
부사어를 활용한 수화 애니메이션 생성

Sign Language Generation with Animation by Adverbial Phrase Analysis

김상하, Sangha Kim*, 박종철, Jong C. Park**

요약 수화는 농인 사회에서 주로 사용되는 언어로서 공간상에 수화 동작을 표현함으로써 의사를 전달하는 시각언어이다. 이런 수화의 공간성과 운동성은 서술어 동작을 통해 특히 잘 드러나는데, 서술어는 수식하는 부사어에 의해 그 의미를 수식, 한정 받는다는 특성이 있어 이는 수화의 공간성과 운동성에 많은 영향을 미치게 된다. 본 연구에서는 한국어-수화 변환 과정에서 서술어 동작에 영향을 미치는 부사어의 자질 정보를 분석하고 이를 활용하여 수화의 운동성을 살린 애니메이션을 생성할 수 있는 시스템을 제안하고자 한다.

Abstract Sign languages, commonly used in aurally challenged communities, are a kind of visual language expressing sign words with motion. Spatiality and motility of a sign language are conveyed mainly via sign words as predicates. A predicate is modified by an adverbial phrase with an accompanying change in its semantics so that the adverbial phrase can also affect the overall spatiality and motility of expressions of a sign language. In this paper, we analyze the semantic features of adverbial phrases which may affect the motion-related semantics of a predicate in converting expressions in Korean into those in a sign language and propose a system that generates corresponding animation by utilizing these features.

핵심어: *Korean sign language, adverbial phrase, language translation, animation generation, Combinatory Categorical Grammar.*

본 연구는 첨단정보기술 연구센터를 통하여 과학재단의 지원과 뇌과학연구센터를 통하여 산업자원부의 지원을 받았음.

*주저자 : 한국과학기술원 전자전산학과 학생 e-mail: shkim@nlp.kaist.ac.kr

**공동저자 : 한국과학기술원 전자전산학과 교수 e-mail: park@nlp.kaist.ac.kr

1. 서론

수화는 농인 사회에서 주로 사용되는 언어로서 주로 손 동작을 통해 공간상에 어휘를 표현함으로써 의사를 전달하는 시각언어이다. 따라서 한국 수화의 표현에는 한국어 표현에서 볼 수 없는 독특한 특성들이 있는데, 단순한 수화 어휘의 나열을 지양하고 객체에 공간을 할당된 뒤 객체간의 방향성과 속도 및 반복 횟수 등을 조절하여 수화 동작 자체의 운동성을 살려 표현함으로써 보다 직관적이며 회화적인 의미를 전달한다는 특징이 있다[1]. 수화를 모르는 청인과 농인 간의 의사 소통을 위해서 그리고 농인의 원활한 정보 획득을 위해서 한국어-수화 변환 시스템은 이와 같은 수화의 특성을 고려할 필요가 있다.

수화 표현 시 운동성과 방향성은 서술어에 해당하는 어휘를 통해 주로 드러난다[2]. 부사어는 서술어를 수식하여 그 뜻을 한정해 주는 기능을 하기 때문에 수화의 운동성과 방향성은 한국어의 부사어에 의해 크게 영향을 받는다고 할 수 있다. 따라서 부사어를 활용한 한국어-수화 변환 시스템은 수화 고유의 특성을 잘 살릴 수 있으며, 보다 실감나는 표현을 전달할 수 있는 효과가 있다. 본 연구에서는 한국어의 부사어를 분석하여 수화의 특징을 살린 수화 애니메이션을 생성할 수 있는 방안 대해 논의하고 관련 시스템을 제안한다. 본 논문의 2 절에서는 부사어를 분석하여 이를 애니메이션 생성에 적용시킨 기존 연구에 대해 살펴보고, 3 절에서는 서술어 수화 동작에 부사어가 미치는 요인들을 살펴본다. 4 절에서는 3 절에서 논의된 요인들을 중심으로 이를 처리하는 시스템의 구조와 구체적인 처리 방안에 대해 논의하고, 5 절에서는 결론과 향후 계획에 대해 논의한다.

2. 관련연구

본 절에서는 부사어를 분석하여 애니메이션 생성에 적용하는 시스템에 관한 기존 연구에 대해 살펴본다.

