통역사의 수는 975명으로 청각·언어 장애인 285명당 수화통역사 1명꼴이다([그림 1.2] 참조). 따라서 청각·언어 장애인과 비장애인의 편의를 위한 수화 번역 서비스가 필요한 상황이다.



[그림 1.1] 청각·언어 등록 장애인 수



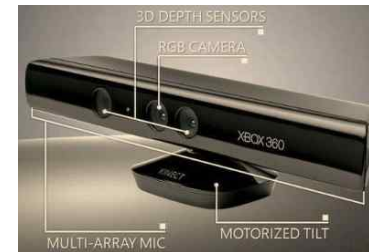
[그림 1.2] 수화통역사 수

기업이나 공공기관에서는 의무적으로 장애인을 고용해야 하는 법이 제정되어 있지만 청각·언어 장애인과 수화를 모르는 비장애인 사이에 소통의 문제가 수반된다. 수화를 인식하고 번역한 내용을 모니터에 문자, 스피커에 음성으로 출력하는 수화 번역기가 실용화된다면 청각·언어 장애인과 비장애인의 의사소통이 수월해질 것이다.

뿐만 아니라, 말이나 문자를 수화로 번역하는데 많은 연구가 있었던 반면, 수화를 비장애인이 알아들을 수 있도록 번역하는 제품은 국내에 상용화 된 것도 찾아보기 힘들며, 관련 연구도 많지 않다. 청각·언어 장애인과 비장애인의 의사소통을 돕는 연구가 단방향적인 구조에서, 비장애인의 말은 청각·언어 장애인에

게 수화로 번역되고 청각·언어 장애인의 수화는 비장애인이 알아볼 수 있는 문자로 번역되어 쌍방향적인 구조로 진행되어야 한다. 따라서 이 프로젝트는 현재 많이 진행되고 있는 말이나 문자를 수화로 번역해주는 것이 아니라 수화를 문자로 번역해준다는 점에서 기존 제품들과 차별성이 있고, 청각·언어 장애인과 비장애인 간의 의사소통을 쌍방향적으로 지원하는 시스템이 개발되는데 시발점이 될 것이다.

마이크로소프트의 동작인식 센서 'Kinect'는 RGB 카메라, 깊이 측정기, 마이크로폰으로 이루어져 있으며 신체의 48곳을 감지해 수화를 추적한다([그림 1.3] 참조). 센서가 손과 발을 포함해 몸 전체의 움직임을 실시간으로 읽어내고 앞뒤로의 움직임도 파악해 낸다([그림 1.4] 참조).



[그림 1.3] Kinect Sensor 설명



[그림 1.4] Kinect의 Motion Tracker

Kinect가 기능적인 장점과 비용, 규모의 측면에서 보았을 때 '청각·언어 장애인과 비장애인의 의사소통을 돕는 소프트웨어 개발'이라는 목적에 부합하므로, 본 프로젝트에서는 Kinect를 이용하여 수화를 인식하고 번역한 내용을 모니터에 문자, 스피커에 음성으로 출력하는 소프트웨어를 개발한다.

### 1-2. 프로젝트 최종 목표

청각·언어 장애인을 위한 Kinect를 이용한 수화 번역기 개발

- o 1단계 : 수화 단어 11가지를 인식할 수 있는 수화 번역 프로그램을 구현
- o 2단계 : 기존의 수화 단어에 더하여 문장으로 출력하는 수화 번역 프로그램을 구현

### 1-3. 중심어

[표 1.1] 중심어

한글	영상 인식	키넥트	수화	번역기	청각장애인
영문	Image recognition	Kinect	Sign language	Translator	Hearing-impaired person

## 2. 관련 기술 현황

### 2-1. 국내의 기술 동향 및 수준

#### 2-1-1. 영상 인식 기반 수화 인식 기술

영상 인식 기반 수화 인식 기술은 카메라를 통해 입력된 동작을 자동으로 분석하여 의미 없는 동작과 의미 있는 수화를 자동으로 구분하고, 사전에 정의된 수화 어휘로 인식한다. 가장 두드러진 기술은 최근에 고려대학교의 이성환 교수가 개발한 기술이다. 이 기술은 수화자의 손을 추적하고 손의 궤적과 형태 변화를 분석하여 화자의 의도를 자동으로 인식할 수 있는 ‘휴먼 수화 자동 분석 및 인식 기법’과 ‘기계 학습 기법’을 바탕으로 수화와 표정 등을 동시에 자동으로 인식하여 번역한다.<sup>1)</sup>

#### 2-1-2. 임베디드 장치 기반 수화 인식 기술

임베디드 장치 기반 수화 인식 기술은 주로 손 전체를 덮는 장갑에 센서를 장착한 형태이다. 이 기술은 장갑에 부착한 센서들을 통하여 손가락의 구부러짐과 손의 움직임을 인식하여, 해당 정보를 컴퓨터로 전송시켜서 문자나 음성으로 출력한다. 이러한 장갑 형태의 수화 번역기를 수화 장갑이라고 통칭한다.

[그림 2.1]는 Sign Translator로 2000년 라이언 패터슨(Ryan Patterson)이 개발한 최초의 수화번역 장갑이다. 이 장갑은 장갑에 붙어 있는 센서가 손가락을 구부리는 수화를 잡아내서 해당 신호를 컴퓨터로 옮겨 해당 수화를 알파벳으로 해석해서 모니터에 표시한다.

[그림 2.2]은 Accele Grove로 2003년에 미국 조지워싱턴 대학의 연구원인 호세 에르난데스 레볼라가 개발하였다. Accele Grove는 번역한 수화 내용을 모니터에 문자의 형태로 표시한 Sign Translator와 다르게 음성으로 전환한다. Accele Glove는 장갑 표면에 소형 컴퓨터 칩이 있고 팔과 손에 연결할 수 있는 장치로 구성되어 있다. 착용자가 수화를 하면 팔과 손에 연결된 장치가 수화를 해석하고, 이 정보는 장갑에 있는 컴퓨터 칩으로 전달되어 한 차례 변환을 거친 뒤 스피커를 통해 음성으로 출력한다.<sup>2)</sup>



[그림 2.1] Sign Translator



[그림 2.2] Accele Glove

### 2-2. 국내의 경쟁기관 현황

#### 2-2-1. 프랑스 ESIEA 연구진의 Kinect 기반 수화 번역 시스템

프랑스 파리의 컴퓨터 공학 전문대학인 ESIEA 연구진들은 수화를 번역하기 위한 Kinect 기반 시스템을 개발 중이다. 사용자가 수화를 하면 이 시스템은 그것에 해당되는 말을 문자로 번역한다.<sup>3)</sup>

#### 2-2-2. 스코틀랜드 연구진의 Sign Language to Text Application

스코틀랜드 연구진이 세계 최초로 수화를 문자로 번역하는 프로그램을 개발하였다. 이 프로그램은 스마트폰, iPad 등 대부분의 노트북, 컴퓨터에 내장되어 있는 카메라를 활용하여 수화를 문자로 번역한다. 이 프

1) 이성환 교수 ‘이달의 과학기술자상’ 2월 수상자 선정패(2012.02.02., 고매뉴스)

2) 수화도 번역되는 세상 ‘말하는 장갑’(2011.04.19., 한겨레)

3) 마이크로소프트의 우연한 성공 ‘키넥트’의 가능성(2011.06.29., IT World Korea)

그랩은 2013년 이내로 상용화가 될 예정이다.<sup>4)</sup>

### 2-2-3. 대한민국 DeWorlder의 휴대용 수화 통역기

4학년 대학생 4명으로 이루어진 DeWorlder팀이 개발한 휴대용 수화 통역기는 임베디드 장치 기반의 수화 번역기로 수화 장갑의 형태이다. 손가락의 움직임과 손의 각도 및 가속도를 측정하여 높은 정확도로 다양한 수화를 인식한다. 중소기업청이 주최하는 2010년 중소·벤처창업 경진 대회에서 대상을 수상했다.<sup>5)</sup>

## 2-3. 국내·외 지식재산권 현황

### 2-3-1. 대한민국 강효진, 테오그루트하우젠의 수화 번역기

한국과학기술원의 강효진과 테오그루트하우젠이 개발한 수화 번역기는 임베디드 장치 기반의 수화 번역기이다([그림 2.3] 참조). 기존 수화 장갑이 부피가 크고 투박한 형태로 인해 청각·언어 장애인이 착용하고 다니는 것에 거부감을 느끼는 것을 고려하여 사용자의 손뚝 또는 손가락 끝에 탈부착이 가능한 ID칩이 내장 되어있는 스티커형의 패치로 수화 장갑에 대한 거부감을 줄인 수화 번역기이다. 스티커형의 패치 외에 스티커형의 패치에서 감지한 3차원 좌표의 수화를 번역하여 해당 수화의 뜻을 음성으로 변환하여 출력하는 스피커로 구성되어있다. 2006년에 특허 출원하여 2007년에 특허 등록을 승인 받았다.<sup>6)</sup>



[그림 2.3] 수화 번역기(Sign language translator)

4) Portable Sign Language Translator, world's first sign-language-to-text app, being developed(2012.03.12., globalpost)

5) 수화도 통역이 되나요(2010.06.24., 한겨레)

6) 수화는 음성...음성은 문자로 쌍방향 소통위한 수화번역기(2008.12.04., 헤럴드경제)

## 2-4. 본 프로젝트의 기존 기술/ 제품/ 특허 등과의 차별성

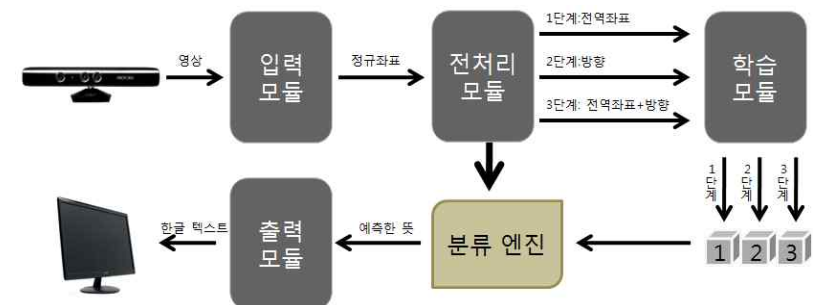
Kinect를 이용하는 본 수화 번역기는 대부분의 수화 번역 제품, 기술들이 제공하는 수화를 문자로 번역하여 모니터에 문자로 출력하고, 스피커에 음성으로 출력하는 기능을 제공한다. Kinect는 컴퓨터 USB에 연결하는 것만으로도 손쉽게 사용이 가능하므로 컴퓨터가 있다면 어디서든지 쉽게 사용이 가능하다. 또한 수화 장갑 형식의 제품들은 주로 개인이 소유하여 혼자 사용하는 것에 비해 Kinect를 이용하는 본 수화 번역기는 공공장소와 같은 곳에 설치해두면 그 곳을 이용하는 많은 수의 사람들을 대상으로 활용이 가능하므로 타 제품, 기술에 비해 더 범용적일 뿐만 아니라 비용적인 측면에서도 더 효율적이다.

