

화행별 템플릿 기반 적응형 대화 에이전트의 점증적 지식 획득

홍진혁^o 조성배

연세대학교 컴퓨터과학과

hjinh@candy.yonsei.ac.kr, sbcho@cs.yonsei.ac.kr

Incremental Knowledge Acquisition for Conversational Agent Using Dialogue Act Templates

Jin-Hyuk Hong^o Sung-Bae Cho

Dept. of Computer Science, Yonsei University

요 약

최근 자연언어를 이용하여 정보를 제공하거나 업무를 수행하는 대화 에이전트가 활발히 연구되고 있다. 보다 다양한 사용자 질의를 분석하고 적절한 답변을 제공하기 위해서는 대규모의 답변 데이터베이스를 구축하여야 한다. 기존 답변 데이터베이스의 구축은 설계자가 수동으로 입력질의의 패턴을 분석하고 이에 대한 답변을 작성하여 패턴-답변쌍을 제작하여 이루어졌다. 따라서 패턴의 분석이 설계자에 의존적이어서 일반적이지 못하며 중복되거나 쓸모없는 패턴-답변쌍이 생성되기도 한다. 또한 초기에 구축된 답변 데이터베이스에 의해 성능이 제한되어 답변 성능의 향상을 위해서는 답변 데이터베이스를 수동으로 추가해야 한다. 본 논문에서는 대화를 통해 필요한 정보를 수집하여 자동으로 패턴-답변쌍을 생성하는 방법을 제안한다. 사용자 입력문장을 화행별로 구분하고 각 화행별 답변 템플릿을 이용하여 패턴-답변쌍을 완성한다. 기존의 수동제작 방식과 비교 실험을 통해 제안하는 방법이 지식구조 구축 속도나 사용자 평가 면에서 훨씬 우수함을 확인하였다.

1. 서론

대화 에이전트는 사람에 친숙한 자연어를 이용하여 매우 편리할 뿐만 아니라 풍부하고 유연한 양방향 정보 전달을 가능케 한다[1,2]. 보통 사용자로부터 입력된 질의를 분석하여 적절한 답변을 제공하기 때문에 그 성능은 구축된 지식 구조의 규모, 즉 패턴-답변쌍의 양에 의존한다. 일반적으로 대화 에이전트의 지식 구조는 설계자가 대상 도메인에서 발생 가능한 대화를 분석하고 각 질의에 대한 패턴을 정의하여 구축한다. 따라서 설계자는 대상 영역과 대화 에이전트의 동작과정을 잘 이해하고 있어야 하고, 대상 영역이 복잡할 경우 매우 많은 비용과 노력이 필요하다[3,4]. 뿐만 아니라 한번 지식 구조가 구축되면 답변 성능이 고정되어 버리기 때문에 대상 환경에 적절히 반응하지 못하게 된다. 대화는 매우 유연한 정보 전달 수단이기 때문에 동일한 문제에 대해서도 사용자마다 다양한 표현이 가능하다. 따라서 지속적으로 환경에 적응하여 성능을 향상시키는 것은 대화 에이전트가 실세계에 적용되기 위한 필수적 요건이다.

본 논문에서는 지식 구조의 용이한 구축과 답변 성능의 지속적인 향상을 위해서 화행별 템플릿을 이용하여 지식을 학습하는 방법을 제안한다. 대화를 통해 필요한 정보를 추출하고 패턴-답변쌍을 자동으로 생성하기 때문에 설계자가 대상 영역이나 대화 에이전트의 동작과정을 정확히 이해하고 있지 않아도 된다. 또한 새로운 유형의 질의가 입력되면 대화를 통해 답변을 학습하기 때문에 복잡한 조작이 없이도 지속적인 성능 향상이 가능하다.

2. 배경

2.1 대화 에이전트

대화는 메뉴나 키워드 등과 같이 컴퓨터 사용자 인터페이스의 어느 한쪽에 의존적인 기존의 정보전달 방법과는 달리, 사용자와 에이전트 사이의 풍부한 정보 교환을 가능하게 한다[1]. 대화를 기반으로 하는 대화 에이전트는 보다 복잡한 시스템에서 효과적인 사용자 인터페이스로 연구되고 있다. 보통 대화 에이전트는 사용자 입력 질의에서 전처리 과정을 통해 자연어 문장으로부터 불필요한 부분을 제거하고 패턴 분석을 거쳐 답변 매칭에

유용한 정보인 패턴을 생성한다. 생성된 패턴을 이용하여 미리 구축된 패턴-답변쌍과의 매칭 과정을 통해 적절한 답변을 선택하고 이를 사용자에게 제공한다.

