Title

A Structure and Framework for Sign Language Interaction

ABSTRACT

Objective: The goal of this thesis is to design the interaction structure and framework of system to recognize sign language.

Background: Sign language of meaning individual gesture are combined to construct a sentence, so it is difficult to interpret and recognize the meaning of hand gesture for system because of the sequence of continuous gestures .This being so, in order to interpret the meaning of individual gesture correctly, it needs the interaction structure and framework so that they can segment the indicating of individual gesture.

Method: We analyze 700 sign language words to structuralize the sign language gesture interaction.
First of all, we analyze the transformational patterns of the hand gesture. Second, we analyze the movement of the transformational patterns of the hand gesture. Third, we analyze type of other gestures except hands. Based on this, we design a framework for sign language interaction

Results: We elicit 8 patterns of hand gesture on the basis of the fact whether the gesture has a change from starting point to ending point. And then, we analyzed the hand movement based on 3 elements: patterns of movement, direction, and whether it is repeating or not. Moreover, we defined 11 movements of other gestures except hands and classified 8 types of interaction. The framework for sign language interaction which was designed based on this mentioned above applies to more than 700 individual gestures of the sign language and can be classified an individual gesture in spite of situation which has continuous gestures.

Conclusion: This study has structuralized in 3 aspects defining to analyze the transformational patterns of the starting point and the ending point of hand's, hand movement, and other gestures except hands for sign language interaction. Based on this, we designed the framework that can recognize the individual gesture and interpret the meaning more accurately when meaning individual gesture is input sequence of continuous gestures.

Application: When we develop the system of sign language recognition, we can apply interaction framework to it. Structuralized gesture can be used for using database of sign language, inventing automatic recognition system, and study on motion gesture of other areas.

Keywords

Sign language interaction, Sign language pattern, Interaction framework, Barrier free design

1. Introduction

IT기술의 발달로, HCI(Human Computer Interaction)의 여러 분야에서 보다 편안한 제스처 인터페이스에 관하여 연구가 많이 진행되고 있다. 그 중 손 제스처인 수화는 손의 움직임으로 농인들의 의사소통을 하는 수단으로써 일상 생활에서 사용되는 다양하고 복잡한 의사를 전달할 수 있도록 잘 정의되어있다. 또한 체계화된 제스처로 상징적 의사소통을 위한 언어적 정보를 전달하고 있으며, 자연언어에 상응하는 동작들이 있어서 다양한 표현이 가능하다. (Quek , 1994). 그러므로 수화는 컴퓨터와의 자연스런 인터페이스 개발에 활용될 수 있으며 Lee et. al (1998), 건청인(건강한 청력을 가진 사람) 간의 원활한 의사소통을 돕고자, 수화를 인식한 다음 텍스트나 음성으로 번역해주는 시스템 개발들이 이뤄지고 있다.

한국 수화는 기본적으로 Korean manual alphabet과 Korean sign word를 병용하여 사용한다. Kim(2004)은 수화언어의 범위에서 Korean sign word구조를 카테고리 했으며, 본 연구는 전체적인 수화언어 구조 범위를 알기 위해 Korean manual alphabet 구조를 추가하여 Figure 1과 같이 다시 재구성하였다.

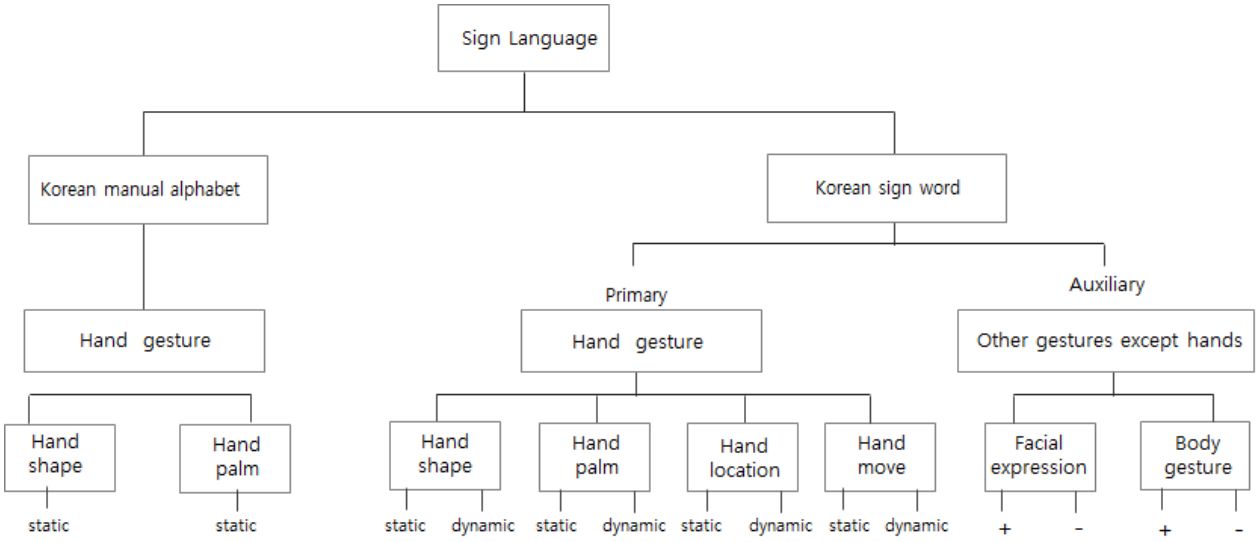


Figure 1. Structure of sign language

Korean manual alphabet은 한글의 자음과 모음의 형태를 모방하여 손 모양과 손바닥의 방향의 구조를 가지며 계기적인 특성을 지닌 정적인 제스처 형태이다. 반면, Korean sign word는 주로 손에 의해 제스처가 만들어지고 얼굴과 몸의 제스처가 보조적인 수단으로 사용되어 의미를 만들어 내기도 한다. 따라서 수화의 제스처 인터랙션은 손의 제스처와 손 이외의 제스처로 정의 된다. 손의 제스처는 손의 모양(손가락 관절의 배치), 손의 위치(머리, 얼굴 부분, 어깨, 가슴, 배, 손으로 구분), 손의 움직임(어깨, 팔, 손목과 손가락 관절의 움직임에 결정), 손바닥 또는 손가락 방향 (손이나 손바닥의 방향과 펼쳐진 손가락 끝의 방향)으로 구성되고, 손 이외의 제스처는 얼굴 표정과 몸짓(눈썹의 움직임, 시선의 방향, 입 모양과 혀의 움직임, 어깨 움직임, 발의 움직임)으로 구성된다. 즉, 수화는 단순히 모양이나 움직임을 흉

내 내는 것이 아니라, 손의 제스처와 손 이외의 제스처 구성 요소의 변화와 조합에 의해 의미 있는 단어를 완성한다. 아래 Table 1은 수화의 손의 제스처와 손 이외의 제스처의 구성요소에 따른 특징을 분류했다.

