

대화 예제를 이용한 상황 기반 대화 관리 시스템¹⁾

이청재(POSTECH), 정상근(POSTECH), 이근배(POSTECH)

A Situation-Based Dialogue Management with Dialogue Examples

Cheongjae Lee, Sangkeun Jung, Gary Geunbae Lee

lcj80@postech.ac.kr

Abstract

In this paper, we present POSSDM (POSTECH Situation-Based Dialogue Manager) for a spoken dialogue system using a new example and situation-based dialogue management techniques for effective generation of appropriate system responses. Spoken dialogue system should generate cooperative responses to smoothly control dialogue flow with the users. We introduce a new dialogue management technique incorporating dialogue examples and situation-based rules for EPG (Electronic Program Guide) domain. For the system response inference, we automatically construct and index a dialogue example database from dialogue corpus, and the best dialogue example is retrieved for a proper system response with the query from a dialogue situation including a current user utterance, dialogue act, and discourse history. When dialogue corpus is not enough to cover the domain, we also apply manually constructed situation-based rules mainly for meta-level dialogue management.

I. 서론

음성 대화 시스템(Spoken Dialogue System)은 자연어를 이용하여 컴퓨터와 의사 소통을 하는 차세대 인터페이스이다. 음성 대화 시스템은 많은 분야에서 이용되고 있으며 21세기에 유비쿼터스 시대를 위한 필수적인 지능형 인터페이스로 활발히 연구되어지고 있다

[1]. 본 논문에서는 현재 사용자의 발화를 바탕으로 적절한 시스템 발화를 생성하는 대화 관리 시스템을 구축하기 위한 방법론을 제시하고자 한다. 즉, 대화 관리는 음성 대화 시스템에서 중추적인 역할을 하는 부분으로 사용자의 음성을 받아서 의미를 추출하고 사용자에게 필요한 정보를 제공하기 위해 외부 지식 자원들을 연결하여 시스템 발화를 생성하는 전반적인 대화 흐름을 제어하는 부분이다.

기존의 대화 관리 시스템의 대부분은 유한 상태 기반 방식 (Finite State-Based Model)을 바탕으로 개발되어졌다. 이 모델은 쉬운 개발을 보장을 하나 대화 형태가 고정되어 있어 대화의 유연성이 떨어지며 도메인이 바뀌면 모델 자체를 바꿔야 하는 단점이 있다. 최근에는 단순히 특정 도메인을 위한 음성 대화 시스템을 벗어나 도메인 확장성을 향상시키기 위한 객체 기반의 구현 방식이 연구되어졌다[2]. 이것은 대화 시스템의 각 모듈을 객체로 구현하여 도메인에 무관한 공통적인 처리 부분과 도메인에 관련된 처리 부분을 나누어 도메인 확장성을 향상시킨 것이다. 그러나 이 시스템도 대화 관리를 위해 수작업으로 많은 규칙을 인코딩해야 하기 때문에 실용적인 대화 관리 시스템 개발이 힘들다.

이 논문에서는 이러한 기존의 연구 방식들의 장점을 취하고 단점을 해소하기 위해 대화 예제를 이용한 상황 기반 대화 관리 기술을 제안한다. 상황 기반 대화 관리 시스템의 기본적인 아이디어는 프레임 기반의 대화 모델을 취한다. 그리고 좀 더 유연한 대화를 진행할 수 있도록 하며 규칙을 대화 예제를 통하여 자동으로 학습을 하여 수작업을 간소화하는 방법을 제시한다.

1) 본 연구는 산업 자원부 21C 프론티어 연구 “인간생 활자원 지능로봇” 과제의 지원을 받아 수행되었음.

