

영어 회화 교육을 위한 예제 기반 대화 시스템

이 성 진 이 청 재 이 근 배

포항공과대학교 컴퓨터 공학과

junion@postech.ac.kr lcj80@postech.ac.kr gblee@postech.ac.kr

Example-based Dialog Modeling for English Conversation Tutoring

Sungjin Lee Cheongjae Lee Gary Geunbae Lee

Department of Computer Science and Engineering, POSTECH, Pohang

요 약

본 논문에서는 영어 회화 교육을 위한 예제 기반 대화 시스템에 대해 논한다. 기존의 획일적인 멀티미디어 영어 학습에서 벗어나 자연어 처리 및 대화 기술을 이용하여 지능적인 일대일 영어 회화 교육 제공을 목적으로 한다. 본 시스템은 미숙한 학습자 발화를 이해할 수 있으므로 불완전한 언어 구사 능력으로도 대화를 참여할 수 있는 체험형 학습을 제공한다. 이를 통해 학습자에게 영어를 배우려는 흥미로운 동기를 부여한다. 또한 학습자의 표현력 향상을 위한 교육적인 도움 기능을 갖추고 있다. 이를 위해 우리는 학습자의 미숙한 표현을 이해하는 통계 기반의 언어 이해 모듈, 도메인 확장성이 뛰어난 예제 기반 대화 관리 모듈, 교육 및 평가 기능을 개발하였다.

1 서론

세계화 시대를 맞아 국제적 비즈니스 및 교류가 급증함으로 인해 국제어로서 영어의 중요성이 날로 증가하고 있다. 과거에는 어휘와 문법 위주의 암기식 영어 교육 방법을 사용하였으나 영어 회화 실력 향상에는 많은 도움을 주지 못하였다. 이후에는 영어 회화 실력 향상을 위해 오디오, 비디오를 이용한 멀티미디어 교수법이 개발 되었으나 획일적이고 일방적인 교육의 한계를 벗어나지 못했다. 최근에는 영어 교육을 위한 가장 효과적인 방법은 원어민과 자연스러운 대화를 나누는 것으로 여겨지지만 학생마다 원어민 교사가 일대일 대화를 해야 하므로 비용이 너무 커서 실제로 적용되기 어려웠다. 그러나 최근 들어 발전한 자연어 대화 시스템은 부족한 원어민 교사를 대신해서 컴퓨터를 영어 교육에 사용할 수 있는 가능성을 보여주었다[1].

현재까지는 대부분의 영어 학습을 위한 자연어 대화 시스템은 주로 음성 인식 기술 측면에서만 제한적으로 언어 교육에 활용되고 있다[2]. 그러나 음성 인식 기술을 활용함으로써 언어 교육 중 발음 교정에 있어서는 효과를 얻을 수 있으나 전반적인 언어 구사 능력 향상에는 취약할 수 밖에 없다. 따라서 실질적인 회화 능력

향상을 위해서는 여러 상황에서 학습자의 의도를 문장으로 표현하는 연습을 할 수 있도록 음성 인식뿐만 아니라 음성 이해, 대화 관리와 같은 자연어 대화 시스템의 기술 전체를 활용하여야 한다.

이에 더불어 영어 교육을 위한 자연어 대화 시스템은 다음과 같은 세가지 특성이 요구된다. 첫째로, 미숙한 학습자의 발화를 이해할 수 있어야 한다. 만약 미숙한 발화를 예러로 처리하여 대화가 진행되지 못하면 오히려 스트레스를 유발하고 학습 흥미를 잃게 만든다. 둘째로, 기존의 멀티미디어 교육 자료에서 고안된 다양한 학습 테마들을 대화 시스템에 개발하기 위해서는 도메인 확장성이 뛰어난 대화 모델링 기술이 요구된다. 마지막으로 대화를 끝까지 이어나갈 수 있도록 돕고 대화를 거듭할수록 학습자의 발화가 문법적으로 향상되고 다양한 표현을 습득할 수 있도록 교육적 기능이 제공되어야 한다.