Table 1. Classification of sign language gestures

Sign Language Gesture	Hand –Gesture				Other gestures except hands
	Hand Shape	Hand Location	Hand Move	Hand Palm	Face, body
Characteristic	It appears related to status	Location of acting hands when sign language is shown	Expression of sequence of flow	Composition of words and important elements for distinguisher	Case of showing grammatical relationship of flow

Lee(2007)는 한국수화언어가 가지는 단순구조의 유형을 분석하여 한 손 수화언어 형태소는 8가지, 두 손 수화언어 형태소 중에서 동형의 형태소는 7가지, 이형의 형태소는 5가지로 나타내었다. Yoon and Kim (2004)은 손 이외의 제스처인 비수지 신호를 손 몸짓과 함께 혹은, 단독으로 사용되는 얼굴 표정, 머리의 움직임, 시선, 입 모양, 몸의 움직임 등으로 나타나는 신호라 정의하고 의미를 가지는 제스처를 표정과 움직임의 결합 따라 1형태소, 2형태소, 3형태소, 4형태소로 나눠 분석하였다. 이를 미뤄보았을때, 수화 제스처는 다양한 손 제스처에 보다 체계적으로 구조화 시킬 수가 있으며 손 이외의 제스처도 부가적인 의미로 분석할 수 있다.

수화로 의사소통 시 의미 단위의 개별제스처가 결합되어 문장을 구성하는데, 이때 제스처가 연속적으로 이어지기 때문에 시스템이 의미를 파악하고 인식하는데 어려움이 발생한다. 제스처는 명확한 분절이 없어 시스템은 연속 제스처를 구분하는데 어려움이 있고, 손 제스처의 다양한 변화 요소로 인하여 손 제스처의 의미를 해석하는데 있어서 시스템이 인식하는 어려움이 있기 때문이다. (Lee et. al, 1998).
이에 Lee et. al (1998)는 Quek(1994)이 제시한 손 제스처의 움직임 규칙과 함께 속력과 속력으로 수화의 연속적인 움직임 동작을 구분 할 수 있는 규칙을 제시하였으며, 실시간으로 인식할 수 있는 시스템 구현에 대한 연구를 하였다. 그러나 접촉식 인식을 기반 한 연구로 인식할 수 있는 제스처가 한정되고 여러 사람의 제스처 차이와 정확한 인식률에 대한 연구가 더 진행되어야 한다고 설명하고 있다. (Lee et. al, 1998). 때문에 수화단어의 개별제스처에 대한 다양한 변화 요소의 인식과 다양한 의미 해석에 대해서는 여전히 어려움이 존재한다.
따라서 시스템이 수화의 의미를 정확히 인식하기 위해서는, 개별 제스처를 명확히 분절시켜야 하며, 연속적인 움직임 상황에서도 의미 단위의 개별제스처 구분이 가능한 구조화 및 프레임 워크가 필요하다. 이를 위해 본 연구는 수화를 인터랙션 관점에서 손의 제스처와 손 이외의 제스처를 정의하고 세분화하여 구조화 한다. 또한 수화의 각 의미 단위의 개별 제스처에 인식률을 높일 수 있는 프레임워크를 설계 하여 활용방안을 제안 하고자 한다.

2. Structure of sign language interaction.

수화를 인식할 수 있는 시스템을 만들기 위해서는, 먼저 수화 제스처의 인터랙션을 구조화해야 한다. 즉, 손의 움직임과 손 이외의 제스처를 세분화하여 다양한 개별 단어 제스처를 명확한 분절로 구조화 해야 한다. 때문에 제스처를 체계적으로 세분화하고 구분하여 병렬로 인식할 수 있을 때, 사람간의 미묘한 차이와, 비슷한 제스처의 차이를 구별할 수 있는 차이점을 더 빠르고 쉽게 구분 할 수 있는 방법이 될 수 있다. 따라서 정확한 인식과 해석이 가능해지며 방대한 수화의 언어를 체계적으로 담을 수 있게 된다. 이를 위해 단순구조 유형의 수화단어 700 개를 분석하여, 첫째, 손 제스처의 변화유형을 도출한다. 둘째, 변화유형 제스처의 손 움직임을 분석한다. 셋째 손 이외의 제스처 유형을 분석 한다.

2.1 Gesture interaction sets of the change patterns from starting point to ending point

수화단어는 각 제스처의 형태에 손의 움직임이 존재하지 않으면 정적 제스처, 손의 움직임이 존재하면 동적 제스처로 구분한다. 동적 제스처는 처음 시작하는 시작점과 동작을 마무리하는 끝점으로 정의한다. 즉, 수화 단어의 시작점은 손 모양, 손의 위치, 손바닥 또는 손가락 방향의 3가지 요소의 조합으로 만들어지며 손의 움직임을 거쳐 끝점의 제스처가 변형이 된다. 때문에 정적 제스처는 정지된 상태의 제스처로 구별되지만, 동적 제스처는 시작점과 끝점이 변화된 형태가 하나의 의미 단위 개별제스처로 구별된다. 따라서 개별 제스처의 시작점과 끝점의 변형을 구분해야 정확한 개별 제스처를 구별 할 수 있다. 이를 위해 본 연구는 제스처의 시작점과 끝점의 차이를 가지는 수화단어의 유형 분류를 위해, 손 모양, 손의 위치, 손바닥 또는 손가락 방향을 요소로 설정하여 단일구조 수화단어를 분석하였다. 이에 정적인 제스처를 포함하여 8가지 유형으로 구분되었으며 아래 Table 2 와 같이 제스처의 인터랙션으로 정의하였다(Table 2). 각각 정의된 유형에 따라 분류된 제스처는 수화의 시작과 끝점의 변화 형태를 구분할 수 있다.

Table 2. Classification change patterns from starting point to ending point
(◯ keeping same gesture from starting point to ending point) (● changing gesture from starting point to ending point)

No	Gesture	Description	Gesture of Change Patterns	Gesture action-example
1	Static	keeping same gestures from starting point to ending point.	Shape Palm Location	 Korea-manual Alphabet "ㄱ"
2	Shape Dynamic	changing hand shape of gesture from starting point to ending point.	Shape Palm Location	 "disperse"

3	Palm Dynamic	changing hand palm of gesture from starting point to ending point.	Shape Palm Location	 "book"
4	Location Dynamic	changing hand location of gesture from starting point to ending point.	Shape Palm Location	 "divide"
5	Shape & Location - Dynamic	changing hand shape and location of gesture from starting point to ending point.	Shape Palm Location	 "hard"
6	Palm & Location -Dynamic	changing hand palm and location of gesture from starting point to ending point.	Shape Palm Location	 "dead leaves"
7	Shape & Palm - Dynamic	changing hand shape and palm of gesture from starting point to ending point.	Shape Palm Location	 "everybody"
8	All Dynamic	changing all gesture from starting point to ending point	Shape Palm Location	 "snatch"

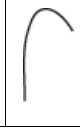
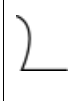
2.2 Gesture sets of the movement and pattern

수화단어의 동적 제스처는 움직임에 의하여 시작점과 끝점 제스처가 변형이 된다. 따라서 의미 단위의 개별제스처를 인식하기 위해서는, 손 제스처의 형태뿐 아니라 동적 제스처 사이에 존재 하는 손의 움직임도 살펴보아야 한다. 이에 본 연구는 손의 움직임을 분류하기 위해 움직임의 패턴, 방향, 반복여부 이 3 가지 요소로 나누어 변형유형을 가지는 700 개 수화단어를 분석했다.