## 3. 프로젝트 설계 내용

### 3-1. 주요 기능

청각·언어 장애인이 수화를 사용해서 본인의 의사를 표현하면 본 소프트웨어는 그 수화 내용을 번역하여 모니터에 문자로, 스피커에 음성으로 출력한다. 수화를 모르는 비장애인이 출력된 문자를 보거나 출력된 음성을 듣고 청각·언어 장애인이 전달하고자 하는 바를 이해하는 것이 본 소프트웨어의 주요 기능이다.

### 3-2. 시스템 구조도

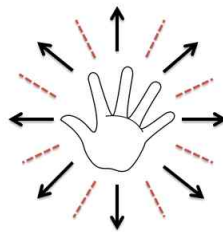


[그림 3.1] 시스템 구조도

[그림 3.1]은 본 프로젝트에서 제안하는 시스템 구조도이다. 입력 모듈에서는 SDK가 제공하는 NUI Library를 이용하여 Kinect 센서를 통해 영상을 인식하여

두 손의 정규좌표를 추출한다. 전처리 모듈에서는 입력 모듈로부터 받은 정규좌표를 학습 데이터의 속성 형태로 변환한다. 학습 모듈은 단계별로 속성이 다른 학습 데이터를 분류기 제작에 사용한다. 1단계에서는 0.2초 단위로 추출한 ‘일련의 손의 좌표’를 학습 데이터의 속성으로 사용하고, 2단계에서는 0.2초 단위로 이전 좌표와 현재 좌표를 비교해 삼각함수를 적용하여 얻어낸 ‘손 움직임의 방향’을 학습 데이터로 사용한다. 3단계에서는 상호보완을 위해 두 가지를 모두 학습 데이터로 한다. 단계별로 추출한 학습 데이터로 각각 세 개의 분류기를 생성하고 이를 바탕으로 분류엔진을 제작하여 수화 동작을 인식하여 뜻을 예측하는데 사용한다.

분류 엔진은 전처리 모듈로부터 학습 데이터를 받아서 해당 수화가 무슨 뜻을 가졌는지 출력 모듈에 넘겨준다. 출력 모듈은 사용자 화면에 그 결과를 문자와 음성으로 출력한다.



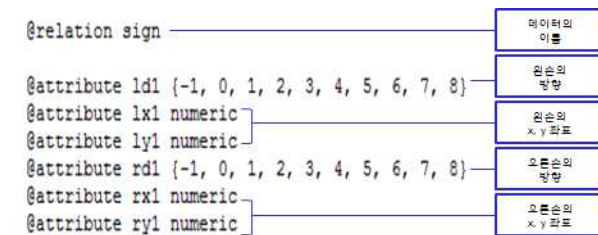
[그림 3.2] 손의 8방향

손 움직임의 방향은 삼각함수를 적용하여 구한다. [그림 3.2]의 굵은 화살표처럼 8방향으로 나누어서 손의 움직임이 8방향 중 어느 방향에 해당하는지를 알아낸다. 방향은 각도로 구분하여 알 수 있는데, 실제 손의 움직임은 [그림 3.2]의 굵은 화살표와 정확하게 일치하지 않으므로 대략적으로 어느 방향인지 구별하기 위하여 점선을 경계로 하여 영역을 나눈다. 인식한 손의 현재 프레임의 좌표와 이전 프레임의 좌표를 사용하여 삼각함수 값을 구한다. 구한 삼각함수 값을 통해 움직인 방향이 두 점선 안의 영역에 속하는지를 구별한다. 해당 삼각함수의 값이 두 점선 안의 영역에 있으면 두 점선의 중선인 굵은 화살표 방향으로 이동하는 것으로 정한다.

수화 번역을 위한 수화 패턴은 데이터 마이닝의 분류 기법을 통해 해결한다. 여러 분류기들 중 일반적으로 인식률이 높은 의사결정나무를 분류기로 선정한다. 오픈 소스인 Weka에서 제공하는 J48 알고리즘을 사용하여 분류기를 제작하고 그 성능을 평가한다.

일련의 손의 좌표, 움직임의 방향을 학습 데이터의 속성으로 하여 정보 이익이 가장 큰 속성을 기반으로 하여 의사 결정 나무를 생성하거나, 각 요소에 대한 분류기를 제작하여 인식률을 비교하는 방식의 부스팅 기법을 적용하여 인식률을 높인다.

사용자가 본 연구에서 개발한 소프트웨어를 실행한 이후 수행하는 동작 중에는 수화 외에 무의미한 동작도 존재한다. 따라서 사용자가 수행하는 동작이 수화인지 무의미한 동작인지를 구분해 내는 작업이 필요하다. 기존에는 버튼을 이용하여 수화가 시작되는 순간부터 끝나는 순간만의 동작을 가져오도록 하여 의미 없는 동작을 분리했다. 현재는 허리 아래에서 양 손을 교차하는 것을 시작 동작으로 한다.



[그림 3.3] 3단계 Training Data의 내부 구조

[그림 3.3]은 3단계에서 손의 좌표와 손의 움직임의 방향 모두를 속성으로 한 학습 데이터이다. ld1은 첫 번째 프레임에서 왼손의 방향을 나타내는 속성이고, rd1은 첫 번째 프레임에서 오른손의 방향을 나타내는 속성이다. lx1, ly1은 첫 번째 프레임에서 왼손의 x, y좌표를 나타내는 속성이고 rx1, ry1은 첫 번째 프레임에서 오른손의 x, y좌표를 나타내는 속성이다. 1단계에서는 0.2초 단위로 손의 좌표만을 인식했지만, 3단계에서는 0.2초 단위로 손의 좌표와 손의 방향을 인식한다. 0.2초 단위로 손의 좌표를 인식하여 학습 데이터를 만들어 평가할 때, 최대 3초 동안 수화를 인식하기 때문에 프레임의 개수는 15개이다. 또한 속성은 한 프레임 당 좌표에 해당하는 4개의 속성(양 손의 x, y좌표)과 방향에 해당하는 2개의 속성(왼손, 오른손의 방향)이 프레임마다 저장되므로 총 90개이다.

### 3-3. 이론적, 실험적 접근방법, 제안 방법




#### 3-3-1. 수화 인식 범위

1단계 수화 인식 범위 : 단어를 인식한다.








① 명사 : 나, 사과, 오늘

[표 3.1] 품사가 명사인 단어의 수화

단어	수화	단어	수화
나		오늘	
사과			

② 동사 : 가다, 먹다, 사랑한다, 안녕하세요, 달리다

[표 3.2] 동사인 단어의 수화

단어	수화	단어	수화
가다		안녕하세요	
먹다		달리다	
사랑한다			

③ 형용사 : 붉다, 시원하다, 덥다

[표 3.3] 형용사인 단어의 수화














단어	수화	단어	수화
붉다		덥다	
시원하다			

2단계 수화 인식 범위 : 지화를 인식한다.

지화는 오른손으로 한다고 가정하고 한글의 자음 14자, 모음 15자, 총 29자의 지화를 인식한다.

① 한글 자음

[표 3.4] 한글 자음 지화

자음	지화	자음	지화	자음	지화	자음	지화	자음	지화
ㄱ		ㄴ		ㄷ		ㄹ		ㅁ	
ㄴ		ㅇ		ㅈ		ㅊ			
ㄷ		ㅌ		ㅍ		ㅎ			

## ② 한글 모음

[표 3.5] 한글 모음 지화

모음	지화	모음	지화	모음	지화	모음	지화	모음	지화
ㅏ		ㅑ		ㅓ		ㅕ		ㅗ	
ㅛ		ㅕ		ㅗ		ㅛ		ㅜ	
ㅝ		ㅟ		ㅑ		ㅓ		ㅕ	
ㅛ		ㅕ							

### 3-3-2. 수화 인식

가장 접근하기 힘든 부분은 ‘수화를 어떻게 인식 하는가’이다. 사람마다 신체 크기나 움직임은 모두 다르기 때문에 공통의 특성을 찾아내는 것이 어렵다.

이 부분을 해결하기 위한 접근 방법은 ‘패턴 인식 기술’을 사용하는 것이다. ‘패턴 인식’이란 ‘계산이 가능한 기계적인 장치(컴퓨터)가 어떠한 대상을 인식하는 문제를 다루는 인공지능의 한 분야’이다. 본 프로젝트에서는 ‘수화를 인식’하는 것을 ‘패턴 인식’으로 볼 수 있다. 패턴을 인식하고 다음으로 해야 할 것은 해당하는 수화가 ‘어떤 뜻’을 가지고 있는지에 대한 처리이다. 수화를 인식하고 번역한 내용을 모니터에 출력해주는 소프트웨어를 개발하는 것이 궁극적인 목적이기 때문이다. 이 과정의 이론적인 배경으로는 Classification(분류)이 있다.

Classification이란 예를 들어 설명할 수 있다. 은행에서 대출 업무를

맡고 있는 A씨는 대출을 요청하고 있는 고객들을 은행의 입장에서 볼 때 ‘안전한 고객’과 ‘위험한 고객’으로 분류하여 업무하는데 참조하는 것이 필요하다. 이러한 분류 작업을 통해 향후 Data를 예측하기 위해 만들어진 Model을 Classifier(분류기)라고 한다.

Data의 Classification은 크게 두 가지 단계로 나뉘는데, 첫 번째로 Training Data에 분류 알고리즘을 적용하여 Classifier를 구축한다. 두 번째로 Classifier가 분류를 목적으로 사용된다. Classifier가 얼마나 올바르게 예측하는지 검증하기 위해서는 Test Data를 사용할 수 있다. 여러 번의 검증을 거쳐서 이 Classifier는 몇 퍼센트 올바르게 예측한다. 그리고 새로운 Instance Data가 들어왔을 때 우리가 예측하고자 하는 속성을 Target Class라고 하고, 이를 예측하는데 Classifier를 사용한다. 즉, 고객의 정보를 보고 ‘안전한 고객’인지 ‘위험한 고객’인지 판단해주는 역할을 하는 것이 Classifier인 것이다.