텍스트 애니메이션 생성을 위한 한국어 부사 범주의 애매성을 해소하고자 한 연구[3]에서는 부사에 의미 자질 정보를 부여하고 이를 결합 제약에 이용해 부사의 수식 대상을 밝혔고, 이와 유사한 텍스트를 분석하여 장면을 생성하는 연구[4]에서는 한국어의 처소격 조사와 비슷한 기능을 하는 영어의 전치사를 분석하여 대상 간의 위치 관계를 파악하였다. 그러나 이들 두 연구 모두 부사어가 수식하는 사건의 실제 움직임, 즉 부사어에 의한 해당 캐릭터의 속도성, 정도성, 반복성 등의 움직임 제어에 대해서는 특별히 다루지 않았다. 또한 영어를 미국 자연 수화(ASL)로 변환해주는 애니메이션 생성 시스템을 제안한 연구[5]에서는 캐릭터 제어를 위한 몇 가지 파라미터를 정의하고 파라미터에 따라 분석된 부사와 같은 어휘의 의미 정보를 활용하여 동작을 제어하는 시스템을 제안하였다. 그러나 이 시스템의 경우 부사어가 미치는 동작의 방향성 부분은 다루지 않았다.

본 연구에서는 부사어 분석을 통해 객체간 공간 위치 관계를 파악하고 캐릭터들의 동작에 대한 제어가 가능한 한국어 수화 변환 시스템을 제안한다.

3. 수화에서의 부사어

수화에는 음성언어와 달리 정해진 품사분류가 없으며, 수화 어휘의 문장 성분은 해당 어휘의 문장 안에서의 위치와 동작의 미묘한 차이를 통해 드러나게 된다. 해당 어휘가 수화에서 서술어로 사용된 경우 그 움직임은 기본 동작에 비해 커지며, 경우에 따라 방향성과 반복성을 보이기도 한다[2]. 따라서 수화 표현을 보는 이는 이런 정보들을 바탕으로 해당 표현의 의미를 파악하게 된다. 본 절에서는 서술어 기능을 하는 수화 동작의 움직임을 살펴보고, 이런 서술어를 수식, 한정하는 부사어가 서술어 기본 동작에 미칠 수 있는 영향에 대해 알아본다.

3.1 방향성

수화는 주로 수화자의 앞쪽 공간을 활용해 표현되는데, 공간상에 객체를 개념적으로 배치하고 수화자를 포함한 이들 객체간의 상호 작용에 대한 묘사를 통해 그 의미 관계를 명확히 전달한다. 이런 상호 작용은 수화의 서술어를 통해 보통 드러나는데 주로 서술어 동작의 방향성을 이용해 표현된다[1][6]. 다음과 같은 예문을 살펴보자.

(예문 1) '그' + '학교' + '장소(3)' + '집' + '장소(4)' + '오다(3→4)'

예문 1 은 수화로 표현된 문장을 개념화 한 것으로 각각 '학교' 와 '집' 에 해당하는 수화 표현을 한 후에 임의의 공간을 할당해 '장소' 에 해당하는 수화 표현을 이 공간에 배치하고 이들 공간을 이동하면서 '오다' 라는 수화 표현을 함으로써 '그가 학교에서 집으로 돌아왔다' 라는 의미를 전달한 것이다. 즉, 서술어 '오다' 에 해당하는 동작의 방향(3→4)에 의해 학교는 장소의 시작점으로 집은 장소의 끝점으로 해석되는 것이다. 한국어 문장의 관점에서 해석을 하자면, '학교' 와 '집' 이라는 장소의 의미를 갖는 체언에 출발점과 지향점의 의미를 갖는 처소격 조사가 결합되어 형성된 부사어에 의해 방향성을 갖는 서술어 '오다' 의 수화 동작 방향이 결정된 것으로 해석된다.

또한 방향성을 갖지 않는 서술어의 경우도 부사어에 의해 영향을 받는데, 예문 2 에서와 같은 지시부사어는 서술어 표현의 공간상 위치와 횟수에 영향을 미치기도 한다.

(예문 2) 성당을 여기저기에 세우다.

→ '성당' + '세우다(3)' + '세우다(4)' + '세우다(5)'

예문 2 의 수화 표현에서는 ‘세우다’ 라는 서술어에 대한 표현이 공간상의 여러 위치에서 반복해서 나타나고 있는데[7], 이는 ‘여기저기에’ 라는 부사어의 의미를 표현하기 위한 것으로 수화자로부터 가까운 공간에서 멀어지는 입의의 공간 순으로 서술어의 표현 위치를 변화시켜 회화적인 특성이 드러나도록 한 것이다.