2.2 자연어 기반의 지식 획득

자연어는 인간의 기본적인 정보 표현 도구로서, 최근 웹이나 전자 기술의 보급으로 대량의 자연어 기반의 자료를 쉽게 얻을 수 있다. 지능형 에이전트의 지식 구조를 설계자가 직접 구축하지 않고 대량의 자연어 기반의 자료를 이용한다면 매우 효과적일 것이다. 하지만 자연어는 상황과 사람에 따라 매우 가변적이기 때문에 이들로로부터 유용한 정보를 정확히 추출하는 것은 매우 어려운 일이다[5]. 자연어 기반의 지식 획득은 오래전부터 연구되어 왔으며, 최근 웹 문서로부터 의미 정보나 구조 정보를 추출하는 연구가 활발히 이루어지고 있다[6,7].

모델 기반의 접근법은 전통적으로 연구되어온 지식 획득 방법으로, 자연어 자료를 이용하여 전문가 시스템의 지식 구조를 구축할 때 많이 사용되었다. 대상영역의 정형적인 지식 표현을 하나의 모델로 정의하고 모델 완성을 위해 필요한 정보를 문서로부터 수집한다. 이때, 템플릿이나 프레임 등을 이용하여 정보를 효과적으로 가공하거나 저장한다[5,8]. 이 방법은 정보의 처리과정이 명확하여 이해하기 쉽고 대상영역에 적합한 템플릿이나 프레임을 설계하면 우수한 성능을 얻을 수 있다. 최근에는 온톨로지를 이용한 지식 획득이 관심을 끌고 있는데, 이는 모델 기반의 지식 획득에 비해 보다 깊은 의미수준의 지식을 이용한다. 문서 내에 존재하는 개체들 사이의 의미적 관계를 추출하고 이를 바탕으로 의미나 구조 수준의 유용한 정보를 분석한다. 특히 웹에서는 문서 내의 의미 구조뿐만 아니라 문서 간의 의미 구조도 분석하여 다양한 정보를 획득하는데 사용된다[7].

자연어 기반의 문서로부터가 아닌 대화를 이용한 지식 획득 기법도 연구되고 있다. 대화에서 입력된 사용자 질의를 분석하여 로봇의 이동에 관련된 지식 구조를 구축하여 로봇의 지속적인 성능향상을 기대하였다[9]. 하지만 이 경우에는 사용자 질의 분석이 단순한 명령어 해석에 머물러 실제 대화로부터의 지식 획득에는 한계가 있다.

3. 제안하는 방법

본 논문에서는 대화 에이전트를 그림 1과 같이 구성하여 지식을 획득하는 방법을 제안한다. 사용자 질의의 화행을 분류하고 답변 템플릿에 필요한 정보를 수집하여 패턴-답변쌍을 생성한다. 화행별로 템플릿을 정의하여 다양한 패턴-답변쌍이 구축되고 자동으로 답변이 생성될 때 발생할 수 있는 어색함을 최소화한다.

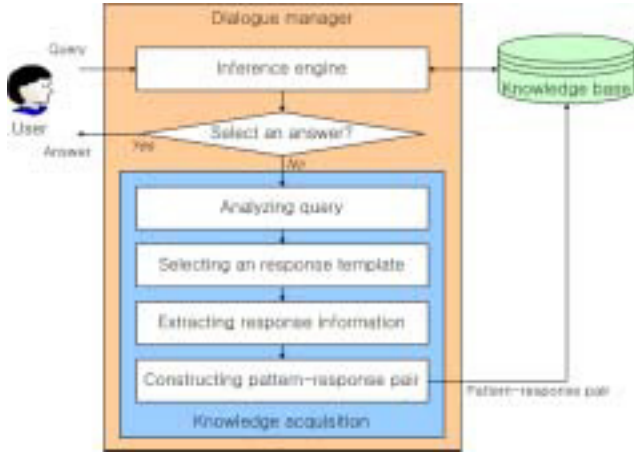


그림 1. 대화 처리 및 지식 획득 과정

3.1 화행 분류

대부분의 대화 에이전트는 키워드 정보만을 이용하여 질의를 분석하지만 본 논문에서는 표 1과 같이 총 30개의 부류로 구성된 화행 정보를 함께 고려하여 매칭을 수행하며, 지식 획득에서 필요한 템플릿을 화행별로 설계한다. 각 화행은 화행을 규정하는 일련의 키워드 리스트와 이들의 순서정보를 이용하여 구성된 오토메타에 의해 분류된다[10].