본 프로젝트에서는 ‘고객의 정보’에 해당하는 것이 ‘방향과 좌표 값’이다. 해당 수화가 무슨 뜻인지 예측하는 것이, 해당 정보를 가지고 있는 고객이 ‘위험한 고객’인지 ‘안전한 고객’인지 예측하는 것과 같다.

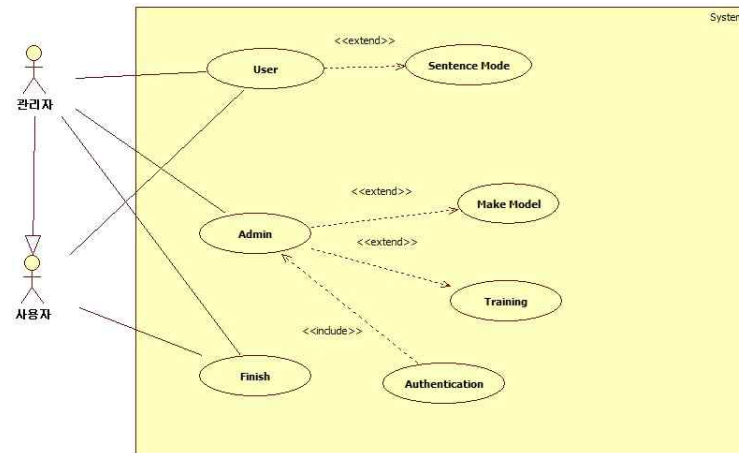
### 3-3-3. 지화 인식

지화를 인식하기 위해서는 손의 형태 인식이 필요하다. 이 때 기존에 존재하는 OpenCV와 같은 영상처리 라이브러리를 사용하는 방법이 있으나, 본 프로젝트에서는 Kinect에서 제공하는 기능만을 활용한다. Kinect에서 가져오는 ImageFrame(640x480pixel)에서 양손의 좌표를 중심으로 각각 100X100픽셀의 사각형 영역을 손의 영역이라고 임의로 판단한다. 해당 영역의 RGB값을 byte배열로 복사하고 DFS알고리즘을 통해 피부색과 유사한 값을 가진 픽셀을 손이라고 인식하여, 손의 부위는 1(또는 흰색), 아닌 부위는 0(또는 검은색)으로 구분한다. 피부색을 판별할 때 RGB 값을 사용할 경우, 빛에 의해 색의 인식이 힘들 수 있으므로 CVI를 활용하여 채도의 값을 통해 피부색을 판별한다. 색을 인식하는 동시에 기존 영상에 비해 손의 영상을 타이트하게 다시 잡는다. 이렇게 재지정한 손의 영상에서 손의 중심점을 구한다. 두께 2의 선으로 그려진 원의 중심을 구한 손의 중심점을 일치시켜 두 이미지를 비교한다. 원의 선이면서 손의 영역 즉, 1 또는 흰색인 부분을 손가락 혹은 손목의 위치로 판별한다(AND). 이렇게 양쪽의 조건을 모두 만족하는 부분들의 개수로 손가락의 개수를 판단할 수 있다. 이런 식으로 손가락의 개수를 먼저 인지하고, 일정한 길이 이상의 부분은 손목으로 구분하고, 중심점과 손목

의 위치, 그리고 손가락으로 추정되는 부분들의 각도를 통해 어떤 손가락인지 구분한다. 현 프로젝트에서는 손가락의 개수를 추정하는 데까지 구현하였다.

### 3-4. Diagram

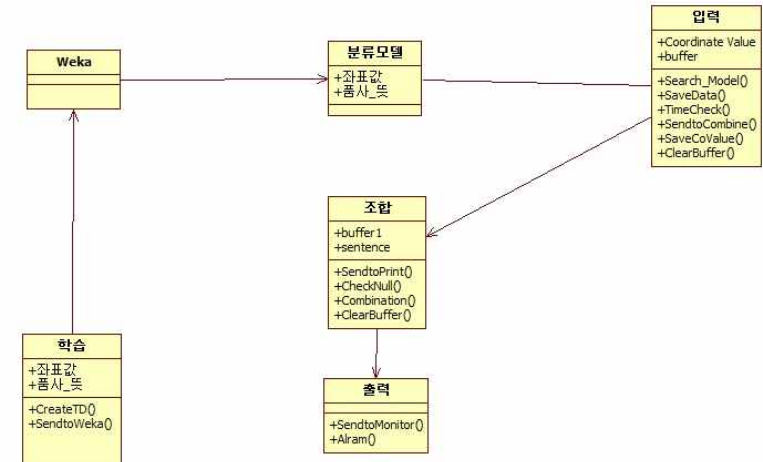
#### 3-4-1. Use-case Diagram



[그림 3.4] Use-case Diagram

- 가) 관리자는 User, Admin, Finish를 할 수 있다.
- 나) 사용자는 User와 Finish를 할 수 있다.
- 다) User 선택 시 Sentence Mode를 선택할 수 있다.
- 라) Admin 선택 시 Authentication을 해야 하며 인증 후, Make Model과 Training할 수 있다.

#### 3-4-2. Class Diagram



[그림 3.5] Class Diagram

- 분류 모델 : 학습시스템으로 Weka를 통해 학습시킨 Data List
  - 가) 좌표 값의 sequence(Attribute) : Training Data에서 사용하는 data의 속성 값 중 class에 해당하지 않은 것.
  - 나) 품사\_뜻(Class) : 예측하고자 하는 attribute. 좌표 값의 sequence에 해당하는 품사와 명사
- 입력 : Kinect를 이용하여 들어온 좌표 값의 sequence를 분류 모델의 Data List를 비교하여 해당 품사\_뜻을 가져오는 클래스
  - 가) Coordinate Value(Attribution) : Kinect를 이용하여 얻은 좌표 값을 저장할 공간
  - 나) buffer(Attribution) : Search\_Model()함수를 호출하여 얻는 분류 모델에서의 품사와 뜻을 저장하고, TimeCheck()을 통해 3초 이상 수화가 없을시 'Null'을 저장할 공간
  - 다) Search\_Model(Operation) : Coordinate Value에 저장된 값으로



분류 모델에서 품사와 뜻을 검색하는 함수

라) SaveData(Operation) : 검색된 품사와 뜻을 buffer에 저장하는 함수

마) TimeCheck(Operation) : Input값을 계속 확인하여 3초 이상 Input이 없을 때 'Null'값을 buffer에 추가하는 함수

바) SendtoCombine(Operation) : 조합 클래스로 buffer 값을 전송하는 함수

사) SaveCoValue(Operation) : Kinect를 이용하여 얻어온 좌표 값을 Coordinate Value에 저장하는 함수

아) ClearBuffer(Operation) : 출력시스템에서 Alram()호출시 buffer를 초기화하는 함수

- 조합 : 입력 시스템으로부터 받아온 Buffer값을 품사별로 조합하여 문장으로 조합하는 클래스

가) buffer1(Attribution) : 입력 시스템으로부터 받아온 buffer값을 저장할 공간

나) sentence(Attribution) : buffer1이 Combination()함수를 거쳐 순서대로 나열된 문장이 저장될 공간

다) SendtoPrint(Operation) : 순서대로 저장된 sentence를 출력 시스템으로 전송하는 함수

라) CheckNull(Operation) : 받은 buffer값의 끝에 Null값이 존재하는지 확인하는 함수

마) Combination(Operation) : buffer1에 저장된 값을 품사별로 조합하여 sentence에 저장하는 함수

바) ClearBuffer(Operation) : 출력 시스템에서 Alram()호출시 buffer를 초기화하는 함수

- 출력 : 조합 시스템으로부터 받은 sentence 값을 모니터로 전송하고 다른 시스템의 buffer값을 초기화하는 클래스

가) SendtoMonitor(Operation) : 조합 시스템으로부터 받은 sentence를 모니터에 출력하는 함수

나) Alram(Operation) : 모니터에 성공적으로 출력 시 조합 시스템과 입력 시스템의 buffer를 초기화 하기위해 한 문장 출력 완료를 알려주는 함수

- 학습 : Weka를 사용하여 분류 모델 Data List를 만들기 위해 접근하는 클래스

가) 좌표 값(attribution) : 학습시키기 위한 좌표 값

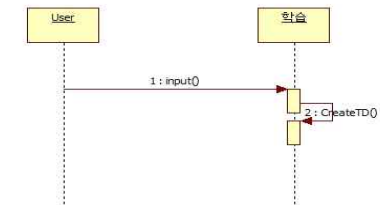
나) 품사\_뜻(attribution) : 학습시키기 위한 품사\_뜻

다) CreateTD(operation) : Weka에 학습시켜 List를 만들기 위한 Training Data를 생성하는 함수

라) SendtoWeka(operation) : Weka로 생성된 Training Data를 전송하는 함수

### 3-4-3. Sequence Diagram

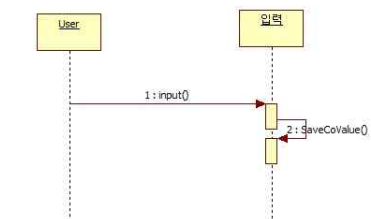
#### 3-4-3-1. 학습하기



[그림 3.6] 학습하기 Sequence Diagram

‘학습 시스템’에서는 User는 Input으로 좌표 값의 sequence와 품사, 단어 뜻을 입력하고, 학습 클래스의 CreateTD()함수를 통하여 Weka에 보낼 Data를 생성한다.

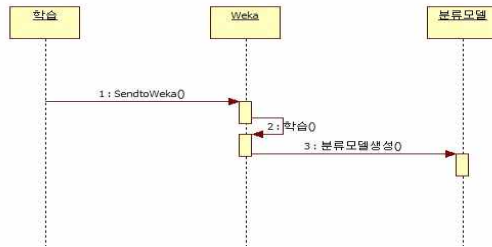
#### 3-4-3-2. 입력하기



[그림 3.7] 입력하기 Sequence Diagram

‘입력하기’시 User는 Kinect를 통해 Input으로 좌표 값의 sequence를 입력하고, 입력 클래스에서 좌표 값의 sequence를 저장한다.

