

웹기반 대화형 에이전트

(A Web-based Conversational Agent)

이 승 익 [†] 조 성 배 ^{††}
(Seung-Ik Lee) (Sung-Bae Cho)

요 약 인터넷 사이트의 정보량이 증가함에 따라 효율적인 정보제공의 필요성이 커지고 있으나, 대부분의 사이트에서 제공하는 핵심어의 불리언 조합에 기반을 둔 정보검색기법은 사용자의 의도를 제대로 표현하기 어렵기 때문에 지나치게 많거나 의도하지 않은 검색결과를 얻기 쉽다는 문제가 있다. 이 논문에서는 자연어 대화를 통하여 사용자에게 보다 정확하고 친절하게 정보를 제공할 수 있는 대화형 에이전트를 제안한다. 이 에이전트는 자연어 질의에 유한상태 오토마타를 적용하여 사용자의 질의의도를 파악하고 이를 답변지식의 구조적 패턴매칭에 활용함으로써, 어순변화에 강건하고 질의의도에 부합하는 답변을 제공한다. 제안한 시스템의 유용성과 가능성을 알아보기 위하여 간단한 웹 페이지를 소개하는 문제에 적용한 결과, 에이전트가 정확하고 친근하게 응답하는 것을 확인할 수 있었다.

키워드 : 대화형 에이전트, 질의/응답 시스템, 구조적 패턴매칭, 오토마타, 화행

Abstract As the amount of information on Internet sites increases, it becomes more necessary to provide information in efficient ways. However, information search methods based on Boolean combination of keywords that most sites provide are difficult to express user's intention adequately so that there are numerous unexpected search results. This paper proposes a conversational agent that provides users with accurate information in a friendly manner through natural language conversation. The agent recognizes user's intention by applying finite state automata to natural language queries, utilizes the intention for structured pattern matching with response knowledge, and thus provides answers that are robust against changes in word order and consistent with the user's intention. To show its practical utility, the agent is applied to the problem of introducing a Web site. The results show that the conversational agent has the ability to provide accurate and friendly responses.

Key words : Conversational agent, Q/A system, Structured pattern matching, Automata, Dialogue Act

1. 서 론

1969년의 영화 "The Forbin Project"에서는 미국의 슈퍼컴퓨터인 콜로서스(Colossus)와 당시 소련연방의 가디언(Guardian)이 서로 의사소통을 하며 세계를 지배하려 하였다. 사람이 아닌 존재끼리의 의사소통은 공상과학영화에서나 가능할 듯 보이지만, 실은 실세계에서도 이미 현실이 되고 있다. 일례로, 영화 A.I.(<http://aimovie.warnerbros.com>)의 웹 사이트에 있는 가상로봇은 자기의 이름, 기호, 영화에 대한 정보 등에 대하여

사람과 대화를 할 수 있다. 마치 "The Forbin Project"에서 꿈꾸던 것이 실현된 것처럼 느끼게 하는 이 로봇은 대화형 에이전트 혹은 챗봇(chatbot)이라 불리는 지능형 소프트웨어 에이전트[1]의 일종이다. 대화형 에이전트는 사용자와 자연어로 대화를 나눌 수 있기 때문에, 보다 정확하고 친절하게 사용자의 질의에 응답할 수 있고 효율적인 정보제공의 필요성이 증대되고 있는 웹 사이트의 가상 대리자로서의 역할에 적합하다.

이 논문에서는 사용자와 대화를 통해 필요한 정보를 제공해주는 웹 사이트의 가상 대리자로서의 역할을 수행하는 대화형 에이전트를 위하여, 질의의도 분석과 핵심어에 기반을 둔 구조적 패턴매칭 방식을 제안하고 실제 시스템의 구축을 통하여 검증하고자 한다. 이를 위하여, 2장에서는 대화형 에이전트와 관련된 연구 및 문제점에 대한 개선방안을 제시하고, 3장에서는 제안하는 에이전트 시스템의 구조 및 구현에 대하여 설명한다. 4장에서는 대화형 에이전트를 간단한 웹 사이트에 적용한

· 이 논문은 한국학술진흥재단의 연구과제(2002-005-H20002)에 의해 지원되었음

† 비 회 원 : 연세대학교 소프트웨어응용연구소 연구원
silee@atr.co.jp

†† 종 신 회 원 : 연세대학교 컴퓨터과학과 교수
sbcho@cs.yonsei.ac.kr

논문접수 : 2002년 6월 24일

심사완료 : 2003년 6월 9일

결과를 제시하며, 5장에서는 맺음말로써 제안하는 시스템의 장단점 및 개선점에 대하여 논의한다. 추가적으로 부록에서는 대화형 에이전트 시스템의 문맥유지를 위한 예비연구로서 베이지안 네트워크의 적용가능성을 제안한다.

2. 관련연구 및 개선방안

웹 사이트의 가상 대리자로서의 대화형 에이전트는 사용자의 질의에 대한 자동화된 응답, 전통적인 검색엔진이나 자동화된 전자우편 답변 시스템보다 빠른 상담, 대화를 통한 정확한 사용자의 의도추론, 항시 이용가능성 등의 장점을 지니고 있어, 기존의 핵심어에 기반한 검색엔진의 대안으로서 연구되어 왔다. 그간의 연구는 적용되는 기초기술에 따라 전통적인 자연어처리 기법에 기반을 둔 시스템과 순차적 패턴매칭에 기반을 둔 시스템으로 분류될 수 있다.

2.1 전통적인 자연어처리 기법

전통적인 자연어처리 기법에 기반을 둔 시스템은 그림 1에서 보이듯 자연어 질의에 대하여 띄어쓰기나 비속어처리 등의 전처리를 거친 후[2], 형태소 단위(주로, 사전의 표제어 단위)로 분석하여 사전에 있는 품사정보 등을 출력해 주는 형태소 분석, 형태소 분석 결과와 문법 규칙 등을 바탕으로 문장의 구조를 분석하는 구문 분석[3,4], 구문 분석의 결과를 바탕으로 질의의 의미를 파악하는 의미 분석, 그리고 최종적으로 질의의 의미에 상응하는 응답을 검색 또는 생성한 후 사용자에게 제공한다.