동적인 개별 제스처의 사이에 존재 하는 손의 움직임 형태를 분석을 위해, 다음과 같이 정의 하였다. 수화의 단어의 손의 움직임은 크게 직선운동, 곡선운동, 혼합운동으로 분류가 된다. 직선은 굴곡이 없고 곧은 형태의 운동, 곡선 운동은 직선이 아닌 굽은 형태의 운동, 혼합 운동은 다양한 선의 혼합된 운동으로 정의한다. 분류된 정의에 따라 움직임의 패턴을 세부적으로 2차 분류 하여 13가지 제스처의

움직임 패턴을 도출하였다(Table 3).

Table 3. Gesture sets of hand movement Pattern

Straight				Curve						Compound		
Straight form without curve				Curving form not straight						Mixed form with various lines		
straight basic	dotted line	right angle	Z Shape	curve basic	wave	wand	spin	circle	ribbon	straight + curve	straight + spin	Chinese character
												

직선 운동은 직선 기본형, 점선형, 직각형, Z형으로 분류한다. 직선 기본형은 일직선의 움직임의 패턴을 가지며, 점선형은 일직선으로 두 번 이상이 끊어지는 움직임의 패턴이다. 직각 형은 직선이 만나 각을 이루는 패턴이며, Z형은 Z형의 모양을 그리는 움직임의 패턴을 말한다. 곡선운동은 곡선 기본형, 물결형, 지팡이형, 회전형, 원형, 리본형으로 분류한다. 곡선기본형은 곡선의 선의 움직임의 패턴이며, 물결형은 곡선이 내려 갔다 올라갔다 하는 움직임의 패턴을 가진다. 지팡이 형은 앞부분을 곡선으로 만들어 내려오거나 또는 위로 이동하여 곡선을 만드는 움직임 패턴이다. 회전 형은 한 축에서 빙빙 도는 움직임의 패턴이며, 원형은 원을 그리는 움직임의 패턴이며, 리본형은 곡선으로 이동하다 중간에 원을 그리다 다시 곡선으로 이동하는 패턴이다. 혼합형은 직선기본형과 곡선의 기본이 혼합된 움직임의 패턴과 직선 기본형과 회전형이 혼합된 움직임 의 패턴이며, 그리고 한자의 기호를 모방하는 움직임의 패턴으로 분류 한다.

다음으로 수화의 움직임을 단 방향과 복합 방향을 나누어 제스처의 이동 방향을 분석했다. 수화의 손 제스처는 2차원이 아닌 3차원으로 일어나는 움직임이다. 때문에 수화는 X축과Y축 Z축을 가지는데, 본 연구는 수화의 인터랙션을 위해, 수화가 시작되는 시작점을 기준점으로 잡고 상대값을 적용한다. 수화는 항상 어느 중심축으로 일어나는 것이 아닌, 각 수화단어마다 시작되는 기준점이 다르므로 절대값을 설정하기에는 어려움이 있기 때문이다. 따라서 수화자로부터 수화가 시작되는 시작점의 기준으로 오른쪽은 X축, 왼쪽은 –X축, 위의 방향은 Y축, 아래 방향은 –Y축, 앞의 방향은 Z축, 뒤의 방향은 –Z 기준으로 6가지의 경우의 수의 단 방향을 정의 한다(Figure 2).

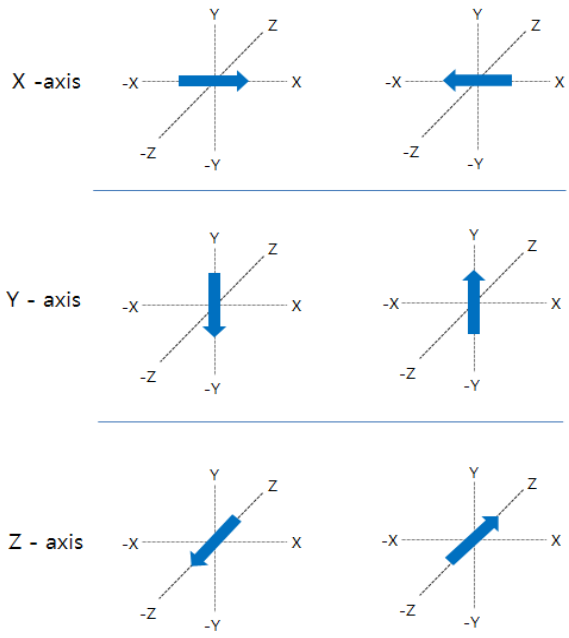


Figure 2. Gesture sets of movement directional

수화 제스처의 복합방향은 움직임의 주체가 두 개 이상으로 두 손의 관계와 손가락 관계의 방향을 이야기하는 것이며 패턴의 움직임에 기본적인 축의 방향과 복합방향의 움직임이 더해져 5가지 복합 방향을 분류했다. "Same" 은 같은 축에서 같은 방향의 이동, "Open" 은 같은 축에서 반대 방향의 이동, "Close"는 같은 축에서 만나는 방향의 이동, "Cross는 서로 다른 방향이 교차되는 형이며, "Different"는 서로 다른 방향으로 교차되지 않는 형의 이동으로 정의 했다 (Figure 3).

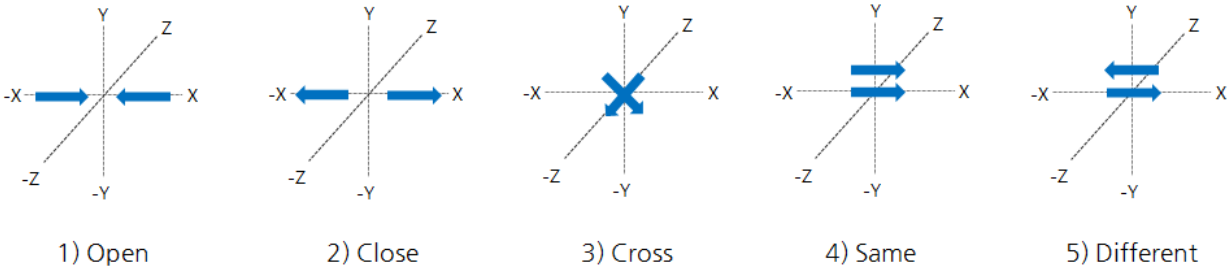


Figure 3. Gesture sets of movement compound directional

마지막은 움직임의 반복여부에 따라 움직임의 형식의 결정을 짓는 요소이다. 수화 제스처의 패턴에 반복되는 동작이 있는 제스처를 구별하기 위함이다. 반복은 같은 동작이 연속적으로 일어나야 의미가 성립되는 경우로 정의 한다.

2.3 Gesture sets of non-manual signals.

수화는 기본적인 의미 외에 얼굴 표정과 몸짓을 이용해 감정을 전달하는 방식으로 의문, 강조, 긍정, 부정 등 말하고자 하는 의도를 분명히 한다. 즉, 수화자는 수화 기본 의미에 표정과 몸짓을 더해 언어의 어조를 표현하여 궁극적으로 문장의 마무리를 짓는 것이다. 때문에 비수지에 의해서도 문장의 의미가 달라 질 수 있으므로 시스템은 손 이외의 제스처도 구별 할 수 있어야 한다. 손 이외의 제스처는 얼굴표정과 몸짓의 움직임에 따라 의미가 결정되는데, 단독적인 움직임만으로도 의미가 결정되기도 하며, 요소들의 움직임이 결합되어 의미가 만들어지기도 한다. 이에 대해 Yoon and Kim (2004)이 이러한 비수지 표현의 종류를 정의했고, 본 연구에서는 이를 시스템이 구분했을 때 유용할 수 있는 범위로 단순화 하여 분석하였다.

