

구조적 패턴매칭에 기반한 대화형 에이전트*

이승익^o 조성배
연세대학교 컴퓨터과학과
cypher@candy.yonsei.ac.kr, sbcho@csai.yonsei.ac.kr

A Conversational Agent based on Structured Pattern Matching

Seung-Ik Lee^o Sung-Bae Cho
Computer Science Department, Yonsei University

요 약

인터넷 사이트의 정보량이 증가함에 따라 사용자에게 필요한 정보를 검색할 수 있는 도구를 제공해야 할 필요성이 증대되고 있다. 아직까지는 대부분의 사이트에서 키워드에 기반한 단순한 검색기법을 주로 사용하는데, 이 방식은 사용자의 의도를 제대로 표현하기 어렵기 때문에 검색결과가 지나치게 많거나 의도하지 않은 결과를 얻기 쉽고, 사용자가 자연스럽게 정보를 검색할 수 없는 문제가 있다. 이 논문에서는 자연어를 통하여 사용자에게 보다 정확하고 친절하게 적절한 정보를 제공해주는 대화형 에이전트를 제안한다. 이 시스템은 기존의 자연어처리 기법의 한계를 극복하기 위하여 질의-답변간의 융통성 있는 패턴매칭 기법을 사용하며, 효과적인 매칭을 위하여 포섭구조에 기반한 질의분류를 선행하는 구조적 패턴매칭 방식 사용한다. 간단한 웹 페이지를 소개하는 문제에 적용한 결과, 그 기능성 및 개선점을 파악할 수 있었다.

1. 서론

인터넷이 처음 태동했던 1969년 이후 정보의 양은 꾸준히 증가되어 왔으며 각 사이트에서 유지하고 있는 정보의 양이 증가함에 따라 많은 사이트에서 용이한 정보검색을 위하여 검색도구를 제공하고 있다. 현재 대부분의 검색엔진은 맨 처음의 검색엔진이[5] 등장한 이후로 하루에도 수 백만 명씩 사용하는 yahoo나 google[1]과 같이 키워드에 기반한 검색 방법을 사용한다. 그러나 이러한 방법은 사용자가 의도하는 내용과 의미를 명확히 표현하기가 어렵기 때문에 의도하지 않은 결과를 얻기 쉽고 검색결과가 지나치게 많아지게 되어 사용자가 진정 원하는 정보를 제공하지 못하는 결과를 낳는다.

이러한 단점을 극복하기 위해서는 자연어에 기반한 대화를 통하여 사용자의 의도를 명확히 파악함으로써 정확하고 빠른 정보를 제공해 줌과 동시에 자연스럽게 편안하게 사용될 수 있는 대화형 에이전트가 필요하다. 이 논문에서는 사용자와 대화를 통하여 웹 사이트에 관한 정보를 제공할 수 있는 대화형 도우미 에이전트를 개발한다. 이 시스템은 자연어처리 기법의 파싱이나 언어 생성과 같은 기법의 한계를 극복하고자 구조적 패턴매칭 기법을 사용한다.

2. 관련연구

웹 사이트의 내용을 소개하는 검색엔진은 크게 두 번의 발전 과정을 겪어왔다. 아직도 대세를 이루고 있기는 하지만 제 1세대라 불릴 수 있는 검색 엔진들은 기본적으로 키워드에 기반한 검색기법을 제공한다[3]. 이 방식은 사용자로부터 입력 받은 검색 키워드를 사용하여 미리 구축된 검색 인덱스를 검색한다. 이러한 방식은 비록 단순함에 장점이 있지만, 지나치게 많은 검색 결과를 사용자에게 제시해줌으로써 오히려 사용자가 진정으로 원하는 정보가 가려지게 되는 결과를 초래한다.

이러한 문제점을 해결하기 위한 하나의 대안으로서 지식정보를 미리 구축한 후 이를 바탕으로 사용자와의 자연어 대화를 통하여 사용자가 원하는 정보를 제공하고자 하는 시도들이 진행되고 있다. Askjeeves.com은 FAQ(Frequently Asked Question)에 대하여 사용자의 자연어 질의에 답변을 제공하고 있다. 이 시스템은 사용자의 정확한 의도를 파악하기 위해서 질의를 재구성한 후 사용자에게 확인을 요청하는 작업을 거친다. 이 시스템은 제한된 영역에서 질의에 대한 몇 가지 후보해