2 영어 교육 대화 시스템 전체 구조

그림 1은 영어 교육 대화 시스템의 전체 구조를 보여준다. 일반적인 대화 시스템[3]과 같이 사용자 발화를 입력되면 ASR(automatic speech recognition)이 음성

을 텍스트로 변환한다. SLU (spoken language understanding)모듈은 사용자 발화로부터 의미 분석하고 사전 정의된 의미 구조를 만든다. DM(dialogue manager)모듈은 사용자 발화의 의미 구조와 담화 기록(discourse history)을 기반으로 시스템 동작 태그로 표현된 적절한 시스템 응답을 생성한다. 여기서 담화 기록이란 대화 동안 입력된 모든 의미 구조들의 집합을 말한다. NLG(natural language generation) 모듈은 DM으로부터 받은 시스템 동작 태그에 맞는 시스템 발화를 생성하고 이는 최종적으로 TTS(text-to-speech)를 통해서 음성으로 합성된다.

DM 모듈은 공통적인 담화를 상속 받고 도메인 종속적인 담화만 도메인 별로 확장하는 객체 구조를 따랐다[4]. 영어 교육 대화 시스템에서는 학습 테마 별로 도메인 전문가들(ImmigrantExpert, TransportExpert 등)이 있고 전체 학습 프로그램을 관장하는 하나의 전문가(SupervisorExpert)가 있다.

사용자가 학습을 시작하게 되면 DM 모듈은 학생 인증과 학생의 프로필을 로드할 담당하고 학습 테마를 소개하는 SupervisorExpert를 가장 먼저 활성화한다. 학습자가 학습테마를 선정하면 그 후로는 선택된 학습 테마를 담당하는 도메인 전문가가 DM 모듈에 의해 활성화 되고 SupervisorExpert는 비활성화 된다. 그리고 학습을 진행하는 동안 담당 도메인 전문가는 학습자에 대한 평가 데이터를 수집하고 학습이 종료될 때 수집한 데이터를 SupervisorExpert에 넘겨준다. 마지막으로 학습 테마가 종료되면 DM은 학습테마 전문가를 비활성화하고 다시 SupervisorExpert를 활성화한다. 활성화된 SupervisorExpert는 평가 데이터를 이용하여 학습자의 성과와 개선점을 피드백한다.

3 강건한 음성 언어 이해 모듈

자연어 이해 모듈의 목적은 자연어 발화로부터 화자의 의도를 유추하고 필요한 정보를 추출하는 것이다. 대부분의 자연어 이해 기술은 자연어 발화를 이해하기 위해 의미 구조(semantic frame)을 정의하고 SLU모듈이 입력된 발화로부터 의미 구조를 채운다.

자연어 이해 기술은 초기부터 연구되어 온 문법 규칙 기반 방법과 근래에 연구된 통계적 기계학습 방법으로 크게 나눌 수 있다. 규칙 기반 자연어 이해 기술은 도메인 및 발화가 정해져 있고 입력 에러가 매우 낮은 환경에서 정확하고 풍부한 언어적 정보를 얻기 위해 사용하는 것이 좋다. 반면에 도메인이 많고 발화의 변화가 심하고 에러가 많이 나타나는 환경에서는 통계 기반 기술이 좋다. 영어 교육 대화 시스템은 다양한 학습 테마를 지원해야 하므로 도메인 확장성이 좋아야 하고 학습자의 미숙한 발화나 에러를 처리해야 하므로 통계 기반 자연어 이해 기술을 사용하는 것이 적절하다. 특히나 본 시스템은 교육의 초점이 어휘나 문법 교육이 아니라 회화 능력 향상이기 때문에 규칙 기반 기술에서 얻을 수 있는 문법적 정보 보다 통계 기반 기술의 에러 강인성이 더 요구된다.

본 연구에서 적용한 통계 기반 자연어 이해 기술은 그림 2와 같다. 대화 시스템에서는 화행(dialog act), 주행(main action), 구성 성분(component slots) 슬롯들로 구성된 의미 구조를 일반적으로 가진다. 화행과 주행은 사용자 발화의 의도를 나타내고 구성 성분은 사용자 발화 내의 개체명들을 나타낸다. Table 1은 의미 구조의 한 예를 보여준다.

