영어 회화 교육을 위한 예제 기반 대화 시스템
(Example-based Dialog System for English Conversation Tutoring)

이 성 진 † (Sungjin Lee) 이 청 재 † (Cheongjae Lee) 이 근 배 †† (Geunbae Lee)

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 담화 상황 고려 발화의도 인식 모델, 도메인 확장성이 뛰어난 예제 기반 대화 관리 모델, 교육 및 평가 기능을 개발하였다. 실험 결과 학습자의 발화에 에러가 많아도 높은 발화의도 인식 성능을 보였으며 대화 상황에 적합한 피드백을 제공하여 학습자가 회화 연습을 끝까지 마치도록 도와 교육 효과에 이바지함을 알 수 있었다.

키워드 : 영어 회화 교육, 대화 시스템, 대화 기반 영어 교육 시스템

Abstract In this paper, we present an Example-based Dialogue System for English conversation tutoring. It aims to provide intelligent one-to-one English conversation tutoring instead of old fashioned language education with static multimedia materials. This system can understand poor expressions of students and it enables green hands to engage in a dialogue in spite of their poor linguistic ability, which gives students interesting motivation to learn a foreign language. And this system also has educational functionalities to improve the linguistic ability. To achieve these goals, we have developed a statistical natural language understanding module for understanding poor expressions and an example-based dialogue manager with high domain scalability and several effective tutoring methods.

Key words : English Conversation Tutoring, Spoken Dialog System Application, Dialog-based Computer-assisted Language Learning

1. 서 론

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 적용되기가 어려웠다. 그러나 최근 들어 발전한 자연어 대화 시스템은 부족한 원어민 교사를 대신해서 컴퓨터를 영어 교육에 사용할

· 본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원 사업의 연구결과로 수행되었음(NIPA-2010-C1090-0902-0045)
· 이 논문은 2007 한글 및 한국어 정보처리 학술대회에서 '영어 회화 교육을 위한 예제 기반 대화 시스템'의 제목으로 발표된 논문을 확장한 것임

† 비 회 원 : POSTECH 컴퓨터공학과
junion@postech.ac.kr
lcj80@postech.ac.kr
†† 종신회원 : POSTECH 컴퓨터공학과 교수
gblee@postech.ac.kr

논문접수 : 2008년 1월 11일
심사완료 : 2009년 11월 11일

Copyright©2010 한국정보과학회 : 개인 목적이나 교육 목적인 경우, 이 저작물의 전체 또는 일부에 대한 복사본 혹은 디지털 사본의 제작을 허가합니다. 이 때, 사본은 상업적 수단으로 사용할 수 없으며 첫 페이지에 본 문구와 출처를 반드시 명시해야 합니다. 이 외의 목적으로 복제, 배포, 출판, 전송 등 모든 유형의 사용행위를 하는 경우에 대하여는 사전에 허가를 얻고 비용을 지불해야 합니다.

정보과학회논문지: 소프트웨어 및 응용 제37권 제2호(2010.2)

수 있는 가능성을 보여주었다.

그러나 기존의 음성인식기들 대부분이 모국어 화자를 대상으로 개발된 것으로 비 모국어 화자 음성 인식에 사용될 경우 매우 낮은 성능을 보이고 있다. 이런 음성 인식의 기술적 제약으로 인해 학습자의 자유로운 발화 입력이 사실상 불가능하여 현재까지는 대부분의 영어 학습을 위한 대화 시스템은 미리 정해진 시나리오대로 발화하는 제한된 형태로 활용되고 있다[1]. 하지만 정해진 발화만 따라하는 방식은 유창성 측면에서 회화 교육 효과를 심각하게 손상시킬 수 있다. 제2 언어 습득이론에 따르면 학습자들은 자신의 발화에 대한 상대의 반응을 통해 자신이 가지고 있는 외국어 지식을 테스트하고 배우는 것으로 알려져 있다. 따라서 효과적인 회화 교육 과정은 표 1처럼 에러를 포함한 학습자의 발화에 대해 정확한 표현 사용을 유도하도록 질문(Clarification request) 하고 학습자가 자신의 직전 발화에 에러가 있음을 지각하여 올바른 표현으로 자신의 발화를 고쳐서 다시 발화하는 과정(Modified output)을 거친다. 이 때 학습자가 발화를 어떻게 고쳐야 될지 모르는 경우를 위해 해당하는 올바른 표현(Recast)을 학습자에게 힌트로 보여줄 수 있다[2,3].