를 정확하게 제시할 수 있다는 장점이 있으나, 사용자와의 자연스러운 대화능력은 지니고 있지 못하다. ELIZA는 최초의 대화형 에이전트로서 자연어처리 연구를 위해 고안되었으며 단순한 패턴매칭기법을 사용하였다[6]. ALICE는 AIML(Artificial Intelligence Markup Language)이라는 언어를 사용하여 질문/답답 패턴을 기술하고 사용자의 질문에 해당하는 답답을 찾아 사용자와 대화하게 된다(www.aliceorg.com). 그러나 이 시스템은 질문을 답변에 매칭시킬 때 키워드에 기반하여 단순한 순차적 패턴매칭을 사용하기 때문에 사용자의 의도를 반영한 답변을 정확히 제시하지 못할 수 있는 단점이 있다. 또한 이러한 점을 개선하기 위해서는 답변 데이터베이스 구축 시 많은 노력이 들어가야 한다.

이 외에도 현재 상용화되어 판매되고 있는 제품도 있다. NativeMinds사의 Nicole은 사이트의 가상 대리자로 활동하고 있다(www.nativeminds.com). 이 에이전트는 사용자와 자연어를 통하여 사이트와 관련된 정보를 제공하고 가상 캐릭터와 연계되어 사용자와 대화 도중 감정상태를 나타내는 몇 가지 표정들도 지어보이고 있다. 이외에도 Artificial Lifes사의 SmartBot(www.artificial-life.com), Virtual Personalities사의 Verbot(www.vperson.com) 등이 있다.

3. 대화형 에이전트

제안하는 시스템은 자연어로 제공되는 사용자 질의에 대한 의도를 파악한 후 이에 대한 답변을 수행한다. 영어와 한국어를 지원해야 하며, 대화의 지능성과 다양성을 보장하기 위하여 같은 질문에 대하여도 다양한 답답을 할 수 있도록 한다.

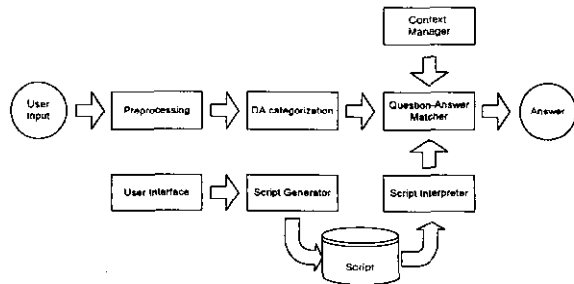


그림 1 대화형 도우미 에이전트의 구조

* 본 연구는 ㈜ 다음소프트의 일부지원에 의한 것임.

시스템의 전체적인 구조는 그림 1과 같다. 사용자의 자연어 질의에 대하여 전처리(Preprocessing) 모듈을 통하여 철자 오류나 동의어 등을 처리한 후 화행분류 과정(DA categorization)을 거쳐 사용자의 화행(Dialogue Act)[4]을 분류한다. 분류된 화행정보와 사용자의 원래 질의를 바탕으로 미리 구축된 답변 데이터베이스로부터 해당하는 질문에 가장 적합한 답변을 매칭하여 사용자에게 제시한다.

이러한 시스템을 구축하기 위해서는 핵심적으로 세 가지 기술에 대한 연구가 수행되어야 한다. 첫째로, 사용자가 입력한 영어 및 한국어에 대한 화행 분류를 통하여 사용자의 화행을 분류할 수 있어야 한다. 화행을 분류함으로써 사용자의 대략적인 질의 의도를 파악하고 이를 이용하여 답변을 매칭할 때 사용자의 질의 의도에 적합한 답변을 매칭할 수 있게 된다. 둘째로, 사용자 질의에 대하여 미리 구축된 답변 데이터베이스로부터 적절한 답변을 매칭하여 이를 사용자에게 제시해 주어야 한다. 마지막으로 답변을 위한 답변 데이터베이스에 지식을 표현하는 형식인 지식 표현 방식에 대하여 연구하여야 한다.

3.1 화행 분류

사용자 질의에 대한 화행분류 작업을 통하여 화행을 파악함으로써 질의에 대한 답변을 매칭할 때 사용자의 의도에 적합한 답변을 제시할 수 있도록 한다. 이 논문에서는 표 1과 같이 30개의 화행을 정의하였다.

