

실시간 그래픽 수화방송 시스템 개발

*오주현, 전성규, 김병선 **김민호, 강상욱, 권혁철 ***김익태, 송영호
*KBS 기술연구소, **부산대학교 전자전기컴퓨터공학과, *** (주)블루나인
*jhoh@kbs.co.kr

Development of the Real-Time Graphic Sign Language Broadcasting System

*Juhyun Oh, Seonggyu Jeon, Byungsun Kim **Minho Kim, Sangwook Kang, Hyukchul Kwon,
***Iktae Kim, Youngho Song
*Korean Broadcasting System **Pusan National University ***Bluenine Inc.

요약

청각장애인을 위한 지상파방송 서비스 중 자막방송은 100%에 가까운 편성 비율을 달성하고 있지만, 수화방송은 방송화면을 가리는 특성과 비용 등의 문제로 5% 수준의 편성에 그치고 있다. 본 연구에서는 자막방송을 수화로 번역하여 그래픽 수화방송을 생성함으로써 수화방송의 비율을 높이고자 한다. 일기예보에 한정하여 수화방송을 생성한 기존 연구 결과를 바탕으로 모든 방송 프로그램에 적용 가능한 그래픽 수화방송 시스템을 제안한다. 자막방송 문장을 형태소별로 분석한 다음 중요 품사 위주로 단어 단위로 번역하고, 한국어 어휘의미망을 이용하여 수화사전에 없는 단어를 대표어로 대체하였다. 형제어와 문맥 정보를 이용하여 중의성 단어를 성공적으로 번역하였다. 기존 일기예보 수화방송 시스템의 수화 사전과 수화 모션 데이터베이스를 추가 구축하였다. 자동번역 기술이 전문 수화 통역사의 수준을 따라잡을 수는 없지만 향후 수화방송도 선택적 서비스가 가능해지고 수화통역사의 수화방송이 모든 프로그램에 편성될 때까지 본 시스템이 보조적 시청 수단으로 사용 가능할 것이다.

1. 서론

한 장애인 관련 통계에 의하면 장애인의 문화 및 여가 활동 중 가장 많은 비중을 차지하는 것은 'TV 및 비디오 시청'으로 나타난 바 있다[1]. 이처럼 장애인 시청자의 생활에서 큰 비중을 차지하는 TV 시청을 위해 지상파 방송사는 자막방송, 수화방송, 화면해설방송 등의 장애인방송 서비스를 제공하고 있다. 청각장애인을 위한 방송 서비스 중 자막방송(closed caption broadcasting)은 일반 프로그램 자막(open caption)과 달리 별도의 데이터 채널[2]을 통해 전송되기 때문에 방송 시청에 영향을 주지 않아 현재 KBS를 비롯한 지상파방송사의 자막방송 편성률은 100%에 달하고 있다. 반면 수화방송은 비용 문제와 더불어 수화통역사 영상이 방송 제작 영상에 합성된 채로 송출되는 특성 때문에 그 제작 비용이 5% 수준에 그치고 있다. 수화방송을 포함하여 프로그램을 제작하더라도 장애인 시청자들에게는 여전히 수화 화면의 크기가 작고 위치를 조절할 수도 없기 때문에 불만이 제기되고 있는 실정이다.

만약 자막방송으로부터 수화방송을 생성한다면 수화방송이 편성되지 않는 나머지 95%에 해당하는 방송시간대에도 수화 통역을 제공할 수 있다. 이를 위해서는 한국어-한국수화의 실시간 번역과 3차원 수화 캐릭터 애니메이션 기술이 필요하다. 과거 국내에서 몇 가지 그래픽 수화 생성 관련 연구가 진행되었으나, 학술적 어려움과 시장성 미비, 연구 예산 확보의 어려움 등으로 본격적인 상용 서비스에 이르는 못하였다. 그림 1은 펜노마입과 손말새랑의 그래픽 수화 화면을 보여준다.



