

2단계 베이지안 네트워크를 이용한 대화형 에이전트의 문맥 관리

(Context Management of Conversational Agent using Two-Stage Bayesian Network)

홍진혁[†] 조성배^{**}
(Jin-Hyuk Hong) (Sung-Bae Cho)

요약 대화형 에이전트는 언어를 이용하여 사용자에게 적절한 정보를 제공하고 대화의 문맥을 유지하는 시스템이다. 대화형 에이전트를 더욱 현실적으로 만들기 위해서는 사용자 질의에 대한 분석과 모델링 과정이 필수적이며, 베이지안 네트워크가 이를 위한 대표적인 방법 중 하나이다. 보통 대상영역을 위한 네트워크는 매우 복잡하고 이해하기가 어렵기 때문에 네트워크를 구성하는 변수들을 분리함으로써 대화형 에이전트를 보다 쉽게 설계할 수 있다. 본 논문에서는 대화형 에이전트의 질의 분석모듈을 2단계 베이지안 네트워크로 구성하여, 설계를 보다 용이하게 하였고 문형을 고려한 세부적인 질의분석을 가능하도록 하였다. 웹 페이지를 소개하는 에이전트에 적용하여 제안한 대화형 에이전트 구조의 유용성을 보였다.

키워드 : 대화형 에이전트, 베이지안 네트워크, 문맥 관리

Abstract Conversational agent is a system that provides users with proper information and maintains the context of dialogue on the natural language. Analyzing and modeling process of user's query is essential to make it more realistic, for which Bayesian network is a promising technique. When experts design the network for a domain, the network is usually very complicated and is hard to be understood. The separation of variables in the domain reduces the size of networks and makes it easy to design the conversational agent. Composing Bayesian network as two stages, we aim to design conversational agent easily and analyze user's query in detail. Also, previous information of dialogue makes it possible to maintain the context of conversation. Actually implementing it for a guide of web pages, we can confirm the usefulness of the proposed architecture for conversational agent.

Key words : conversational agent, Bayesian network, context management

1. 서론

정보화 시대에서 사용자는 원하는 정보를 얻기 위해서 정보 제공자가 사용하는 방법과 프로토콜을 배워야 한다. 이런 방법과 프로토콜은 통일되어 있지 않은 경우가 많기 때문에 사용자는 일일이 정보 수집 방법에 익숙해져야만 한다[1]. 이러한 어려움에 대해서 대화는 정보를 교환하고 개체의 의도를 파악하기에 매우 유용한 수단으로 알려져 있다[2]. 따라서 대화를 이용한 정보

제공 에이전트의 연구가 활발히 이루어지고 있다. 대화형 에이전트는 기존의 키워드나 메뉴 등의 방식과는 달리 자연어를 기반으로 하기 때문에 사용자에게 친숙한 인터페이스를 제공한다[3]. 사용자의 질의를 해석하기 위해서 대화형 에이전트는 입력 질의를 분석하고 사용자의 의도를 추론하여야 한다. 질의를 해석하고 사용자의 의도를 분석하는 많은 기술이 있으며, 베이지안 네트워크도 그 중 하나의 방법이다[4,5].

대상영역의 설계가 복잡하고 많은 변수가 섞여서 사용된다면 대화형 에이전트를 위한 네트워크를 설계하는 것이 복잡해지며 결국 사용자의 의도를 추론하는 것은 매우 어려워진다. 또한 실세계 대화에서는 대화 내용의 생략이 빈번히 발생하기 때문에 이에 대한 처리도 필요하다. 본 논문에서는 베이지안 네트워크를 2단계로 구성

· 이 연구는 과학기술부가 지원하는 뇌과학연구 프로그램에 의하여 지원 받은 것임

† 학생회원 : 연세대학교 컴퓨터과학과
hjinh@candy.yonsei.ac.kr

** 중신회원 : 연세대학교 컴퓨터산업공학부 교수
sbcho@cs.yonsei.ac.kr

논문접수 : 2003년 4월 2일

심사완료 : 2003년 10월 29일

하여 이전의 방법보다 쉽게 대상영역을 설계하고 보다 세부적인 사용자의 의도를 추론하고, 이전 대화 내용을 추론에 사용하여 대화의 문맥을 유지하는 대화형 에이전트의 구조를 제안한다.