표 1 화행 분류

질의 대분류	화행
1차 질문형	Can, Who, WhatIf, Method, Location, Reason, Should, Time, Description, Fact, miscellaneous
2차 질문형	Compare, Confirm, Cost, Direction, DoHave, Example, More, Obtain
1차 평서문형	Message, Act, Is, Have, Want, Fact, Miscellaneous
2차 평서문형	Cause, Feeling, Time, Conditional

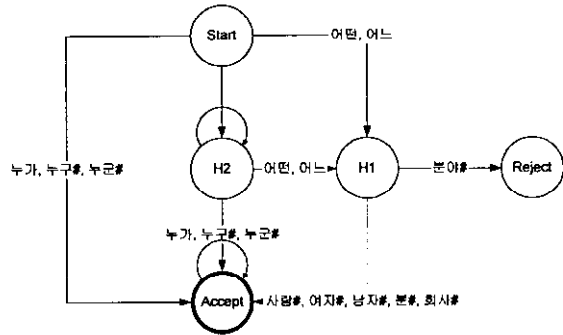


그림 2 "Who" 질문형 분류 오토메타

1차 질문형이나 평서문형은 하나의 부류로만 분류될 수 있으며, 2차인 경우에는 하나 이상으로 분류될 수 있다. 이 논문에서는 각 화행을 규정하는 일련의 키워드 리스트와 이들의 순서정보를 이용하여 오토메타를 구성함으로써 분류를 수행한다.

그림 2는 30개의 화행 중 하나인 "Who"에 대한 한글 화행을 분류하는 오토메타를 보여준다. 한글은 어니가 많은 형태로 변하는 특성을 지니므로 이를 고려하여 어미부분의 변화를 포용하도록 오토메타를 구성하였다. 예를 들어 그림 2에서 "누구#"는 "누구의", "누구에게", "누구를" 등의 패턴을 표현한다.

구성된 오토메타를 기반으로 30개 화행에 대한 분류가 이루어지는 과정은 다음과 같다. 사용자 질의에 대하여 1차 질문형 부류에 해당하는 지를 결정한 후 1차 질문형인 경우 2차 질문형을 결정한다. 여기서 1차 질문형은 하나의 부류로만 결정되며, 2차 질문형은 여러 개의 부류로 결정될 수 있다. 평서문형의 경우에도 이와 동일하게 진행된다.

사용자 질의의 수는 무한대로 많고 각 화행을 규정하는 키워드 리스트는 제한되어 있기 때문에 각 화행별 오토메타를 독립적으로 적용했을 경우 하나의 질의가 여러 개의 1차 질문형 또는 평서문형으로 결정되어 질 수 있다. 그러나 1차 질문형 또는

평서문형은 의미상 서로 동시에 분류될 수 없는 부류들로 분류가 되어 있기 때문에 이를 해결하기 위하여 포섭구조(subsumption architecture)[2]를 이용하여 그림 3과 같이 각 분류 모듈 간의 관계를 구조화하였다.

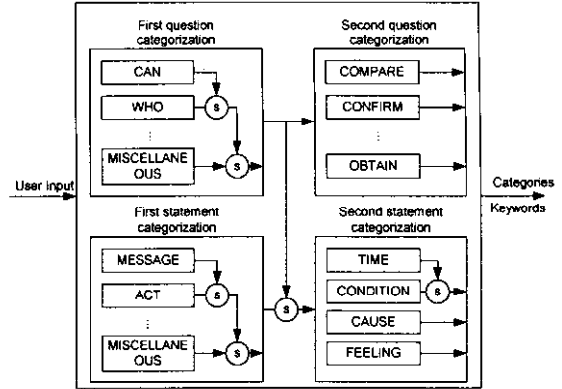


그림 3 포섭구조를 이용한 화행 분류 과정

Brooks가 제안한 포섭 구조는 여러 개의 모듈들이 서로를 억제하거나 활성화하는 구조를 표현한다. 그림 3에서 ⑤는 억제 의미의 의미를 표현한다. 따라서 "CAN"모듈은 "WHO"모듈을 억제하므로 "CAN"부류로 분류된 질의는 "WHO" 부류 모듈을 억제하게 된다. 1차 질문형 또는 평서문형들은 서로를 억제하며, 1차 질문형은 1차 평서문형을 억제하고 2차 질문형을 활성화한다. 1차 평서문형은 2차 평서문형을 활성화한다.