그러나 이 방식은 형태소 분석, 구문 분석, 또는 의미 분석 단계에서 이용되는 사전 및 말뭉치 구축에 많은 비용과 시간이 소요되며, 특히 한글처리와 관련하여 형태소 분석 부분은 실용화 단계에 이르렀으나 구문 분석

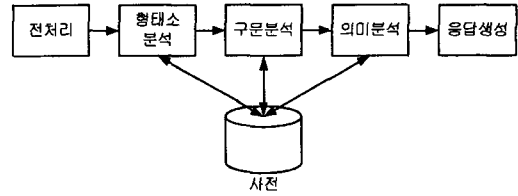


그림 1 전통적인 자연어처리 기법에 기반을 둔 시스템

은 아직까지 만족스런 성능을 보이지 못하며, 의미 분석과 응답 생성은 초보적 단계를 벗어나지 못하고 있다 [5]. 따라서 지금까지의 연구는 주로 형태소 분석 및 구문 분석을 한 후 의미 분석 및 응답 생성 대신에 관련된 문서 또는 문서의 일부를 찾아 응답하는 형식을 취하고 있는데[6, 7], 자연어 응답이 아니라는 점에서 진정한 의미의 대화형 에이전트 시스템이라고 볼 수 없다.

2.2 순차적 패턴매칭 기법

순차적 패턴매칭에 기반을 둔 시스템은 자연어 질의에 대하여 자연어 응답을 제공한다는 점에서 진정한 의미의 대화형 에이전트라고 할 수 있다. 최초의 대화형 에이전트로서 자연어처리 연구를 위해 고안된 ELIZA [8]나 AIML(Artificial Intelligence Markup Language)이라는 언어를 사용하여 질의/응답 패턴을 기술한 A.L.I.C.E.(Artificial Linguistic Internet Computer Entity, <http://www.alicebot.org>) 등이 순차적 패턴매칭에 기반한 시스템이다.

그림 2는 순차적 패턴매칭의 예를 보여준다. 그림 2에서 질의 (1)과 (2)는 답변지식 (a)에, 질의 (3)은 답변지식 (b)에 매칭되는 것이 바람직하다. 그러나 질의 (1)에 비하여 어순이 바뀐 질의 (2)는 답변 (a)에 기술된 세 개 단어의 순차적 나열을 만족하지 못하므로, 어순변화에 강건하지 못한 속성을 보여주고 있다. 또한 질의 (3)

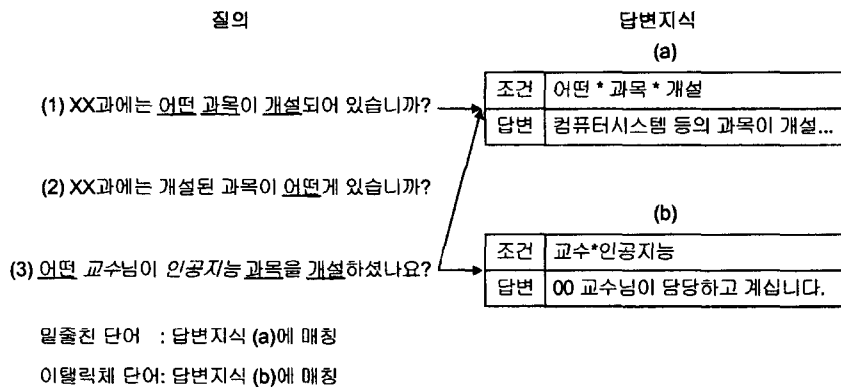


그림 2 순차적 패턴매칭의 예

은 답변지식 (a)와 (b) 모두에 매칭되었으나, 많은 항목이 매칭된 답변지식 (a)가 답변으로 선택되어 질의의도와는 다르게 엉뚱한 답변을 제시하게 된다. 이와 같이 순차적 패턴매칭은 사용자의 의도를 반영한 매칭이 어렵고, 어순변화에 대한 강건성이 떨어지는 단점이 있다.

2.3 개선점 및 연구방향

전통적인 자연어처리 기법에 기반한 대화형 에이전트는 사전 및 말뭉치에 많은 비용과 시간이 소요되고, 형태소 분석 이후의 구문 분석이나 의미 분석 등에 있어서 만족스런 결과를 얻지 못하고 있다. 또한 기존의 순차적 패턴매칭 기법에 기반을 둔 시스템이 적용하였던 핵심어의 나열에 의한 단순하고 순차적인 매칭 기법은 사용자의 의도를 반영한 매칭이 어렵고, 어순변화에 대한 강건성이 떨어지는 단점이 있다. 따라서 이 논문에서는 전통적인 자연어처리 기법의 한계인 시간 및 성능상의 문제점과 기존의 순차적 패턴매칭에 기반을 둔 시스템의 한계인 어순에 대한 민감성과 질의의도에 부합하지 않는 답변 제시의 한계점을 극복하고자 사용자의 의도를 파악한 후 이를 지식구축과 패턴매칭 과정에 적용하는 구조적 패턴매칭 기법을 제안한다.

3. 대화형 에이전트 시스템

이 논문에서 제안하는 대화형 에이전트 시스템은 그림 3과 같은 구조로 이루어져 있다. 사용자는 입력 인터페이스를 통하여 질의를 표현하는데, 이 논문에서는 텍스트로 된 자연어 질의를 입력으로 한다. 출력 인터페이스는 질의에 대하여 선택된 답변을 제공한다. 입력 인터페이스와 마찬가지로 텍스트로 된 자연어 응답을 출력으로 한다.

대화형 에이전트의 주요 구성 요소는 전처리기, 화행 분류기, 답변매칭기, 후처리기, 문맥관리기로 구성된 엔

진부분과 답변지식인 스크립트로 구성된다. 전처리기는 질의에 대한 철자 오류, 동의어처리 등 질의를 표준화된 형식으로 변환한다. 화행분류기는 질의에서 사용자의 의도를 추출하는 모듈이다. 유한상태 오토마타를 이용하여 사용자의 질의의도를 파악함으로써, 기존의 패턴매칭 기법에 기반을 둔 대화형 에이전트 시스템보다 질의의도에 부합하는 응답을 제공하고자 한다.

답변매칭기는 사용자 질의, 화행분류기를 통해 분류된 질의의도, 그리고 핵심어를 이용하여 미리 구축된 답변 지식으로부터 가장 적절한 답변을 매칭한다. 이를 위하여 답변지식과의 유기적인 연동이 필수적인데, 답변지식 구축 시에 질의의도 및 핵심어를 답변매칭을 위한 조건부에 구조적으로 기술함으로써 보다 정확한 매칭이 이루어질 수 있다. 문맥관리기는 보다 지능적인 대화를 위하여 중요한 부분으로서, 대화의 주제에 대한 내용을 유지함으로써 답변을 보다 문맥에 맞게 한다. 후처리기는 답변이 사용자에게 제시되기 전에 최종적으로 보다 자연스럽게 답변을 변경하는 역할을 한다. 스크립트는 에이전트가 대화를 수행하는데 필요한 지식의 저장소로서, 예상되는 질의를 매칭하기 위한 조건을 기술해 놓은 매칭조건과 그에 따른 답변의 쌍으로 구성되며 스크립트 해석기에 의해 해석된다.