이와 같은 효과적인 회화 학습 과정을 위해 학습자가 생각하는 발화를 자유롭게 말하고 그 발화에 대한 적절한 응답 또는 피드백을 받을 수 있는 대화 시스템 개발이 중요하다. 하지만 지금까지 컴퓨터를 이용한 영어 교육에 대한 연구들은 주로 학습자의 작문을 대상으로 문법 교정에 관한 연구들이 대부분이었고 회화 기반의 연구는 그 사례가 많지 않다[4]. 기존의 영어 회화 교육을 위한 대화 시스템들은 오류를 포함한 학습자의 발화를 이해하기 위해 학습자의 발화 오류를 예측하여 오류를 포함한 문법 규칙을 미리 만들어 사용하였다[5,6]. 그러나 이렇게 전문가의 지식을 통해 규칙을 만드는 방법은 비용이 매우 커서 확장성이 떨어지고 학습자의 다양한 오류 표현을 모두 예상할 수 없으므로 결국 발화 이해 실패 및 대화 실패로 연결된다.

표 1 영어 회화 교육 대화 시스템에서 학습자의 발화 에러에 대해 원어민 화자와 같은 표현을 추천하는 교육 대화 예제

Speaker	Intention	Dialog
System:	*wh-question (trip-purpose)*	What is the purpose of your trip?
User:	*inform (trip-purpose)*	My purpose business
System:	*clarify (understanding)*	Sorry, I don't understand. What did you say? ← **Clarification request** ***On screen:*** *try this expression "I am here on business"* ← **Recast**
User:	*inform (trip-purpose)*	I am here on business ← **Modified output**

그러므로 본 연구에서는 발음 교육이나 문법 교육과 같이 특정 영역만 연습할 수 있는 시스템보다 전반적인 영어 회화 유창성 향상을 목적으로 한 텍스트 입력, 음성 출력 기반의 영어 교육 대화 시스템을 다루고자 한다. 그리고 기존의 문법 오류를 위한 규칙기반 기술의 단점을 해결하기 위해서 통계 기반의 언어 이해 및 교육 피드백 기술을 연구하였다. 이와 같은 영어 회화 교육 대화 시스템은 기존의 음성 인식 기술을 활용한 발음 교정 교육과 더불어 전체 영어 회화 교육에 사용되는 시스템의 중요한 구성 요소가 될 것이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 학습자 발화 에러에 강인한 담화 정보 고려 발화 인식 모델을 기술하고 3장에서 도메인 확장성이 뛰어난 예제 기반 대화 관리 모델에 대해서 서술한다. 4장에서는 영어 회화 교육 피드백 기능에 관해 다루고 5장에서는 실제 구현된 시스템의 동작을 보여준다. 그리고 6장에서 학습자 시뮬레이터를 이용하여 다양한 학습자 수준에 대해서 제안된 시스템의 성능을 입증하였다. 마지막으로 7장에 요약과 결론을 기술하였다.

2. 학습자 발화 의도 인식 모델

2.1 의미 구조

학습자 의도 인식기의 목적은 자연어 발화로부터 화자의 의도를 유추하고 필요한 정보를 추출하는 것이다. 이것은 의미 구조(semantic frame)를 먼저 정의하고 학습자 의도 인식기가 입력된 발화로부터 의미 구조를 채우는 문제로 볼 수 있다. 본 연구에서 표 2와 같이 화행(dialog act), 주행(main action), 구성 성분(component slots)들로 이루어진 의미 구조 정의를 사용하였다.[1)]

표 2 의미 구조 예제

I will stay for three weeks
Dialog Act = *Inform*
Main Action = *Tell_Period*
PERIOD = *three weeks*

2.2 화행/주행 인식 모델

영어 회화 교육용 대화 시스템은 학습자들의 에러에도 불구하고 학습자의 발화 의도를 이해할 수 있어야 한다. 이런 목적을 달성하기 위해 규칙 기반의 방법론에

1) 화행(dialog act)는 다음과 같이 7가지로 분류된다: request, wh-question, yn-question, inform, select, clarify, acknowledge. 주행(main action)은 다음과 같이 11가지로 분류된다: opening, check_passport, nationality, trip_purpose, party, destination, period, job, travel_expense, declaration, closing. 구성 성분(component slots)은 다음과 같이 8가지로 이루어진다. name, nationality, purpose, destination, period, job, expense, declare_item.

서는 에러를 예상하고 규칙을 일일이 만들었다[4-6]. 그러나 이런 방법론은 고단계 학습자에게는 정확한 피드백을 줄 수 있으나 저단계 학습자의 발화를 처리하기는 어렵다. 저단계 학습자는 한 문장 안에 여러 개의 다양한 에러를 포함하며 이런 특징은 파서가 수많은 애매한 결과를 만들게 하여 실제 학습자의 에러가 무엇인지 분간하기 어렵게 한다. 따라서 규칙 기반보다 다양한 에러에 강인한 통계기반 기술이 더욱 적합하다.