2. 대화형 에이전트

대화형 에이전트는 자연 언어를 사용하여 사용자와 에이전트 사이에서 정보를 주고받는 시스템이다[6,7]. 대화를 통해서 사용자의 의도를 이해하고 적절한 행동을 취하여 사용자를 돕는다[4,8]. 매뉴나 키워드 등과 같이 컴퓨터나 사용자, 어느 한쪽에 의존적인 기존의 방법과는 달리 인간의 언어를 기반으로 하는 매체인 대화는 사용자와 에이전트 사이의 상호작용을 보다 풍부하게 하고 단순한 키워드보다 훨씬 복잡한 정보를 교환할 수 있게 한다. 따라서 대화형 에이전트는 보다 복잡한 시스템에서 효과적인 사용자 인터페이스가 된다[2,3]. 대화형 에이전트의 연구는 주로 사용자 질의를 분석하고 적절한 대답을 선택하는 분석 모듈의 개발에 초점이 맞추어 있으며, 표 1은 분석 모듈을 개발하는 일반적인 기술을 보여준다. 아래의 기술을 기반으로 웹 페이지를 소개하는 가이드[6], 프로그램의 사용법을 알려주는 도우미[4], 구매 가이드[3], 여행 가이드[9] 등의 분야에 대화형 에이전트가 적용되고 있다. 상업적인 제품으로는 NativeMinds 사의 Nicole(www.nativeminds.com), Artificial Life사의 SmartBot(www.artificial-life.com), Virtual Personalities 사의 Verbot(www.vperson.com) 등이 있다.

계획 기반 모델을 제외한 대부분의 방법은 대화형 에이전트를 설계하는 일반적인 기법이다. 그들은 단순한 대화의 유형들에 기초하여 설계되며, 그다지 어렵지 않게 구현이 가능하다. 모든 가능한 유형이 미리 정의되어 있고 이들 중에서 하나를 선택하는 정적인 처리과정이기 때문에 단순한 작업에 대해서는 이들의 설계가 매우 쉽고 성능도 상당히 뛰어나다. 하지만 대화를 분석하기 위한 동적인 처리과정이나 저장단계가 없기 때문에 문제를 해결하기 위해서 대화가 진전되거나 동적으로 주

제가 변하는 등과 같은 좀더 현실적인 대화를 처리할 수 없다. 시스템의 구조는 고정되어 있어 미리 정의되어 있지 않은 표현들에 대해서는 처리할 수 없을 정도로 대화가 제한되어 있다. 따라서 질의가 미리 정의되어 있지 않다는 이유로 질의 속에 포함되어 있는 중요한 정보가 무시되거나 문제 해결을 위해 필요한 부분적인 정보가 손실될 수 있다. 그리고 종종 정보 손실로 인해서 대화가 불필요하게 길어지거나 반복될 수 있다. 복잡한 질의를 분석하기 위해서는 데이터베이스의 크기가 커지며, 사용되는 정보나 표현들이 불필요하게 반복되고 대상영역이 복잡해지면 시스템의 성능도 저하된다.

계획 기반 모델은 다른 방법과는 다르게 사용자의 목적을 고려하고 그 목적을 이루기 위한 행동을 결정한다. 대화를 통해 표현되는 의도를 이해하기 위해서는 동적인 처리과정이 필요하다. 사용자로부터 얻어지는 각각의 질의로부터 부분적인 정보를 수집하고 에이전트는 계속적으로 사용자의 의도를 추측한다. 사람들 사이의 실제 대화와 같이 보이고 사용자의 의도를 추론하기 위해 대화를 유지하기 때문에 이전의 방법보다 좋은 성능을 얻을 수 있다. 하지만 이런 시스템을 구현하고 유지하려면 많은 비용이 든다.

본 논문에서는 대화형 에이전트를 보다 유연하고 자연스럽게 만들기 위해서 계획 기반 모델을 이용해 분석 모듈을 설계하였다. 특히 분석 모듈의 추론 엔진을 위해 베이지안 네트워크를 2단계로 구성함으로써 질의로부터 사용자 의도를 이해하기 위해 필요한 동적인 처리가 가능하였다.