그림 1. 국내 그래픽 수화 생성 연구

국내에서 가장 최근의 연구 결과는 그림 2와 같이 KBS 일기예보 프로그램을 수화로 번역하여 그래픽으로 제공한 것이다[3,4].



그림 2. 일기예보 수화 서비스

기존 연구[3,4]에서는 일기예보에 한정하여 폐쇄자막(closed

caption)을 한국어로 번역하고, 수화 동작을 모션 캡처하여 3차원 캐릭터 애니메이션으로 나타냄으로써 일기예보 수화 서비스를 구현하였다. 이 연구 결과는 현재 모바일 애플리케이션으로 서비스되고 있다 [5]. 본 논문에서는 기존 연구에서 일기예보에 국한되었던 수화 번역과 캐릭터 애니메이션 표현의 대상을 모든 종류의 프로그램으로 확장한 시스템을 소개한다. 기존 연구의 수화 지식 베이스(knowledge base)를 수정, 확장하고 중의성 어휘 처리 등 한국어 분석 기술과 수화 생성 기술 등 요소 기술을 고도화한다. 또한 일기예보 위주로 구축된 수화 모션 데이터베이스를 확장한다.

2. 한국어-수화 번역

자동 번역을 위해서는 다양한 유형과 단계의 사전 정보, 규칙 정보 등이 필요하다. 그림 3의 한국어-한국수화 자동 번역 시스템은 이를 이용하여 한국어 문장을 분석하고 수화를 생성하기 위한 부분들로 구성된다.

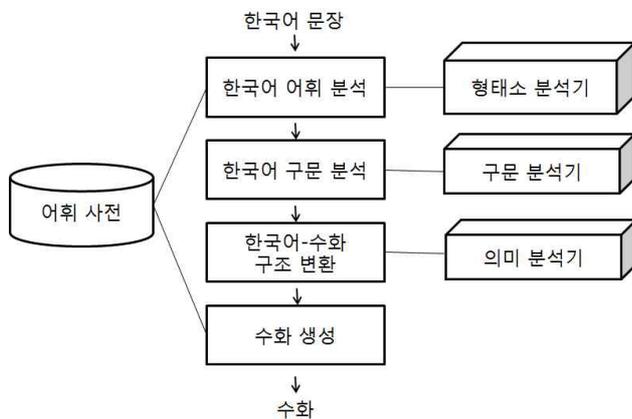


그림 3. 한국어-한국수화 자동 번역 시스템 구조

(1) 한국어 어휘 분석은 입력된 문자열을 분석하여 자연언어 분석을 위한 기본단위(형태소)로 분류하는 것이다. 이를 위해 형태소 분석기는 어휘 사전을 바탕으로 입력 문자에 형태소 결합 규칙을 역으로 적용하여 형태소를 분석하고, 각 형태소가 가진 품사 정보를 어휘 사전으로부터 추출하여 함께 출력한다.

(2) 한국어 구문 분석은 통사 규칙에 따라 문장 내에서 각 형태소가 가지는 역할, 혹은 상호 관계를 분석하는 것이다. 여기서는 어휘 분석의 결과를 입력으로 받아서 입력 문장에 대응하는 파스 트리(parsed tree)를 출력한다.

(3) 변환 단계는 구조적 모호성과 의미 모호성을 해결한다. 즉, 한국어 문장과 수화 사이에 존재하는 구조적인 차이를 해소하고 분석된 단위에서 사용된 어휘의 적절한 의미를 선택한다.

(4) 수화 생성 과정은 변환 단계를 거친 후의 한국어 내부 표현으로부터 수화를 생성해 내는 과정이다.

그림 4는 실시간 한국어-한국수화 번역 과정을 예를 들어 설명한다.