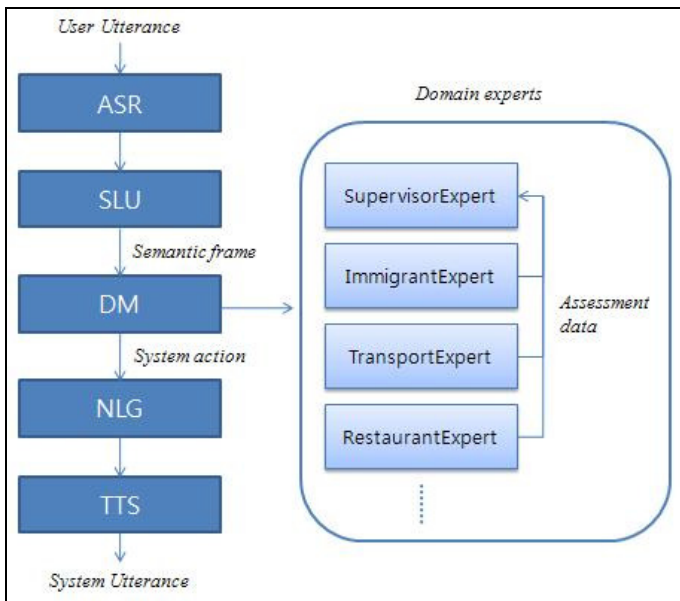


그림 1 영어 교육 대화 시스템 구조

<i>I will stay for three weeks</i>
Dialog Act = Statement
Main Action = Tell_Period
PERIOD = three weeks

Table 1 의미 구조 예제

사용자 발화가 입력되면 먼저 서열 레이블링 모델 (Sequence labeling model)인 CRF(Conditional Random Field)[5]를 이용하여 개체명을 뽑아내고 원래 발화와 더불어 뽑아진 개체명을 함께 이용해 화행/주행을 뽑아낸다. 화행/주행은 분류 모델 (Classification model)인 MaxEnt (Maximum Entropy classifier)[6]를 이용한다. 자세한 확률적 모델은 이전 연구[7]를 따랐다.

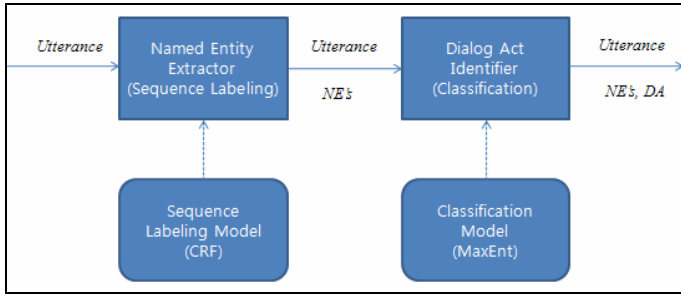


그림 2 자연어 이해 모듈

4 예제 기반 대화 관리자 모듈

대화 관리 모듈은 대화 관리 시스템의 중심 구성 요소로서 대화 흐름을 관장한다. 입력된 사용자 발화에 대해 응답을 생성하고 서비스에 관련된 외부 지식을 가져온다. 새로운 자연어 대화 시스템을 개발하기 위해서는 응용의 특성에 따라 어떤 종류의 대화 모델링을 이용할지 결정하여야 한다. 일반적으로 대화 관리 모듈은 대화의 주도(dialogue initiative)에 의한 분류에 따라 시스템 주도(system-initiative), 사용자 주도(user-initiative), 상호 주도 (mixed-initiative)로 나누어진다. 이에 더불어 대화 관리 전략(dialogue control strategy)에 의한 분류에 따라 유한 상태 기반 (finite state-based), 프레임 기반(frame-based), 에이전트 기반(agent-based)로 나누어진다[8].