이 논문에서는 전/후처리기는 구축되었음을 가정하고, 대화형 에이전트 구축의 핵심모듈이며 도메인 독립적인 화행분류기, 답변매칭기, 그리고 지식인 스크립트의 구축기법에 대하여 다룬다. 또한 문맥관리기의 경우 도메인 의존적인 기초연구 결과를 논문의 끝부분에 별도의 부록으로 제시하고 문맥유지를 위한 연구방향에 관해 논한다.

3.1 화행 분류

이전의 대화형 에이전트 시스템에서 주로 사용하였던

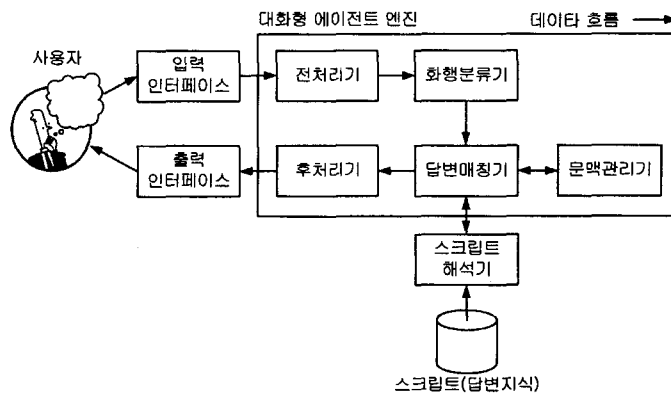


그림 3 대화형 에이전트의 구조

표 1 화행 분류

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

핵심어의 나열에 의한 순차적 패턴매칭 시스템은 질의 의도에 부합하는 응답의 매칭이 부정확하였다. 이 논문에서는 이를 극복하기 위하여, 질의의도를 미리 정의된 화행으로 분류하고 이를 답변 매칭과정에 활용하여 보다 질의의도에 부합하는 응답을 제시하도록 한다.

화행[9-11]은 의미론적, 문법적, 실용적인 측면을 고려하여 질의를 구분하는 태그집합으로 여겨질 수 있다 [10]. 일반적으로 화행은 응용분야에 의존적으로 정의되지만, Discourse Resource Initiative의 DAMSL[11]처럼 도메인 독립적인 화행들을 개발하는 노력이 진행되고 있으며, 이 논문에서는 표 1과 같이 30개의 도메인 독립적인 화행을 정의하였다.

질의는 우선 1차 질문형이나 1차 평서문형 중의 오직 하나의 화행으로 분류된다. 1차 질문형으로 분류된 경우 다시 2차 질문형 중에 어떤 화행으로 분류될 수 있는지를 결정한다. 1차 평서문형으로 분류된 경우에도 마찬가지로 2차 평서문형 중에 어떤 화행으로 분류될 수 있는지를 결정한다. 1차 질문/평서문형은 오직 하나만의 부류로 분류될 수 있으나, 2차 질문/평서문형의 경우에는 하나의 질의가 동시에 여러 개의 2차 질문형의 화행이나 2차 평서문형의 화행으로 분류될 수 있다. 이 논문에서는 각 화행을 규정하는 일련의 핵심어들과 순서정보를 이용하여 구축된 유한상태 오토마타[12]를 이용하여 화행을 분류한다.

그림 4는 30개의 화행 중 하나인 "Who"에 대한 한글 화행을 분류하는 오토마타를 보여준다. 한글은 어미가 많은 형태로 변하는 특성이 있으므로 이를 고려하여 어미부분의 변화를 포용하도록 오토마타를 구성하였다. 예를 들어 그림 4에서 "누구#"은 "누구의", "누구에게", "누구를" 등의 어미변화를 표현한다. 나머지 화행을 분류하는 오토마타도 비슷한 방식으로 구축된다.

구성된 오토마타를 기반으로 30개 화행에 대한 분류가 이루어지는 과정은 다음과 같다. 질의에 대하여 1차 질문형 부류에 해당하는 지를 결정한 후 1차 질문형인 경우 2차 질문형을 결정한다. 평서문형의 경우에도 이와 동일하게 진행된다. 질의의 수는 무한대로 많고 각 화행

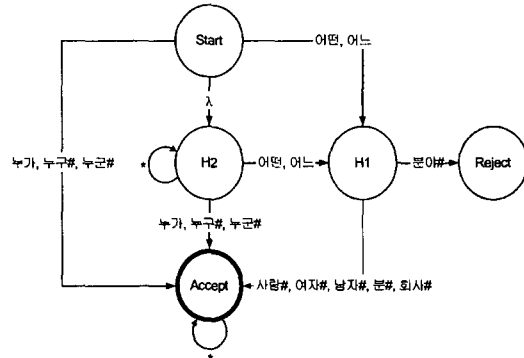


그림 4 Who 질문형 분류 오토마타

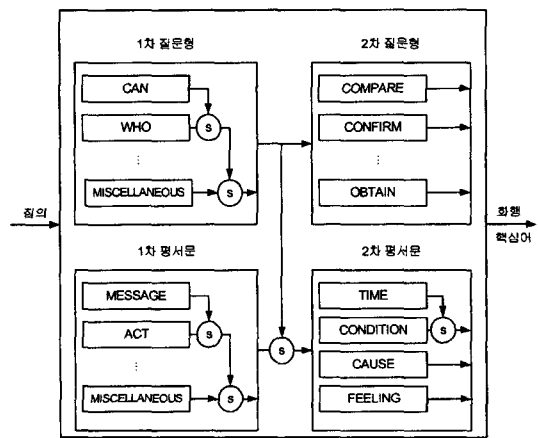


그림 5 포섭구조를 이용한 분형 분류 과정

을 규정하는 핵심어 리스트는 제한되어 있기 때문에 각 화행별 오토마타를 독립적으로 적용했을 경우 하나의 질의가 여러 개의 1차 질문형 또는 평서문형으로 결정될 수 있다. 그러나 1차 질문형 또는 평서문형은 의미상 서로 동시에 분류될 수 없는 부류들로 정의되어 있기 때문에 여러 개의 모듈들이 서로를 억제하거나 활성화하는 구조에 유용한 포섭구조(subsumption architecture)[13]를 이용하여 그림 5와 같이 각 분류 모듈 간의 관계를 구조화하였다.