3.2 운동성

수화는 운동성을 지닌 시각 언어로 연속된 손의 움직임을 통해 그 의미가 전달된다. 특히 동사의 경우 그 의미가 손의 움직임에 반영되어 표현되는 특징이 있어 이를 수식하는 부사에 의해 그 의미가 한정된다면 해당 수화 동작의 움직임 역시 그 영향을 받게 된다. 다음과 같은 예문을 살펴보자.

(예문 3) 철수는 느리게 걷고, 순이는 더 느리게 걷는다.

→ ‘철수’ + ‘걷다’ (천천히) + ‘순이’ + ‘걷다’ (더 천천히)

예문 3 의 수화 표현은 ‘느리게’ 라는 형용사 파생 부사와 ‘더’ 라는 정도 부사에 의해 서술어 동작의 속도가 느려진 것으로 그 상대적인 속도감을 직관적으로 보여준다[6]. 물론 ‘느리다’ 와 ‘더욱’ 이라는 별도의 수화 어휘를 사용해 따로 표현해줄 수도 있다. 그러나 이 경우 수화 동작의 운동량이 많아지고 그 속도감을 실감나게 전달할 수 없다.

(예문 4) 나는 과자를 많이 먹었다.

→ ‘나’ + ‘과자’ + ‘먹다’ + ‘먹다’ + ‘먹다’ + ‘끝’

(예문 5) 바람이 세게 분다.

→ ‘바람이 분다’ (강하게)

예문 4 는 ‘많이’ 라는 부사어를 ‘먹다’ 라는 수화 동작의 반복을 통해 그 정도를 나타낸 수화 표현이고[1], 예문 5 는 ‘세게’ 라는 부사어를 ‘바람이 분다’¹ 는 하나의 수화 동작의 강도에 반영하여 나타낸 표현이다. 수화에서는 이런 서술어 동작의 변형을 통해 상대적으로 부족한 어휘 수 문제를 해결하는 형태론적인 특징을 갖기도 한다[2].

지금까지 살펴본 바와 같이 한국어의 부사어는 대응하는 수화 표현 시에 공간 구성과 동작에 중요한 영향을 미칠 수 있다. 지시 부사와 체언에 처소격조사가 결합된 부사어는 수화 표현 시 공간 구성과 서술어 방향에 영향을 미치며, 동사를 수식하는 성상 부사와 정도 부사는 속도, 횟수, 강도 등 수화의 운동성에 영향을 줄 수 있음을 알 수

¹ ‘바람’ 이라는 수화 어휘 표현은 통상적으로 ‘바람 불다’ 라는 개념을 포함한다고 보기 때문에 별도의 수화 어휘 ‘불다’ 를 따로 표현하지 않고 하나의 동작으로 표현한다.

있다. 이외에도 문장부사와 부정부사의 경우 수화 표현 시 그 순서(어순)에 영향을 미치기도 하는데 이는 본 연구의 수화 동작의 운동성과는 직접적인 관계가 없으므로 논의에서 제외한다.

4. 처리 및 구현

본 절에서는 앞 절에서 설명한 부사어가 수화 표현 시에 미치는 영향을 고려하여 그 의미에 따라 서술어 동작 시에 이를 반영하는 한국어-수화 변환 시스템을 제안한다. 전체 시스템의 구조는 그림 1 과 같다.

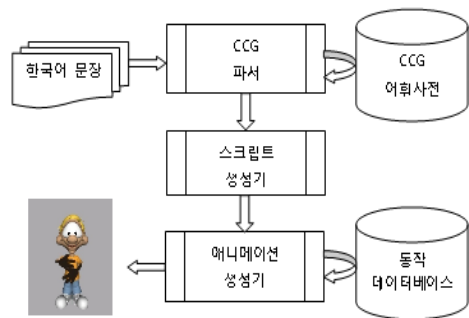


그림 1 시스템 구조

4.1 결합범주문법을 활용한 구문 분석

결합범주문법(Combinatory Categorical Grammar, CCG)은 소수의 축약 규칙에 의해 구문 분석이 이루어지는 문법 체계로서, 어휘 범주에 통사 정보 외에도 의미 정보, 담화 정보 등을 추가하면 동일한 축약 규칙을 통해 여러 단계의 분석을 한 단계의 유도과정으로 해결한다[8]. CCG 파서는 한국어 문장을 입력 받아 CCG 어휘 사전에 참조하여 결합범주문법을 통해 구문 분석을 한다.