영어 교육을 위한 대화 시스템은 학습 테마에 따라 대화가 디자인 단계에서 정해질 수 있으므로 시스템 주도형으로 만드는 것이 효율적이다. 대부분의 시스템 주도형 대화 관리에서는 사용자 발화가 단답형으로 쉽게 예측이 되도록 시스템 발화를 디자인하여 대화 흐름을 단순화하고 이를 가장 쉽게 표현하는 유한 상태 기반 전략을 사용하는 것이 일반적이다. 하지만 영어 교육을 위해서는 학습자가 단답형 문장이 아니라 가능한 유창하게 말을 사용하게 하는 것이 중요하다. 따라서 시스템 주도의 대화지만 사용자의 발화의 자유도가 높아야 한다. 이런 형태의 대화는 제한된 상호 주도(limited mixed-initiative)[8]로 세분화 될 수 있으며 제한된 상호 주도형에 가장 효율적인 대화 전략은 프레임 기반 전략이다.

따라서 본 연구에서는 대화 관리를 위해 프레임 기반 전략을 취한다. 프레임 기반의 대화 관리에서는 유한 상태 기반과 달리 대화 상태 전이에 대한 명확한 정의가 없고 서비스를 위한 정보 상태만 정의 되어 있기 때문에 정보 상태에 따라 대화 상태를 정하는 알고리즘이 필요하다. 대부분의 프레임 기반 대화 시스템에서는 스크립트 또는 규칙을 이용하지만 영어 교육 대화 시스템은 다양한 학습 테마를 지원해야 하므로 도메인 확장성이 뛰어난 예제 기반 대화 관리[9] 방법을 사용한다. 규칙 기반 시스템은 새로운 도메인을 위해서 전문가가 수작업으로 일일이 규칙을 작성하여야 하지만 예제 기반 시스템은 대화 예제

말뭉치로부터 대화를 자동적으로 모델링하므로 저렴한 비용으로 새로운 도메인을 지원할 수 있다.

그림 3은 예제 기반 대화 모델링의 전략을 보여준다. 예제 기반 대화 모델링은 대화 예제 말뭉치에 대화 상황과 이에 대한 시스템 응답(system response) 정보를 태깅한다. 대화 상황이란 SLU모듈에서 추출된 사용자 발화의 의도와 포함 정보 그리고 담화 이력 벡터(discourse history vector)로 정의 된다. 담화 이력 벡터는 예제 대화에서 현재 사용자 발화 상황까지 프레임의 어떤 슬롯이 채워졌는지를 이진 벡터 값으로 나타낸다. 이와 같이 태깅된 대화 예제 말뭉치로부터 자동으로 대화 예제 데이터베이스(dialogue example database)를 만든다. 사용자 발화가 입력되면 SLU모듈을 거쳐서 사용자 의도와 포함 정보가 의미 구조로 전달되고 대화 관리자는 이것을 현재까지의 담화 이력과 결합하여 대화 예제 데이터베이스의 색인 키로써 이용한다. 대화 예제 데이터베이스의 검색 결과 값으로 현재 대화 상황에 맞는 적절한 시스템 응답이 출력되고 이 값을 바탕으로 NLG모듈에서 시스템 발화를 생성한다. 이때 만약 현재 대화 상황에 대한 대화 예제 검색 결과가 하나 이상이거나 하나도 없을 경우를 대비해 적절한 시스템 응답을 찾기 위한 방법을 구현하였다. 만약 검색 결과가 하나도 없다면 부분 일치(partial match)가 가능하도록 제약을 완화하여 사용자의 의도(dialog act and main action)만을 가지고 대화 예제를 검색하는 방법을 사용한다. 이것은 실제 시스템 응답이 현재 상황의 사용자 의도에 가장 많이 의존하기 때문이다. 그리고 만약 결과가 여러 개일 경우에 이러한 것들 중에서 가장 적합한 예제를 찾기 위해서 발화 유사성 (utterance similarity)을 측정하였다. 발화 유사성은 담화 이력 유사성 (discourse history similarity)과 어휘-의미 유사성 (lexico-semantic similarity)의 선형 보간 (linear interpolation)으로 정의하였다. 담화 이력 유사성은 담화 이력 벡터의 코사인 계수(cosine measure)로 나타내며 현재 진행 중인 대화 상황과 검색된 대화 예제 사이에 지금까지 채워진 정보 이력의 유사성을 반영한다. 어휘-의미 유사성은 대화 예제의 사용자 발화와 현재 사용자 발화 사이의 어휘 유사성을 나타낸다. 그런데 이 두 발화를 비교하기 위해서는 개체명 부분을 주의해서 처리해야 한다. 개체명은 항상 바뀌는 부분이므로 개체명이 서로 다르더라도 어휘의 유사성이 떨어지지 않도록 개체명을 의미 범주명으로 치환하여 비교한다. 대부분 대화의 상황은 대화 예제를 통해 시스템 발화를 결정할 수 있지만, 대화 예제가 없는 특수한 경우에는 미리 만들어 놓은 메타 규칙을 이용하였다[9].