3. 2 단계 베이지안 네트워크

3.1 베이지안 네트워크를 이용한 추론

대화형 에이전트의 적용 환경은 매우 불확실하다[10]. 보통 사용자들은 자신의 문제를 정확히 알고 있지 않으며 그 문제를 해결하기 위한 정확한 한 문장을 선택하지 못한다. 또한 대부분의 사용자는 대화가 진행되는 동안 그들의 의도를 추론하기 위한 모든 정보를 단 하나의 문장에 포함하지 않고, 사용자의 목적에 관한 부분적

표 1 분석 모듈의 개발 기술

기술	수행작업 예	기술난이도	
단순패턴매칭	웹검색엔진	단순질의응답	
제한대본기반모델	게임	단순한 선택을 통한 대화진행	
유한상태모델	장거리전화	상태전환을 통한 제한된 유연성	
프레임기반모델	열차정보검색	단순패턴매칭을 이용한 정보기입	
계획기반모델	부업디자인도우미	동적추세변화	

인 정보를 포함하는 일련의 질의들을 이용한다. 따라서 대화형 에이전트는 추론을 위한 정보를 대화에서 사용되는 질의들로부터 수집하고 입력 문장의 의미를 결정하여야 한다.

베이지안 확률 추론은 불충분한 정보를 가진 환경을 표현하고 추론하는 대표적인 기법들 중 하나이다. 그것은 어떤 사실이 관측되었을 경우 환경을 적절하게 표현하는 가설이 어떤 것인지 추론하며, 베이지안 네트워크는 환경을 표현하는 데 사용된다. 네트워크의 노드는 랜덤 변수를 표현하며 아크는 변수들간의 의존성을 표현한다[11,12]. 베이지안 네트워크의 추론을 사용하기 위해서, 네트워크의 구조가 먼저 설계되어야 하며, 각 노드의 결합확률분포도 결정되어야 한다. 보통 네트워크의 구조는 전문가에 의해서 설계되며, 확률분포는 전문가에 의해서 결정되거나 수집된 데이터로부터 얻어진다. 증거 변수들이 관측되면 각 노드의 확률값은 결합확률테이블과 독립성 가정에 기초한 베이지안 추론 알고리즘에 의해서 과도한 연산과정 없이 계산된다. 그림 1의 x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 는 주어진 도메인의 랜덤변수들이다. $P(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)$ 는 그들의 결합확률 분포인데, 변수들의 독립성 가정과 체인룰을 이용하여 다음과 같이 구할 수 있다[12].

$$P(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) = P(x_1)P(x_2)P(x_3|x_1, x_2)P(x_4|x_2)P(x_5|x_3)$$

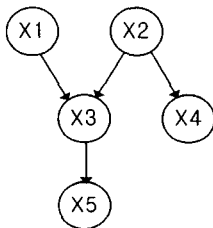


그림 1 간단한 베이지안 네트워크 구조의 예

3.2 2단계 베이지안 네트워크 구조

사용자 질의는 크게 두 가지 정보인 주제와 문형으로 구성되어 있다[6]. 일반적으로 주제는 질의에 사용되는 단어들과 연관이 있으며, 문형은 사용되는 단어들의 순서와 몇몇 주요 단어들과 연관이 있다. 본 논문에서 질의에 사용되는 단어와 문형을 베이지안 네트워크의 추론을 위한 증거변수로 사용하였다. 에이전트를 설계할 때, 단어와 문형을 증거변수로 이용하는 하나의 베이지안 네트워크를 이용한다면 네트워크는 매우 복잡해진다. 따라서 이들 증거변수를 분리하여 베이지안 네트워크를 두 단계로 구성함으로써, 질의 분석의 수준을 높이고 복잡한 영역에서 네트워크를 설계할 때 발생하는 복잡성을 피하였다. 그림 2는 네트워크를 분할 설계할 때 네트워크가 간소해지는 것을 보여주며 그림 3은 제안하는 대화형 에이전트의 전체적인 구조를 보여준다.