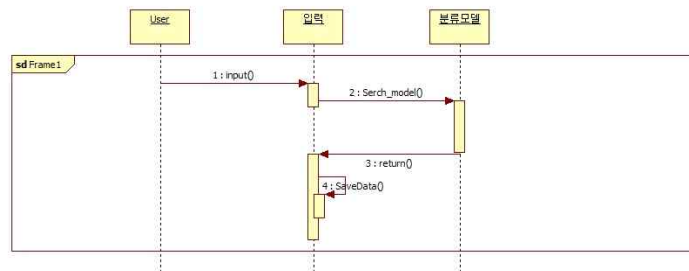
### 3-4-3-3. 분류 모델 저장



[그림 3.8] 분류 모델 저장 Sequence Diagram

학습 클래스에서 CreateTD()함수를 통하여 만든 Weka에 보낼 Data를 SendtoWeka()함수를 통해 Weka에 전송한다. Weka는 학습을 통하여 분류 모델을 생성한다.

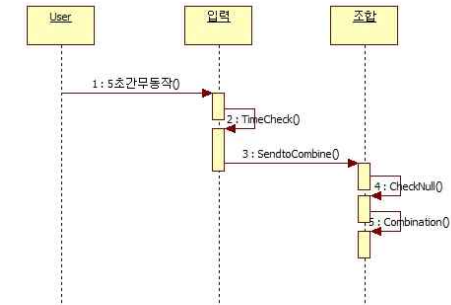
### 3-4-3-4. 수화



[그림 3.9] 수화 Sequence Diagram

User는 Kinect를 통해 좌표 값의 sequence를 입력 클래스에 전송하고, 입력클래스는 Search\_model()함수를 통해 분류 모델 리스트에서 일치하는 좌표 값의 sequence를 Return 값으로 받고 SaveData()함수를 사용하여 buffer에 저장한다. 이는 User가 입력하는 입력 값에 Null값이 들어올 때까지 반복된다.

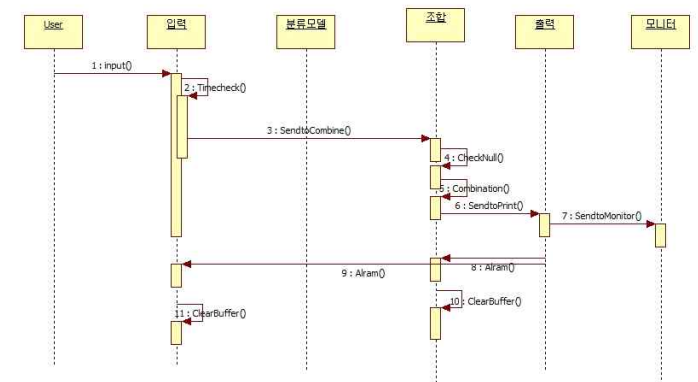
### 3-4-3-5. 3초간 무동작



[그림 3.10] 3초간 무동작 Sequence Diagram

User는 3초간 정지하고 있으면, 입력을 종료하고 문장을 조합할 수 있다. 입력 클래스는 TimeCheck()을 통해 3초간 아무런 Input이 들어오지 않으면 그 때까지 저장된 buffer값에 Null을 추가하여 SendtoCombine() 함수를 사용해 조합클래스로 전송하고, 조합클래스는 CheckNull()을 통해 Null값을 확인하고, Combination()을 통해 품사를 참고하여 단어를 조합해 Sentence에 저장한다.

### 3-4-3-6. 모니터에 글로 출력



[그림 3.11] 모니터에 글로 출력 Sequence Diagram

입력클래스에서 TimeCheck()을 통해 3초간 아무런 Input이 들어오지 않으면 그 때까지 저장된 buffer값에 Null을 추가하여 SendtoCombine() 함수를 사용해 조합 클래스로 전송하고, 조합 클래스는 CheckNull()을 통해 Null값을 확인하고, Combination()을 통해 품사를 참고하여 단어를 조합해 Sentence에 저장한다. Sentence변수를 SendtoPrint()함수를 사용하여 출력 클래스로 전송하고, 출력 클래스는 SendtoMonitor()함수를 통해 모니터에 출력한다. 모니터에 출력된 후에 출력 클래스는 Alram() 함수를 사용해 입력 클래스와 조합 클래스의 ClearBuffer()함수를 Call 하고 입력 클래스와 조합 클래스의 buffer값을 초기화한다.

### 3-5. 모듈별 기능 명세서(Functional Specification)

#### 3-5-1. 입력 모듈

양 손을 허리 아래에서 교차한 시점부터 3초 동안 Kinect의 NUI Library로부터 Kinect가 인식한 양 손의 x, y좌표를 얻어와 전처리 모듈로 넘겨준다.

#### 3-5-2. 전처리 모듈

양 손을 허리 아래에서 교차한 시점부터 3초 동안 입력 모듈에서 Kinect가 인식한 양 손의 좌표 값을 전처리 모듈로 넘겨준다. 넘겨받은 x, y 정규좌표를 전역좌표로 변환하고, 삼각함수를 통해 방향을 결정한다. 3초간의 방향과 전역좌표를 하나의 Data로 생성한다. 해당 Data는 Admin Mode일 경우 학습 모듈로, User Mode일 경우 분류 엔진으로 보내진다.

#### 3-5-3. 학습 모듈

전처리 모듈에서 넘겨받은 Data로 Training Data를 생성한다. Training Data를 Input으로 하여 Weka의 J48 알고리즘을 이용해 학습시켜 분류 모델을 만든 후 저장한다. 만들어진 분류 모델은 User Mode일 경우 전처리 모듈에서 넘겨받은 Data를 분류 엔진의 Input으로 하여 넘겨받은 Data에 해당하는 뜻을 분류한다. 학습 모듈에서 J48 알고리즘은 Classifier의 한 종류로써 NaiveBayes, LWL 알고리즘과 비교하여 인식률이 높기 때문에 사용하였다([표 3.6] 참조).

[표 3.6] 분류 방법에 따른 3단계 평가 결과(Weka에서 실행)

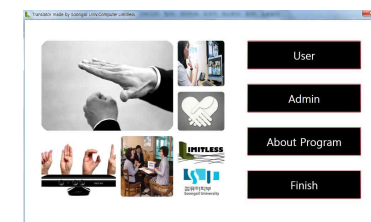
동작	인식률		
	J48	NaiveBayes	LWL
가다	88.0%	78.6%	69.0%
먹다	88.0%	78.0%	38.0%
달리다	76.0%	78.3%	37.0%
볼다	84.8%	87.0%	69.6%
시원하다	80.0%	90.0%	55.0%
덥다	95.6%	97.8%	88.9%
사과	86.4%	81.8%	65.9%
오늘	86.3%	82.4%	84.3%
평균 인식률	85.7%	84.1%	63.5%

#### 3-5-4. 출력 모듈

전처리 모듈에서 넘겨받은 Data를 Input으로 삼아 분류 엔진을 통해 분류 모델에서 가장 유사한 뜻을 찾아 출력 모듈로 반환한다. 이때 단어 모드의 경우에는 반환 받은 뜻을 바로 모니터와 스피커에 문자와 음성의 형태로 출력한다. 그러나 문장 모드의 경우에는 문장 모드가 종료될 때까지 분류 엔진으로 부터 반환 받은 뜻을 buffer에 누적하여 저장한다. 문장 모드가 종료되는 순간 buffer에 저장되어 있던 내용들을 한 번에 문장의 형태로 모니터와 스피커에 문자와 음성의 형태로 출력한다. 출력 후 buffer 저장된 내용을 초기화 한다.

### 3-6. User Interface 설계 내용

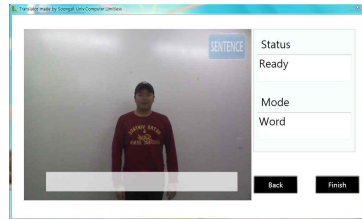
#### 3-6-1. Start Menu



[그림 3.12] Start Menu

User Interface는 처음 S/W를 실행 시 Start Menu를 보여준다([그림 3.12] 참조). Start Menu는 크게 User, Admin, About Program, Finish 메뉴로 구성된다. 사용자는 User메뉴만을 사용할 수 있고, 관리자는 Admin메뉴를 통해 Training Data를 만들고 학습시킨다. About Program메뉴는 이 S/W의 사용 방법 및 개발자에 관한 지식을 포함한다. 마지막으로 Finish메뉴는 S/W를 종료시킨다.

### 3-6-2. User



[그림 3.13] User Menu

User 메뉴는 S/W를 이용하는 사용자가 선택하는 메뉴로써 우측 상단에 Border는 Kinect가 사용자를 인지하였는지 여부를 알려주는 Status Text바와 사용자가 Word Mode인지 Sentence Mode인지를 알려주는 Text 바를 포함한다([그림 3.13] 참조). 허리 아래에서 양손을 X자로 교차하여 수화를 시작하고, 3초 후 자동으로 수화의 뜻을 Kinect 영상 하단의 Meaning Text 바에 출력한다. 우측 하단에는 이전메뉴로 돌아가는 Back, S/W를 종료시키는 Finish메뉴로 구성된다.

### 3-6-3. Admin



[그림 3.14] Admin Menu

Admin 메뉴는 S/W에 사용되는 모델을 만들기 위해 관리자가 선택하는 메뉴로써 Password를 입력 후 이용할 수 있다. Admin 메뉴는 모델을 만들기 위한 데이터를 입력하는 Make Model과 Make Model에서 만들어진 데이터로 학습시켜 모델을 만드는 Training, 이전메뉴로 돌아가는 Back, S/W를 종료시키는 Finish버튼으로 구성된다([그림 3.14] 참조).

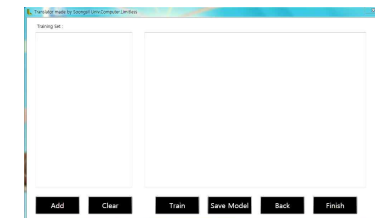
#### 3-6-3-1. Make Model



[그림 3.15] Make Model Menu

Make Model 메뉴는 관리자가 선택하는 메뉴로서 우측 상단에 Border는 Kinect가 사용자를 인지하였는지 여부를 알려주는 Status Text바와 관리자가 정할 수화 뜻을 입력하는 Meaning Text바를 포함한다([그림 3.15] 참조). 허리 아래에서 양손을 X자로 교차를 시작으로 수화를 입력한다. 우측하단에는 이전메뉴로 돌아가는 Back, S/W를 종료시키는 Finish메뉴로 구성된다.