그림 5에서 's'는 억제의 의미를 표현하므로, 예를 들어 "CAN"으로 분류된 질의는 1차 질문형의 다른 분류 모듈들을 억제한다. 1차 질문형은 1차 평서문형을 억제하고 2차 질문형을 활성화하며, 1차 평서문형은 2차 평서문형을 활성화한다.

3.2 지식 표현

이 논문에서는 질의에 대한 답변을 수행하기 위하여 필요한 지식을 스크립트에 기술한다. 이때 답변매칭을 위한 조건에서 핵심어를 순차적으로 나열하기 보다는

표 2 BNF 형식으로 표현한 스크립트 기술 문법의 일부

```

<script>::=<topic_decl>|<pattern_decl>|<attribute_decl>|
    <script> <topic_decl>|<script> <pattern_decl>|
    <script> <attribute_decl>
<s_string>::=QSTRING|PNAME|MEMORY| '(' <concat_string> ')'
<concat_string>::=<concat_string> COMMA <concat_string>|
    <concat_string> '+' <concat_string>|
    <concat_string> '&' <concat_string>|<s_string>
<topic_decl>::=TOPIC QSTRING <cond_stmt_list> ENDTOPIC
<cond_stmt_list>::=<cond_stmt>|<cond_stmt_list> <cond_stmt>
<action_list>::=<action>|<action_list> <action>
<cond_stmt>::=<if_cond> <action_list> <continuation>
<continuation>::=DONE|CONTINUE|NEXTTOPIC
<action>::=<say>|<say_one_of>
<say>::=SAY <concat_string>
<say_one_of>::=SAYONEOF <items>|SAYONEOF <concat_string>
    <items>::=<item>|<items> <item>
<item>::=ITEM <concat_string>
<if_cond>::=IF <expr> THEN
<expr>::=<expr> OR <expr>|<expr> AND <expr>|NOT <expr>|
    '(' <expr> ')|MEMORY|MEMORY MATCH <concat_string>|
    MEMORY CONTAIN <concat_string>|HEARD <concat_string>|
    MATCH <concat_string>|CONTAIN <concat_string>|ALWAYS
    
```

표 3 비교함수

이름	기능
CONTAIN	두 스트링간의 포함관계 조사
MATCH	두 스트링간의 일치여부 조사
HEARD	CONTAIN과 동일하나 질의에서 포함관계조사

표 4 스크립트 예제

```

TOPIC "연구실 위치"
IF ((?LOCATIONQUESTION OR ?DIRECTIONSQUESTION)
AND HEARD ("연구실", "소프트컴퓨팅", "soft" & "computing"))
THEN
    SAYONEOF
        ITEM "저희 연구실은 A대학교 제 B공학과 C호에 있습니다"
        ITEM "서울시 N구 M동 N대학교입니다"
        ITEM "제 B공학과 C호입니다"
    DONE
ENDTOP
    
```

질의의도와 핵심어를 구조적으로 기술함으로써 이전의 대화형 에이전트가 지니고 있었던 매칭의 부정확성을 해결하고자 한다.

스크립트의 기술을 위해서 표 2와 같이 BNF형식으로 표현된 문법을 정의하였다. 스크립트는 (조건-행동)의 형태인 TOPIC을 기본단위로 하며 하나의 토픽은 IF (조건) THEN(행동)으로 표현된다. 조건은 AND, OR, 그리고 NOT 등의 논리 연산자와 표 3에 보인 스트링

비교함수로 구성되는 부울표현을 사용하여 구조적으로 기술되므로 핵심어의 단순한 나열을 사용하였을 때보다 정확한 조건의 기술이 가능하다.

표 4는 토픽의 구성 예를 보여준다. 질의가 위치(Location)나 방향(Directions)을 묻는 질의이고 “연구실”, “소프트컴퓨팅”, 또는 “soft”와 “computing”이 질의에 나올 때에는 SAYONEOF 키워드 이후에 나열된 답변 중에서 하나를 임의로 선택하여 답변한다.

3.3 답변 매칭

문법규정에 따라 작성된 스크립트는 대화형 에이전트가 구동될 때 외부 인터페이스인 스크립트 해석기에 의해 메모리로 올려진다. 각 TOPIC에서 조건에 해당하는 부분은 부울표현 형태로 변환되고, 조건에서 기술된 핵심어들은 정규표현식 형태로 변환되어 그림 6과 같은 구조로 올려진다.

답변매칭 과정은 우선 질의를 분석하여 얻은 화행정보, 화행별 핵심어, 그리고 질의를 가지고 TOPIC에 기술된 조건과의 매칭점수를 계산한다. 이때 조건부에 기술되어 있는 요소에 따라서 표 5와 같은 점수가 부여된다. 부여받은 점수가 0이 아닌 토픽들 중에서 최고점수를 가진 토픽에 기술되어 있는 답변을 사용자에게 제시한다. 예를 들어 “연구실이 어디에 있나요?”라는 질의는 화행분류기에서 “Location”으로 분류가 되고, 질의에 “연구실”이라는 핵심어가 들어있으므로 표 5에 의하여 5점을 획득한다.

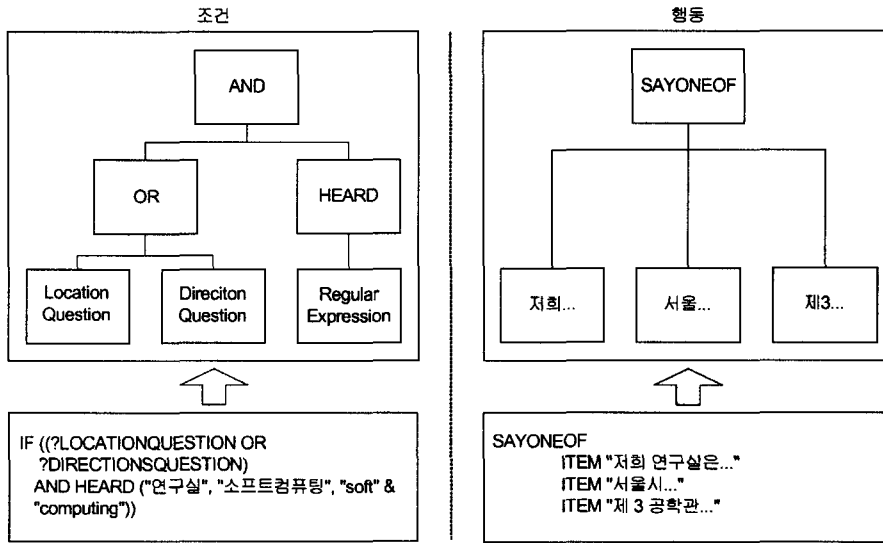


그림 6 스크립트의 내부표현

표 5 점수 계산

매칭대상	점수
화행 분류 정보	2
핵심어	글자수
AND 연산자	두 operand 점수의 합
OR 연산자	두 operand 점수의 최대값
NOT 연산자	Operand가 거짓일 경우 operand의 점수 그렇지 않으면 0