먼저, 움직임 형태를 세분화 하기 위하여 눈썹, 눈, 입, 얼굴, 상체를 손 이외의 제스처 기본 요소로 설정 하여 분석하였다. 설정된 요소의 기본형태의 기준으로 움직임이 확장되면 open, 축소되면 Close, 올라가면 UP, 내려가면 down, 좌우의 움직임은 shake 위아래 움직임은 Up & down 로 정의하여 11 가지의 움직임 형태를 세분화 하였다 (Table 4).

Table 4. Gesture sets of other gestures except hands

Eyebrows		Eyes		Mouth		Face				Upper body
										
raise one's eyebrows	reduce one's eyebrows	open one´s eyes wide	close one´s eyes	open one's mouth	close one's mouth	put one's face forward	Lower one's head	nod one's face up and down	shake one's head	raise one's upper body
UP	Down	Open	Close	Open	Close	Up	Down	Up& Down	Shake	UP

11 가지의 움직임 형태가 단독, 또는 결합되었을 경우 어떠한 의미를 갖는지 알기 위하여 제스처 분석을 통해 인터랙션으로 정의 하였다. 이를 위해 많이 사용되는 비수지 신호의 (What 의 의문문, Yes 또는 No 의 의문문은, 긍정문, 강한 부정문, 청유문, 명령문 놀란 감정문) 제스처를 8 가지 인터랙션으로 정의 하였으며 다음과 같다. (Table 5).

Table 5. Gesture interaction sets of non-manual signals.

No	Gesture	Description	Gesture -action
1	What	Opening your eyes wide and putting your face forward with your mouth open.	 open + open + up
2	Yes or no	Raising your eyebrows, opening your mouth, with your face leaning forward.	 up + open + up
3	Positive	Nodding your face up and down.	 up & down
4	Negative	Shaking your head.	 shake
5	Strong-Negative	Reducing your eyebrows with your mouth close.	 down + close
6	Request	Lower your head	 down
7	Imperative	Raising your eyebrows with your mouth open.	 up + open
8	Surprise	Raising your eyebrows, opening your mouth wide and raising your upper body with your face leaning forward.	 up + open + up + up

3. Sign language Interaction Framework

수화는 의미 단위의 개별제스처가 결합되어 문장을 구성하여 연속적인 제스처의 움직임이 발생한다. 이때 제스처가 연속적으로 이어지기 때문에 시스템이 의미를 파악하고 인식하는데 어려움이 발생한다. 따라서 연속적인 움직임으로부터, 개별 제스처의 구별을 위해 다음과 같은 프레임워크를 설계하였다(Figure 4).

전형적인 손 제스처는 준비(preparation), 스트로크(stroke), 복귀(retraction)의 세 가지의 동작의 단계로 이루어져 있다. (Quek ,1994) 가장 중요한 움직임의 제스처가 발생하는 스트로크 단계에 개별제스처가 인식 될 수 있도록 구조화 했다. 먼저 수화 단어의 개별 제스처가 연속적으로 시스템에 입력될 시, 각 의미 단위의

개별 제스처 구분을 위해 손 제스처의 동작 단계인 준비 단계와, 복귀 단계를 프레임워크에 구조화 시켰다. 준비단계는 스트로크 단계를 위해 손을 위치시키는 단계이며, 복귀 단계는 다음 스트로크 제스처를 위한 손을 위치 시키거나 동작이 쉬는 단계로 의미 없는 제스처와 의미 있는 개별제스처의 분리가 가능하다. 이에 준비의 초기 단계, 준비 단계와 스트로크의 접점 단계, 스트로크와 복귀단계의 접점단계, 복귀의 마무리 단계를 설정하고 Lee et. al (1998)가 제시한 속력과 속력의 변화 규칙을 다음과 같이 적용시켰다.

1. 준비의 초기 단계: 수화 수행을 위한 준비상태이거나 이동을 위한 저속의 움직임, 의도 하지 않은 작은 움직임 상태이다.
2. 준비단계와 스트로크의 접점: 의도적인 제스처가 시작될 때 수행되는 초기의 강한 움직임이다.
3. 스트로크와 복귀 단계의 접점: 의도적인 제스처라고 판단된 후, 다음 동작을 위해 이동한 위치에서 정지 상태로 끝난다.
4. 복귀의 마무리 단계: 의미 있는 한 수화의 끝에는 다음에 수행되는 수화와 구분할 수 있는 명확한 속도 감소한다.

다음으로 개별 제스처의 정확한 의미인식을 위해, 수화단어가 동적인 제스처 형태일 때 움직임이 발생하는 순서 기준으로 스트로크에 시작점, 움직임, 끝점으로 3단계를 분류 하였다. Start point는 의미단위의 개별 제스처가 처음 시작하는 시작점 제스처 단계이며, end point는 동작을 마무리하는 끝점의 제스처 단계로, shape, palm, location의 제스처 분석을 위해 구조화 하였다. Movement는 시작점과 끝점의 사이에서 발생하는 손의 움직임을 분석할 수 있는 단계이다. 따라서 어떠한 형태로, 어떤 방향으로 이동하며, 마지막으로 움직임이 연속적으로 일어나는지 구분을 위해 Pattern, Direction, Repeat을 Movement 단계에 구조화 시켰다 (Figure 4).

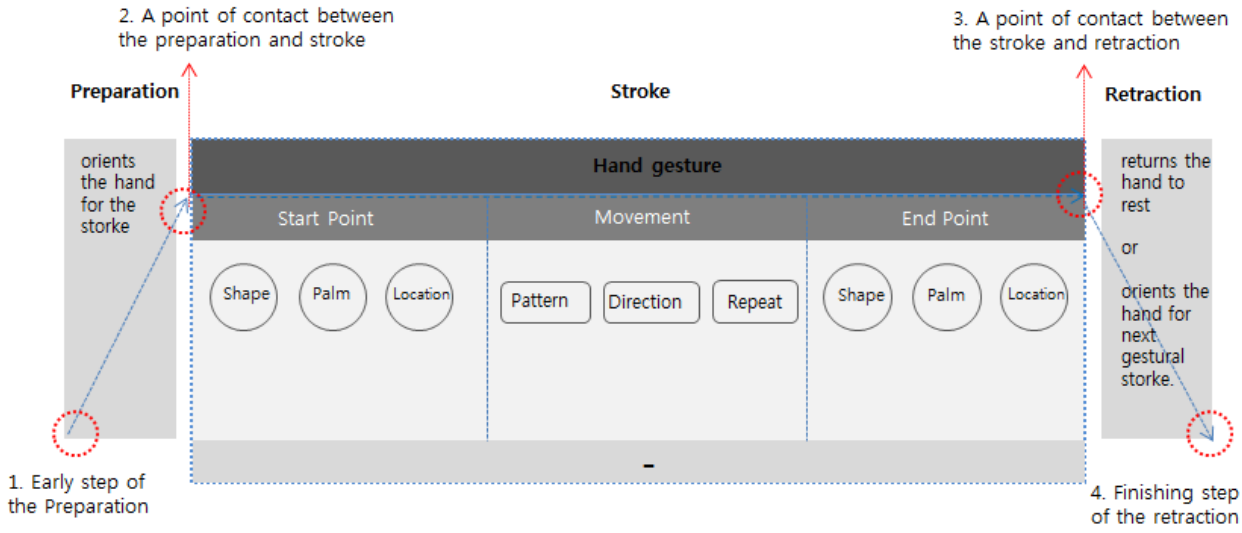


Figure 4. Framework for sign language interaction

마지막으로, 수화 기본 의미에 비수지 신호를 더한 개별 제스처 구별을 위해 Figure 5의 프레임워크를 설계하였다. 손 이외의 제스처가 손의 제스와 함께 또는 단독으로 의미 있는 움직임이 발생될 경우는(+) 그렇지 않을 경우는 (-)로 표시가 된다. 따라서 손 이외의 움직임이 발생할 경우 이 프레임워크가 적용된다. 때문에 앞서 설정된 손 이외의 제스처 요소(눈썹, 눈, 입, 얼굴, 상체)를 프레임 워크에 적용 시켰으며 의미 있는 움직임의 해석을 위해 위해 8가지 제스처를 분류하여 구조화 하였다.