이 뿐만 아니라 영어 회화 교육용 대화 시스템은 학습자의 발화가 완전히 틀린 경우나 발화 자체를 못하는 경우에도 상황에 맞는 적절한 의도를 추정해서 그에 해당하는 예제 발화를 제시할 수 있어야 한다. 이는 외국어 교사들이 대화 상황을 통해서 학습자의 발화 의미를 유추 하듯이 풍부한 담화 정보를 고려할 때만 가능한 것이다. 따라서 이 연구에서는 풍부한 담화 정보를 효과적으로 사용하는 통계 모델 기반의 화행/주행 인식기를 개발하였다.

일반적으로 자동으로 수행되는 단어나 형태소 같은 발화 정보 태깅에 비해 담화 정보는 태깅이 어려움으로 다양한 담화 정보(표 3)를 포함한 대량의 데이터를 구하기 어렵다. 이는 데이터 부족 문제를 유발하여 신뢰할 만한 파라메타를 추정하지 못하고 낮은 성능의 원인이 된다. 만약 담화 정보 기반 모델과 발화 정보 기반 모델을 독립적으로 훈련하여 결합시킬 수 있다면 담화 정보 태깅의 어려움으로 인한 데이터 부족 문제를 어느 정도 해소할 수 있다. 나아가 두 모델을 독립적으로 훈련하기 때문에 담화 정보 기반 모델은 하나로 유지하면서 각각의 학습자 수준에 특화된 발화 정보 기반 모델을 결합시켜서 각 수준별 최적의 학습자 의도 인식기를 만들 수 있다. 발화를 생성할 때 현재 대화 상황에 따라 발화 의도가 정해지고 그 다음으로 그 발화 의도를 실현 시키는 발화 형태가 결정되므로, 담화 정보 기반 모델과 발화 정보 기반 모델의 분리는 발화 과정의 자연스런 의존 관계를 표현하는 것으로 볼 수 있다.

그림 1은 이 모델의 블럭도를 보여준다. 학습자 발화를 대상으로 발화 정보 기반 모델에서 발화 의도와 신뢰

표 3 담화 정보 예제

Dialog Context Features	
PREV_SYS_INT	Previous system intention Ex) PREV_SYS_INT = wh-question(job)
PREV_USR_INT	Previous user intention Ex) PREV_USR_INT = inform(job)
SYS_INT	Current system intention Ex) SYS_INT = confirm(job)
INFO_EX_STAT	A list of exchanged information states which is essential to successful task completion; (c) denotes *confirmed*, (u) *unconfirmed* Ex) INFO_EX_STAT = [nationality(c), job(u)]
DB_RES_NUM	Number of database query results Ex) DB_RES_NUM = 0

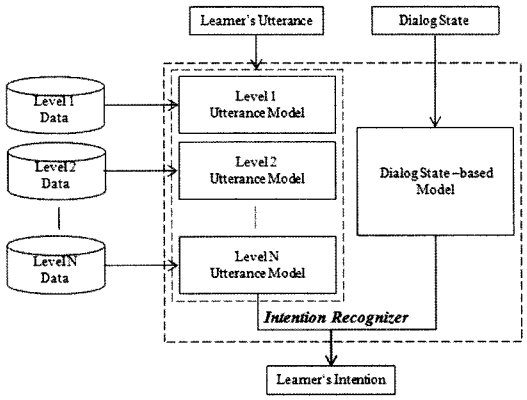

그림 1 학습자 발화 의도 인식 모델

도를 추정하고, 동시에 담화 정보 기반 모델에서 대화 관리자로부터 얻은 현재 담화 상황을 대상으로 발화 의도와 신뢰도를 추정하여 두 결과를 합성하여 최종 결과를 추출한다. 이 모델을 수식으로 나타내면 다음과 같다.

$$I(D,U) = \underset{I}{argmax}\ P(I \mid D,U) \tag{1}$$

$$= \underset{I}{argmax}\ \frac{P(D,I,U)}{P(D,U)} \tag{2}$$

수식에서 $I(D,S)$는 주어진 대화 상황 D와 학습자 발화 S에서 가장 높은 확률을 가지는 학습자 의도를 나타낸다. 식 (2)에서 독립조건들과 Chain rule, Bayes' theorem을 이용하여 식을 간략화 하면 아래와 같아진다.

$$I(D,U) = \underset{I}{argmax}\ \frac{P(I \mid D)P(I \mid U)}{P(I)} \tag{3}$$

위 식에서 $P(I|D)$는 담화 정보 기반 모델에 해당하며 $P(I|S)$는 발화 정보 기반 모델에 해당한다. 발화정보 기반 모델은 MaxEnt(Maximum Entropy classifier)[7]를 이용하였고 담화 정보 기반 모델은 KNN(K-Nearest Neighbors)[8]의 발전된 모델을 이용하였다. 자세한 확률적 모델은 이전 연구[9]를 따랐다.