4. 실험 결과

제안한 시스템의 동작과 가능성을 보여주기 위하여 특정 연구실의 소개를 위한 100여개의 토픽으로 구성된

스크립트를 구축한 후 대화를 시도하였다. 구축된 스크립트 중에는 그 어느 토픽에도 매칭되지 않는 질문을 처리하는 토픽이 하나 포함되어 있다. 구축된 시스템은 유닉스 환경 하에서 C++언어와 C 언어를 이용하여 프로그램 되었으며, GCC 컴파일러를 이용하여 컴파일 하였다. 또한, 질의를 정규표현식으로 변환된 스크립트 조건부와 매칭하기 위하여 Perl 언어의 매칭함수를 이용하였다. 이 논문에서는 동작과정을 보여주기 위하여 구축된 스크립트 중에서 다음 두 개의 토픽에 해당하는 질의를 한 후 그 결과를 보인다.

표 6에서 “연구성과” 토픽은, 설명(descriptionques-

표 6 실제 구성된 토픽의 예

```

topic "연구성과"
if ((?descriptionquestion and (heard "연구" and heard ("실적", "성과"))))
or ?factquestion and heard ("논문", "저널", "저서", "책", "발표"))
then
sayoneof
item "국제저널 AA 및 국내저널 BB, 저서 CC 등 활발한 연구 활동을 하고 있습니다"
item "지금까지 CC권의 저서 및 AA개의 외국저널 등입니다"
done
topic "연구원"
if (?whoquestion and heard ("연구원", "사람", "근무", "연구"))
then
sayoneof
item "저희 연구실은 박사과정 A명과 석사과정 B명이 있습니다"
item "C명의 학생이 연구에 몰두하고 있습니다"
done
    
```

tion)을 요구하는 질의이고 질의 중에 “연구”와 “실적” 또는 “연구”와 “성과”가 나타나거나, “논문”, “저널”, “책” 또는 “발표”가 나타나고 사실여부(factquestion)를 묻는 질의이면 만족된다. “연구원” 토픽은, “연구원”, “사람”, “근무” 또는 “연구”가 나타나고 사람(whoquestion)에 관한 질의이면 만족된다. 표 6의 두 개의 토픽은, 만약 답변으로 선택되면 sayoneof 밑의 두 개의 item중에서 임의로 하나의 item을 사용자에게 제시하도록 구성되어 있다.

● 토픽 선택과정

이 논문에서 제안한 시스템은 많은 수의 토픽으로 구성된 스크립트를 대화의 지식으로 사용하고 있다. 따라서 주어진 질의에 대하여 가장 적절한 토픽을 선택하여 사용자에게 응답으로 제공하여야 한다.

사용자 : 이 연구실에서 연구하는 사람은 누가 있나요?

에이전트 : 저희 연구실은 박사과정 A명과 석사과정 B명이 있습니다

위의 질의는 화행 분류 모듈에 의하여 사람에 관한 질문(Who)으로 분류되므로 두 가지 토픽 중에서 “연구성과” 토픽은 조건을 만족하지 못한다. 두 번째 토픽인 “연구원” 토픽은 사람에 관한 질의라는 조건을 만족하고 있으므로 heard 연산자에 의해 질의문에서 “연구”라는 핵심어를 찾게 되어 질의에 대한 응답을 한다. 만약, 분류된 화행을 만족하는 토픽이 다수 존재한다면 질의에서 핵심어를 검색하는 과정에서 핵심어의 길이나 매칭된 핵심어의 수에 의하여 승자 토픽을 결정한다. 이런 과정을 거치더라도 매칭된 토픽이 여러 개 존재할 수 있는데, 이 경우 현재는 임의로 하나의 토픽을 선택하며 향후 보다 지능화된 해결방법에 대한 모색이 요구된다.

● 어미변화에 대한 강건성

한국어는 실질형태소와 형식형태소의 결합에 의하여 많은 변화가 발생할 수 있다. 아래 대화는 이에 대하여 에이전트가 어떻게 동작하는 지를 보여주고 있다.

사용자 : 연구성과는 얼마나 되나요?

에이전트 : 국제저널 AA 및 국내저널 BB, 저서 CC 등 활발한 연구활동을 하고 있습니다

사용자 : 연구성과가 어떻게 되나요?

에이전트 : 국제저널 AA 및 국내저널 BB, 저서 CC 등 활발한 연구활동을 하고 있습니다

“연구성과는 얼마나 되나요?”라는 질의는 화행 분류 모듈에 의하여 어떤 사실에 관한 기술을 원하는 질문형(Description)으로 분류되며 heard 연산자에 의하여 문장 중에 “연구”와 “성과”라는 스트링을 찾게 되므로, “연구성과” 토픽의 조건에 부합되어 위의 대화 예에서의 에이전트의 첫 번째 응답이 답변이 된다. 두 번째 질의의 “연구성과가 어떻게 되나요?” 라는 질의에서는 용언의 활용이 되어 “연구성과는”에서 “연구성과가”로 바

뀌었다. 이 질의에 대하여도 첫 번째 질의와 동일한 답변매칭 과정을 거쳐 동일한 답변을 한다. 이와 같이 한 국어의 가장 큰 특성 중의 하나인 어미변화에 강건하게 동작함을 알 수 있다. 더불어 만약 특정 어미변화가 답변선택에 중대한 영향을 미친다면 이 또한 스크립트에 기술됨으로써 해결될 수 있다.

● 어순변화에 대한 강건성

한국어는 어순의 변화에 대하여 상당히 관대하기 때문에 대화형 에이전트로서는 이 부분에 대하여 적절히 대응할 수 있어야 한다.

