

작업수행영역에서 계획에 기반한 대화 시스템의 설계

오종건, 서정연

서강대학교 전자계산학과

airborne@webpattern.com, seoyj@ccs.sogang.ac.kr

The design of Plan based dialogue system in Task execution domain

Jonggun Oh, Jungyun Seo

Dept. of Computer Science, Sogang Univ.

요 약

대화 시스템이란 자연어를 이용하여 인간과 정보를 교환하거나 업무를 수행하는 프로그램이다. 자연언어는 인간이 사용할 수 있는 쉽고 효율적인 인터페이스이기 때문에 이를 이용한 대화 시스템의 필요성이 증대되고 있다. 본 논문에서는 지금까지 주로 인식에 초점이 맞추어져 연구되어 왔던 계획 기반 대화 모델을 이용하여 발화를 생성하는 시스템을 설계하고자 한다. 본 논문에서 설계하고자 하는 대화 시스템은 사용자의 질의에 응답할 뿐 아니라 자신의 행위를 능동적으로 수행할 수 있는 협조적 대화 시스템이다. 또한 대화의 효율성을 고려하여 사용자가 필요로 하는 정보를 능동적으로 제공하는 시스템이다. 대화의 효율성을 고려한 발화를 위해 본 논문에서는 새로운 시스템의 행위를 정의하여 실제 가능한 대화 예를 보이고자 한다.

1. 서론

대화 시스템은 인간과 자연어를 이용하여 정보를 교환하거나 업무를 수행하는 프로그램이다. 대화 인터페이스의 장점은 기존의 명령어 방식이나 메뉴 방식에서와 같이 사용자가 시스템의 기능을 미리 약속할 필요가 없으며 여러 문장들을 처리하므로 사용자의 의도를 보다 정확히 파악할 수 있다는 것이다. 또한 사용자의 영역에 대한 부족한 정보를 대화 시스템이 제공하는 역할을 수행할 수도 있다. 기존의 대화 시스템은 크게 계획(plan)을 이용하는 방법과 대화 흐름 모형을 이용한 방법이 있었다. 대화 흐름 모형의 경우 사용자의 발화가 정해진 모형에서 벗어나지 않은 것이어야 하고, 시스템의 발화는 각 답화 행위에 대해 정의된 고정된 응답 틀에 의해 생성이 되므로 발화의 생성에 현재의 대화 상황을 동적으로 반영하지 못하는 단점이 있다. 계획 방식의 대화 시스템은 사용자의 발화를 통한 사용자의 믿음과 현재 대화의 진행 상태를 유지하여 보다 동적인 시스템의 발화를 생성할 수 있게 된다. 하지만 계획에 기반한 대화 모형에 관한 연구는 주로 인식의 측면에서 연구되어져 왔다. 즉 두 대화 참여자간의 대화를 계획에 기반한 인식을 목적으로 한 연구로서 사용자와 시스템이 발화를 제 3 자적 입장에서 모델링한 것이다. 그러므로 시스템의 발화를 계획을 통해 생성하는 것이 아니라 사용자의 발화와 동일하게 시스템의 발화를 인식하는 것을 목적으로 하였고, 시스템의 행위 선택과 발화 생성에 관한 논의는 이루어지지 않았다. 그러나 계획에 기반한 대화 시스템을 설계하고 구현하기 위해서는 발화를 통한 사용자의 의도 분석과 함께 시스템의 행위 선택과 발화 생성이 이루어져야만 한다.

본 논문에서는 대화 시스템을 설계하는데 있어서 시스템의 발화 시기와 형태를 살펴보고, 호텔예약 영역에서 계획에 기반한 협조적 응답 발화 생성 시스템을 설계하고자 한다.

2. 관련연구

인간의 대화를 모델링하는 방법으로는 대화 문법을 이용하는 방법과 계획에 기반한 모델이 대표적이다. 대화 문법을 이용하는 방법은 인접 쌍의 원리에 바탕을 두어 대화의 구조를 파악하는 것이다. 이러한 방법

은 사용자의 발화는 미리 정해진 문법의 흐름에 벗어나지 않아야 하며, 시스템의 발화 또한 정해진 순서를 따라야 하며 고정된 응답 틀에 의해서 생성이 되어 현재의 대화 상황을 동적으로 반영하지 못하는 단점이 있다.