2.3 구성 성분 인식 모델

사용자 발화가 입력되면 먼저 앞 절의 방법으로 화행/주행을 뽑아낸다. 그 다음 입력 발화를 대상으로 순차적 분류 모델인 CRF(Conditional Random Field)[10]를 이용하여 개체명을 뽑아낸다. 자세한 확률적 모델은 이전 연구[11]를 따랐다.

3. 예제 기반 대화 모델

대부분의 대화 시스템에서는 스크립트 또는 규칙을 이용하지만 규칙 기반 시스템은 새로운 도메인을 위해서 전문가가 수작업으로 일일이 규칙을 작성해야 되서 도메인 확장이 어려운 단점이 있다. 영어 교육 대화 시

스템은 다양한 학습 태마를 지원해야 하므로 규칙 기반 모델 대신 도메인 확장성이 뛰어난 예제 기반 대화 관리[12] 방법을 사용하였다. 예제 기반 대화 모델은 대화 예제 말뭉치로부터 자동으로 모델을 학습하므로 저렴한 비용으로 새로운 도메인을 지원할 수 있다[13]. 예제 기반 대화 모델은 의미 기반의 대화 예제 데이터베이스(Dialog Example Database)를 이용하여 현재 대화 상태와 가장 가까운 대화 예제를 선택하여 해당하는 적절한 시스템 응답을 생성하는 것이다. 대화 예제 데이터베이스는 의미 분석 및 행위 분석이 된 사람-사람 대화 말뭉치로부터 대화 상태 변수를 이용하여 대화 예제를 인덱싱하여 생성한다. 예제 기반 대화 모델 프레임워크에서는 적절한 다음 시스템 행위를 결정하기 위해 3가지의 단계가 필요하다(그림 2).

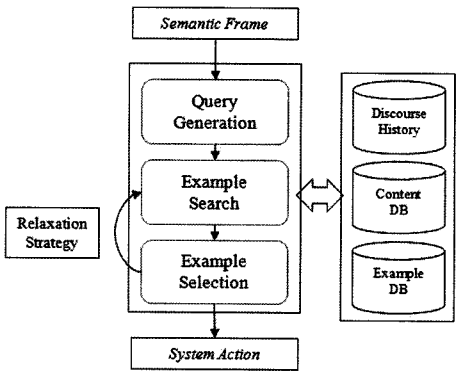

그림 2 예제 기반 대화 모델 전략

- 쿼리 생성: 대화 관리자는 자연어 이해 결과와 담화 기록 정보 등을 이용하여 대화 예제 검색을 위한 SQL 조건식을 생성한다.
- 예제 검색: 대화 관리자는 SQL문을 이용하여 현재 대화 상태와 의미적으로 가장 유사한 대화를 선택한다. 검색된 대화 예제가 존재하지 않은 경우에는 특정한 대화 상태 변수를 완화하여 재검색한다.
- 예제 선택: 대화 관리자는 발화 유사도(utterance similarity)를 최대화시키는 대화 예제를 선택한다. 발화 유사도는 발화 패턴과 담화 기록 유사도를 이용하여 계산할 수 있다.

4. 교육 피드백 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 올바른 표현 피드백(Recast Feedback), 대체 표현 피드백(Paraphrase Feedback), 표현 추천 피드백(Suggestion Feedback), 그리고 평가 피드백(Assessment Feedback)의 네 부분으로 구성된다.

4.1 올바른 표현 피드백과 대체 표현 피드백

일반적으로 학습자의 잘못을 일일이 지적하면 학습 동기가 저해될 뿐 아니라 대화의 흐름이 끊어지기 때문에 교육효과가 떨어진다. 따라서 올바른 표현 피드백은 학습자의 표현이 잘못되었을 때 명시적인 지적으로 인한 스트레스 유발 없이 교육하도록 설계되었다. 따라서 문법적으로 불완전한 발화에 대해 그 의미에 맞는 올바른 표현 예제를 스크린에 보여주어 진행중인 대화에 방해가 되지 않게 한다. 학습자는 표현 예제를 참고하여 그 다음 대화에서는 올바른 표현을 사용할 수 있게 된다.