사용자 : 현재까지 연구실에서 수행한 연구실적이 어떻게 되는지 알려주세요

에이전트 : 지금까지 CC권의 저서 및 AA개의 외국저널 등입니다

사용자 : 알려주세요 연구실에서 수행한 연구실적이 현재까지 어떻게 되는지

에이전트 : 지금까지 CC권의 저서 및 AA개의 외국저널 등입니다

“현재까지 연구실에서 수행한 연구실적이 어떻게 되는지 알려주세요”라는 질의는 화행 분류 모듈에 의하여 어떤 사실에 관한 기술을 원하는 질문형(Description)으로 분류되며, 문장 중에 “연구”와 “실적”이라는 단어가 있으므로 “연구성과” 토픽의 조건에 부합하게 되어 위의 대화 예에서의 에이전트의 첫 번째 답변이 된다. 두 번째 질의인 “알려주세요 연구실에서 수행한 연구실적이 현재까지 어떻게 되는지”는 비록 어순이 바뀌었지만 첫 번째 질의와 동일한 답변매칭 과정을 거쳐 동일한 답변을 한다. 이와 같이 한국어의 가장 큰 특성 중의 하나인 어순변화에 강건하게 동작함을 알 수 있다. 물론 특정 어순이 답변선택에 중대한 영향을 미친다면 이 또한 스크립트에 기술됨으로써 해결될 수 있다.

또한 질의형태가 “~알려주세요”의 형태로서 의문문의 형태가 아님에도 불구하고 제안한 시스템은 화행 분류 모듈을 통하여 질의의도가 평서문이 아닌 질문의 의도를 분석하고 적절한 답변을 하고 있음을 알 수 있다.

● 답변의 다양성

같은 토픽에 매칭되는 질의에 대하여 제안한 대화형 에이전트는 다음 대화와 같이 다양한 답변이 가능하다. 사람 사이의 대화에서는 같은 질문에 대하여 정확히 똑같은 대답을 하지는 않는 것이 일반적이므로 답변의 다양성 또한 에이전트가 지녀야 할 중요한 특성이다.

사용자 : 저널에 발표한 논문이 있나요?

에이전트 : 국제저널 AA 및 국내저널 BB, 저서 CC 등 활발한 연구활동을 하고 있습니다

사용자 : 저널에 발표한 논문이 있나요?

에이전트 : 지금까지 CC권의 저서 및 AA개의 외국저널 등입니다

● 연속적인 대화

일반적인 자연어 질의/응답 시스템은 자연어 질의에 대하여 관련 문서나 문서의 일부를 응답으로 하는 경우가 일반적이다. 그러나 이 논문에서 제안한 시스템은 대화형 질의/응답 시스템으로서 일반적인 대화능력을 지니고 있다. 따라서 보다 친밀감을 느낄 수 있으며, 대화과정을 통하여 사용자에게 관한 정보를 수집하여 보다 개인 친화적인 대화도 가능할 것으로 보인다. 아래는 일련의 대화과정을 보인 것이다.

사용자 : 누구세요?
 에이전트 : 저는 당신이 원하는 정보를 찾을 수 있도록 도와주는 도우미입니다.
 무엇을 알고 싶으세요?
 사용자 : 연구실이 어디에 있죠?
 에이전트 : 저희 연구실은 A 대학교 제 B 공학관 C호에 있습니다.
 사용자 : 음 후시 이름이 뭐가요?
 에이전트 : 예 제 이름은 D입니다.

...
 마지막으로 그림 7은 웹상에서 에이전트에 접근하여 대화하는 모습을 보인다. 이와 같이 웹과의 연동을 통해서 홈페이지를 방문하는 사용자로 하여금 기존의 핵심어 기반 정보검색 시스템보다 자연스럽고 친밀감 있는 사용자 인터페이스의 구축과 정보제공이 가능할 것으로 보인다.

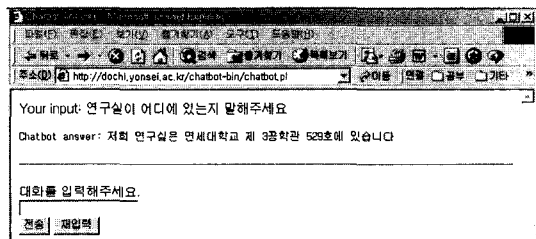


그림 7 웹과의 연동

5. 결론

이 논문에서는 자연어 질의에 대하여 자연어 답변을 할 수 있는 대화형 에이전트를 제안하였다. 제안한 시스템은 영어와 한국어를 구사할 수 있으며, 문장의 화행 분석을 통하여 사용자의 질의의도를 대략적으로 파악하고 이 정보를 이용하여 답변을 구조적으로 매칭함으로써 질의의도에 보다 근접한 답변을 제공할 수 있었다.

이 논문에서 제안한 시스템은 기존의 정보검색 시스템 또는 질의/응답 시스템과 비교하여 다음과 같은 장점이 있다. 첫 번째로, 사용자의 질의의도를 보다 명확히 파악할 수 있다. 이것은 우선 화행 분류 모듈에 의하

여 사용자의 개략적인 질의의도를 파악할 수 있었기 때문이다. 두 번째로, 어미변화나 어순변화에 강건하게 동작한다는 것이다. 이는 매칭조건을 기술함에 있어 어미변화나 어순변화에 의존적이지 않은 구조적 조건기술에 의한 것이다. 반대로 어미변화나 어순변화가 토픽선택에 중요한 선택기준이 되는 질의에 대하여는 스크립트의 구축 시 이를 매칭조건에 명확히 기술함으로써 해결될 수 있다. 세 번째로, 동일한 질의에 대하여 다양한 답변 제시가 가능하다는 점이다. 사람은 같은 질의에 대하여 항상 똑같은 단어와 순서를 가지고 응답하지는 않는다는 점에서 보다 실제 대화에 가까운 점이라 할 수 있다. 네 번째로, 대화를 통하여 질의/응답을 함으로써 기존의 핵심어 기반 검색시스템이 너무 많은 후보 응답들을 제시하는 것에 비하여 질의에 가장 적합한 응답만을 제공함으로써 보다 높은 만족도를 사용자에게 제공할 수 있다. 다섯 번째로, 비대화형 질의/응답 시스템이 자연어 질의에 대하여 관련 문서나 문서의 일부분을 제공하는 것에 비하여 이 논문에서 제안한 시스템은 자연어 질의에 대하여 자연어 응답을 하기 때문에 보다 사용자 친밀적인 인터페이스의 제공이 가능하다.