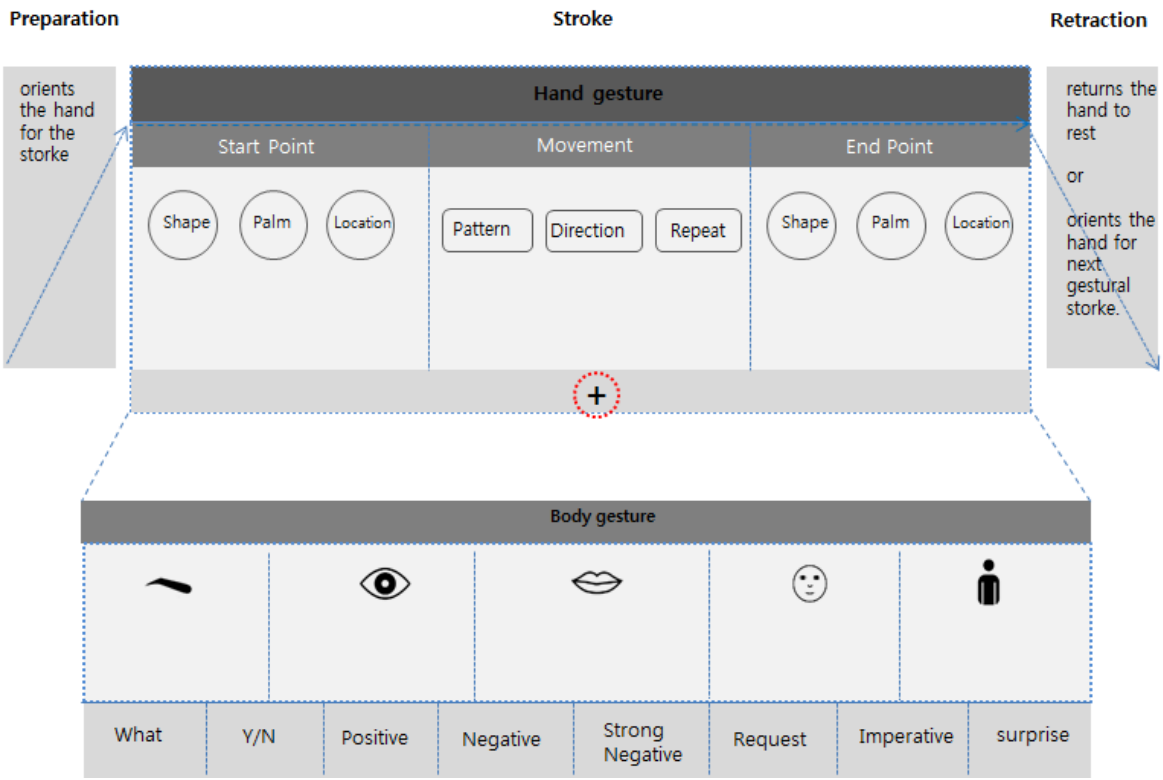


Figure 5. Framework for sign language interaction with non-manual signals gesture

4. Case study using sign language interaction framework

앞서, 제시한 수화 인터랙션 구조와, 프레임워크를 활용가능성에 대해 알아 볼 필요가 있으므로 수화의 문장을 적용시켜 보았다.

한국 수화는 한국어와 다른 문법 체계를 가진다. 때문에, "즐거운 시간을 가지다"의 첫 번째 문장의 수화는 즐겁다+시간+가지다로 표현 되고 실제 동작은 Figure 6 과 같다. 이 문장은 각 수화 단어에 3가지 개별 손의 제스처를 가지므로, 연속적으로 이어지는 동작을 Figure 7과 같이 구조화 하였다.



Figure 6. "Have a good time" (KSLD,2015)

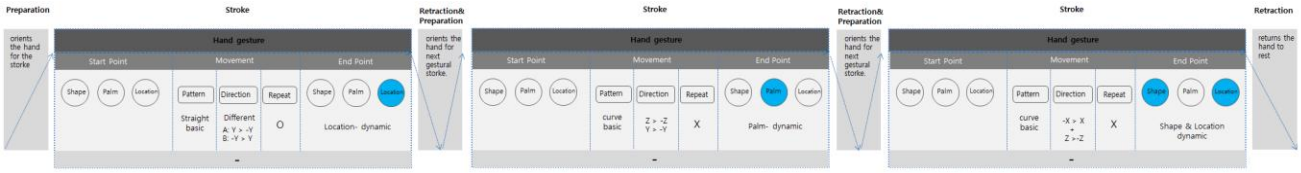


Figure 7. "Have a good time" Framework for sign language interaction

즐겁다"의 수화 동작은 두 손의 엄지, 검지, 중지 손가락을 펼쳐 양 쪽 가슴에 서로 엇갈리게 위 아래로 움직이는 동작이다. 때문에 시작점의 제스처에서 끝점의 제스처가 손의 위치만 변형이 되고 손의 모양과 손바닥 방향은 유지되는 유형으로 "Location- dynamic"이 적용된다. 이때 손의 움직임 패턴은 Straight- Basic이 성립되고, 두 손은 Different의 복합 방향을 가지며 가슴을 기준점으로 한 손은 Y축에서 -Y 축으로 이동, 다른 한 손은 -Y축에서 Y축으로 이동으로 반복 움직임이 발생하는 구조를 가진다. 복귀단계에서 의미 있는 "즐겁다"의 제스처의 끝에는 다음에 수행되는"시간"의 제스처와 구분할 수 있도록 명확한 속도가 감소한다(Figure 8).