제안하는 시스템은 BN(Bayesian network) 토픽 선택기와 BN 대답 선택기인 두 단계의 베이지안 네트워크와 문형을 추출하기 위한 SPE(Sentence pattern extractor)로 구성되어 있다. 사용자가 대화형 에이전트에 질의를 입력하면 설계자로부터 미리 정의된 키워드를 추출하기 위해 전처리 모듈이 동작하고, 추출된 키워드를 가지고 BN 토픽 선택기가 질의의 주제를 추론하기 위해 실행된다. 일단 주제가 선택되면 그 주제에 해당하는 BN 대답 선택기가 동작하여 SPE로부터 얻어진 문형에 가장 적절한 대답을 선택한다. 결국 BN 대답 선택기는 질의의 주제와 문형에 가장 적합한 대답을 선택한다.

3.2.1 BN 주제 선택기

이 단계에서는 BN 주제 선택기가 사용자 질의의 주제를 추론한다. 대상영역을 역할에 따라서 계층적으로 키워드, 상위토픽, 하위토픽의 3단계 주제들로 나눈다. 키

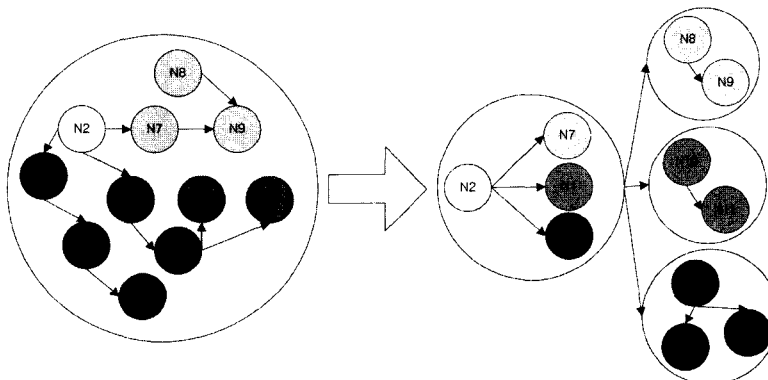


그림 2 네트워크 분할을 통한 간소화

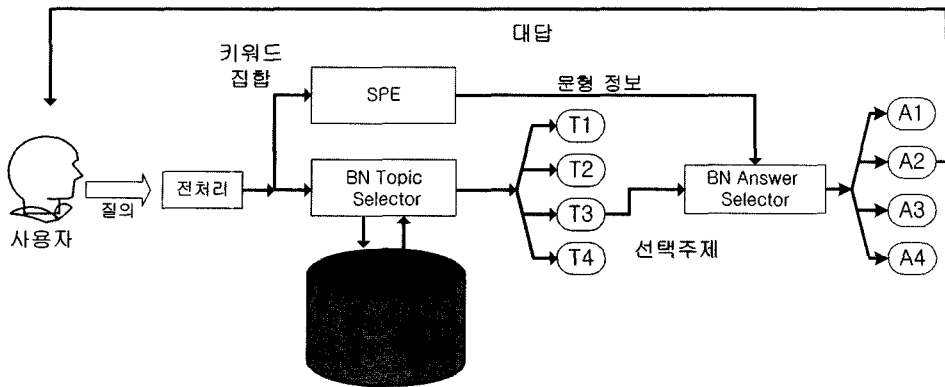


그림 3 제안하는 대화형 에이전트 시스템

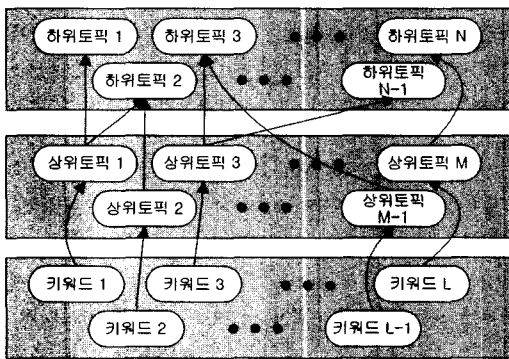


그림 4 BN 주제 선택기의 계층적 주제 설계

워드층은 대상영역에서 사용되는 키워드들로 구성하고 상위토픽층은 대상영역에 존재하는 개체나 속성들로 구성한다. 각 개체의 특정 속성이 결정되었을 경우의 상태를 하위토픽층으로 구성하였다. 그림 4는 BN 주제 선택기가 계층적으로 대상영역을 설계하는 모습을 보여준다.