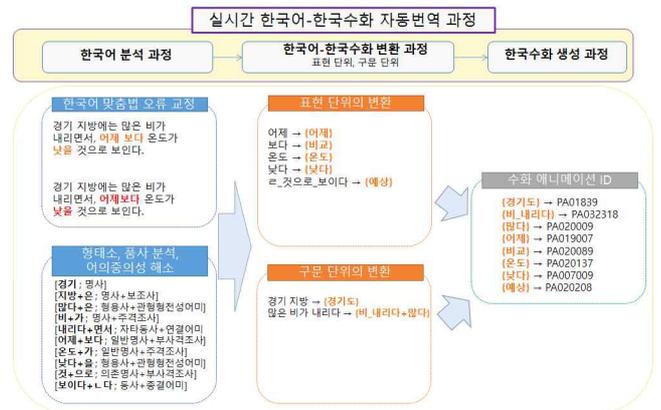


그림 4. 실시간 한국어-한국수화 자동번역 과정

자동번역 과정에서 입력 문장에 오류가 있으면 분석과 변환 단계에서 더 큰 오류를 낳아, 결국 원문과 다른 의미의 결과를 출력하게 된다. 따라서 한국어 분석 과정에서는 맞춤법/문법 오류 교정 작업이 선행된다. 그리고 교정된 한국어 문장을 대상으로 형태소, 품사, 구문 및 의미 분석 등을 수행한다. 오류가 교정된 “낮을”이라는 어절은 형태소 분석을 통해 중의적인(ambiguous) 결과인 “낮+을[명사+조사]”와 “낮+을[형용사+관형형전성어미]”로 분석될 수 있는데, 구문 분석과 의미 분석을 통해 입력 문장에서는 “낮+을[형용사+관형형전성어미]”를 선택한다. 또한 “경기”는 문맥에 따라 다양한 의미로 사용될 수 있는 의미 중의성을 가지고 있으므로, 어의 중의성 해소(word sense disambiguation)를 통해 중의성 어휘가 어떤 의미로 사용되었는지 분석된다. 그림 5는 중의성 어휘의 형제어를 이용한 어휘 간 연관성 분석구조를 나타낸다.

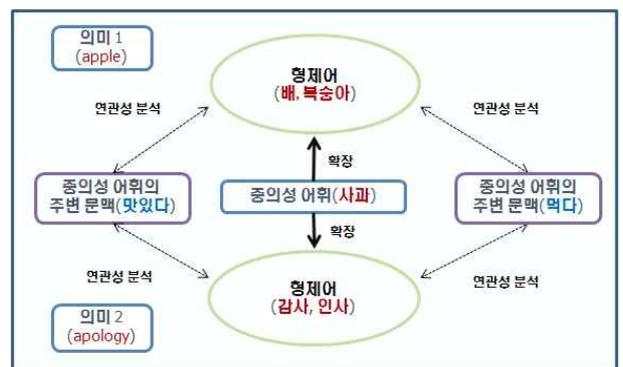


그림 5. 형제어를 이용한 중의성 어휘 분석

예를 들어 대표적인 중의성 어휘인 ‘사과’는 문맥에 따라 사과1(apology) 또는 사과2(apple)로 번역해야 한다. 이를 위해 사과1과 그 형제어인 ‘배’, ‘복숭아’, 그리고 사과2와 그 형제어 ‘감사’, ‘인사’에 대해 주변 문맥 어휘인 ‘떡다’, ‘주스’, ‘공식’, ‘표명’ 등의 연관성을 분석한다. 표 1은 중의성 어휘와 그 형제어의 주변 문맥 어휘와의 연관성을 카이제곱(χ^2) 방법으로 분석한 값이다.