#### 3-6-3-2. Training



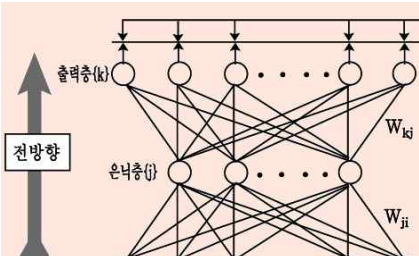
[그림 3.16] Training Menu

Training 메뉴는 관리자가 Make Model을 통해 만든 training.arff파일을 불러와 Weka로 학습 후 model.model을 만드는 메뉴이다. Training

할 파일을 추가하는 Add, Training 할 파일을 삭제하는 Clear, Weka에 학습시키는 Training, 학습하여 생성된 모델을 저장하는 Save Model, 이전메뉴로 돌아가는 Back, S/W를 종료시키는 Finish 6개의 버튼으로 구성된다([그림 3.16] 참조).

### 3-7. Data 수집 방안

본 프로그램은 수화를 컴퓨터로 인식하는 것이기 때문에 사람이 직관적으로 수화 동작을 보고 인식하는 것과 다르다. 컴퓨터가 수화를 인식하기 위해서는 ‘지정된 패턴’이 필요하다. 입력 값이 컴퓨터가 학습한 패턴에 해당하면, 인식하고 해당하지 않으면 인식하지 못하는 것이다. 그러나 수화의 형태에는 개인차가 존재하기 때문에 실질적으로 하나의 패턴으로 기준 값을 지정하기에는 어려움이 있다. 이를 해결하기 위해 아래의 표(표 번호)와 같이 체구가 다른 남자와 여자, 수화 경험이 있는 사람과 수화 경험이 없어서 수화 동작이 익숙하지 않은 사람 등 조건이 다른 사람들의 수화의 좌표 값의 Sequence와 그에 해당하는 품사와 뜻으로 Training Data로 만든다. 그렇게 만든 Training Data를 input으로 하여 패턴인식 알고리즘(Multilayer Perceptron-[그림 3.17])으로 Classifier를 생성한다.



[그림 3.17] Multilayer Perceptron

Multilayer perceptron 은 입력층과 출력층 사이에 하나 이상의 중간층이 존재하는 신경망으로 다음 그림에 나타난 것과 같은 계층구조를 갖는다. 이 때 입력층과 출력층 사이의 중간층을 은닉층 (hidden layer) 이라 부른다. 네트워크는 입력층, 은닉층, 출력층 방향으로 연결되어 있으며, 각 층 내의 연결과 출력층에서 입력층으로의 직접적인 연결은 존재하지 않는 전방향(Feedforward) 네트워크이다.

### 3-8. 단계별 상세설명

#### 3-8-1. 1단계(좌표)

Kinect에서 얻어진 좌표를 모니터를 통해 보이는 전역좌표로 변환하여 1초에 5 Frame의 왼손과 오른손의 x, y, z값의 좌표를 3초간 저장하여 Training data의 Attribute로 사용하여 학습시킨다.

#### 3-8-2. 2단계(방향)

1단계에서 얻어진 좌표를 이용하여 매 Frame의 좌표차를 이용하여 방향을 구한다. 방향을 숫자로 변환하여 3초간 저장하여 Training data의 Attribute로 사용하여 학습시킨다.

#### 3-8-3. 3단계(좌표 + 방향)

1단계와 2단계에서 얻어진 좌표와 방향을 3초간 저장하여 Training data의 Attribute로 사용하여 학습시킨다.

#### 3-8-4. 인식률

[표 3.7] 단계별 평가 결과

동작	인식률		
	좌표 (1단계)	방향 (2단계)	좌표+방향 (3단계)
가다	70.0%	40.0%	100.0%
먹다	80.0%	50.0%	70.0%
달리다	70.0%	10.0%	90.0%
볶다	80.0%	80.0%	90.0%
시원하다	60.0%	60.0%	60.0%
덥다	70.0%	20.0%	100.0%
사과	70.0%	60.0%	80.0%
오늘	80.0%	30.0%	100.0%
평균 인식률	72.5%	43.8%	86.3%

### 3-8. Test 설계 내용

본 Test는 제안한 11개의 단어의 수화를 Kinect 기반의 방법을 통한 정확도, 오차율, 인식을 측정에 목적을 두고 있다. 비교할 분류 모델을 작성할 Training Data는 [표 3.8]와 같이 수화 유경험자와 무경험자, 남자, 여자를 고르게 선발하여 작성했다. 프로젝트의 신뢰도를 위하여 Test 집단은 Training Data 수집 시 선발되지 않은 인원으로 한다. 아래는 성별, 수화경험 유무에 따른 Training Data 수집 표본 집단과 Test 표본 집단의 수이다.

[표 3.8] Training Data 수집 표본 집단

수화경험 성별	유	무
남	1	3
여	0	2
합계	1	5

(단위 : 명)

[표 3.9] Test 표본 집단

수화경험 성별	유	무
남	0	1
여	1	2
합계	1	3

(단위 : 명)

1단계 Test는 11개의 단어를 3명의 Test 표본 집단의 사람들로 실험한다. 실험자가 하나의 수화를 5번씩 하였을 때의 정확도, 오답률, 인식을 측정한다. 이 때 사용되는 분류 모델이 학습한 Training Data는 Training Data 수집 표본 집단의 사람들이 각 수화 마다 5번의 입력을 반복하여 만든다.

2단계 Test는 cross Validation(Training할 data와 Test할 data를 초기에 구분해놓지 않고 Training Data와 Test Data를 합쳐서, 10개의 data로 나누어서 1/10씩 번갈아가며 Test data로 사용하여 골고루 Testing하는 것)을 하여 Accuracy, Precision, Recognition을 측정한다.

## 4. 프로젝트 수행 결과

### 4-1. 개발 환경

- 4-1-1. OS : Microsoft Windows 7, Mackintosh
- 4-1-2. Language : C#
- 4-1-3. 기타 사용 Programs : Kinect for Windows SDK

### 4-2. 동작 환경

- 4-2-1. OS : Microsoft Windows 7 또는 Microsoft Windows Embedded Standard 7 PC 본체
- 4-2-2. 시스템 요구 사항
  - CPU : 2.66GHz 이상의 듀얼 코어 32비트(x86) 또는 64비트(x64) 프로세서
  - 메모리 : 2GB RAM
  - 접속 포트 : USB 포트(USB 2.0)

### 4-3. 결과 화면 및 설명

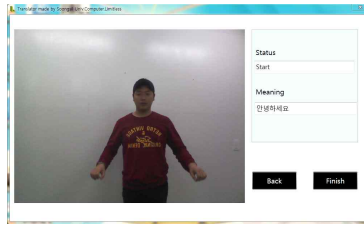
#### 4-3-1. Admin Mode

##### 4-3-1-1. Make Model

IKVM.Runtime.JNI.dll	응용 프로그램 확장	76KB
Microsoft.Expression.Drawing.dll	응용 프로그램 확장	120KB
Microsoft.Speech.dll	응용 프로그램 확장	671KB
trans.exe	응용 프로그램	215KB
trans.pdb	Program Debug ...	158KB
trans.vshost.exe	응용 프로그램	12KB

[그림 4.1] Make Model 전





[그림 4.2] Make Model

IKVM.Runtime.JNI.dll	응용 프로그램 확장	76KB
Microsoft.Expression.Drawing.dll	응용 프로그램 확장	120KB
Microsoft.Speech.dll	응용 프로그램 확장	671KB
training.arff	ARFF 파일	96KB
trans.exe	응용 프로그램	215KB
trans.pdb	Program Debug ...	158KB

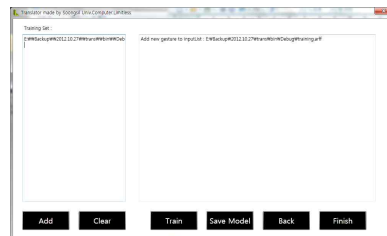
[그림 4.3] Make Model 후

Make Model에서 수화에 해당하는 동작과 그 뜻을 입력하기 전에는 W eka로 학습시킬 training.arff 파일이 존재하지 않는다. Make Model을 통해 입력 후 좌표 값의 sequence, 방향과 뜻을 포함한 training.arff 파일이 생성된 것을 [그림 4.3]에서 확인할 수 있다.

#### 4-3-1-2. Training

IKVM.Runtime.dll	응용 프로그램 확장	948KB
IKVM.Runtime.JNI.dll	응용 프로그램 확장	76KB
Microsoft.Expression.Drawing.dll	응용 프로그램 확장	120KB
Microsoft.Speech.dll	응용 프로그램 확장	671KB
training.arff	ARFF 파일	96KB
trans.exe	응용 프로그램	215KB

[그림 4.4] Training 전



[그림 4.5] Training

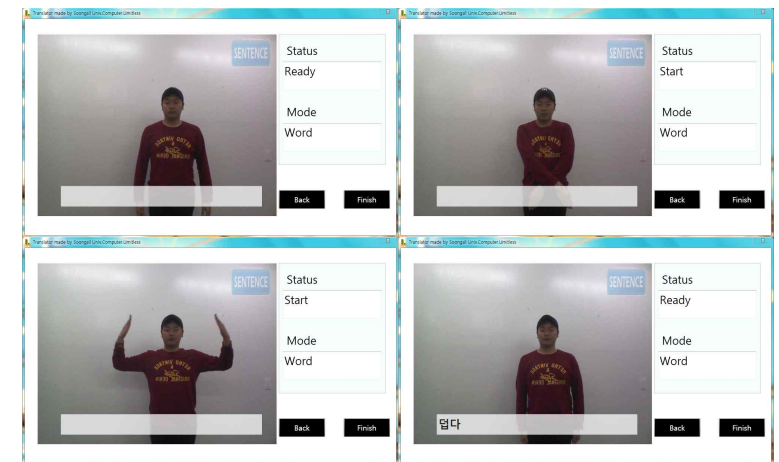
IKVM.Runtime.JNI.dll	응용 프로그램 확장	76KB
Microsoft.Expression.Drawing.dll	응용 프로그램 확장	120KB
Microsoft.Speech.dll	응용 프로그램 확장	671KB
model.model	MODEL 파일	44KB
training.arff	ARFF 파일	96KB
trans.exe	응용 프로그램	215KB

[그림 4.6] Training 후

Training에서는 Make Model에서 생성한 training.arff 파일을 사용하여 사용자의 동작과 비교하여 가장 일치하는 수화의 뜻을 반환시켜줄 분류모델인 model.model을 생성한다. Training 후에 model.model 파일이 생성된 것을 [그림 4.6]에서 확인할 수 있다.