또 다른 방법인 계획에 기반한 방법은 대화 인식의 측면에서 연구되어져 왔다. 계획 기반 대화 이해 모델은 표층 문장들간의 응집성을 분석하기 위해서 문맥구조를 파악하고 이를 통해 사용자의 의도를 분석하는 것을 목적으로 한다. 문맥 구조의 표현은 stack 이나 tree 형태로 표현함으로써 대화의 응집성을 유지하였다. Lambert 는 계획 인식기법으로서 Tripartite Model 을 제안하였는데 이 모델에서는 사용자의 의도를 세가지 수준(답화수준, 문제해결 수준, 영역수준)으로 나누어서 대화를 이해하고자 하였다. Tripartite Model 에 기반해서 Chu-Carroll 은 사용자와 시스템간의 conflict 를 처리하기 위해서 협조적인 대화를 위한 협상부 대화 방법을 제시하여 시스템의 발화 생성을 모델링하였다.

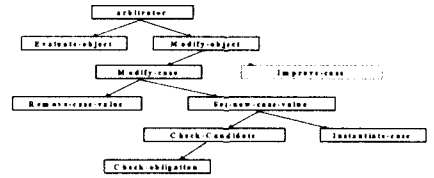
3. 발화 생성 모델

3.1 작업수행대화(Task-execution dialogue)영역

본 논문은 호텔예약 영역을 대상으로 한다. 이와 같은 영역은 대화 참여자들이 서로 다른 영역행위와 자신의 역할을 가지게 된다. 즉 사용자는 방을 예약하려는 행위를 수행하며, 시스템은 방을 예약해주는 행위를 수행한다. 그렇기 때문에 본 논문에서는 사용자와 시스템의 영역 행위를 분리하여 정의하였다.

```
U.Reserve-Room(User, System, Room)
Type      : Primitive
Const     : user-object(Room)
Constraints-defined(Room)
Appl      :
Precond   : have-plan(User, System, Room)
Body      :
Effect    : reserved-room(User, System, Room)
Goal      : reserved-room(User, System, Room)
```

S.Reserve-Room(System, User, Room)
 Type : Primitive
 Const : system-object(Room)
 Appl : bel(System, have-plan(User, System, Room)
 Precond : instantiated-object(System, User, Room,
 reserve-room(User, System, Room))
 Body :
 Effect : reserved-room(User, System, Room)
 Goal : help(System, reserved-room(User, System, Room))



[그림 1] 새로 정의한 행위 계층도

각 영역행위는 행위와 연관된 객체를 가지고 있다. 각 객체에는 격(case)과 격에 해당하는 constraints 와 precondition 을 정의하였다. 이러한 객체와 격을 이용하여 본 논문에서는 사용자와 시스템의 발화를 처리한다. 즉, 사용자는 자신의 객체의 격을 채우기 위해서 발화를 생성하고, 시스템은 자신의 객체의 격을 채우기 위해서 행위를 선택하고 발화를 생성하게 된다.

3.2 시스템의 발화

시스템의 발화는 크게 세가지로 나누어진다. 첫째는 계획 추론 과정에서의 오류에 의한 시스템의 대응 발화, 둘째는 사용자의 계획을 추론한 후, 사용자의 발화를 통해서 채워진 객체 값의 유효성 검사를 통해서 생성되는 발화, 셋째는 사용자의 발화에 의해 생성된 시스템의 obligation 에 의한 발화이다. 본 논문에서는 첫번째의 시스템의 발화에 대해서는 논하지 않고 나머지 형태의 발화에 대해서 설계하고 구현하였다.

먼저 객체 값의 유효성 검사란 영역행위와 연관되어진 각 객체에 대해서 미리 정의된 constraints 와 precondition 을 검사함으로써 이루어진다. 즉, 예를 들어서 사용자가 5 월 18 일에 온돌방을 예약하고 싶습니다 라고 발화 했을 경우 시스템은 방 객체의 room-type 과 date 격을 채우기 전에 먼저 5 월 18 일에 방 예약이 가능한가를 검사하는 것이다. 만약 예약이 불가능한 경우라면 시스템은 이를 사용자에게 알리고 다른 가능한 값들을 제시 함으로써 대화의 효율성을 높일 수 있다. 두 번째로 obligation 에 의한 발화이다. 본 논문에서는 시스템이 가지는 obligation 을 세가지로 정의하였다. 첫번째는 사용자의 답답행위에 대응하는 시스템의 obligation 이다. 사용자가 어떤 것을 물어봤다면 시스템은 그 값을 알려줄 obligation 이다. 두 번째는 사용자의 문제해결 행위에 대한 obligation 이다 추론 된 사용자의 문제해결 행위가 어떤 영역 행위를 위한 인수 값을 채우고자 하는 행위(instantiate-case)라면 시스템은 자신의 영역지식을 통해 그 값을 알아내는 행위를 수행할 obligation 이다. 세 번째로 사용자의 영역행위에 대한 시스템의 obligation 이다. 이 역시 추론 된 사용자의 계획을 통해서 얻어지며, 사용자가 어떠한 영역 행위를 수행하고자 한다면 시스템은 그 영역행위에 대응하는 행위를 수행할 obligation 이다. 예를 들면, 사용자가 방을 예약하는 행위를 수행한다면 시스템은 방을 예약해주는 행위를 수행해야 하는 것이다. 본 논문에서는 이러한 obligation 을 추론 된 사용자의 계획을 통해서 얻어지며, 각 수준별로 stack 을 통해서 유지한다.