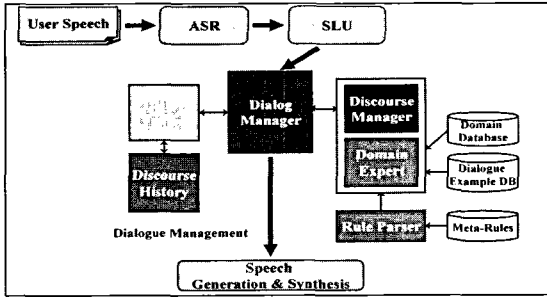


그림 1 POSSDM의 시스템 구조

2. POSSDM 시스템 구조

본 연구에서 우리는 POSSDM (POSTECH Situation-Based Dialogue Manager)이라는 대화 관리 시스템을 개발하였다. 본 대화 관리 시스템 구현의 목적은 실용적이면서 사람과 컴퓨터 간의 자연어를 이용한 유연한 대화 처리를 할 수 있으며 다양한 응용 분야에 적용을 할 수 있도록 도메인 확장성을 향상시키는 것이다. 이러한 기존의 대화 시스템의 한계를 극복할 수 있는 대화 시스템을 개발하기 위한 방법론으로 McTear의 객체 지향적 대화 시스템을 응용하여 한국어 대화 시스템에 적용을 하였으며 대화 예제를 대화 모델링에 적용한 방법을 제시한다. 전반적인 POSSDM의 구조는 <그림 1>과 같다. 이 논문에서 정의된 “상황 (Situation)”이라는 것은 현재 사용자의 발화와 의도, 의미적 프레임, 담화 기록 등을 포함하는 전반적인 현재 대화 상태를 말한다.

3. 대화 모델링 (Dialogue Modeling)

3.1. 규칙 기반 대화 모델링

규칙 기반 대화 모델링에서는 개발자가 미리 지식 작업을 하여 일관성 있고 적용성이 큰 규칙을 인코딩을 해야 한다. POSSDM도 초기에는 이러한 작업을 하기 위해 다음과 같은 3가지 규칙을 디자인하였다.

- 상황-전략 규칙 : 현재 상황에 맞는 적절한 시스템의 의도를 규칙으로 정리.
- 제약-이완 규칙 : 데이터베이스 질의에 적합한 결과가 없을 때 질의의 제약을 이완하는 규칙.
- 프레임-재시작 규칙 : 하나의 대화를 마무리 하고 새로운 대화 토막을 시작하는 기준을 규칙화 함.

그러나 효과적인 상황 기반 대화 관리를 위해서는 규칙을 손으로 만드는 비용이 존재한다. 이렇게 만들어진 규칙이 일관성이 없거나 잘못된 경우에는 적절한 대화 진행을 하지 못하는 경우가 있다. 그러므로 우리는 이 논문에서 이러한 단점을 극복하기 위하여 대화 예제를 이용한 대화 모델링을 제안한다.

3.2. 대화 예제 기반 대화 모델링 (Example-Based Dialogue Modeling)

대화 예제 기반 모델링은 규칙 기반 대화 모델링의 단점인 규칙 학습의 인력 비용을 간소화하기 위해

대화 말뭉치로부터 자동적으로 규칙을 학습하여 시스템 발화를 생성한다. 이는 대화 관리 시스템을 구축하는데 좀 더 효율적이고 도메인 확장이 용이한 장점이 있다.

3.2.1. 색인과 질의 (Indexing and Searching)

우선, 대화 모델링을 위해 대화 말뭉치로부터 자동으로 대화 예제 데이터베이스 (Dialogue Example Database)를 만든다. 색인을 위한 키로써 말뭉치에 태깅된 사용자의 의도, 의미 프레임 정보, 담화 기록 등을 이용하였다. 사용자 발화와 담화 기록 정보들을 이용하여 검색 키를 만들어 대화 예제 데이터베이스에 질의를 던져 적절한 대화 예제를 찾아낸다. 질의를 위해서는 전체 일치 (Exact Match)를 기본적으로 수행하고 이것으로 검색할 수 없는 경우에는 제약을 완화하여 사용자의 의도(Dialog Act and Main Action)만을 가지고 부분 일치 (Partial Match)를 수행한다.

3.2.2. 발화 유사성 (Utterance Similarity)

대화 예제 데이터베이스에서 현재 상황에 적합한 대화 예제들을 가져올 때, 여러 개의 예제 후보들이 생긴다. 이러한 것들 중에서 가장 적합한 예제를 찾기 위해서 발화 유사성(Utterance Similarity)을 정의하였다. 발화 유사성은 담화 기록 유사성(Discourse History Similarity)과 어휘-의미 유사성(Lexico-Semantic Similarity)의 선형 보간(Linear Interpolation)으로 정의하였다. 담화 기록 유사성은 담화 기록 벡터의 코사인 계수(Cosine Measure)로 나타내며, 어휘-의미 유사성은 추출된 슬롯의 값을 미리 정의된 슬롯 이름으로 대체하여 대화 예제의 사용자 발화와 현재 사용자 발화의 유사성을 측정하였다.

대부분 대화의 상황을 대화 예제를 통해 시스템 발화를 결정할 수 있지만, 대화 예제가 없는 경우 등을 처리하기 위해 미리 만들어 놓은 메타 규칙도 이용하였다. <그림 2>는 대화 예제 기반의 대화 모델링의 전반적인 전략을 나타낸다.