표 1. 화행 분류

분류	화행
1차 질문형	Ability, Description, Fact, Location, Method, Miscellaneous, Obligation, Reason, Time, WhatIf, Who
2차 질문형	Acquisition, Comparison, Confirmation, Cost, Direction, Example, More, Possession
1차 평서형	Act, Fact, Message, Miscellaneous, Possession, Status, Want
2차 평서형	Cause, Condition, Feeling, Time

3.2 답변 스크립트 구조

질의에 대해 응답하기 위해서 대화 에이전트는 사용자 질의에 대한 답변을 유지하고 있는 답변 데이터베이스를 이용한다. 답변 데이터베이스는 기본적으로 질문에 대한 패턴과 그에 대응하는 대답을 한 쌍으로 하는 패턴-답변쌍으로 구성된다. 대화 에이전트의 성능은 보유하고 있는 패턴-답변쌍의 양과 효율성에 의존하며, 본 논문에서는 키워드와 화행분류 결과를 질의의 패턴 정의에 이용하였다. 답변 데이터베이스의 패턴-답변쌍은 XML 형식을 가진 스크립트 파일에 저장된다. 스크립트 파일은 기본적으로 패턴-답변의 형식을 하며 그림 2는 스크립트 파일의 구조를 보여준다.

```
<TOPIC>
<CLASS> 화행 </CLASS>
<KEYWORD> 키워드 집합 </KEYWORD>
<ANSWER> 답변 </ANSWER>
</TOPIC>
```

그림 2. 스크립트 형식

3.3 화행별 템플릿을 이용한 지식 획득

지식 획득은 먼저 추론 엔진을 이용하여 사용자의 입력 질의를 분석하고 적절한 답변이 지식 구조에 있지 않을 경우에 수행된다. 입력된 사용자의 질의를 분석하여 패턴-답변쌍의 패턴을 정의하고 질의의 화행에 따른 답변 템플릿을 선택한다. 화행에 따른 답변 템플릿 완성에 필요한 정보를 수집하기 위해 사용자와 추가로 대화를 진행한다. 원하는 정보가 모두 수집되면 답변을 완성하여 패턴-답변쌍을 생성하고 지식 구조에 추가한다. 그림 3은 패턴-답변쌍이 생성되는 모습을 구체적으로 보여준다.

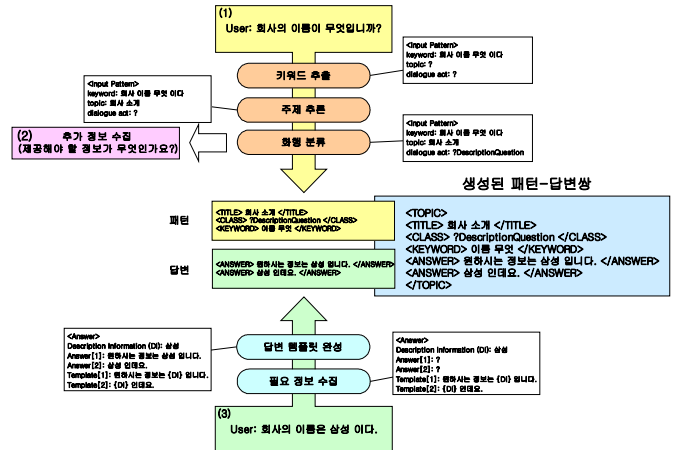


그림 3. 패턴-답변쌍 생성 과정

답변 템플릿은 그림 4와 같이 정의된다. class는 화행정보를 의미하며, question은 추가로 필요한 정보를 수집하기 위해 사용자에게 던지는 질문을 가리킨다. requirement는 답변 템플릿 완성에 필요한 정보를 나타내고, answer는 답변 템플릿으로 필요한 정보의 삽입위치를 함께 표현한다. 그림 5는 대화를 통해서 답변 템플릿이 완성되는 과정을 표현한 것이다.

```
(def -index template-name
: class (dialogue - act)
: question (question - script)
: requirement (concept - of - construction)
: answer (script input - position))
```