표 1. '사과'의 형제어와 주변 문맥 내 어휘와의 연관성 값

공기 어휘	사과1(apology)과의 χ^2 값	사과2(apple)와의 χ^2 값
먹다(동사)	1.25	86.94
주스(명사)	0.01	17958.63
정부(명사)	3.88	0.01
국민(명사)	9.23	0.01
공식(명사)	70.05	0.01
표명(명사)	25392.88	108.05

즉 '사과'의 주변에 함께 나타난 어휘를 조사하여, '먹다'나 '주스' 등이 있으면 사과2(apple)로, '정부', '국민', '공식', '표명' 등이 있으면 사과1(apology)로 번역하게 된다. 그림 6은 사과1과 사과2의 수화 표현을 보여준다.

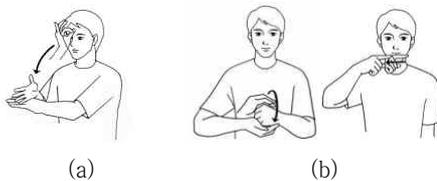


그림 6. '사과'의 수화 표현. (a) 사과1 (b) 사과2(빨강+ 뉘다)

3. 수화 캐릭터 애니메이션

수화를 캐릭터 애니메이션으로 나타내기 위해서는 수화 단어를 모션 데이터베이스로 가지고 있어야 한다. 수화 동작을 키프레임(key frame) 방식으로 수동 제작하는 방법도 있으나, 본 연구에서는 더 자연스러운 수화 모션을 위해서 모션 캡처 방식을 사용한다. 그림 7과 같이 광학식 모션 캡처 시스템이 사용되었다.



그림 7. 광학식 모션 캡처 시스템

전문 수화통역사인 연기자의 신체에 마커 41개를 부착하여 모션을 캡처한다. 손가락 움직임은 CyberGlove를 활용하여 뼈대(skeleton) 형식의 데이터를 추출하며, Motion Builder 프로그램을 이용하여 바디 모션과 손가락 움직임을 동기화한다. 모션캡처 후 2차에 걸친 데이터 필터링 작업으로 노이즈 없는 깨끗한 모션 데이터를 얻을 수 있다. Body Motion 데이터는 초당 250 프레임으로 촬영 후

60프레임으로 필터링하여 재편집하고 최종 30프레임으로 3차원 캐릭터에 적용 가능하도록 후반 편집 작업을 한다. 이때 마커 간의 간섭 및 네임 적용, 노이즈 처리 등 기본적인 작업 과정이 이루어진다. 그림 8은 얻어진 마커에 고유 레이블을 부여하고 뼈대(bone)을 적용하여 연기자의 움직임을 재생성한 화면이다.

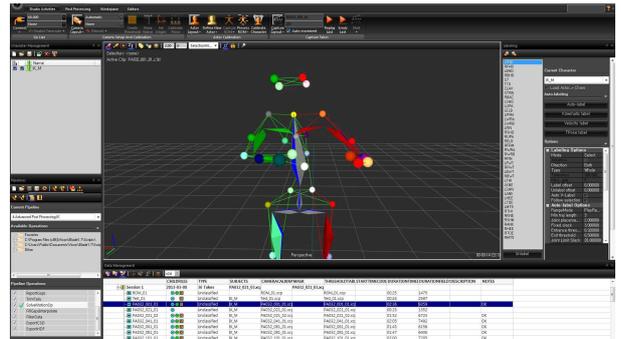


그림 8. 캡처된 신체 모션



그림 9. 캡처된 손가락 모션

손가락 모션 캡처에 사용된 CyberGlove는 18개의 센서를 이용하여 손가락 움직임을 초당 90 샘플의 속도로 캡처하며 오른손 수화 동작을 베이스로 왼쪽 손의 움직임은 복사 또는 키 편집을 통해 재생산하는 방식을 택했다. 그림 10은 MotionBuilder에서 통합된 신체와 손가락 모션을 보여준다.