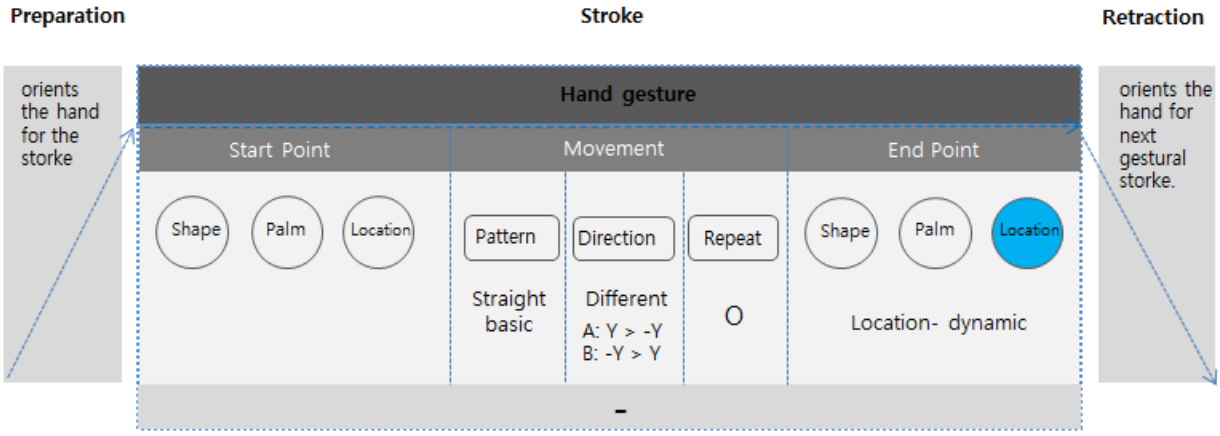


Figure 8 . "Good" Framework for sign language interaction

"시간"은 두 손으로 이뤄진 수화동작으로 한 손은 펼친 손을 손 끝이 밖으로 향하게 세우며 다른 한 손은 엄지와 검지 손가락만 펼쳐 엄지를 펼친 손바닥에 대고 검지를 밖으로 돌리는 동작이다. 때문에 "시간"의 제스처가 시작될 때 수행되는 초기의 강한 움직임 발생과 함께 시작점의 제스처에서 끝점의 제스처가 손바닥만 변형이 되고 손의 모양과 손의 위치는 유지되는 유형으로 "Palm – dynamic"이 적용된다. 이때 손의 움직임 패턴은 curve- Basic이 성립되고, 두 손의 제스처이지만 이형(한 손만 움직임을

가지며, 다른 한 손은 정지 상태임)형태로 움직이는 손은 가슴을 기준점으로 Z 축에서 -Z축으로 이동과 함께 Y축에서 -Y축의 이동 하며 반복 움직임이 없는 제스처다 (Figure 9).

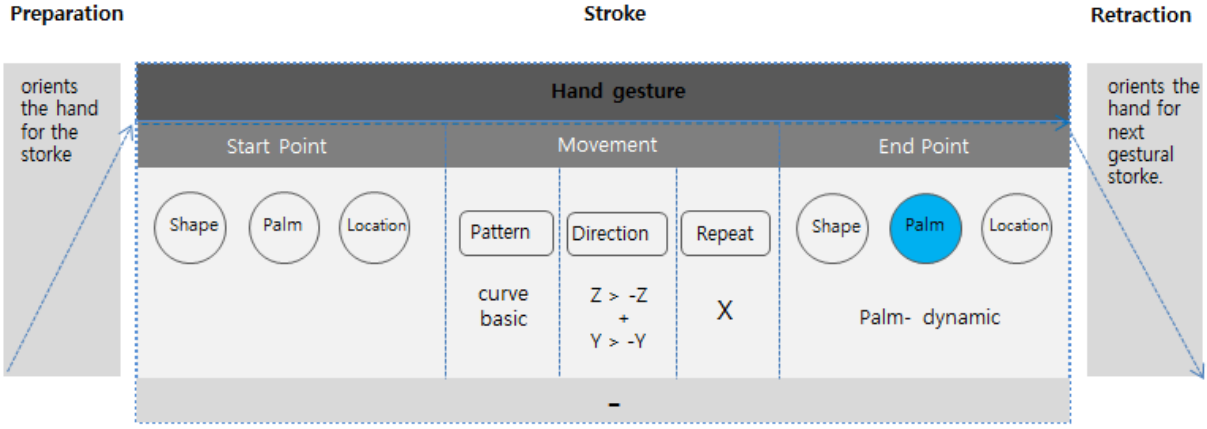


Figure 9. "Time" Framework for sign language interaction

마지막 "가지다"의 수화동작은 수화자의 왼쪽에서 오른손의 손가락 끝이 밖으로 향하게 세운 펼진 손을 왼쪽으로 이동하면서 주먹을 취하는 동작이다. 때문에, 시작점의 제스처에서 끝점의 제스처가 손의 모양과 손의 위치만 변형이 되고 손바닥 방향은 유지되는 유형으로 "Shape & Location- dynamic"이 적용된다. 이때 손의 움직임 패턴은 curve – Basic이 성립되고, 옆구리의 기준점으로 방향은 -X축에서 X축 이동과 함께 동시에 Z축에서 -Z축으로 이동하며 반복 움직임이 없는 제스처다(Figure 10).

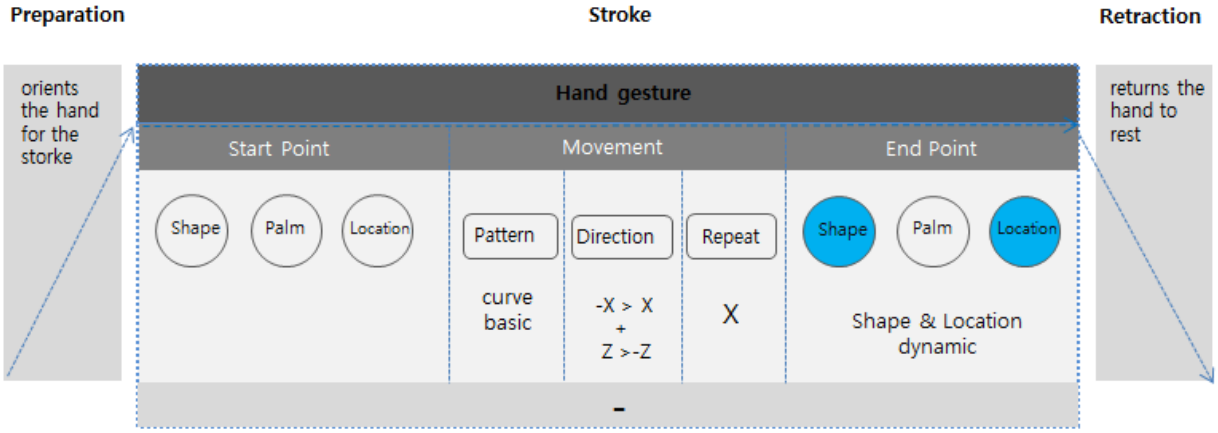


Figure 10. "Have" Framework for sign language interaction

두 번째는 "아버지께서 오셨습니까?" 문장을 프레임 워크에 적용시켰다. 이 수화는"아버지께서 오시다"의 평서문 Figure 11과 같은 동작에서 "오시다"의 제스처에 의문문의 비수지가 더해져 "오셨습니까?"로 의미가 바뀐다 Figure 12. 즉, 아버지 + 오다 의 손의 제스처와 손 이외의 제스처를 함께 가지므로, Figure 13과 같이 구조화 하였다.

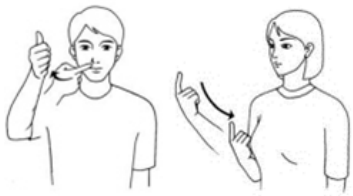


Figure11. Father comes. (KSLD,2015)

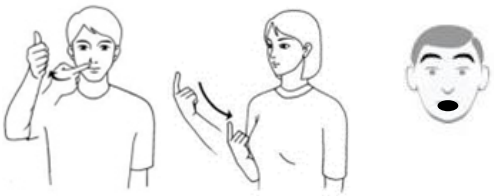


Figure12. Does father come ?