계층적 모델링은 사용자의 세부적인 의도를 이해하기 위해 대화를 진행하는데 도움을 준다[13]. 사용자와 대화형 에이전트 사이의 공유되는 지식의 범위를 최소한의 주제 단위로 한정하여 질의를 통해 나타나는 사용자의 의도를 명확하게 분류한다. 에이전트는 대화에서 주제가 변할 때, 각 계층에서의 불확실성을 최소화한다 [13,14]. 한번에 사용자의 의도를 추론하여 발생하는 오류를 피하고 계층적으로 추론을 진행하여 추론에서의 불확실성을 줄여나간다[9,10]. 게다가 대상영역의 네트워크를 설계할 때, 대상영역을 쉽게 이해하도록 한다.

입력 질의에서 어떤 키워드가 포함되어 있으면 그 키워드들을 BN 주제 선택기의 추론을 위한 증거변수로

사용한다. 추론이 끝나면 가장 확률값이 높은 하위토픽이 구해지고 그 확률값이 미리 정해진 특정 임계치를 넘는다면 입력 질의의 주제로 선택된다. 그림 5는 BN 주제 선택기의 추론 과정을 보여준다.

보통 사람들은 자신의 의도를 단 한 번의 질의로 표현하지 않고 대화에서 이전에 말한 주제를 바탕으로 질의를 던진다[15,16]. 각 문장은 사용자 의도의 부분적인 정보를 가지고 있기 때문에 하나의 질의에 대한 분석만으로는 전체 의도를 파악하기에 충분치 않다. 대화 전체를 통해 정보를 축적하므로 사용자 의도를 파악할 수 있는 충분한 정보를 얻을 수 있다. 이렇게 대화 전반에 걸쳐 사용자의 정보를 수집하기 위해서는 대화의 문맥을 유지해야 하며 이를 위해 에이전트는 동적 지식 구조가 필요하다. 전통적인 대화의 문맥을 유지하는 모델로는 Grosz와 Sidner가 제안한 주목구조(Attentional structure)가 있다[17]. 이 모델에서는 사용자의 의도를 반영하는 초점스택이 팝(Pop)되거나 푸시(Push)되어 대화의 문맥을 유지하도록 돕는다. 여기에서의 대화의 문맥은 주로 앞서 언급된 말을 가리키는 단어의 적절한 해석을 가리킨다. 하지만 이러한 초점스택의 설계가 쉽지 않으며 팝이나 푸시를 위한 정확한 정보가 수집되지 않으면 성능이 떨어진다. 본 논문에서는 기존의 전방 조응적 단어처리를 통한 대화의 문맥 유지문제가 아닌 대화의 주제 연결을 통한 문맥 유지문제를 해결하기 위해 베이저안 네트워크 체인을 동적 지식 구조로 이용하였다. 이는 앞서 언급한 것과 같이, 간단하고 짧은 대화에서 빈번히 발생하는 대화 내용생략, 이전 대화지식 사용 등의 어려움을 처리하기 위한 것이다. 베이저안 네트워크 체인은 이전 단계의 베이저안 네트워크의 노드의 확률값을 현재 입력 질의의 추론 시 가중치를 두어 사용

■대상 영역 :

키워드 집합 $K = \{k1, \dots, ko\}$
 상위주제 집합 $TT = \{tt1, \dots, ttm\}$: 개체 및 속성 (예: 연구실, 이름, 위치 등)
 하위주제 집합 $ST = \{st1, \dots, stm\}$: 속성값을 가진 개체 (예: 연구실의 이름 등)

■추론 알고리즘

단계 1 : 사용자 질의에 포함된 키워드 노드의 확률값을 1로, 포함되지 않은 것을 0으로 설정
 단계 2 : 베이지안 추론 알고리즘 실행, 각 노드의 확률값 계산