### 4-3-2. User Mode

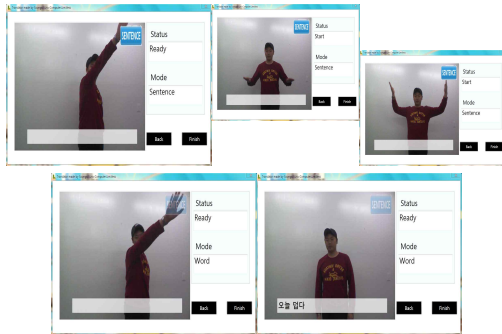
#### 4-3-2-1. Word Mode



[그림 4.7] User Mode

사용자가 Ready 상태에서 양손을 허리 아래에서 교차하면 이후 3초간의 동작을 수화 동작으로 인식한다. 화면 하단에서 인식한 동작과 가장 유사한 수화의 뜻이 출력된 것을 [그림 4.7]에서 확인할 수 있다.

#### 4-3-2-2. Sentence Mode



[그림 4.8] Sentence Mode

Kinect 화면 우측 상단에 존재하는 Sentence 버튼에 왼손을 가져가면 Sentence Mode로 전환이 된다. 연속적으로 수화 단어를 입력하고 다시 Sentence 버튼에 왼손을 가져가면 Sentence Mode가 종료되면서 그동안 입력 받은 문장을 번역하여 [그림 4.8]의 하단 오른쪽과 같이 출력한다.

#### 4-4. 평가

[표 4.1] 평가

평가 항목	성과목표치	목표치 산출근거	평가 방법	자료수집 방법 또는 자료출처
Accuracy	90% 이상	상용화 기준	기존 제품과 비교	직접 시연
Precision	90% 이상	상용화 기준	기존 제품과 비교	직접 시연
Recognition	95% 이상	상용화 기준	기존 제품과 비교	직접 시연

[표 4.2] Accuracy

	C1	C2
C1	True Positive	False Negative
C2	False Positive	True Negative

$$sensitivity = \frac{t-pos}{pos} \quad [4.4.1]$$

$$specificity = \frac{t-neg}{neg} \quad [4.4.2]$$

\* t-pos : True Positive, t-neg : True Negative, f-pos : false Positive, t-neg : True Negative, pos : positive, neg : negative

True Positive는 좌표 값의 Sequence가 실제로 ‘사과’를 의미하는 경우, ‘사과’를 의미한다고 맞게 예측했을 경우이고, False Negative는 실제로 좌표 값의 Sequence가 ‘사과’를 의미하는데 ‘사과’외의 다른 뜻과 품사를 지닌다고 예측하는 것이고, False Positive는 좌표 값의 Sequence가 실제로 ‘사과’를 의미하는 것이 아닌데, 예측 결과는 ‘사과’라고 잘 못 예측하는 것이다. True Negative는 좌표 값의 Sequence가 의미하는 것이 ‘사과’가 아닐 때, 예측 결과도 ‘사과’가 아니라고 올바르게 예측하는 경우를 의미한다.

평가는 Training Data와 Test data를 따로 나누어서 Test하는 것과 Weka GUI 환경을 통해, Training Data를 Cross Validation 기법으로 평가하는 것 두 가지로 나누어서 진행된다.

##### 4-4-1. Accuracy

Accuracy 계산은 [수식 4.4.3]과 같다.

$$Accuracy = sensitivity \times \frac{pos}{pos + neg} + specificity \times \frac{neg}{pos + neg} \quad [4.4.3]$$

##### 4-4-2. Precision

Precision 계산은 [수식 4.4.4]과 같다.

$$Precision = \frac{t-pos}{t-pos + f-post} \quad [4.4.4]$$

##### 4-4-3. Recognition

Recognition 계산은 [수식 4.4.5]과 같다. Recognized Gestures는 본 프

로그랩에서 인식한 수화이고, Total Gestures는 사용자가 번역하기를 원하는 수화 전체이다.

$$Recognition = \frac{Recognized\ Gestures}{Total\ Gestures} \quad [4.4.5]$$

[표 4.3] 단어별 인식률

동작	인식률
	좌표+방향
가다	100.0%
먹다	80.0%
달리다	90.0%
볶다	95.0%
시원하다	70.0%
덥다	100.0%
사과	80.0%
오늘	100.0%
나	70.0%
사랑한다	95.0%
안녕하세요	90.0%
평균 인식률	88.2%

## 5. 기대 효과 및 활용 방안

### 5-1. 기술적 측면

- 최근에 출시된 Kinect for Window를 활용하는 수화 번역기 소프트웨어를 미리 개발하여 선점효과를 얻는다. 개발된 소프트웨어는 공익 및 교육용으로 사용한다.
- 문자나 음성을 수화로 번역하는 기술과 함께 사용하여 비장애인과 청각·언어 장애인의 의사소통을 쌍방향으로 지원한다.

### 5-2. 경제적·산업적 측면

- 사람들이 많이 다니는 공공장소 및 주요 건물, 청각·언어 장애인들을 고용한 기업에 비장애인과 청각·언어 장애인간의 의사소통을 돕는 소프트웨어를 시범적으로 설치하여 사람들이 편리함을 느낀다면 앞으로 수화 번역기의 수요가 커질 것이다. 또한 비장애인과 청각·언어 장애인의 의사소통을 돕는 소프트웨어를 개발하는 사업이 발전하게 될 것이다.
- 의사소통의 문제로 능력이 있는데도 불구하고 사회에 진출하기 힘들었던 청각·언어 장애인 인재가 발굴되어 사회의 발전에 도움이 된다.
- 공사장이나 수중과 같은 음성을 이용한 대화가 어려운 공간에서 본 소프트웨어를 통하여 간단한 수화 및 지화로 의사소통이 가능할 것이다.

### 5-3. 사회·문화적 측면

- 본 수화 번역기는 청각·언어 장애인들과 비장애인들 간의 의사소통을 도와서 청각·언어 장애인들에게 의사소통의 부재로 겪는 어려움을 해소하여, 더 많은 교육의 기회, 취업의 기회를 제공할 것이다.  
뿐만 아니라, 본 수화 번역기는 청각·언어 장애인들이 글을 배우는 데에도 도움이 된다. 청각·언어 장애인들은 글을 배울 때, 비장애인들과 크게 다른 점은 없다. 비장애인과 다른 점은 어떠한 개념, 단어를 청각으로써 뇌에 인지하고 있지 않은 상태라는 것이다. 청각·언어 장애인들은 수화를 모국어로 하여 국어를 학습하는데, 수화를 번역하여 문자를 모니터에 출력해준다면 청각·언어 장애인들이 국어를 배우는 데에도 많은 도움이 된다.
- 수화도 하나의 언어로서 가치를 갖고, 자리 매김하는데 도움이 된다.

## 6. 프로젝트 수행 체계

### 6-1. 프로젝트 역할 분담 및 수행 방법

#### 6-1-1. 지도교수

- 역할 : 프로젝트 총괄(진도 및 학생 관리)

[표 6.1] 지도교수 정보

성 명	E-mail	홈페이지	전공분야
김계영	gykim11@ssu.ac.kr	http://vision.ssu.ac.kr	로봇 비전, 증강현실

- 수행 방법 : 매달 1, 2회 정기 미팅을 갖는다. 또한 E-mail을 통해 수시로 의견을 나눈다.

#### 6-1-2. 멘토

- 역할 : 프로젝트 코칭(진행방향 제시 및 자문)

[표 6.2] 멘토 정보

성 명	E-mail	소속	직위	전공분야
하성욱	bmm39@paran.com	(주)리얼허브 기술연구소	연구소장	영상인식

- 수행 방법 : 매달 1, 2회 정기 미팅을 갖는다. 또한 E-mail을 통해 수시로 의견을 나눈다.

#### 6-1-3. 팀원

- 역할 : 프로젝트 수행(수행 및 결과물 도출)

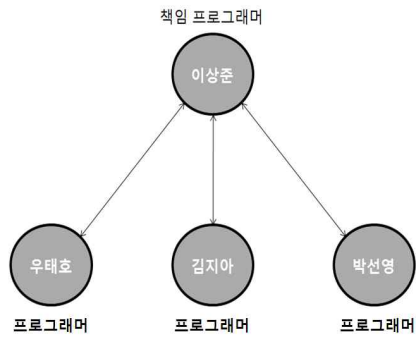
[표 6.3] 팀원 정보

역 할	성 명	수행 내용	기여도(%)
팀 장	이상준	프로젝트 진행 총괄	30%
		설계, 작업 지시 및 배분	
팀 원	우태호	코드 작성	30%
		디버깅, 문서 작성	
팀 원	김지아	수화 DB 설계/ 구축	30%
		기술적인 문제에 대한 자문	
팀 원	박선영	수화 DB 패턴 인식 처리	10%
		테스트 계획/ 수행	

- 수행 방법 : 중앙 집중형 팀 구성

[표 6.4] 중앙 집중형 팀

구성원	역할
책임 프로그래머	설계, 중요한 기술적 판단, 프로그래머에게 작업 지시 및 배분 등
프로그래머	책임 프로그래머의 지시에 따른 코드 작성, 테스트, 디버깅, 문서 작성 등
프로그래머	책임 프로그래머의 업무 지원, 여러 가지 기술적인 문제에 대한 자문, 책임 프로그래머 감독하에 분석, 설계, 구현 담당
프로그래머	프로그램 리스트, 설계 문서, 테스트 계획 등을 관리

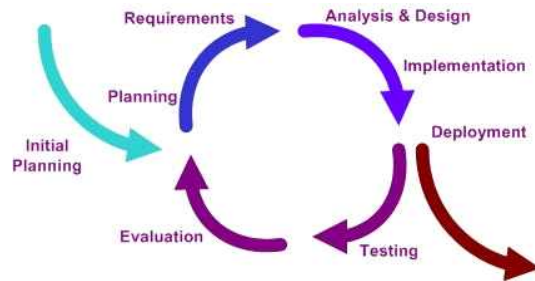


[그림 6.1] 중앙 집중형 팀 구성

#### 6-1-4. 개발 방법론

반복적 진행(Iterative Processes) : 나선형 개발 방법론

- 지속적인 Feedback을 통한 개발
- 점진적으로 새로운 Functional Capabilities가 포함되어 완성한다.