이와 다르게 대체 표현 피드백은 학습자의 발화가 올바른 경우에 같은 의미의 다른 표현을 제공하여 학습자의 표현 범위를 넓히는 데 도움을 주도록 설계되었다.

그림 3은 피드백 생성 과정을 블럭도로 보여준다. 학습자 발화가 입력되면 발화가 발화 의도 인식기를 통해 발화 의도를 추정하고 추정된 발화의도를 바탕으로 표현 예제 데이터베이스(Example Expression DB)에서 표현 예제를 검색한다. 표현 예제 데이터베이스는 사용자 발화 의도를 색인 키로 하여 각 발화 의도에 해당하는 양질의 표현들을 저장하고 있다. 표현 예제 데이터베이스 검색 결과 중 입력된 학습자 발화와 일치하는 예문이 없으면 학습자 발화가 에러를 포함한 것으로 판단하여 어휘 유사도가 가장 높은 발화를 올바른 표현 피드백으로 선택한다. 반면 검색 발화 중 입력 발화와 일치하는 발화가 있으면 학습자의 발화가 올바른 것임으

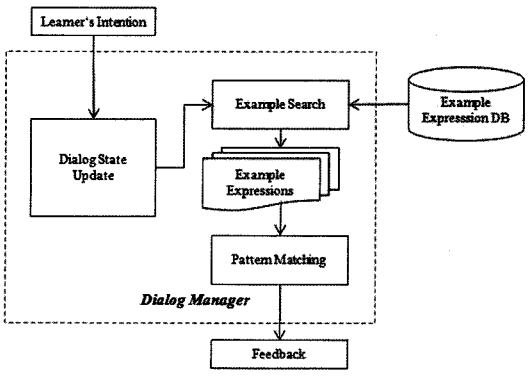

그림 3 교육 피드백 생성 과정

로 검색 결과 중 입력 발화와 다른 발화를 대체 표현 피드백으로 선택하여 보여준다.

4.2 표현 추천 피드백

표현 추천 피드백은 학습자가 어떤 말을 해야 할 지 전혀 알 수 없어 대화 진행에 실패하여 타임 아웃이 발생하거나 학습자가 명시적으로 도움을 요청할 경우 학습자를 도와주는 기능이다. 올바른 표현 피드백 기능과 달리 학습자의 발화 정보가 없기 때문에 담화 상황 정보 기반 인식 결과만을 사용하여 표현 예제 데이터베이스를 검색한다. 검색 결과가 여러 개일 때 무작위 선택으로 최종 표현 예제를 선택하여 스크린에 보여준다. 학습자는 예문을 따라 말하거나 예문을 기반으로 응용하여 대화를 진행할 수 있다.

4.3 평가 피드백

평가 피드백은 대화 중 평가한 데이터를 수집하여 대화 종료시 수집된 데이터를 기반으로 어떤 부분을 개선해야 하는지를 학습자에게 알려준다. 평가 데이터 항목은 학습 테마 완수 여부(mission completion level), 소요 시간(elapsed time), 올바른 표현 피드백 횟수(recast feedback frequency), 표현 추천 피드백 횟수(suggestion feedback frequency)로 구성되며 각 항목의 값에 따라 학습자의 개선 방향에 대해 정보를 제공한다.

5. 구현 및 동작

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 대화는 실제 학습자가 시스템을 사용하여 영어 회화 교육을 한 예를 보여준다. 주석은 이탤릭체로 표시한다.