1) 상위주제 노드 확률값 계산
 증거변수 : 사용자 질의에 포함된 키워드
 목적변수 : 상위주제 집합

$$P(tt_i | pa(tt_i)) = \prod_{j=1}^m P(tt_i | s_k), \text{ where } i = 1 \text{ to } l, s_k \text{ is the parent of } tt_i$$

2) 하위주제 노드 확률값 계산
 증거변수 : 상위주제 집합
 목적변수 : 하위주제 집합

$$P(st_i | pa(st_i)) = \prod_{j=1}^l P(st_i | tt_j), \text{ where } i=1 \text{ to } m, tt_j \text{ is the parent of } st_i$$

단계 3 : 임계값1을 넘는 가장 높은 하위노드 검색 및 주제로 선택,
 선택되는 하위노드가 없다면 단계 5로 이동
 단계 4 : 사용자 질의의 주제 선택 & BN 주제 선택기 동작 종료
 단계 5 : 임계값2를 넘는 상위노드 검색,
 선택되는 상위노드가 없다면 답변 포기 & BN 주제 선택기 동작 종료
 단계 6 : 부가적인 정보를 수집하기 위해 해당 상위노드를 위한 답변 제시

그림 5 BN 주제 선택기의 추론 과정

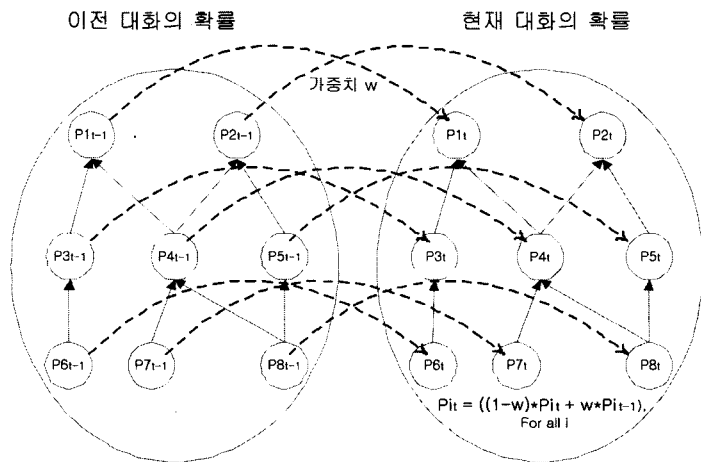


그림 6 베이지안 네트워크 체인에서의 문맥 유지

하는 것이다. BN 주제 선택기가 주제를 추론할 때, 이전 질의에 대한 베이지안 네트워크를 고려하였다. 이전 베이지안 네트워크의 노드의 확률값에 가중치를 주고 현재 베이지안 네트워크의 노드에 더하여 이전 대화 정보가 현재 추론에 영향을 주도록 구성하였다. 따라서 전통적인 규칙에 의존한 방법보다 보다 유연하게 동작할 수 있다. 본 논문에서는 에이전트와의 대화 실험을 수행

하여 최적의 가중치를 계산하였으며, 이전 값에는 0.3, 현재 값에는 0.7로 사용하였다. 그림 6은 베이지안 네트워크 체인에 기반한 주제의 추론 모습을 보여준다.

3.2.2 BN 대답 선택기

일단 주제가 선택되면 선택된 주제에 대응하는 BN 대답 선택기가 입력 질의의 문형에 적절한 대답을 선택하기 위해 동작한다. BN 대답 선택기는 추론의 증거변

표 2 문형 유형

질의 분류	문형
질문형	Can, Who, WhatIf, Method, Location, Reason, Should, Time, Description, Fact
평서형	Message, Act, Is, Have, Want, Fact