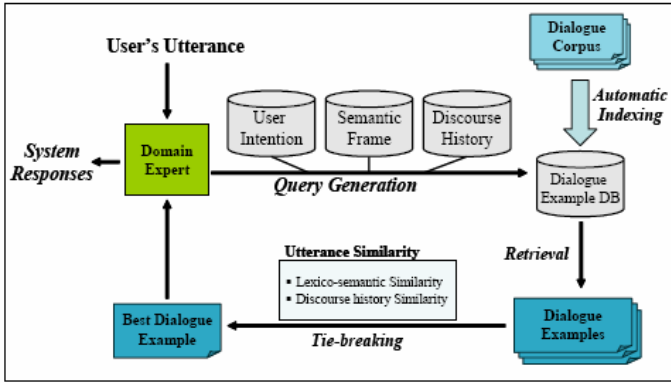


그림 3 예제 기반 대화 모델링 전략

5 교육 및 평가 기능

앞 절에서 언급한 미숙한 발화에 강건한 자연어 이해 기술과 유연한 대화관리 시스템을 통해서 영어 학습자들이 불완전한 영어 실력으로도 실제 영어 원어민과 대화를 하는 것 같은 체험형 학습을 할 수 있다. 여기에 더불어 아직 언어에 미숙한 학습자들이 대화 중에 부족한 부분을 정확히 피드백 받고 올바른 표현을 학습할 수 있다면 훨씬 더 나은 발전을 이룰 것이다. 따라서 영어 교육을 위한 대화 시스템은 교육과 평가 기능을 지원한다. 교육과 평가 기능은 다음과 같이 암묵적 교육(Implicit tutoring), 명시적 교육(Explicit tutoring), 평가 피드백(Assessment Feedback)의 세 부분으로 구성된다.

보통 학습자는 문법적으로 불완전하고 완전한 문장을 만들어 내지 못하므로 암묵적 교육은 학습자의 발화의 의미가 이해되는 한에서는 그 의미에 맞는 올바른 예제 문장을 스크린에 보여 주어 학습자가 대화를 진행하면서 자신이 표현하고자 하는 발화에 대한 향상된 표현을 습득할 수 있게 한다. 교육적으로 학습자의 잘못이나 미숙을 일일이 지적하면 학습 동기가 저해된다. 따라서 암묵적 교육은 학습자의 표현이 잘못되었을 때 대화가 끊어져 흥미를 잃게 하거나 잘못된 부분을 명시적으로 지적하여 스트레스를 유발하는 것을 방지하는 방법으로 교육 하는데 목적이 있다. 그림 4는 암묵적 교육 기능 구조를 보여준다.