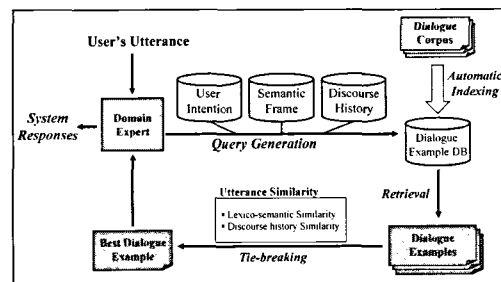


그림 2 대화 예제 기반 대화 모델링 전략

4. 실험과 결과

4.1. 실험 환경

본 연구에서는 380개의 사용자 발화로 이루어진 티비 가이드 도메인의 88개 대화 시나리오 말뭉치를 이용하여 대화 예제 데이터베이스를 구축하였다. 이 대화 말뭉치로 대화 예제 데이터베이스를 구축하고 음성 인식을 위한 언어 모델을 만들어 HTK기반의 음성 인

식기를 훈련하였다. 이번 실험 환경에서 단어 오인식률(WER)은 15.3%이다.

4.2. 대화 실험

우선, 대화 예제 기반의 대화 모델링의 성능을 측정하기 위해 대화 예제 일치 비율(Example Matching Rate, EMR)과 그것에 따른 턴 성공 비율(Success Turn Rate, STR)을 측정하였다. EMR은 사용자 발화 입력에 대한 대화 예제 일치의 평균 일치 비율로 전체 일치와 부분 일치로 나누어서 측정하였다. 그리고 그것에 따라 시스템 발화가 적절한지를 체크하기 위해 STR을 측정하였다. 이것을 실험하기 위해 5명의 사용자에게 티비 가이드 도메인에 대한 10개의 임의의 텍스트 입력을 넣도록 하였으며 각 턴마다 시스템 발화의 적절성을 체크하도록 하였다. <표 1>은 각 예제 일치 분류에 따라 EMR과 STR을 나타내었다. 실험 결과를 보면 대부분의 대화는 전체 일치나 부분 일치로 진행이 가능하며 원만한 대화 진행이 되는 것을 알 수 있다.

Example Match Type	EMR	STR
Exact Match	0.42	0.90
Partial Match	0.52	0.73
No Example	0.06	0.33

표 1 EMR 과 STR 성능

또한, POSSDM의 대화 관리 시스템의 성능을 측정하기 위해 텍스트 입력과 음성 입력을 둘 다 고려하여 PARADISE 성능 측정법을 바탕으로 평가를 하였다[3]. 우선 사용자 만족도 (User Satisfaction)을 음성 인식률 (Mean Recognition Accuracy, MRA)와 대화 성공률(User Perception of Task Completion Rate, TCR), STR의 값들을 1/3의 가중치를 주어서 선형 보간법을 이용하여 정의하였다. 우선 5명의 사용자에게 5개의 다른 티비 가이드 시나리오를 주고 그것을 수행하도록 하였다. 그리고 각각의 턴과 대화에 대해서 시스템 발화의 정확성과 성공 유무를 체크하도록 하였다. <표 2>은 POSSDM의 대화 성능 평가를 나타내었다.

Evaluation	Textual Input	Spoken Input
TCR	0.92	0.76
STR	0.88	0.65
MRA	1.00	0.85
User Satisfaction	0.93	0.75

표 2 POSSDM의 대화 성능

5. 결 론

본 논문에서는 상황 기반 대화 관리 시스템과 대화 예제를 이용한 대화 모델링 방법을 제안하였다. 대화 예제를 통하여 대화 관리를 위한 규칙을 자동으로 대화 코퍼스로부터 만들어 효율적이고 실용적인 음성 대화 시스템 개발 방법을 제안했다. 이번 연구에서는 티비 가이드에 대한 하나의 도메인의 대화 관리 시스템을 구축하였지만 본 연구에서 제시한 방법으로 다른 도메인을 위한 대화 관리 시스템도 쉽게 개발할 수 있을 것으로 본다. 향후 계획은 이러한 방법론을 다른 도메인에 적용을 하여 여러 개의 도메인을 처리할 수 있는 음성 대화 시스템 개발에 이용할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] J. Allen, D. Byron, M. Dzikovska, G. Ferguson, L. Galescu, and A. Stent, "Toward conversational human-computer interaction," *AI Magazine*, vol. 22, no. 4, pp 27-37, 2001.
- [2] 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, pp 99-124, January 2005.
- [3] D. J. Litman and S. Pan, "Empirically evaluating an adaptable spoken dialogue system," in *Proceedings of the 7th International Conference on User Modeling*, pp. 55-64, 1999.