S1: 안녕하세요 영어교육 대화시스템입니다. 사용자 확인을 위해 이름을 말씀하여 주세요
U1: 홍길동입니다.
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.
S4: Hello
U3: Hi
S5: Your passport please
U4: Here this
On screen:[Recast] Here you are
[Recast]은 사용자 발화에 대한 올바른 표현 피드백이다. 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:[Paraphrase] I come from Korea
학습자의 발화가 정확한 경우에도 대체 표현 피드백 기능을 통해서 다른 표현법을 참고하고 습득할 수 있다.
S7: What's the purpose of your visit?
U6: Business
On screen:[Paraphrase] I am here on business
학습자의 발화가 단답형인 경우 대체 표현 피드백기능을 통해 완성된 문장을 참고하도록 한다.
S8: How long are you staying?
U7: I stay for three weeks
On screen:[Recast] I will stay for three weeks
학습자의 발화가 의미는 맞지만 문법적으로 잘못되었다. 학습자 발화의 의미 구조로 표현 예제 데이터베이스를 검색하여 문법적으로 올바른 발화를 보여준다.
S9: Anything to declare?
U8: Pardon me?
S10: Anything to declare?
U9: Nothing
On screen:[Paraphrase] Just my personal things
S11: What kind of job?
U10: [TIMEOUT]
On screen:[Suggestion] I am a student
[Suggestion]는 사용자의 발화 실패에 따른 표현 추천 피드백 기능이 제공하는 예제 발화이다. 시스템이 직업에 대해 묻고 있고 이전에 국적, 방문 목적, 기간에 대해 정보를 얻었다는 담화 정보를 이용하여 예상 발화의도를 추정한다. 추정된 의도로 표현 예제 데이터베이스를 검색하여 학습자가 응용할 수 있는 예제 발화를 보여준다.
U11: I am a computer programmer
S12: Ok, no problem
U12: Thank you. Bye
S13: 출입국테마 학습을 마쳤습니다. 다음 학습 시에 더 자세한 표현을 사용하고 대화를 빨리 진행하는 연습을 하세요. 학습을 계속 하시겠습니까?
평가 항목 점수에 따라 영역별로 개선 사항을 알려준다.
U13: 아니오
S14: 학습을 종료하겠습니다.

6. 실험

6.1 실험 데이터

발화 의도 인식 모델과 대화 관리 모델을 훈련시키기 위해 192개의 대화와 총 3,517개의 발화로 이루어진 입출국 도메인의 대화 코퍼스를 이용하였다. 이 대화 코퍼스는 학습자 에러가 없는 원어민 발화들로만 구성되어 있다. 이 연구에서는 다양한 수준의 학습자에 대해 많은 실험을 하기 위해 실제 학습자 대신 학습자 시뮬레이터를 이용하였다. 학습자 시뮬레이터는 일반 사용자 시뮬레이터[14]에서 만들어진 발화에 에러를 포함시키는 방식으로 구현되었다[15,16]. 한국인 영어 학습자와 유사한 에러를 만들기 위해 한국 대학생들의 영어 에세이를 모은 Korean Student English Essay(KSEE) 코퍼스에서

에러 분포(표 4)를 추출하였고 이 분포에 따라 에러를 발생시켰다.

표 4 에러 타입들의 카테고리와 각 카테고리 안에서 가장 빈번한 5 종류 에러 타입

Category	Error type with category
Substitution (47%)	Spell (71%) Plural Form (14%) Subject Verb Agreement (10%) Incorrect Preposition (3%) Incorrect Determiner (2%)
Deletion (36%)	Missing Determiner (62%) Missing Preposition (18%) Missing Conjunction (13%) Missing Verb (4%) Missing Subject (3%)
Insertion (17%)	Extra Preposition (36%) Extra Determiner (26%) Extra Conjunction (20%) Extra Verb (15%) Extra Intensifier (3%)

6.2 발화 의도 인식기 성능 실험

기존의 대화 시스템들은 발화 정보 기반 모델만 사용하여 발화 의도를 인식한다. 그러나 에러가 많이 포함된 영어 학습자 발화의 의도를 정확히 인식하기 위해서 우리는 담화 정보와 발화 정보를 동시에 고려한 발화 의도 인식 모델을 제안하였다. 따라서 우리가 제안한 모델이 학습자의 발화에 포함된 에러의 비율에 따라서 발화 정보 기반 모델만 사용한 경우보다 얼마만큼 더 좋은 성능을 보이는지 실험하였다.

다양한 수준의 학습자를 테스트하기 위해 문법 오류 비율(Grammar Error Rate)를 변화시키면서 각 수준당 200개의 대화씩 진행하였다. 그림 4에서 발화 모델(Utterance model)은 발화 정보 기반 모델, 하이브리드 모델(Hybrid model)은 우리가 제안한 모델의 성능을 보여준다. 문법 오류 비율이 증가할수록 발화 정보 기반 모델의 성능은 급격히 감소하는 것에 비해 제안된 모델은 천천히 성능이 감소하는 것을 볼 수 있으며 그 차이가 매우 큰 것을 통해 제안된 모델이 담화 정보를 활용하여 높은 문법 오류 비율에서도 좋은 성능을 보일 수 있음을 확인하였다.

6.3 피드백의 상황 적절성 실험

때때로 학습자의 발화가 문법적 에러를 넘어 상황에 맞지 않는 표현일 수도 있기 때문에 학습자의 발화 정보만 분석해서는 상황에 맞지 않는 잘못된 피드백을 제공할 가능성이 있다. 그 결과로 당장의 학습자 발화에 대한 올바른 표현은 제공해 줄 수 있어도 상황에 맞지 않는 표현을 유도함으로 대화 전체의 성공은 못하게 할 수 있다. 그것은 곧 전체적인 교육 효과를 저하시키는 원인이 될 수 있다.