사용자 발화가 입력되면 발화가 현재 대화 상황에 적절한지 대화 예제 검색의 결과를 통해 판단한다. 만약 검색 결과가 없다면 사용자 발화가 현재 상황에 맞지 않는 말이므로 학습자에게 다시 말하도록 요청한다. 검색 결과가 하나 이상이면 사용자 발화가 현재 대화 상황에 적절하고 그 의미가 이해가능 하므로 교육 예제 데이터베이스(tutoring example database)에서 대화 상황에 맞는 예제 표현을 찾아 보여준다. 교육 예제 데이터베이스는 사용자 발화 의도를 색인 키로 하여 발화 의도에 맞는 양질의 표현들을 저장하고 있다. 교육 예제 데이터베이스 검색 결과가 여러 개 일 때 입력 받은 사용자 발화와의 어휘 유사도를 계산하여 가장

유사한 문장을 선택한다

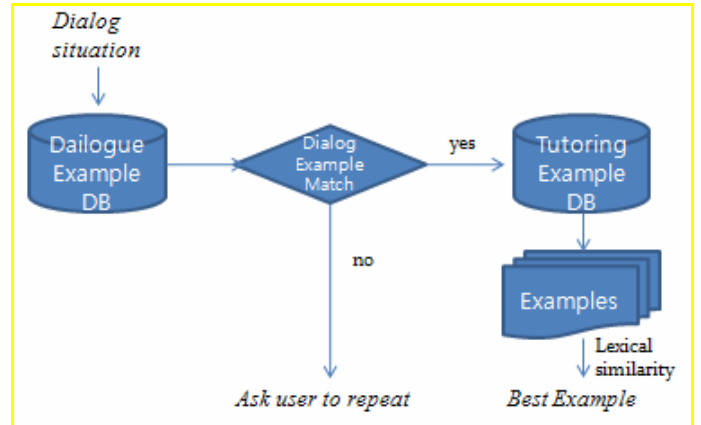


그림 4 암묵적 교육 기능 구조

명시적 교육은 학습자가 어떤 말을 해야 할 지 전혀 알 수 없을 때 대화를 계속 진행하기 위해 학습자가 명시적으로 도움을 요청할 경우 학습자를 도와주는 기능이다. 이 때 시스템은 대화 예제 데이터베이스로부터 기대되는 사용자 동작을 찾고 이를 이용하여 학습 예제 데이터베이스를 검색하여 대화 문맥에 맞는 적절한 예문을 스크린에 보여준다. 학습자는 예문을 따라 말하거나 예문을 기반으로 응용하여 대화를 진행할 수 있다. 그리고 난이도에 따라 영어 예문뿐만 아니라 한글 예문을 이용하여 번역을 요구할 수 있다. 그림 5는 명시적 교육 기능 구조를 보여준다.

사용자 발화가 입력되면 발화 내용이 명시적인 도움 요청인지 확인하고 만약 그렇다면 바로 이전 시스템 응답에 적절한 사용자 발화를 학습 예제 데이터베이스에서 찾는다. 검색 결과가 여러 개일 때 무작위 선택으로 최종 예제 표현을 선택하고 결과를 스크린을 통해 학습자에게 보여준다. 학습자는 예제 표현을 참고하여 대화를 계속해서 진행할 수 있다.

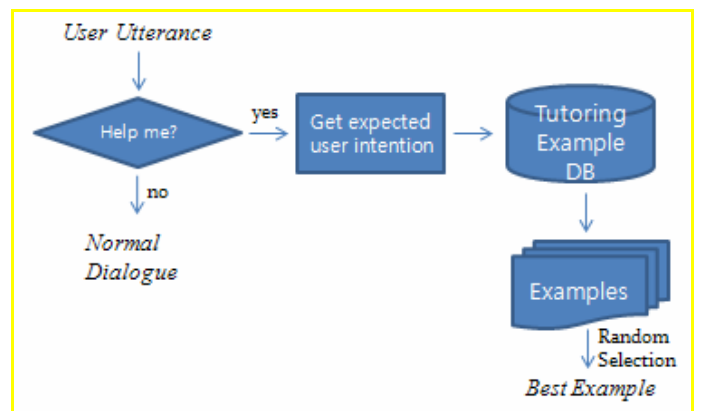


그림 5 명시적 교육 기능 구조

평가 피드백은 학습자의 대화를 평가한 데이터를 기반으로 총점과 어떤 부분을 개선해야 하는지를 학습자에게 알려준다. 총점은 학습 테마 완수 여부(mission completion level), 소요 시간(elapsed time), 발화 적절성(utterance suitability), 도움 요청 횟수(help frequency), 말 멈춤 횟수(filler word frequency)등으로 사전 정의된 요소들의 측정치를 합산한 것이다. 평가 데이터는 대화가 진행되는 동안 학습 테마 전문가 모듈이 수집하여서 학습을 마칠 때 SupervisorExpert에 전달한다. SupervisorExpert는 데이터를 분석하여 총점과 개선점을 피드백한다.