어휘 사전은 그림 2 와 같은 np 와 s 두 가지 기본 요소에 의해 구성되며 어절 단위로 구성하였다. 그림 2 에서 word 는 기본 수화 단어, h_num 은 수화 동작 시 필요한 손의 수, class 는 어휘의 의미 분류사 정보를 나타내며, drt 는 해당 서술어 동작의 방향성 유무 자질 정보를 나타낸다.

```

    np(case):word#h_num*class
    s:[pred^word#h_num*drt, ...]
  
```

그림 2 어휘 사전 구성

서술어 동작에 영향을 미치는 부사어 처리를 위해서 [3]에서 제안한 것과 유사한 의미 정보([+-위치성], [+-강도성], [+-정도성], [+-속도성], [+-반복성])를 해당 부사어의 의미 자질 정보에 부여하고, 해당 부사어가 서술어와 결합되는 경우 이를 서술어의 자질 정보에 추가하여 스크립트 생성기에서 이를 참조하여 서술어 동작과 방향을 제어할 수 있도록 한다. 예를 들어 예문

3에서 언급된 부사어는 그림 3과 같이 속도성과 정도성의 자질 정보가 반영된 여러 어휘 항목 중 하나로, 해당 어휘 항목은 서술어와 결합하여 서술어의 구문 구조와 같은 구조의 기존 의미 정보에 부사어 의미 정보만 추가된 구문 분석 결과를 낳는다. 예문 3의 구문 분석 결과는 그림 4와 같다.

```
(예문 3) 철수는 느리게 걷고, 순이는 더 느리게 걷는다.
lex('느리게', (s:[L, and^[X@spd=-1,
Y]]/s:LWnp(Case1):A)/(s:[L, and^[X,
Y]]/s:LWnp(Case1):A).
lex('느리게', (s:[X@spd=-1, Y]Wnp(Case1):A)/(s:[X,
Y]Wnp(Case1):A).
```

그림 3 예문 3의 부사어 어휘 항목

국한시켰으며, 여섯 개 이상의 객체가 요구될 경우 이미 할당된 공간 중 하나를 재사용하도록 하였다. 해당 어휘의 수화 동작을 위해 할당되는 손 정보는 어휘 표현 시 요구되는 손의 수와 해당 어휘의 객체 유무에 따라 할당된 공간 정보를 고려하여 동적으로 할당된다. 서술어 어휘의 경우 할당된 공간 정보와 서술어 방향성 자질 정보를 고려하여 서술어 동작의 방향 또는 위치가 결정되며, 부사의 자질 정보를 반영하여 동작의 정도, 속도, 횟수, 강도가 설정되도록 하였다. 나머지 속성의 부사는 별도의 수화 어휘로 표현한다. 생성되는 액션 스크립트의 형태는 그림 5와 같다. 그림 5의 sign_word 필드는 수화 기본 어휘를 의미하며, position 또는 direction 필드는 객체에 할당된 공간의 위치 정보 또는 서술어의 표현 위치와 방향을 의미한다. Wh_hand 필드는 사용되는 손(왼손, 오른손, 양손)을 의미하며, next_start 필드는 다음 수화 동작의 시작 시점을 의미한다. Dgr, spd, freq, str 필드는



그림 4 예문 3 구문 분석 결과

본 시스템의 파서는 CKY 알고리즘을 사용하며 Java 로 구현되었다.

4.2 스크립트 생성

스크립트 생성기는 CCG 파서에서 제공하는 구문 분석 결과를 이용하여 객체에 공간을 할당하고, 수화 동작에 적절한 손을 결정해주며, 기본 서술어 수화 동작의 변형에 필요한 정보들을 설정해준다. 객체의 공간 할당은 구문 분석 결과의 격 정보와 분류사 정보를 이용하여 할당되는데, 객체에 공간이 할당되는 기준은 분류사 정보 중 사람(per), 동물(ani), 장소(loc)가 적절한 격 정보(nom, acc, dat, in, from, to)와 결합되었을 때 단순한 명사구 이상의 객체로 보고 공간을 할당하였다. 공간 할당 방식은 '나', '너'와 같은 사전에 미리 고정된 공간²을 제외한 공간들 중 하나를 순차적으로 할당한다. 본 연구에서는 편의상 사용할 수 있는 공간을 그림 6과 같이 여섯 개³로