앞서 제안된 피드백 기술들은 담화 상황을 고려한 발화의도 인식기 결과를 바탕으로 표현 예제를 선택하기 때문에 비록 학습자가 원래 의도한 발화가 아닐지라도 어려움을 당한 상황에 가장 적절한 피드백을 줄 수 있다. 따라서 얼마나 피드백이 상황에 맞는 표현을 추천하여 대화 성공률을 높이는지 알아보는 실험하였다. 이를 위해 문법 오류 비율을 증가시키면서 각 수준별로 200개의 대화를 수행하고 대화 성공율(Dialog Completion Rate - DCR)과 평균 대화 길이를 측정하였다. 그림 5의 결과에서 보면 문법 오류 비율이 증가함에 따라 발화 의도 인식 성능은 감소하여도 대화 성공율은 감소하지 않는다. 이것은 학습자 발화가 크게 틀려 다른 의도로 인식되어도 담화정보를 고려함을 통해 상황에 부합하는 올바른 표현이 피드백되어 그 표현을 학습자가 이용할 때 대화를 잘 성공시킬 수 있음을 나타낸다. 참고로 문법 오류 비율이 증가하면 처음 입력이 틀린 경우

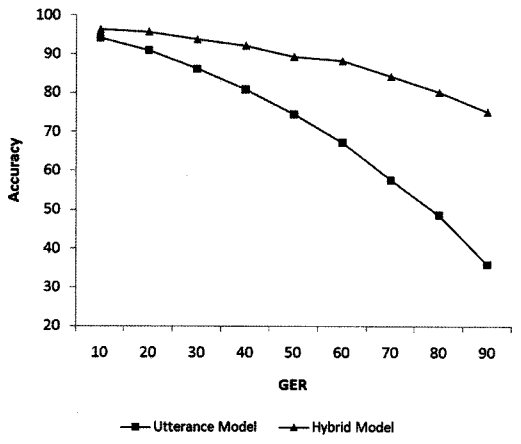

그림 4 제안된 모델과 발화정보기반 모델 비교

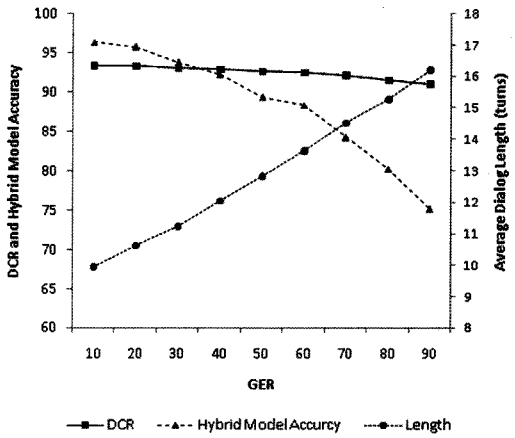

그림 5 피드백의 상황 적절성

가 늘어나고 대화 시스템으로부터 표현을 추천 받아 재입력하는 횟수가 증가하기 때문에 평균 대화 길이는 점점 길어짐을 볼 수 있다.

7. 결 론

본 연구에서는 기존의 발음 및 문법 교육과 같이 특정 영역 교육에 그쳤던 연구들과 달리 통계기반 자연어 이해, 예제 기반 대화 관리, 영어 교육 및 평가 기능을 통합하여 전반적인 영어 회화 능력을 배양할 수 있는 교육 시스템을 개발하였다. 또한 발화 내의 오류가 많은 저 수준 학습자들의 입력을 처리할 수 있도록 문법 오류 규칙에 기반한 방법이 아닌 통계 기반 언어 이해 방법을 연구하였으며 학습자 발화의 수많은 에러에도 불구하고 높은 발화 의도 인식 성능을 내기 위해 일반적으로 사용되는 발화 정보 뿐 아니라 다양한 담화 정보까지 고려한 학습자 발화 의도 인식 모델을 제안하였다. 제안된 모델은 발화 정보 기반 모델만 사용하는 기존의 대화 시스템들보다 학습자 발화 에러에 대해 더 나은 성능을 보였다. 그리고 단지 학습자의 발화 에러만 고치는 피드백이 아니라 대화 상황에 맞는 피드백을 제공하여서 학습자가 대화를 끝까지 성공적으로 마치도록 돕고 그 결과 회화 교육의 효과를 높일 수 있음을 보였다. 향후 연구 계획으로는 다양한 도메인의 대화 시스템에 적용하여 교실 환경에서 실제 학습자들이 사용하도록 하여 실제 사용자 행동을 분석을 수행할 예정이며 학습자 음성인식 에러를 시뮬레이션하여 제안된 모델이 음성 환경에서도 효과적임을 검증할 예정이다.