6 구현 및 동작 예제

영어 교육 대화 시스템은 예제 기반 대화 관리 기술로 구현되었고 개발 환경으로 프로그램 언어는 C++을 사용하고 Windows XP 운영체제와 2.4GHz의 듀얼 코어 CPU, 2.0GB의 메인 메모리를 갖춘 시스템을 사용하였다. 다음의 예제는 시스템이 실제 어떻게 동작하는지 보여준다. 간략한 주석을 통해 대화 시스템의 어떤 요소가 어떤 동작을 하는지 설명한다. 주석은 이탤릭체로 표시한다.

S1: 안녕하세요 영어교육 대화시스템입니다. 사용자 확인을 위해 이름을 말씀하여 주세요

대화 관리자는 SupervisorExpert(SE)를 활성화 시키고 SE는 학습 시스템 시작 인사를 발화한다. 그리고 학습자 인증을 위해 이름을 묻는다.

U1: 홍길동입니다.

학습자의 이름이 입력되면 사용자 데이터베이스에서 사용자 프로필을 가져온다.

S2: 홍길동님 반갑습니다. 영어교육을 위한 학습 테마에는 출입국테마, 교통 테마, 호텔 테마, 음식점 테마가 있습니다. 어떤 것을 학습하시겠습니까?

U2: 출입국테마를 학습하겠습니다.

S3: 출입국테마를 선택하셨습니다. 학습을 시작하겠습니다.

SE는 학습자가 선택한 학습테마의 전문가가 ImmigrantExpert(IE) 임을 대화 관리자에게 알린다. 대화 관리자는 SE를 비활성화 하고 IE를 활성화 한다.

S4: Hello

IE가 학습 시작 발화를 한다.

U3: Hi

S5: Your passport please

U4: Here this

On screen:*[Example] Here you are*

[Example]은 사용자 발화에 대한 암묵적 교육기능에서 보여주는 예제 발화이다. 학습자 발화 “Here this”는 문맥적으로 이해 가능한 발화지만 어색한 표현이다. “Here you are”라는 온전한 문장을 보여주어 다음 학습 시에 더 나은 문장 구사를 하도록 돕는다.

S6: What's your nationality?

U5: I am a Korean

On screen:*[Example] I come from Korea*

학습자의 발화가 정확한 경우에도 암묵적 교육 기능을 통해서 다른 표현법을 참고하고 습득할 수 있다.

S7: What's the purpose of your visit?

U6: Travel

On screen:*[Example] I am here on business*

학습자의 발화가 단답형인 경우 암묵적인 교육을 통해 완성된 문장을 참고하도록 한다.

S8: How long are you staying?

U7: I stay for three weeks

On screen:*[Example] I will stay for three weeks*

학습자의 발화가 의미는 맞지만 문법적으로 잘못되었다. 학습자 발화의 의미 구조로 학습 예제 데이터베이스를 검색하여 문법적으로 올바른 발화를 보여준다.

S9: Anything to declare?

U8: Pardon me?

S10: Anything to declare?

U9: Nothing

On screen:*[Example] Just my personal things*

S11: What kind of job?

U10: Help me

On screen:*[Hint] I am a student*

[Hint]는 사용자의 명시적인 도움 요청에 따른 명시적 교육 기능이 제공하는 예제 발화이다. 시스템이 직업에 대해 묻고 있고 이전에 국적, 방문 목적, 기간에 대해 정보를 얻었다는 상황 정보를 이용하여 학습 예제 데이터베이스를 검색하고 결과를 이용하여 학습자가 이용할 수 있는 예제 발화를 보여준다.