3.3 시스템의 행위 수행

사용자의 발화로부터 계획을 추론한 시스템은 현재 채워진 각 객체의 격 값에 대한 유효성 검사를 위한 행위를 수행한다. 객체의 격에 대한 유효성 검사는 arbitrator 라는 시스템의 문제해결행위들 통해서 수행되어지며 arbitrator 는 evaluate-object 와 modify-object 행위로 이루어져 있다.

[그림 1]은 본 논문에서 정의한 시스템의 문제해결 행위로서 이러한 문제해결 행위들을 수행함으로써 시스템은 발화를 생성하게 된다

시스템은 객체 값의 유효성 검사를 마친 후 현재 자신이 가지고 있는 obligation 을 통해서 행위를 선택하게 된다. 시스템의 obligation 은 세가지로서 하위 수준의 obligation 이 상위 수준의 obligation 에 우선한다. 하위 수준의 obligation 이 완료되면 시스템은 그 다음 상위 수준의 행위를 선택하여 수행한다. 시스템의 obligation 에 해당하는 행위는 우선 적용조건(applicative condition) 과 전제조건(precondition)을 만족하는 행위여야 하며, 만약 적용조건을 만족하고 전제조건을 만족하지 않을 경우

시스템은 전제조건을 만족시키기 위한 새로운 행위를 선택하여 수행한다. 전제조건 만족을 위한 행위의 선택은 전제조건과 일치하는 goal 을 가진 행위를 선택하여 그 적용조건을 검사함으로써 이루어진다.

영역행위의 수행에 있어서 전제조건이 만족되지 않은 경우 시스템은 자신의 문제해결 행위를 선택하여 수행하게 되는데 이때 시스템은 현재 사용자가 관심을 가지고 있는 격(focusing case)을 채우기 위한 행위를 우선적으로 수행함으로써 대화의 응집성과 효율성을 유지한다.

답답행위의 수행역시 문제해결 행위의 전제조건 만족을 위해서 선택되어 수행되며 선택된 행위의 하위 행위들을 수행함으로써 시스템은 표준화행을 생성하게 된다. 표준화행의 proposition 은 각 객체의 case constraints 를 이용하여 생성하도록 하였다.

4. 대화 예제

다음 대화 예제는 본 논문에서 대상으로 삼고 있는 대화이다.

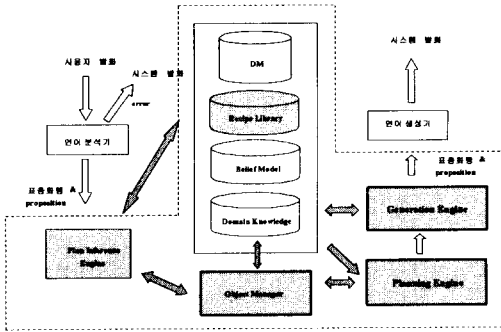
- (1) 사용자 : 5월 18일에 방을 예약하고 싶습니다.
- (2) 시스템 : 어떤 방을 원하십니까?
- (3) 사용자 : 온돌방이 얼마죠?
- (4-1) 시스템 : 5월 18일에는 온돌방이 없습니다.
- (4-2) 침대방은 있습니다.
- (4-3) 침대방은 4만원입니다.
- (4-4) 침대방으로 하시겠습니까?
- (5-1) 사용자 : 그럼 침대방으로 하죠.
- (5-2) 그런데 저희가 인원수가 좀 많습니디.
- (6) 시스템 : 몇 분이 목으실 겁니까?

(2) 시스템의 발화는 사용자의 영역 행위에 대응하는 자신의 domain obligation 의 수행을 통해서 생성되는 발화이며, (4-1) 부터 (4-4)의 시스템의 발화는 arbitrator 행위의 수행을 통해서 생성되는 발화로서, 먼저 현재 채워진 객체 값의 유효성을 검사하여 그 결과를 알리고, 새로운 후보 값을 사용자에게 제시한다. 또한 사용자의 이전 발화에 대한 응답으로서, (4.3)과 같이 비록 사용자가 온돌방 값을 물었지만, 시스템은 침대방의 가격을 알려주게 된다. (6)의 시스템의 발화는 현재 사용자가 관심을 가지고 있는 격에 대해서 시스템이 질문을 함으로써 대화의 응집성을 유지하고 있는 대화 예이다.