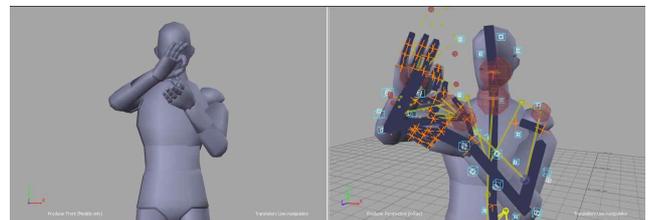


그림 10. 통합된 신체와 손가락 모션

수화 표현을 위해 8,000여개의 폴리곤을 사용하여 3차원 캐릭터를 제작하였다. 개선된 V-ray 라이팅 맵, 노멀 맵 등을 적용하여 3차원 그래픽 엔진에서 거부감이 덜하고 사실적으로 보이도록 제작하였다.



그림 11. 신규 제작 캐릭터

그림 12는 새롭게 제작한 캐릭터에 캡처 및 편집된 수화 모션을 적용한 화면이다.



그림 12. 캐릭터 수화 모션 적용

4. 실험 결과

그림 13은 실시간 그래픽 수화방송 실험 소프트웨어가 작동하는 모습을 보여준다.



그림 13. 실시간 그래픽 수화방송 실험 소프트웨어

개발된 그래픽 수화방송 실험 소프트웨어는 현재 방송중인 폐쇄자막 정보를 실시간으로 분석, 번역하여 캐릭터 애니메이션으로 재생한다. 재생 중인 자막 및 수화 분석 정보, 수화 표현 단어 성공률 및 수화 재생 속도 등을 함께 확인할 수 있도록 하였다.

표 2는 프로그램 종류별로 구분된 몇 가지 소규모 말뭉치에 대해 수작업으로 정확도를 평가한 결과이다. 한국어 단어에 대한 수화 단어

가 정확하게 선택되었을 때 정확하게 번역된 것으로 평가하였다.

표 2. 프로그램 종류별 번역률

말뭉치 구분	말뭉치 크기 (어절)	의미 단위 번역률(%)
뉴스	250	61
스포츠	242	61
드라마	238	67

5. 결론

기존 연구 결과를 바탕으로 모든 방송 프로그램에 적용 가능한 그래픽 수화방송 시스템을 제안하였다. 자막방송 문장을 형태소별로 분석한 다음 중요 품사 위주로 단어 단위로 번역하고, 한국어 어휘의 의미를 이용하여 수화사전에 없는 단어를 대표어로 대체하였다. 형제어와 문맥 정보를 이용하여 중의성 단어를 성공적으로 번역하였다. 기존 일기예보 수화방송 시스템의 수화 사전과 수화 모션 데이터베이스를 추가 구축하였다.

본 연구를 통해 일기예보에 이어 일반 방송 프로그램에 대해서도 그래픽 수화방송 서비스가 가능함을 확인하였다. 본 연구 결과는 K Player[6] 등 실시간 방송 스트리밍 서비스에 적용하는 것을 검토하고 있다. 기계번역 기술이 전문 수화 통역사의 수준을 따라잡을 수는 없지만 향후 수화방송도 선택적 서비스가 가능해지고 수화통역사의 수화방송이 모든 프로그램에 편성될 때까지 본 시스템이 보조적 시청 수단으로 사용 가능할 것이다. 앞으로 통계적 번역 기술을 도입하고, 지속적인 말뭉치 구축 방법을 개발할 계획이다.

참고 문헌

- [1] 한국보건사회연구원, “2008 장애인실태조사,” 2008년.
- [2] CEA: “Digital Television (DTV) Closed Captioning,” Doc. C EA-708-D, Consumer Electronics Association, Arlington, VA, August.
- [3] 오주현 외, “청각장애인을 위한 일기예보 수화방송 시스템 개발,” 방송공학회 하계학술대회, 2013. 7.
- [4] Juhyun Oh 외, “An Avatar-Based Weather Forecast Sign Language System for the Hearing-Impaired,” AIAI 2014.
- [5] KBS 수화 날씨, <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.bluenine.kbsweather>, 2015.
- [6] KBS my K 서비스, <http://k.kbs.co.kr/>, 2015.