3.2 지식 표현

질의에 대한 응답을 하기위해서 로봇은 사용자 질의에 대한 답변을 유지하고 있는 답변 데이터베이스를 이용한다. 답변 데이터베이스는 기본적으로 질문(조건)-대답의 형태를 가진다. 표 2는 BNF형식으로 표현한 답변 데이터베이스의 문법의 일부이다. 질문-대답의 기본 구성은 TOPIC을 기본단위로 하여 표현되며 하나의 토픽은 IF (조건) THEN (행동)으로 표현된다.

표 2 BNF형식으로 표현한 답변 데이터베이스 문법의 일부

```

<script> ::= <topic_decl> | <pattern_decl> | <attribute_decl> |
<script> <topic_decl> | <script> <pattern_decl> |
<script> <attribute_decl>
<topic_decl> ::= TOPIC QSTRING <conditional_stmt_list>
ENDTOPIC
<conditional_stmt_list> ::= <conditional_stmt> |
<conditional_stmt_list> conditional_stmt
<action_list> ::= <action> | <action_list> <action>
<conditional_stmt> ::= <if_cond> <action_list> <continuation>
<continuation> ::= DONE | CONTINUE | NEXTTOPIC
<action> ::= <say_action> | <say_one_of_action>
    
```

표 3은 TOPIC의 구성 예를 보여준다. 표 3에서 사용자 질의가 위치(Location)나 방향(Directions)을 묻는 질문이고 "연구실," "소프트컴퓨팅," 또는 "soft" & "computing"이 질의에 나올 때에는 SAYONEOF 키워드 이후에 나열된 여러 개의 답변들 중에서 하나를 임의로 선택하여 답변한다.

표 3 스크립트 예제

```

TOPIC "연구실 위치"
IF (?!LOCATIONQUESTION OR ?DIRECTIONSQUESTION)
AND HEARD ("연구실", "소프트컴퓨팅", "soft"&
"computing"))
THEN
SAYONEOF
ITEM "저희 연구실은 연세대학교 제3 공학관 내 529호
입니다"
ITEM "서울시 서대문구 신촌동 134 연세대학교 제3
공학관 529호"
ITEM "제 3공학관 529호입니다"
DONE
ENDTOPIC
    
```

3.3 구조적 답변 매칭

표 2와 같은 문법 규정에 따라 작성된 답변 스크립트는 대화형 에이전트가 구동될 때 스크립트 해석기에 의해 해석되어 메모리로 올려진다. 각 TOPIC에서 조건에 해당하는 부분은 부울 표현(Boolean expression) 형태로 변환되고, 조건에서 기술된 키워드들은 정규 표현식(regular expression) 형태로 변환되어 그림 4와 같은 구조로 올려진다.

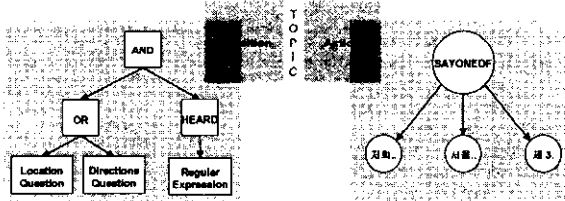


그림 4 스크립트의 표현

우선 사용자 질의를 분석하여 얻은 화행정보와, 화행별 키워드 정보, 사용자 질의를 가지고 TOPIC에 기술된 조건과의 매칭 점수를 계산한다. 이때 조건부에 기술되어 있는 요소에 따라서 표 4와 같은 점수가 부여된다. 점수가 0이 아닌 토픽들 중에서 최고 점수를 가진 토픽에 기술되어 있는 답변을 사용자에게 제시한다.

표 4 점수 계산

매칭 대상	점수
화행 분류정보	2
키워드	글자수
AND 연산자	두 operand 점수의 합
OR 연산자	두 operand 점수의 최대값
NOT 연산자	Operand가 거짓일 경우 operand의 점수, 참일 경우 0

4. 실험 결과

제안한 시스템의 동작과 대화의 수행능력을 보여주기 위하여 특정 연구실의 소개를 위한 지식을 구축한 후 대화를 시도하였다. 그림 6은 해당 연구실의 위치를 묻는 질문에 대화형 에이전트가 답변한 것을 보여준다. 그림 7은 조금 다른 방식으로 같은 내용의 질문을 하였을 때 로봇이 앞의 경우와는 약간 다른 답변을 함으로써 같은 대답을 반복하는 경우보다 지능적으로 동작함을 보여준다.