그림 4. 템플릿 정의

User Query $q = \{K, dialogue - act\}$

$K = \{k_1, k_2, \dots, k_n\}$: 키워드

Query learning process :

```
dialogue - act = FSM1(K); : 화행
matching(dialogue - act, templateDB);
question(question - script); : 정보수집대화
```

User Answer $a' = \{K', concept-of-construction\}$

Answer learning process :

```
concept-of-construction : 정보추출
= FSM2(dialogue - act, K');
answer : 답변생성
= complete_template(script, concept-of-construction);
```

그림 5. 대화를 통한 템플릿 완성 과정

본 논문에서는 각 질문형에 3개의 답변 템플릿을, 평서형에는 긍정적/부정적 답변 템플릿을 3개씩 정의하여 총 64개의 답변 템플릿을 설계하였다. 답변 템플릿을 완성하기 위해 필요한 정보를 수집하는 것은 미리 설계된 오토메타를 이용하여 필요한 정보만을 추출하였다.

4. 실험 및 결과

4.1 실험환경

대화 에이전트의 대상 영역은 연구실 소개 사이트로 설정하였다. 먼저 지식 획득에서 발생하는 대화를 분석하였고, 정량적 성능평가를 위해 스크립트 설계의 숙련자와 비 숙련자를 대상으로 수동제작과의 성능 비교 실험을 수행하였다. 총 50문장의 학습 문장과 50문장의 테스트 문장을 사용하였다.

4.2 결과분석

대화 1은 지식 획득이 발생하는 대화 예로, 대화 에이전트가 처리하지 못하는 사용자 질의에 대한 분석이 자동으로 수행되고 답변 생성을 위한 정보를 대화를 통해 사용자로부터 수집하였다. 이를 통해 질의의 패턴과 답변이 완성되어 패턴-답변쌍이 생성되는 모습을 확인하였다.

```

U: 연구실의 위치는 어디인가요?
A: 제가 모르는 질문이군요. 지식 획득 모드로 전환합니다.
-> 질의 분석: (키워드 추출: 연구실, 위치, 어디)
              (화행 추출: 위치-질문형)
A: 제공해야 하는 위치 정보가 무엇입니까?
U: 공대 C관 529B호 이다.
-> 답변 분석: (위치 정보 추출: 공대 C관 529B호)
-> 패턴-답변쌍 생성

<TOPIC>
<TITLE> 연구실 위치 </TITLE>
<CLASS> ?LocationQuestion </CLASS>
<KEYWORD> 연구실 위치 어디 </KEYWORD>
<ANSWER> 연구실은 공대 C529B호에 있습니다. </ANSWER>
<ANSWER> 연구실의 위치는 공대 C529B호 입니다.
</ANSWER>
</TOPIC>

U: 연구실의 위치는 어디입니까?
A: 연구실의 위치는 공대 C관 529B호입니다.
    
```

대화 1. 질의 학습 과정

표 2. 사용자 평가 실험 결과

	수동 제작		제안하는 방법		
	숙련자	비숙련자	숙련자	비숙련자	
생성된 패턴-답변쌍 수	50	50	44	44	
코드 크기	28 KB	30 KB	24 KB	24 KB	
제작 시간	약 20분	약 1시간	약 5분	약 8분	
정확률	학습 데이터	92%	84%	100%	96%
	테스트 데이터	84%	82%	88%	86%
사용자 평가 (1~5점)	2점	1점	4점	4점	

표 2는 사용자 평가에 대한 결과를 보여준다. 동일한 패턴을 가진 질의들이 학습데이터에 포함되어 있었으나 사용자가 이를 바로 구분하지는 못하였다. 따라서 수동 제작의 경우 50개의 패턴-답변쌍이 생성되었다. 반면에 제안하는 방법은 동일한 패턴을 가진 질의일 경우, 지식 학습을 수행하지 않는다. 따라서 보다 적은 수의 패턴-답변쌍이 생성되었다. 제작 시간에서는 제안하는 방법이 월등히 우수함을 보여주었다. 수동 제작의 경우, 질의의 패턴을 설계자가 정의하고 모든 스크립트를 직접 작성하여야 하기 때문에 매우 많은 시간이 소요되었다. 특히 비숙련자는 패턴의 분석과 스크립트 작성이 쉽지 않아서 더 많은 시간이 소요되었다. 반면에 대화를 이용하여 패턴-답변쌍을 생성하는 경우에는 단순히 대화를 따르면 되기 때문에 숙련자나 비숙련자에게 별 어려움이 발생하지 않았다. 정확률에서도 패턴이 자동으로 정의되기 때문에 제안하는 방법이 우수했으며, 수동 제작의 경우에는 잘못된 패턴의 정의가 발생하기도 하였고 비숙련자는 오류를 자주 범했다. 결과적으로 사용자 평가에서 제안하는 방법이 매우 편리하다는 것을 확인하였다.