제안한 시스템의 문제점 및 개선 방향은 다음과 같다. 첫 번째로, 대화의 지식인 스크립트를 대화의 영역이 바뀌거나 넓어질수록 지속적으로 구축해주어야 한다는 문제점이 있다. 그러나 이것은 어떤 시스템이든 지식구축의 필요성이 존재한다는 점에서 본 시스템만의 문제점은 아닌 것으로 보인다. 다만 지식의 구축과정에서 현재는 수동적으로 구축하고 있으나 사용자 인터페이스를 통한 지식구축의 효율성을 높이는 점이나 이미 존재하고 있는 정보(예를 들어, 웹 페이지나 데이터베이스)를 본 시스템에서 이용가능하게 하거나 지식구축 문법에 맞게 변환하는 과정을 통한 자동적 지식구축에 대한 연구가 필요하다.

두 번째로, 화행 분류 기준에 대한 보강이 필요하다. 현재, 부정 질문형이나 부정 평서문은 질의내용 자체의 변화라기보다는 기능적 역할을 수행한다는 점에서 화행 분류 기준에 포함되어 있지 않기 때문에, 부정형 질의나 긍정형 질의나 같은 내용의 질의에 대해서는 같은 대답이 도출된다. 그러나 사람끼리의 대화에서는 부정형 또는 긍정형 질의 여부에 따라서 답변의 형식이 달라지므로 이에 대한 고려가 화행 분류 단계에서 필요하다.

마지막으로, 대화를 통한 문맥 유지의 필요성이다. 지금은 대화처리가 단발성으로 하나의 질의에 대하여 답변한 후 다음번 질의는 이전 질의와는 전혀 관련이 없는 질의로 처리된다. 그러나 실세계에서의 대화는 단발성이기 보다는 연속적이고 대화의 문맥에 대한 의존도가 상당히 높기 때문에 보다 지능적인 대화를 위해서는

연속적 대화에 대한 심도 있는 연구가 요구되며, 그 가
능성의 하나로 베이지안 네트워크를 이용한 문맥의 유
지에 관한 기초연구 결과를 부록에 실었다.

감사의 글

This research was conducted as part of "Re-
search on Human Communication" with funding
from the Advancement Organization of Japan.

참고 문헌

- [1] Brenner, W., Zernekow, R., and Wittig, W., *Intel-
ligent software agents: Foundations and applica-
tions*, Springer-Verlag, New York, 1998.
- [2] 박봉래, 임해창, "한국어 정보처리 시스템의 전처리
위한 미등록어 추정 및 철자 오류의 자동 교정", *한국
정보처리학회 논문지*, 5권, 10호, pp. 2591-2599,
1998.
- [3] Cancedda, N. and Samuelsson, C., "Experiments
with corpus-based LFG specialization," *Proceed-
ings of the Sixth Applied Natural Language
Processing Conference*, pp. 204-209, 2000.
- [4] Menzel, W. and Schroder, I., "Decision procedures
for dependency parsing using graded constraints,"
*In Proceedings of COLLING-ACL Workshop on
Processing of Dependency Grammars*, pp. 78-87,
1998.
- [5] 강승식, "한국어 정보처리의 현황 및 발전 방향", *한국
음성과학회 제 6차 학술발표대회 학술논문집*, 1999.
- [6] 박미화, 원형석, 이근배, "구문 분석에 기반을 둔 한글
자연어 질의로부터의 불리언 질의 생성", *정보과학회
논문지(B)*, 26권, 10호, pp. 1219-1229, 1999.
- [7] 이경순, 김재호, 최기선, "한국어 질의응답시스템에서
자료 유형에 따른 대담검색 및 대담해석", *2001년 한
국인지과학회 춘계 학술대회*, pp. 73-78, 2001.
- [8] Weizenbaun, 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.
- [9] Austin, J.L., *How to do Things with Words*,
Clarendon Press, Oxford, 1962.
- [10] Stolcke, A., Coccaro, N., Bates, R., Taylor, P., and
Ess-Dykema, C.V., "Dialogue act modeling for
automatic tagging and recognition of conversa-
tional speech," *Computational Linguistics*, vol. 26,
no. 3, pp. 339-373, 2000.
- [11] Core, M.G. and Allen, J.F., "Coding dialogs with
the DAMSL annotation scheme," *Working Notes
of the AAAI Fall Symposium on Communicative
Action in Humans and Machine*, pp. 28-35, 1997.
- [12] Linz, P., *Introduction to Formal Languages and
Automata*, Jones & Bartlett Pub, 1996.
- [13] Brooks, R.A., "A robust layered control system
for a mobile robot," *IEEE Journal of Robotics
and Automation*, pp. 14-23, 1986.
- [14] Pynadath, D. and Wellman, M., "Accounting for
context in plan recognition with application to
traffic monitoring," *Proc. of the Eleventh Conf. on
Uncertainty in Artificial Intelligence*, pp. 472-481,
1995.
- [15] Albrecht, D., Bud, A., Nicholson, A., and Zuker-
man, I., "Towards a Bayesian model for keyhole
plan recognition in large domains," *Proc. of the
Sixth Int. Conf. on User Modeling*, pp. 365-376,
1997.
- [16] Horvitz, E. and Paek, T., "A computational archi-
tecture for conversation," *Proc. of the Seventh Int.
Conf. on User Modeling*, pp. 201-210, 1999.
- [17] Jensen, F.V., *An Introduction to Bayesian Net-
works*, Springer-Verlag, 1996.
- [18] Friedman, N., Linial, M., Nachman, I., and Pe'er,
D., "Using Bayesian networks to analyze ex-
pression data," *Proc. of the Fourth Annual Int.
Conf. on Computational Molecular Biology*, pp.
127-135, 2000.

부 록 : 베이지안 네트워크를 이용한 문맥유지

이 절에서는 문맥관리기에 관한 기초연구 결과를 제
시하고자 한다. 기본적으로, 도메인 지식을 베이지안 네
트워크로 표현하고 이를 이용하여 현재 진행되고 있는
대화의 주제를 파악한 후 대화의 제어에 이용하는 것이
다. 여기서는 간단한 변수들을 사용하여 문맥유지에 대
한 기본 아이디어를 제시한다. 향후 보강/발전된 모듈
과 이 논문에서 제시된 대화형 에이전트의 결합이 기대
된다.