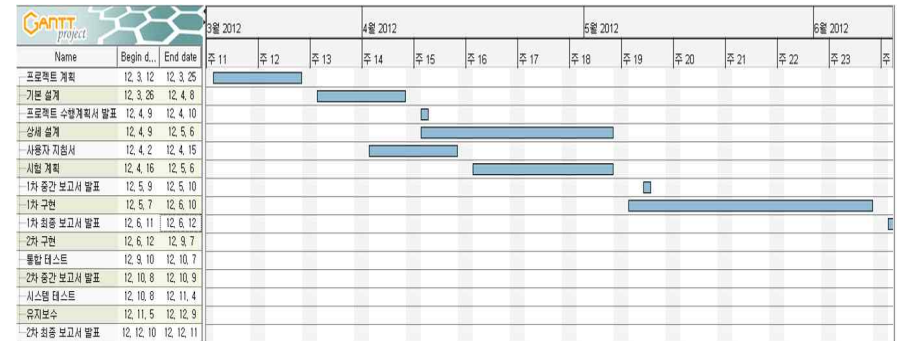
[그림 6.2] Iterative Processes

#### 6-1-5. 회의 방법 및 주기

주 1회 정기회의 - 목요일 19:00 ~ 21:00

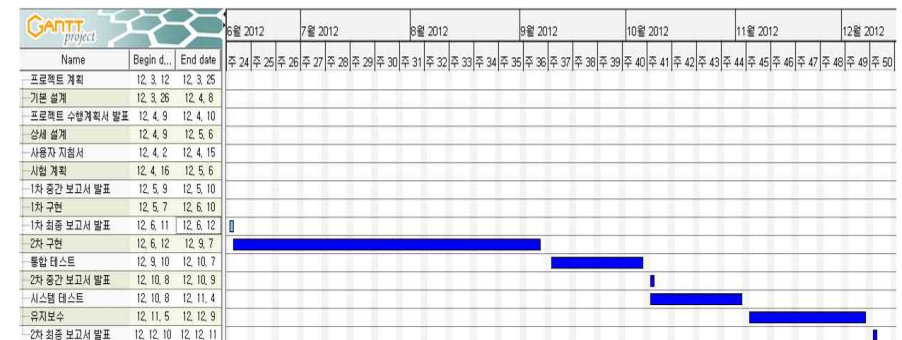
## 6-2. 프로젝트 수행 일정

### 6-2-1. 1단계(2012-1학기 전공종합설계1)



[그림 6.3] 1단계 추진일정

### 6-2-2. 2단계(2012-2학기 전공종합설계2)



[그림 6.4] 2단계 추진일정

## 6-3. 기술적 장애 요소 및 해결 내역

### 6-3-1. 수화 패턴 인식

가장 먼저 수화 번역을 위한 수화 패턴인식에 대한 부분이 문제가 되었는데, 이 문제는 Open Source인 'Weka'를 통해서 해결하기로 하였다. 그 다음으로 예상되는 문제는 'Weka'를 사용할 때 Attribute를 어

떻게 결정 할 것인가에 대한 것이다. 수화를 인식할 때 좌표를 이용하는데, 이 좌표를 절대 좌표로 하면 사람마다 수화를 할 때 화면에 잡히는 위치가 모두 다르기 때문에 수화의 기준 좌표 값을 설정해주기 어렵다. 이 문제를 해결하기 위해 수화의 중심축을 잡아서 각 손가락이 중심축에서의 얼마나 떨어져 있는지에 대한 거리를 좌표로 하는 것이 현재로서는 가장 이상적인 방법으로 고려되고 있다. 하지만 차후 Classifier를 제작하고 Classifier의 성능을 test하는 작업을 거쳐서 가장 높은 인식률을 끌어올릴 수 있는 Attribute를 정하는 데 주력하여 이 문제를 궁극적으로 해결한다.

### 6-3-2. 의미 없는 동작의 분리

사용자가 Kinect를 이용한 수화 번역기를 실행한 이후 하는 동작 중에는 수화 외에도 무의미한 동작도 존재한다. Kinect를 이용한 수화 번역기에서는 수화만 번역이 가능하기 때문에 무의미한 동작들을 구분해 내고 의미 있는 동작, 즉 수화만을 추출해야한다. 따라서 사용자가 하는 동작이 수화인지 무의미한 동작인지를 구분해 내는 작업이 필요하다. 1단계에서는 버튼을 이용하여 수화가 시작되는 순간부터 끝나는 순간간의 동작을 가져오도록 하여 의미 없는 동작을 분리했다. 2단계에는 이를 수정·보완하여 의미 없는 동작의 분리가 가능도록 한다.

### 6-3-3. 수화 동작의 구분

서로 다른 단어에서 같은 동작이 있는 경우가 있다. 예를 들어 [그림 6.5]의 '사과'와 [그림 6.6]의 '불다'의 수화의 경우를 보자. 두 수화에서는 코 아래에서 검지를 세운 오른손을 왼쪽에서 오른쪽으로 움직이는 동작이 동일하다. 이런 경우에 어느 동작까지를 하나의 수화로 인지할 것인지에 대한 문제가 발생한다. 이러한 수화를 단어 단위로 구분하는 부분이 해결해야할 기술적 어려움이다.



[그림 6.5] '사과'의 수화 표현



[그림 6.6] '불다'의 수화 표현

### 6-3-4. 손가락 인식

수화에서는 어떤 손가락을 구부리고 있는지, 어떤 손가락을 펴고 있는지와 같은 손가락의 모양, 형태에 따라 수화의 내용이 달라진다. 그러나 Kinect에서는 손가락과 같은 세부 관절의 인식까지는 제공하고 있지 않다. 이러한 부분을 보완하기 위해서는 손가락 인식을 구현해야한다. 손가락 인식을 구현하기 위해 영상 인식 기술을 활용한다. Kinect에서 제공하는 깊이 영상 이미지와 손의 영상을 가져와서 손의 형상을 추출한다. 추출한 손의 형상을 토대로 손가락을 검색하여 분리한다. 1차적으로 손가락을 펴는지 쥐었는지를 판단한다. 그 뒤 퍼진 손가락이 몇 개며 그 손가락이 어떤 손가락인지 구분한다. 이 과정에서 OpenCV라는 실시간 영상 프로그램 라이브러리를 사용하여 이 문제를 해결한다.

### 6-3-5. Data 수집 방안

수화는 사람에 따라 차이가 많다. 모든 사람들에게 공통으로 사용될 수 있는 수화 표본 Data를 작성하기 위해서는 여러 사람들의 수화 Data를 필요로 한다. 다양한 연령대에서부터 실제 수화 사용자인지 아닌지, 심지어 손의 크기나 팔의 길이 등 많은 요소들을 감안해야한다. 하지만 이렇게 다양한 사람들을 접할 기회가 흔하지 않다. 그래서 본 프로젝트에서는 20대에서 30대 사이의 남자와 여자를 수화 경험자, 수화 무경험자를 대상으로 수화 Data를 수집하기로 하였다. 수화 경험자의 경우는 실제 수화 통역사나 수화 봉사 동아리의 도움을 얻기로 하였다. 현재는 20대에서 30대 사이의 남자와 여자로 한정되어있지만, 후에 지속적으로 다양한 연령대의 대상으로 실험하여 Data를 늘릴 수 있을 것이다.

## 6-4. 기자재, 시설 및 장비 활용 현황

[표 6.5] 기자재 현황

기자재/ 시설/ 장비명	규격	수량	용도	기보유/ 구매
Kinect for Xbox 360	28*6*7 (가로*세로*높이)	4	수화 인식	기보유
Kinect for Windows	28*6*7 (가로*세로*높이)	3	수화 인식	구매
Kinect Floor Stand	62 (높이)	2	Kinect 거치	구매



## 6-5. 참여 인력 현황

### 6-5-1. 이상준

인적사항	학교명	승실대학교	성 명	이상준
	학 과 (전 공)	IT대학 컴퓨터학부	학 년 (학 번)	4학년 (20052710)
보유 자격증	정보처리기사 MOS MASTER 워드프로세서 2급			
수상경력	2012.11.23. 2012 공학교육페스티벌 창의적 종합설계 경진대회 한국공과대학장협의회회장상 수상 2012.10.11. 2012 서울과학기술대학교 공학교육거점센터 창의적 종합설계 경진대회 동상 2012.10.05. 제5회 학생 포트폴리오 경진대회 대상 2012.09.20. 2012 캡스톤 디자인 경진대회 대상 2012.02.22. 제6기 우리은행 금융 아카데미 조별 발표 우수상 (대학생을 위한 상품팩 개발) 2010.06.17. 2010년도 교내 창의적공학설계 우수상 2007.07.09. 2007 동원지휘서신 E-mail 경연대회 우수상			
프로젝트 경험	2011년 1학기 네트워크프로그래밍 - SNS 기반에서 제공되는 온라인 사진 앨범 서비스 2011년 1학기 프로그래밍1및실습 - 영어 단어 암기 프로그램 2010년 2학기 프로그래밍2및실습 - 도서관 서비스 프로그램 2010년 1학기 창의적공학설계 - 라인 트레이서 2010년 1학기 프로그래밍응용및실습 - 깜빡이 단어/ 숙어 학습기			

### 6-5-2. 우태호

인적사항	학교명	승실대학교	성 명	우태호
	학 과 (전 공)	IT대학 컴퓨터학부	학 년 (학 번)	4학년 (20082379)
보유 자격증	정보처리기사 워드프로세서 1급 MOS MASTER			
수상경력	2012.11.23. 2012 공학교육페스티벌 창의적 종합설계 경진대회 한국공과대학장협의회회장상 수상 2012.10.11. 2012 서울과학기술대학교 공학교육거점센터 창의적 종합설계 경진대회 동상 2012.09.20. 2012 캡스톤 디자인 경진대회 대상			
프로젝트 경험	2011년 2학기 알고리즘 - 전화번호부 검색기 2008년 2학기 프로그래밍2 및 실습 - 포커게임 2008년 1학기 창의적 공학설계 - 원숭이 독서대			