5. 결론

대화 에이전트가 다양한 형태의 질의를 해석하고 적절한 답변을 제공하기 위해서는 대규모의 패턴-답변쌍 데이터베이스 구축이 필수적이다. 기존의 패턴-답변쌍의 제작은 설계자가 수동으로 입력질을 분석하여 패턴을 정의하고 이에 대한 답변을 작성하여 수행하였기 때문에 많은 시간과 노력이 소요된다. 또한 비숙련자의 경우에는 패턴의 정의가 쉽지 않으며 시스템의 동작을 이해하지 못하기 때문에 더욱 어려웠다.

본 논문에서는 사람에게 친숙한 의사소통 수단인 대화를 통해 대화 에이전트의 패턴-답변쌍을 학습하는 방법을 제안하였다. 입력된 질의를 자동으로 분석하고 대화를 통해 답변 생성에 필요한 정보를 수집한 후, 답변 템플릿을 이용하여 다양한 답변을 생성하였다. 이는 매우 간단히 대화 에이전트의 지식 구조를 설계하도록 도우며, 새로운 질의가 입력될 때마다 패턴-답변쌍을 학습하여 대화 에이전트의 성능이 지속적으로 향상되도록 한다. 지식 학습이 수행될 때의 대화를 분석하고 사용자 평가를 수행하여 제안하는 방법의 유용성을 확인하였으며, 특히 비숙련자의 경우에도 쉽게 대화 에이전트의 지식 구조를 구축할 수 있음을 검증하였다.

제안하는 대화 에이전트의 지식 학습은 템플릿을 기반으로 수행되며, 처리되는 질의나 답변의 형태도 제한이 있다. 따라서 다양한 템플릿과 처리 질의 형태의 정의는 보다 우수한 패턴-답변쌍 생성에 필수적이기에 향후에 연구하고자 한다.

감사의 글

이 연구는 과학기술부가 지원한 뇌과학 연구 프로그램에 의해 지원되었음.

참고문헌

- [1] J. Allen, "Mixed initiative interaction," *IEEE Intelligent Systems*, pp. 14-23, 1999.
- [2] D. Sanford and J. Roach, "A theory of dialogue structures to help manage human-computer interaction," *IEEE Trans. on Systems, Man and Cybernetics*, vol. 18, no. 4, pp. 567-574, 1988.
- [3] J.-H. Hong and S.-B. Cho, "A two-stage Bayesian network for effective development of conversational agent," *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 2690, pp. 1-9, 2003.
- [4] E. Horvitz, et al., "The lumiere project: Bayesian user modeling for inferring the goals and needs of software users," *Proc. the 14th Conf. on Uncertainty in Artificial Intelligence*, pp. 256-265, 1998.
- [5] M. Juana, et al., "An approach for incremental knowledge acquisition from text," *Expert Systems with Applications*, vol. 25, no. 1, pp. 77-86, 2003.
- [6] B. Gaines and M. Shaw, "Knowledge acquisition, modelling and inference through the world wide web," *Int. J. of Human-Computer Studies*, vol. 46, no. 6, pp. 729-759, 1997.
- [7] R. Navigli et al., "Ontology learning and its application to automated terminology translation," *IEEE Intelligent Systems*, vol. 18, no. 1, pp. 22-31, 2003.
- [8] A. Arruarte et al., "A template-based concept mapping tool for computer-aided learning," *Proc. IEEE Int. Conf. Advanced Learning Technologies*, pp. 309-312, 2001.
- [9] S. Lauria, et al., "Training personal robots using natural language instruction," *IEEE Intelligent Systems*, vol. 16, no. 3, pp. 38-45, 2001.
- [10] S.-I. Lee, et al., "An effective conversational agent with user modeling based on Bayesian network," *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 2198, pp. 428-432, 2001.