1. 베이지안 네트워크

베이지안 모델은 확률을 적용하여 인과관계를 표시하
는데 유용한 모델로서 기계의 고장원인이나 환자를 아
프게 하는 증상 등을 파악하는데 널리 사용되었다[14,
15, 16]. 베이지안 네트워크는 유한개의 임의의 변수들
과 그 변수들의 결합 확률 분포(joint probability dis-
tribution)로 구성된 방향성 비순환 그래프이다. 그래프
의 노드는 변수를 나타내고 아크는 변수들 간의 확률적
인 종속관계를 표현하며, 각 노드의 관계가 부모와 자식
관계에 있을 때 조건부 확률 분포에 있다고 한다. 변수
 Y 가 부모 노드이고 X 가 자식 노드라 하면, Y 에 의해
조건부 확률 분포 X 의 확률값 $P(X|Y)$ 가 변한다[17].

부모노드 $Pa(X_i)$ 가 주어지고 자식노드가 아닌 것들
은 서로 독립 조건에 있을 때, 결합 분포의 각 변수 X_i
는 식 1과 같이 곱 형태로 정의된다.

예를 들어, 그림 1과 같은 네트워크 구조는 변수들 사

$$P(X_1, \dots, X_n) = \prod_{i=1}^n P(X_i | Pa(X_i)) \quad (1)$$

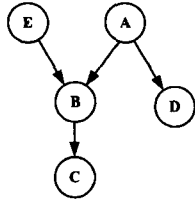


그림 1 간단한 베이저안 네트워크 구조의 예

이의 독립조건을 고려하면 식 2와 같이 표현된다. 부모노드 $Pa(X_i)$ 와 x_i 의 값을 갖는 X_i 의 관계는 $P(x_i|Pa(X_i))$ 로 표현되어 제한된 값을 갖는 변수는 테이블을 이용하여 조건부 확률 분포로 나타낼 수 있다[18]. $P(A, B, C, D, E) = P(A)P(B|A, E)P(C|B)P(D|A)P(E)$ (2)

2. 사용자 모델 구축

실제의 문제에 적용되기 위해서는 도메인에 대한 심도 있는 분석을 통한 많은 수의 변수 및 그들 간의 조건부 확률분포가 결정되어야 하지만, 여기서는 베이저안 네트워크를 대화의 문맥유지에 적용하는 아이디어의 제시를 위하여 간단한 몇 개의 변수를 사용하여 베이저안 네트워크를 구축하였다(그림 2).

예를 들어, 사용자가 “What is your address?”라고 질문을 던졌을 때 베이저안 네트워크로 정의된 명제가 있는지 확인한다(그림 2 참조). ‘what’과 ‘address’가 정의된 명제에 포함되어, 이들과 관련된 변수의 확률값을 계산하여 높은 변수를 추천한다. 여기서는 ‘Location’ 명제가 다른 명제보다 높다고 가정하여 현재의 문맥은 ‘Location’이 된다.

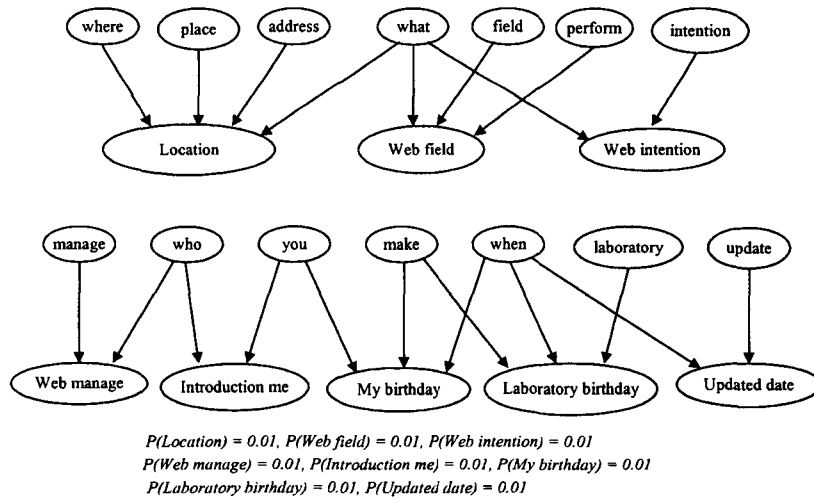


그림 2 구축된 베이저안 네트워크 구조

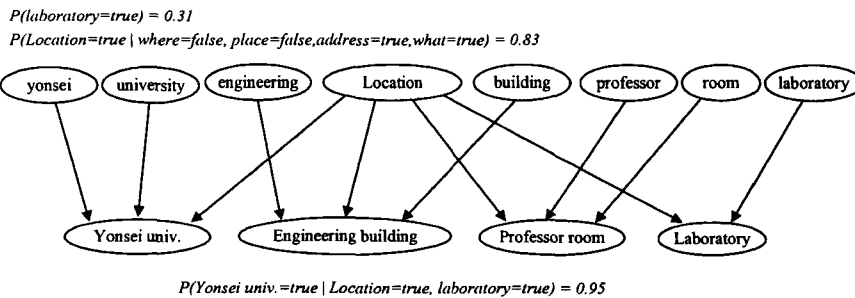


그림 3 ‘Location’ 문맥과 관련 있는 변수들

질의로부터 더 이상 추론할 만한 증거 변수가 없으므로 사용자에게 “Which place out of Yonsei Univ., Engineering building, Professor room or Laboratory do you want?”라고 특정 노드마다 미리 정해진 질의를 한다. 이때 사용자가 ‘Laboratory’라고 응답하면 ‘laboratory’ 변수가 증거를 획득하게 되고 현재의 문맥은 ‘laboratory’가 된다.

이렇게 베이지안 네트워크를 사용하면, 현재 추론되어진 변수가 대화의 문맥이 되며 대화의 제어 및 문맥을 고려한 지식매칭 등에 이용될 수 있으리라 기대된다.



이 승 익

1995년 8월 연세대학교 전산학과 학사
1997년 8월 연세대학교 컴퓨터학과 석사.
2002년 2월 연세대학교 컴퓨터학과 박사.
2002년 3월~현재 연세대학교 소프트웨어응용연구소 연구원.
2002년 7월~현재 일본 국제전기통신기초기술연구소
객원연구원. 관심분야는 진화연산, 인공생명, 패턴인식, 지능제어



조 성 배

1988년 연세대학교 전산학과(학사)
1990년 한국과학기술원 전산학과(석사)
1993년 한국과학기술원 전산학과(박사)
1993년~1995년 일본 ATR 인간정보통신연구소
객원 연구원. 1998년 호주 Univ. of New South Wales
초청연구원. 1995년~현재 연세대학교 컴퓨터학과
부교수. 관심분야는 신경망, 패턴인식, 지능정보처리