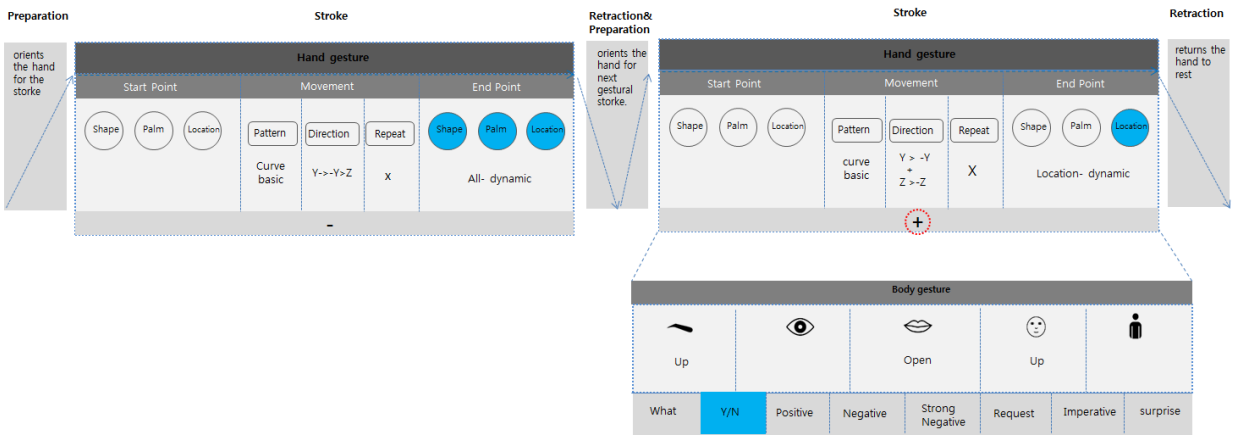


Figure13 . "Does father come?" Framework for sign language interaction

"아버지"의 수화 동작은 검지만 펼쳐 수화자의 코의 오른쪽에 댔다가 검지를 접고 엄지를 펼쳐 앞으로 내미는 동작이다. 때문에, "아버지"의 수화 동작으로 시작점의 제스처에서 끝점의 제스처가 손 방향, 손 바닥 모양, 손의 위치 모두가 변형이 모두 변형되는 유형으로 "All- dynamic"이 적용된다. 이때 손의 움직임 패턴은 Curve- Basic이 성립되고, 코의 기준점으로 방향은 Y축에서 -Y 축으로 이동하여 다시 Z 축으로 이동한다. 복귀단계에서 의미 있는 "아버지"의 수화의 끝에는 다음에 수행되는 "오셨습니까?"제스처와 구분할 수 있도록 명확한 속도 감소한다(Figure14).

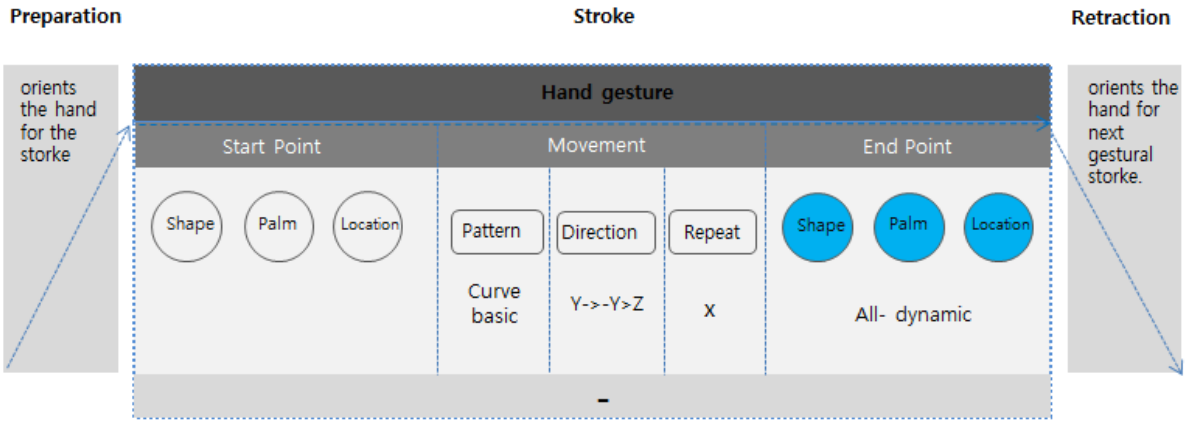


Figure14 . "Father" Framework for sign language interaction

"오셨습니까?"는 "오다"의 수화 동작으로 손바닥이 펼친 방향에서 검지만 펼치고 팔을 뻗은 상태에 위치 하여 수화자의 몸 쪽으로 끌어 당기는 동작과 동시에 눈썹을 올리고 입을 벌려 얼굴을 앞으로 내미는 동작이 함께 발생하여 Yes 또는 No의 의문문을 만든다. 때문에, "오다"의 제스처가 시작될 때 수행되는 초기의 강한 움직임이 발생과 함께 시작점의 제스처에서 끝점의 제스처에 손의 위치가 변형되고 손 방향, 손 바닥은 유지되는 유형으로 "Location- dynamic"이 적용된다. 이때 손의 움직임 패턴은 Curve- Basic이 성립되고, 팔을 뻗은 옆구리의 기준점으로 방향은 Y축에서 -Y 축으로 이동과 동시에 Z축에서 –Z축으로 이동한다. 비수지의 손 이외의 제스처는 눈썹은 up, 입은 open, 얼굴은 up이 적용되어 Yes 또는 No의 의문문이 성립된다(Figure 15).