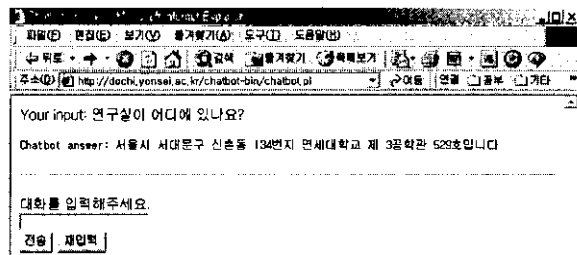


그림 5 연구실 위치 질문 1

다음은 일련의 대화과정을 기록한 것이다. 에이전트가 자연스런 대화와 함께 사용자가 원하는 정보를 적절히 제시해 주고 있음을 볼 수 있다.

사용자 : 누구세요?
 에이전트 : 저는 당신이 원하는 정보를 찾을 수 있도록 도와주는 도우미입니다. 무엇을 알고 싶으세요?
 사용자 : 연구실이 어디에 있죠?

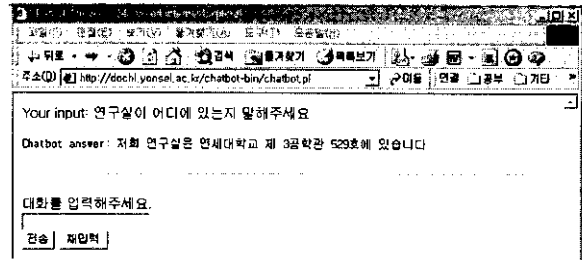


그림 6 연구실 위치 질문 2

에이전트 : 저희 연구실은 연세대학교 제 3공학관 529호에 있습니다.
 사용자 : 음...혹시 이름이 뭔가요?
 에이전트 : 예. 제 이름은 왈왈입니다.
 사용자 : 교수님 이름이 알고 싶은데요.
 에이전트 : 조성배 교수님이십니다.
 ...

5. 결론

이 논문에서는 자연어 질의에 대하여 자연어 답변을 할 수 있는 대화형 에이전트에 대하여 살펴보았다. 제안한 시스템은 영어와 한국어를 구사할 수 있도록 구성되었으며, 문장의 화행 분석을 통하여 사용자의 질의의도를 대략적으로 파악하고 이 정보를 이용하여 답변을 구조적으로 매칭함으로써 사용자의 질의 의도에 보다 근접한 답변을 제공할 수 있도록 하였다.

이 시스템은 원하는 정보를 자연어 대화과정을 통하여 얻도록 함으로써 사용자가 자신의 의도를 보다 명확히 표현할 수 있고 이에 따라 보다 정확한 답변의 제공이 가능하다. 또한 대화를 통한 상호작용으로 인하여 사용자가 보다 자연스럽고 친근감있게 웹 사이트의 내용을 찾을 수 있다는 장점이 있다.

그러나 아직은 답변을 위한 지식구축을 수동적으로 해주어야 하기 때문에, 이를 사용자 인터페이스나 웹 페이지에서 자동적으로 구축할 수 있는 방안이 대한 연구가 필요하다. 또한 대화의 지능성과 연속성을 보장하기 위해서 문맥유지에 관한 연구를 수행해야 할 것이다. 더불어 사용자에게만 있는 대화의 주도권을 확장하여 사용자와 에이전트 모두가 서로 적절히 주도권을 행사한다면 보다 자연스러운 대화가 가능할 것이다.

6. 참고문헌

- [1] Brin, S., Page, L., "The Anatomy of a Large-Scale Web Search Engine," *Proceedings of the 7th International Conference on the World Wide Web*, pp. 107-117, 1999.
- [2] Brooks, R. A., "A Robust Layered Control System for a Mobile Robot," *IEEE Journal of Robotics and Automation*, pp. 14-23, 1986.
- [3] Cho, J., Garcia-Molina, H., Page, L., "Efficient Crawling through URL Ordering," *Proceedings of the 7th International Conference on the World Wide Web*, pp. 161-172, 1998.
- [4] Core, M. G., Allen, J. F., "Coding Dialogs with the DAMSL Annotation Scheme," *Working Notes of the AAAI Fall Symposium on Communicative Action in Humans and Machines*, pp. 28-35, 1997.
- [5] McBryan, O. A., "GENVL and WWW: Tools for Taming the Web," *Proceedings of the 1st International Conference on the World Wide Web*, pp. 58-67, 1994.
- [6] Weizenbaum, J., "ELIZA - a Computer Program for the Study of Natural Language Communication between Man and Machine," *Communications of the ACM*, vol. 9, no. 1, pp. 36-45, 1965.