U11: I am a computer programmer

S12: Ok, no problem

U12: Thank you. Bye

학습 테마 종료 시에 IE는 대화 중에 수집한 평가 데이터를 SE로 전달하고 학습 종료를 대화 관리자에 알려준다. 대화 관리자는 IE를 비활성화 시키고 SE를 활성화 시킨다.

S13: 출입국테마 학습을 마쳤습니다. 학습 성적은 B입니다. 다음 학습 시에 더 자세한 표현을 사용하고 대화를 빨리 진행하는 연습을 하세요. 학습을 계속 하시겠습니까?

SE는 학습 테마 전문가로부터 전달받은 평가 데이터를 평가 항목에 따라 점수를 합산하여 최종 점수를 알려준다. 그리고 항목에 따라 점수 영역별로 개선 사항을 알려준다.

U13: 아니오

S14: 학습을 종료하겠습니다.

7 결론

본 연구에서는 통계기반 자연어 이해, 예제 기반 대화 관리, 영어 교육 및 평가 기능을 통합하여 지능적이고 체험적인 영어 회화 교육 시스템을 개발하였다. 학습자는 수동적이고 획일적인 교육을 벗어나 실제 대화를 통한 흥미진진한 학습을 경험하게 되었다. 향후 계획으로는 통계 기반 자연어 이해 모듈에서 오류 발화를 말뭉치에 포함하여 학습하는 방법과 더불어 삽입, 삭제, 어순 불일치, 철자 오류, 조동사, 관사, 전치사 등의 일반적 문법 오류를 고려하는 속성(Feature)을 확률 모델에 적용하는 방법을 개발할 예정이다.

Acknowledgement

본 논문은 POSTECH과 KT가 수행하는 KT VR Lab@POSTECH 공동연구 결과물의 일부입니다

참고 문헌

- [1] In-Seok Kim, Inn-Chull Choi, "A Study of Software Contents and Teaching Techniques for Developing an Intelligent Learning Program for English Listening and Speaking Skills," *Multimedia-Assisted Language Learning*, 4(1), 2000, pp. 167-223
- [2] L. Mayfield Tomokiyo, L. Wang, and M. Eskenazi. "An empirical study of the effectiveness of speech-recognition-based pronunciation training," *In Proceedings of the 6th ICSLP Volume 1*, 2000. pp. 677-680
- [3] S. Seneff, E. Hurley, R. Lau, C. Pao, P. Schmid, and V. Zue, "Galaxy-II: A reference architecture for conversational

system development," In *The Proceedings of ICSLP*, 1998, pp. 931-934

- [4] I. O'Neil, P. Hanna, X. Liu, D. Greer, and M. McTear, "Implementing advanced spoken dialogue management in java," *Speech Communication*, vol. 54, no. 1, 2005, pp. 99-124
- [5] J. Lafferty, A. McCallum, and F. Pereira, "Conditional Random Fields: Probabilistic Models for Segmenting and Labeling Sequence Data," *Proc. Int'l Conf. Machine Learning*, 2001
- [6] A. Ratnaparkhi, "Maximum Entropy Models for Natural Language Ambiguity Resolution," PhD thesis, University of Pennsylvania, 1998
- [7] Changki Lee, Jihyun Eun, Minwoo Jeong, Gary Geunbae Lee, YiGyu Hwang, Myung-Gil Jang, "A multi-strategic concept spotting approach for robust spoken Korean understanding," *ETRI journal*, vol 29, no 2. 2007, pp178-188
- [8] Michael F McTear, "Spoken dialogue technology: toward the conversational user interface," *Springer Verlag: London* 2004
- [9] C. Lee, S. Jung, J. Eun, M. Jeong and G. Lee, "A Situation-based Dialogue Management Using Dialogue Examples" in *Proceedings of the international conference on acoustics, speech and signal processing 2006*, vol. 1, 2006, pp. 69-72