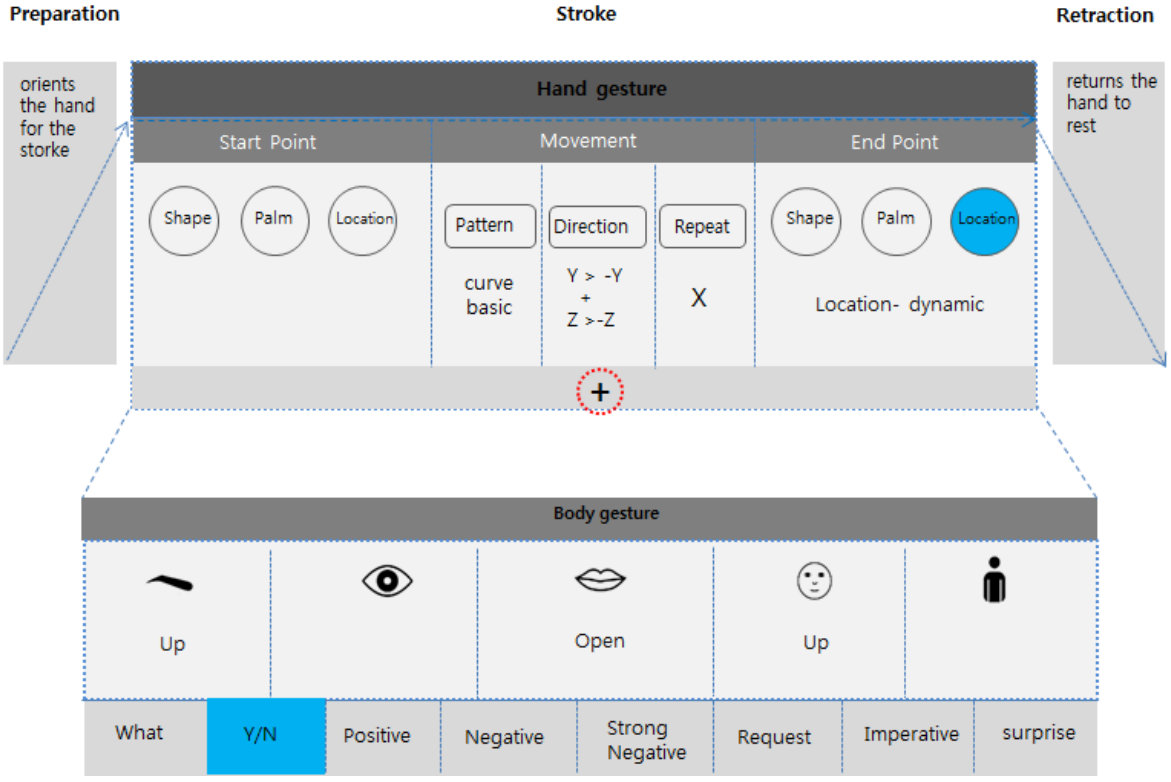


Figure 15. "come + ? " Framework for sign language interaction

본 논문에서 제시한 방법으로 단순구조 유형으로 이루어진 수화단어를 혼합하여, 서로 다른 형태의 한국 수화 문장 25 개를 프레임워크에 적용시켰다. 일상생활에 쓰일 수 있는 문장을 상황에 따라 대입하여 적용시켰으며, 본 연구에서 제안한 프레임워크의 방식으로 92%가 구조화가 가능하다. 미흡한 8%의 수화단어는 손가락 5 지를 순서대로 접는 움직임으로써, 본 연구에서 정의 되지 않는 움직임 패턴으로 적용되지 않는 문제가 따른다. 그러나 이 구조는 추후 연구 방향에서 나올 수 있다고 본다. 이 프레임워크에는 적용된 수의 수화 문장뿐만 아니라 더 많은 수화를 추가 할 수 있는 충분한 확장성을 가지고 있으며, 수화를 인식 할 수 있는 시스템에 적용이 가능 할 수 있다. 또한, 다양한 분야의 제스처 인식을 기반 한 시스템 개발 등의 연구로도 활용될 수 있다.

5. Conclusion

본 연구는 수화를 인식 할 수 있는 시스템을 만들기 위해, 수화 제스처의 손의 움직임과 손 이외의 제스처를 세분화하여 구조화 하였으며, 이를 통해 개별 제스처가 연속적으로 시스템에 입력될 시, 각 의미 단위의 개별 제스처를 구분할 수 있는 프레임워크를 설계하기 위한 연구이다.

전체 제스처 동작을 한 단위로 인식하고 해석하는 시스템은 사람의 제스처 차이 및 특성과 비슷한 제스처들 간의 관계를 구분하기 위해 고차원의 연산능력이 필요로 하다. 하지만 제스처를 하나의 단위를 인식하기보다는 세분화 하여 병렬로 인식할 수 있을 때, 사람간의 미묘한 차이와, 비슷한 제스처의 차이를 구별할 수 있는 차이점을 더 빠르고 쉽게 구분 할 수 있는 방법이 될 수 있다. 때문에 제스처를 체계적으로 세분화하여 구분한다면 시스템의 제스처 데이터 확장과 인식에서 효율성을 기대할 수 있고 이는 원활하고 범용적인 제스처 인식 시스템 환경을 이룰 수 있음을 의미한다. 따라서 직관적인 제스처를 시스템이 잘 이해하기 위해서는 프로그램 언어와 같은 구조화된 체계가 필요하다고 할 수 있다.

이를 위해 본 연구는 수화의 인터랙션을 위해 손 제스처의 시작점과 끝점의 변화유형, 손의 움직임, 손 이외의 제스처를 분석 하여 3 가지 측면으로 구조화 한데 의의가 있다. 수화단어 700 개를 분석하여, 첫째 수화의 제스처에 시작점과 끝점의 변화여부를 기준으로 8 가지 유형을 도출하였으며, 이에 따라 각각 개별 제스처의 변화 형태를 구분할 수 있다. 둘째, 손의 움직임을 움직임의 패턴, 방향, 반복여부 이 3 가지 요소로 분석하였으며 13 가지 움직임 패턴을 정의하고 5 가지 방향을 분류 하였다. 이에 따라 동적인 개별 제스처 사이에 존재하는 손의 움직임의 형태를 파악 할 수 있다. 셋째 손 이외의 제스처의 움직임 11 가지를 정의하고 8 가지 인터랙션으로 분류하여 손의 제스처 뿐 아닌 부가적인 의미도 해석 할 수 있도록 하였다. 이를 바탕으로 수화 단어의 개별 제스처가 연속적으로 시스템에 입력될 시, 각 의미 단위의 개별 제스처를 구분하고 정확한 인식과 의미 해석을 보다 정확도를 높일 수 있는 프레임워크를 설계 하였다. 그 결과 수화 인터래션 구조화 및 프레임워크에 단일어 구조의 수화 개별제스처 92%가 적용되고, 연속적인 움직임 상황에서도 활용 가능성을 제시했다. 이는 인간의 신체동작을 시스템에 입력 할 수 있는 기초 체계가 될 수 있으며, 휴먼 컴퓨팅을 실현하는데 의미 있는 인간공학적 접근과 시도로 평가 받고자 한다.

이 연구를 통해 수화를 인식할 수 있는 시스템 개발 시, 수화 인터랙션 프레임워크를 적용 시킬 수 있다. 뿐만 아니라 구조화된 제스처는 수화의 데이터베이스화와 자동인식 시스템 개발에 활용되며, 다양한 분야의 동작 제스처 연구에도 활용될 수 있다.

추후 연구에서는 설계된 프레임 워크의 정확성을 높이기 위해서는 다양한 수화 단어 제스처를 적용하여 일반화 하는 것이 필요하다. 또한 본 연구는 단순구조의 수화단어를 중점으로 분석하였으므로 복합어(기본 단일어가 두 개 이상 결합된 단어)의 의미 인식을 위한 제스처 연구가 필요하며, 보다 더 다양한 비수지 신호의 제스처 보완 연구가 필요하다. 본 연구는 수화의 제스처를 인식할 수 있는 프레임 워크 중심으로 제안하였기 때문에 수화의 문법 규칙을 적용하여 해석 할 수 있는데 한계가 있을 수 있으므로 이와 관련한 연구도 필요하다.

References

Kim. J.b., A Study on the Continuous Hand Gesture Recognition System for the Korean Sign Language, Ph.D Thesis , KAIST Univ, 2004.

Korea Sign Language Dictionary, http://222.122.196.111/ (retrieved, February 12, 2015).

Lee.C.S., Kim J.S., Park G.T., Jang W., Bien Z.N ., Implementation of Real-time Recognition System for Continuous Korean Sign Language (KSL) mixed with Korean Manual Alphabet (KMA),Journal of the Institute of Electronics Engineers of Korea , 35 ,464-475,1998.

Lee .Y.H., A Morphological Study on the simultaneous complex structure of Korean Sign Language, Master Thesis, Kangwon Univ, 2008.

Quek. K. H., Toward a vision-based hand gesture interface, Virtual Reality Software and Technology Conference, 94, 17-29, 1994.

Yoon. B.C., and Kim.B.h., The Study on the Linguistic Characteristics of Non-manual Signals in Korean Sign Language, Journal of Special Education,5, 253-277,2004