5. 시스템 구성도

[그림 2]는 본 논문에서 구현한 대화 시스템의 구성도 이다

입력된 사용자의 발화는 언어 분석기를 통해 표준화행과 proposition 으로 변환되어 계획 추론기에 전달된다. 시스템은 현재의 대화 진행상태(DM)와 Belief space, Recipe library 그리고 영역 지식을 참조하여 Planning engine 과 Generation engine 을 통해 표준화행과 proposition 을 생성한 후 이를 언어 생성성기에 전달하여 발화를 생성하게 된다.



[그림 2] 전체 시스템 구성도

6. 결론 및 향후 과제

대화 시스템은 사용자의 용구에 응답할 뿐 아니라 사용자가 이루고자 하는 목적을 위해 자신의 행위를 선택하고 수행할 수 있어야 한다. 시스템의 행위는 결국 시스템의 발화로 나타나게 되고 이러한 발화는 대화의 효율성을 고려한 협조적 발화여야 한다.

본 논문에서는 작업 수행 대화 영역을 대상으로 하여 사용자 계획 인식에 따른 시스템의 발화 생성 모델을 설계 구현하였다. 사용자와 시스템의 영역 행위를 구분하여 정의하고, 새로운 문제해결 행위를 정의하여 효율적이고 협조적인 시스템의 발화 생성을 가능하게 하였다.

본 논문은 대화시스템의 전후처리 단계는 고려하지 않았다. 이러한 시스템이 실제 영역에서 사용되기 위해서는 우선적으로 형태소분석, 구문분석, 의미 분석 등의 견고성이 보장되어야 할 것이며, 또한 실제 영역의 다양한 대화를 처리하기 위해서는 대화 코퍼스 분석을 통한 새로운 recipe 를 정의하여야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 김용재, 데이터베이스 검색을 위한 한국어 대화 인터페이스 시스템의 설계, 석사학위논문, 서강대학교, 1997
- [2] 김진아, 조점의 유지와 사용자 모델링을 통한 효율적인 대화의 유도, 석사학위논문, 한국과학기술연구원, 1995
- [3] 윤철진, 제한된 영역의 대화에서 계획에 기반한 체언구의 생략 처리, 석사학위논문, 서강대학교, 1999
- [4] 이재원, 대화계획 기법을 이용한 대화분석 연구, 석사학위논문, 한국과학기술연구원, 1992
- [5] 조영환, 작업 수행 대화 시스템에서 혼합주도형 응답 생성 모형, 박사학위논문, 한국과학기술연구원, 1997
- [6] Barbara Grosz and Candace Sidner, Attention, intention, and the structure of discourse, Computational Linguistics, 12(3), pp. 175-204, 1986
- [7] Diane Litman and James F. Allen, A Plan Recognition Model for Subdialogues in Conversation, Cognitive Science, vol. 11, pp. 163-200, 1987
- [8] Jennifer Chu-Carroll and Sandra Carberry, "A plan-based model for response generation in collaborative task-oriented dialogues" In Proceedings of the 12th National Conference on Artificial Intelligence, pp 79-805, 1994
- [9] Jennifer Chu-Carroll and Sandra Carberry, "Generating information-sharing subdialogues in expert-user consultation", In Proceedings of the 14th International Conference on Artificial Intelligence, pp 1234-1250, 1995
- [10] Jennifer Chu-Carroll and Sandra Carberry, "Response Generation in collaborative negotiation", In Proceedings of the 33rd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, pp 136-143, 1995
- [11] Jennifer Chu-Carroll A Plan-Based Model for Response Generation in Collaborative Negotiation Dialogues, Ph.D. thesis University of Delaware, 1996
- [12] Lynn Lambert and Sandra Carberry, "A tripartite plan-based model of

dialogue" In Proceedings of the 29th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, pp 47-54 1991

[13] Lynn Lambert and Sandra Carberry, "Using Linguistic, World, and Contextual Knowledge in a Plan Recognition Model of Dialogue", In Proceedings of COLING-92, 1992

[14] Lynn Lambert and Sandra Carberry, "Modeling negotiation dialogues", In Proceedings of the 30th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, pp 193-200, 1992

[15] Lynn Lambert, Recognizing Complex Discourse Acts : A Tripartite Plan-Based Model of Dialogue, Ph.D. thesis, University of Delaware, 1993

[16] Morik, K. "User Modeling, Dialogue Structure, and Dialogue Strategy in HAM-ANS", 2nd European ACL conf. 1985

[17] Rhonda Eller and Sandra Carberry, A meta-rule approach to flexible plan recognition in dialogue, User Modeling and User-Adapted Interaction, 2:27-53, 1992

[18] Traum and Allen "Discourse Obligations in Dialogue Processing" In Proceedings of the 32th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, pp:1-9, 1994