앞에서 논의된 서술어 동작의 정도, 속도, 반복 유무, 강도 정보를 의미하며 dgr 필드는 구문 분석 결과 서술어를 직접적으로 수식하는 경우만 그 정도를 표시하도록 하였으며, 다른 속성의 부사를 수식하여 간접적으로 서술어를 수식하는 경우 이는 나머지 속성의 필드에서 반영되도록 하였다. 즉, 예문 3의 '더'는 dgr 필드가 아닌 spd 필드에 반영된다. 예문 3의 액션 스크립트 결과는 그림 7⁴과 같다.

```
Act(sign_word, position/direction, wh_hand,
next_start, dgr, spd, freq, str)
```

그림 5 액션 스크립트 형태

과 같은 보다 자연스러운 수화 동작이 가능하나 이 경우 객체간 상호 작용하는 수화 동작을 명확히 보여줄 수 없다는 문제가 있어 본 시스템에서는 사용할 수 있는 공간 수를 제한하였다.

⁴ 그림 7의 f_spell은 해당 수화어휘가 고유명사로 지문자(한글 자 모음을 형상화한 수화 표현)로 표현되어야 함을 의미한다.

² 수화에서 '나'는 수화자로 그림 6의 공간 1에 해당하며, '너'는 수신자로 공간 2로 표현한다

³ 사용할 수 있는 공간의 수를 늘리며 실제 수화자가 표현하는 것

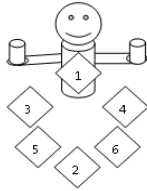


그림 6 공간 할당 위치 정보

```
Act[f_spell(ch_e_l_s_wu), 0, right_h, 0]
Act[person, 3, right_h, 0]
Act[walk, 3->, right_h, 1, 0, -1, 0, 0]
Act[f_spell(s_wu_n_-_i), 0, right_h, 0]
Act[person, 4, left_h, 0]
Act[walk, 4->, left_h, 2, 0, -2, 0, 0]
```

그림 7 예문 3의 액션 스크립트

4.3 애니메이션 생성

애니메이션 생성기는 액션 스크립트에 지정된 수화 어휘의 기본 동작 clip 을 동작 데이터베이스에서 찾아 이를 앞 절에서 논의된 방식으로 변형시켜 캐릭터에 적용 후 애니메이션을 생성한다. 동작 clip 이 적용되는 캐릭터의 기본 뼈대는 척추, 오른 팔, 오른 손, 왼 팔, 왼 손으로 동작 clip 은 각 부위별로 구별되어 적용되는데(그림 8), 이는 3 절에서 논의된 동작 제어가 부위 별로 다르게 제어되기 때문이다. 수화 동작의 방향성과 위치성은 팔과 척추를 통해 드러나며, 강도성은 팔에, 정도성과 속도성, 반복성은 동작의 해당 부위 모두에 적용된다. 예를 들어, 그림 7의 첫번째 'walk'의 경우 공간 3에서 입의 공간 방향으로의 오른 팔 동작 clip 과 해당 어휘에 해당하는 오른 손의 동작 clip 을 불러와 재생 시간 싱크를 맞추고, 속도성(-1)을 반영하여 재생 속도를 조절한다. 동작이 서로 자연스럽게 연결되도록 연속 동작을 blending 시킨 후 애니메이션을 생성한다. 본 시스템의 애니메이션 생성기는 마야의 mel 스크립트 언어로 구현되었다.

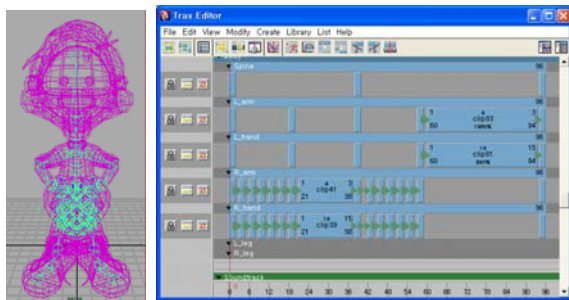


그림 8 부위 별 동작 clip 적용

4.4 결과

서술어 수화 동작에 영향을 주는 부사어를 중심으로 한국어 문장을 구문분석하고 이를 서술어 동작 제어에 활용하여 애니메이션을 생성하는 한국어-수화 변환 시스템을 구현하였다. 구현된 시스템의 CCG 어휘 사전은 100 개의 어휘항목으로 구성되었으며, 이 중 부사어 관련 어휘 수는 12 개로 해당 어휘 항목은 60 개이다. 생성한 clip 수는 91 개로 방향, 위치 관련 척추와 팔의 clip 수