참 고 문 헌

[1] Mayfield, L., Wang, L., and Eskenazi, M., "An empirical study of the effectiveness of speech-recognition-based pronunciation training," In *Proceedings of the 6th ICSLP*, Volume 1, pp.677-680, 2000.

[2] Swain, M., The output hypothesis: Theory and research in E. Hinkel (ed.): Handbook of Research in Second Language Teaching and Learning, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 471-83. 2005.

[3] Long, M. H. The role of the linguistic environment in second language acquisition in W. C. Ritchie and T. K. Bhatia (eds): Handbook of Second Language Acquisition. New York: Academic Press, pp.413-68. 1996.

[4] Schneider, David, and McCoy K. F. Recognizing Syntactic Errors in the Writing of Second Language Learners. In *Proceedings of the Thirty-Sixth Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics and the Seventeenth International Conference on Computational Linguistics (COLING-ACL)*, Volume 2. 1998.

[5] Raux, A. and Eskenazi, M. Using Task-Oriented Spoken Dialog Systems for Language Learning. Potential, Practical Applications and Challenges, Proceedings INSTIL. 2004.

[6] Morton, H. and Jack, M. A. Scenario-Based Spoken Interaction with Virtual Agents, Computer Assisted Language Learning, 18:3 pp.171-191. 2005.

[7] Ratnaparkhi, A., "Maximum Entropy Models for Natural Language Ambiguity Resolution," PhD thesis, University of Pennsylvania, 1998.

[8] Dasarathy, B. V., Nearest neighbor (NN) norms: NN pattern classification techniques, Los Alamitos: IEEE Computer Society Press. 1990.

[9] Lee, S., and Lee, G., "Recognizing Language Learners' Intention using Dialog Context," Korean Society of Speech Sciences 2008.

[10] Lafferty, J., McCallum, A., and Pereira, F., "Conditional Random Fields: Probabilistic Models for Segmenting and Labeling Sequence Data," *Proc. Int'l Conf. Machine Learning*, 2001.

[11] Lee, C., Eun, J., Jeong, M., Lee, G., Hwang, Y., and Jang, M., "A multi-strategic concept spotting approach for robust spoken Korean understanding," *ETRI journal*, vol.29, no.2. pp.178-188, 2007.

[12] Lee, C., Jung, S., Kim, S., Lee, G. Example-based dialog modeling for practical multi-domain dialog system. Speech Communications, 51:5 (466-484), May, 2009.

[13] Lee, C., Jung, S., Eun, J., Jeong, M., and Lee, G., "Chat and Goal-oriented Dialog Together: A Unified Example-based Architecture for Multidomain Dialog Management," in *Proceedings of the IEEE Spoken Language Technology Workshop*, pp.194-197. 2006.

[14] Jung S., Lee C., Kim K., Lee G., "An integrated dialog simulation technique for evaluating spoken dialog systems," *Proceedings of the COLING workshop on Speech Processing for Safety Critical Translation and Pervasive Applications*. 2008.

[15] Foster J., "Treebanks Gone Bad: Parser evaluation and retraining using a treebank of ungrammatical sentences," *International Journal on Document Analysis and Recognition*, 10(3-4), 129-145. 2007.

[16] Lee, S., and Lee, G., "Realistic grammar error simulation using markov logic," in *Proceedings of the ACL 2009*, Singapore, August 2009.

이 성 진

1997년 3월~2006년 2월 포항공과대학교 컴퓨터공학과 학사. 2007년 3월~현재 포항공과대학교 컴퓨터공학과 박사과정 관심분야는 영어교육 대화시스템

이 청 재

2000년 3월~2004년 8월 포항공과대학교 컴퓨터공학과 학사. 2004년 9월~현재 포항공과대학교 컴퓨터공학과 박사과정 관심분야는 대화모델

이 근 배

1984년 서울대학교 컴퓨터공학과 학사 1986년 서울대 컴퓨터공학과 석사. 1991년 UCLA 컴퓨터학과 박사. 1991년 3월~1991년 9월 UCLA 연구원. 1991년~1996년 포항공과대학교 조교수. 1997년~2003년 포항공과대학교 부교수. 2000년~2001년 미국 Stanford CSLI 연구원. 2004년~포항공과대학교 정교수. 관심분야는 자연언어 처리, 음성인식, 음성합성, 정보검색, 대화 관리, 지능교육시스템