### 6-5-3. 김지아

인적사항	학교명	승실대학교	성 명	김지아
	학 과 (전 공)	IT대학 컴퓨터학부	학 년 (학 번)	4학년 (20082314)
보유 자격증	정보처리기사 MOS MASTER ACA Photoshop			
수상경력	2012.11.23. 2012 공학교육페스티벌 창의적 종합설계 경진대회 한국공과대학장협의회회장상 수상 2012.10.11. 2012 서울과학기술대학교 공학교육거점센터 창의적 종합설계 경진대회 동상 2012.09.20. 2012 캡스톤 디자인 경진대회 대상			
프로젝트 경험	2011년 1학기 프로그래밍응용 및 실습 - Mix & Match Game 2008년 2학기 프로그래밍2 및 실습 - Porker Game 2008년 1학기 프로그래밍1 및 실습 - 큰 자리 계산기			

#### 6-5-4. 박선영

인적사항	학교명	숭실대학교	성 명	박선영
	학 과 (전 공)	IT대학 컴퓨터학부	학 년 (학 번)	4학년 (20092369)
보유 자격증	정보처리기사 DB2 MOS MASTER			
수상경력	2012.11.23. 2012 공학교육페스티벌 창의적 종합설계 경진대회 한국공과대학장협의회회장상 수상 2012.10.11. 2012 서울과학기술대학교 공학교육거점센터 창의적 종합설계 경진대회 동상 2012.09.20. 2012 캡스톤 디자인 경진대회 대상 수상 2012.07.27. 2012 공학 실무영어 경진대회 은상 수상 2012.01.19. 2012년 1월 스마트 디자인 캠프 대상 수상 2010.06.17. 2010년도 교내 창의적공학설계 우수상			
프로젝트 경험	2011년 1학기 + 여름방학 - IEEE CIG 에서 주최하는 Ms Pac-Man Screen Capture Competition에서 Weka API로 예측 모듈 2011년 1학기 네트워크프로그래밍 - SNS 기반에서 제공되는 온라인 사진 앨범 서비스 2010년 - 플래시로 영어단어 맞추기 게임제작			

#### 7. 결론 및 향후 연구

##### 7-1. 결론

1학기에 구현하였던 8가지 단어들(답다, 시원하다, 달리다, 가다, 오늘, 사과, 붙다, 먹다)은 꾸준한 DB Update로 인식률이 90% 이상이 되었다. 2학기 때 프로젝트를 진행하며 3가지 단어들(안녕하세요, 사랑하다, 나)을 추가하였다. 그리고 각 단어들의 조합을 통해 문장 형식으로 출력이 가능해졌다. Sentence라는 버튼을 왼손으로 클릭하면 모드가 Sentence mode로 변환되고, 각 단어들을 순서대로 받아 저장한 후 다시 한 번 Sentence 버튼을 누르면 저장된 단어들을 문장 형식으로 출력해준다. 마지막으로 음성출력기능을 추가하여 수화에 해당하는 뜻을 문자로 출력해 주는 것 뿐 아니라 음성으로도 읽어주는 기능을 추가하여 가독성을 높였다.

##### 7-2. 향후 연구

###### 7-2-1. 손가락인식

현재 Kinect SDK에서 제공하는 NUI library에서는 손가락은 인식하지 못 하고 손 전체를 인식한다. 그러나 OpenNI를 연동하여 손가락 인식을 하거나, 영상인식 기술을 활용하여 손의 영상을 가져와서 그 중 손가락을 인식하는 것 등의 방법으로 손가락 인식이 가능하다. 앞으로 손가락을 인식하여 더욱 정밀하게 수화를 인식해야 할 것이다.

###### 7-2-2. 문장조합

Kinect를 이용한 수화 번역기의 사용자는 청각·언어 장애인이다. 수화의 문법 체계는 표준어의 문법 체계와는 다르다. 현재 Sentence 버튼을 통한 문장조합은 수화 문법 체계를 사용하여 조사가 없는 단어들의 나열로 구현하였다. 그러나 실질적으로 모니터를 통해 번역된 언어를 받아들이는 사람은 비장애인 이므로 비장애인이 사용하는 언어인 조사, 전치사와 같은 품사가 포함되어야 한다. 언어학적인 지식습득을 통하여 완벽한 문장이 되도록 연구해야 할 것이다.

## 8. 참고 문헌

[강12] 강종욱, 영상과 거리정보 지도를 이용한 제스처 인식 시스템, 인하대학교 석사학위 논문, 2012

[구02] 구자영, 3차원 애니메이션 캐릭터를 이용한 수화의 실시간 화면출력에 관한 연구, 단국대학교 석사학위 논문, 2002

[구11] 구영남, 이재훈, 정승민, 김동오, 신호진, 강민구, 스마트 UX 위한 Kinect영상의 손가락인식, 한국인터넷정보학회 추계학술발표대회 논문집 제12권 제2호, pp. 55-56, 2011

[권00] 권경혁, 우요섭, 민홍기, 한국어-수화 번역 시스템 설계, 한국정보처리학회 논문지 제7권 제3호, pp. 756-765, 2000

[김09] 김상철, 단어 중의성 해소 문제를 고려한 한국어-한국수화 번역 시스템의 개발, 한국과학기술원 석사학위 논문, 2009

[김11] 김지호, 방향과 위치 정보를 이용한 실시간 손동작 인식기 구현, 금오공과대학교 석사학위 논문, 2011

[박98] 박수현, 강석훈, 권혁철, 한국어-수화 번역시스템을 위한 형태소 변환, 한국정보처리학회 논문지 제5권 제3호, pp. 688-702, 1998

[서01] 서태연, 한국어 수화 번역 시스템 개발에 대한 연구, 호서대학교 석사학위 논문, 2001

[오98] 오지영, 한-일간 지적 수화 통신 시스템의 구현, 명지대학교 석사학위 논문, 1998

[유12] 유수곤, 신봉기, 이성환, 깊이 영상에서 클러스터링 기반 파티클 필터를 이용한 3차원 손 포즈 추정, 정보과학회논문지 : 컴퓨팅의 실제 및 레터 제18권 제9호, 2012

[유11] 유택호, 원거리 핸드 제스처 인식: TV 원격 제어 적용, 금오공과대학교 석사학위 논문, 2011

[이02] 이철학, 문장패턴 변환방법을 이용한 한-중-일 수화 통신 시스템에 관한 기초연구, 명지대학교 석사학위 논문, 2002

[A.E07] A. Erol, G. Bebis, M. Nicolescu, R. Boyle, and X. Twombly, "Vision-based Hand Pose Estimation: A Review", Computer Vision and Image Understanding, vol.108, no.1, pp.52-73, 2007

[Cli04] Clive L., Dym, Patrick Little, Engineering Design : A Project-Based Introduction, John Wiley&Sons, Inc, 2004

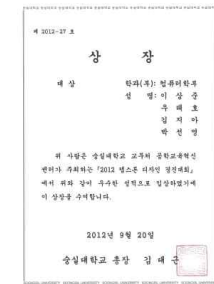
[C.W08] C. Weng, C. Tseng, M. Ho, and C. Huang, "A Vision-based hand motion parameter capturing for HCI", Proc. IEEE International Conference on Audio, Language and Image Processing, pp.1219-1224, 2008

[Jia06] Jiawei Han and Micheline Kamber, Data Mining Concepts and Techniques(Second Edition), Morgan Kaufma, 2006

[Rog10] Roger S. Pressman, Software Engineering : A Practitioner's Approach, McGraw-Hill, 2010

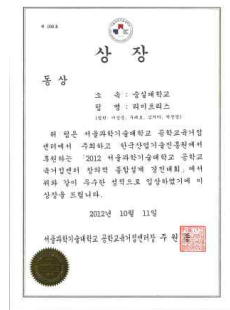
## 첨부 A. 수상내역

### 1) 2012.09.20. - 2012 캡스톤 디자인 경진대회 대상 수상



종합설계 교과목의 작품을 전시함으로써 설계에 대한 안목과 역량을 높이며 설계에 대한 이해를 구체화 할 수 있는 기회를 가짐, 우수한 작품으로 발굴되어 전국 단위의 경진대회 참가 기회를 받음.

### 2) 2012.10.11. - 2012 공학교육거점센터 창의적 종합설계 경진대회 동상 수상



공과대학생들이 직접 기획·설계·제작한 Capstone Design 시작품으로 「2012 창의적 종합설계 경진대회」에 추천한 포상후보작 1개 작품 평가 및 시상.

### 3) 2012.11.23. - 2012 공학교육페스티벌 창의적 종합설계 경진대회

#### 한국공과대학장협의회장상 수상

#### 상 장

KINACE를 이용한 수화 번역기  
충청대학교 마이크로즈 팀  
장미현, 이은정, 김민준, 김민준, 김민준

귀하는 2012 창의적 종합설계 경진대회에서  
우수한 설계력으로 입상하였으므로 이에 상장을  
 수여합니다.

2012년 11월 23일

한국공과대학장협의회장 정 현 영

공과대학생들이 학부교육 과정 중 배운 이론을 바탕으로 직접 기획·설계·제작한 작품을 전시. 전국 80여 개 공과대학의 작품 중 우수작과 수상작 300여 작품이 전시.

국내 최대 종합설계전이 된 이번 전시는 한국 공학교육의 혁신성과와 함께 미래를 이끌어갈 공학인재들의 창의적인 아이디어와 열정을 만날 수 있는 장이 됨.

첨부 B. 회의록

전공종합설계 33차 회의

팀 명	Limitless
일 시	2012. 09.14 18:00 ~ 22:00
장 소	승실대학교 신학생회관 317호
참석자	이상준, 우태호, 김지아, 박선영
기록자	이상준
회의주제 : UI 개선, Weka 연동	
<p>활동 공유</p> <p>1. UI 개선</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- User, Admin, About Program, Finish</li> </ul> <p>2. Weka 연동</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Make Model : 50개의 손의 방향들 입력</li> <li>- Training : 50개의 손의 방향들의 Tuple들로 Model 제작</li> <li>- User : Model을 classifier로 하여, 수화의 뜻 출력</li> </ul> <p>3. 2012 캡스톤 디자인 경진대회 출품 준비</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기간 : 2012.09.18. ~ 2012.09.20.</li> <li>- 장소 : 승실대학교 한경직기념관</li> </ul> <p>4. 참고도서 : Kinect 프로그래밍</p> <p>한국수화 회화 첫걸음</p> <p>너를 자극하는 C# 4.0 프로그래밍</p>	
<p>34차 모임 일시 : 2012.09.16.(일)</p> <p>다음 모임까지 목표 : 정확도 향상</p> <p>다음 모임 계획 : 2단계 수행계획서 작성</p>	