60 개와 기본 어휘 관련 팔과 손의 clip 수 31 개로 상용화된 수화 동작 데이터베이스가 없어 수화 사전을 참조하여 직접 구축하였다. 본 시스템에서 사용한 캐릭터는 사용자의 이해를 돕기 위해 상대적으로 손이 큰 3D 모델을 사용하였다. 기존 대부분의 한국 수화 생성 시스템의 경우 고정된 속도와 고정된 위치에서 구문 정보를 고려하지 않은 채 단순한 수화 어휘의 나열로 표현하는 반면, 본 시스템의 경우 구문 정보와 의미 정보를 고려하여 수화 동작의 방향, 속도, 위치를 동적으로 변형시켜 나타내고 있으며, 마야에서 제공하는 blending 기능을 사용하여 2D 에서 이미지를 전환시키는 방식으로 수화를 생성하는 방식보다 그 움직임이 더 자연스럽다. 또한 한 손 수화의 경우 객체의 위치를 고려하여 손을 할당하는 방식을 사용하기 때문에 보다 자연스럽다. 그러나 본 시스템의 경우 객체를 배치할 수 있는 공간을 제한함에 따라 움직일 수 있는 팔의 방향과 위치를 한정시키고 있어 실제 수화자의 풍부한 움직임에 비해서는 한계가 있다. 제안하는 시스템의 애니메이션 생성 결과는 그림 9 와 같다. 그림 9 는 예문 3 의 애니메이션 표현 중 일부로 '철수' 라는 고유명사를 지문자로 표현한 후 지정된 공간에 철수를 배치하고 그가 그 위치에서 천천히 걸어가는 동작을 표현하고 있다.



그림 9 "철수는 느리게 걷고"의 애니메이션 결과

5. 결론

한국 수화는 대부분의 농인들이 모국어로 사용하는 언어로 한국어와는 다른 표현 수단과 방식을 사용하는 시각, 공간언어이다. 시각, 공간 언어로서의 수화는 그 의미가 주로 손의 움직임에 의해 전달되므로 손의 미세한 움직임 하나 하나도 의미 정보로 해석될 수 있어 한국어를 수화로 변환할 때는 수화 동작의 공간성과 운동성에 주의를 기울일 필요가 있다.

본 연구에서는 이런 수화의 특징을 고려하여 보다 실감나는 수화 표현을 위해 수화 동작 제어에 영향을 미치는 한국어 문장의 부사어를 분석하고 이를 활용해 한국어를 수화 애니메이션으로 생성하는 변환 시스템을 제안하였다. 제안하는 시스템은 서술어를 수식하여 그

의미를 한정하는 부사어에 초점을 두고, 해당 부사어의 속도성, 강도성, 정도성, 반복성 위치성의 의미 자질 정보를 이용하여 서술어 수화 동작에 반영하였다. 수화 동작은 신체 부위별로 나뉘어 동작하며, 이에 따라 의도된 위치에서 또는 의도된 방향으로의 서술어 동작 및 그 제어가 가능하였다. 그러나 부위별로 나뉘어 개별적으로 작동하는 동작간의 간격이 좁은 경우 신체 부위가 충돌하는 일이 간혹 발생한다는 문제가 있어 이에 대해서 동작간 간격을 고려한 위치 지정이 이루어져야 함을 알 수 있다. 또한 애니메이션 생성이 보다 실감나게 되기 위해서는 손 동작뿐만 아니라 캐릭터의 표정도 제어될 필요가 있다. 이에 대해서는 향후 연구에서 해결하고자 한다.

참고문헌

- [1] 박인선 외, “수화 업그레이드”, 이한출판사, 2000.
- [2] 석동일, “한국수화의 언어학적 분석”, 대구대학교 석사학위논문, 1989.
- [3] 장은영 외, “텍스트 애니메이션을 위한 문맥 기반 한국어 부사 범주 애매성 해소”, 제 13 회 HCI, 2004.
- [4] B. Coyne, R. Sproat, “WordsEye: An Automatic Text-to-Scene Conversion System”, SIGGRAPH, 2001.
- [5] L. Zhao et al., “A Machine Translation System from English to American Sign Language”, AMTA, 2000.
- [6] 최지원 외, “자연언어 문장의 자동 변환을 위한 수화 표현의 언어학적 특성 분석”, 한국언어정보학회, 2006.
- [7] 엄미숙, “한국 수화의 통사론적 특성 분석”, 대구대학교 석사학위논문, 1996.
- [8] M. Steedman, “The Syntactic Process”, The MIT Press, 2000.