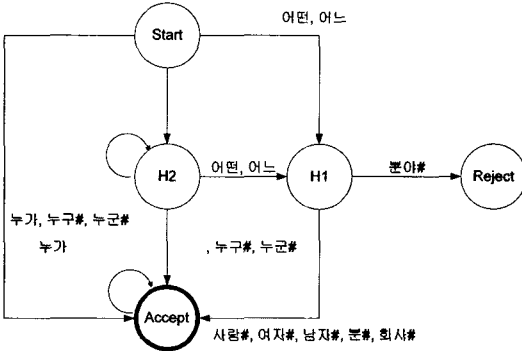


그림 7 "Who" 질문형 분류 오토메타

수로 입력 질의의 문형과 세부 키워드를 이용한다. 본 논문에서는 문형을 추출하는 SPE를 오토메타를 이용하여 구성하였다. 사용한 문형의 종류는 표 2에서 보여준다. 이 논문에서는 각 문형을 규정하는 일련의 키워드 리스트와 이들의 순서정보를 이용하여 오토메타를 구성함으로써 분류를 수행한다. 그림 7은 질문형 중 하나인 "Who"에 대한 한글문형을 분류하는 오토메타를 보여준다. 한글은 어미가 많은 형태로 변하는 특성을 지니므로 이를 고려하여 어미부분의 변화를 포용하도록 오토메타를 구성하였다. 그림 7에서 "누구#"는 "누구의", "누구에

게", "누구를" 등의 패턴을 표현한다[6].

이렇게 추출된 문형을 사용하여 BN 대답 선택기는 적절한 대답을 선택한다. 각각의 BN 대답 선택기는 문형과 세부적인 키워드에 기반한 대답 집합을 가지고 있다. 여기서 세부적인 키워드란 BN 주제 선택기에서 사용된 키워드와는 다른 좀더 상세한 주제 선택을 위해서 사용되었다. 즉 BN 주제 선택기에서 일차적으로 주제를 선택한 후에 BN 대답 선택기에서는 문형을 고려하여 필요한 경우 세부적인 키워드를 이용하여 질의의 주제를 좀더 상세화하였다. 예를 들어 사용자가 "연구실 이름이 참 좋습니다"라고 입력하였을 경우, BN 주제 선택기에서 "연구실 이름"을 입력 질의의 주제로 선택하여 그림 8의 구조를 가지는 BN 대답 선택기가 동작한다. SPE는 문형을 전언-평서형으로 추출하며, BN 대답 선택기에서는 전언-평서형 노드의 확률값은 1로, 나머지는 0으로 설정하고, 입력 질의에 포함된 세부적인 키워드 노드의 확률값을 1로 설정한다. 추론과정을 거쳐 A3 대답이 사용자에게 제공된다.

4. 대화 예

입력 질의는 크게 세 가지 유형으로 구분될 수 있다: 1) 충분한 정보 제공형, 2) 이전 대화 정보 사용형, 3) 정보 불충분형. 보통 대화에서 정보의 생략이 빈번히 발생하고 화자는 배경 지식을 이용하기 때문이다. 제안하는 대화형 에이전트는 위의 세 가지 유형의 질의를 처리할 수 있다.

4.1 충분한 정보 제공형

사용자 질의에 의도를 파악하기 충분한 정보가 포함

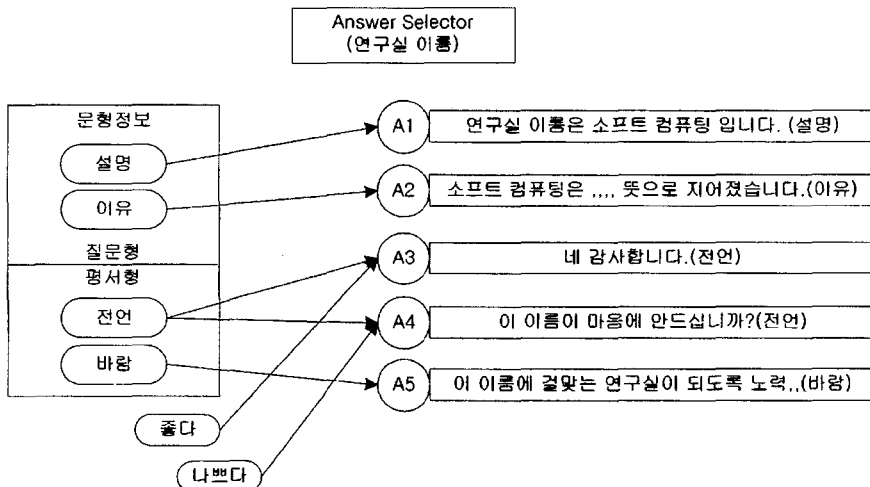


그림 8 "연구실 이름"에 대한 BN 대답 선택기

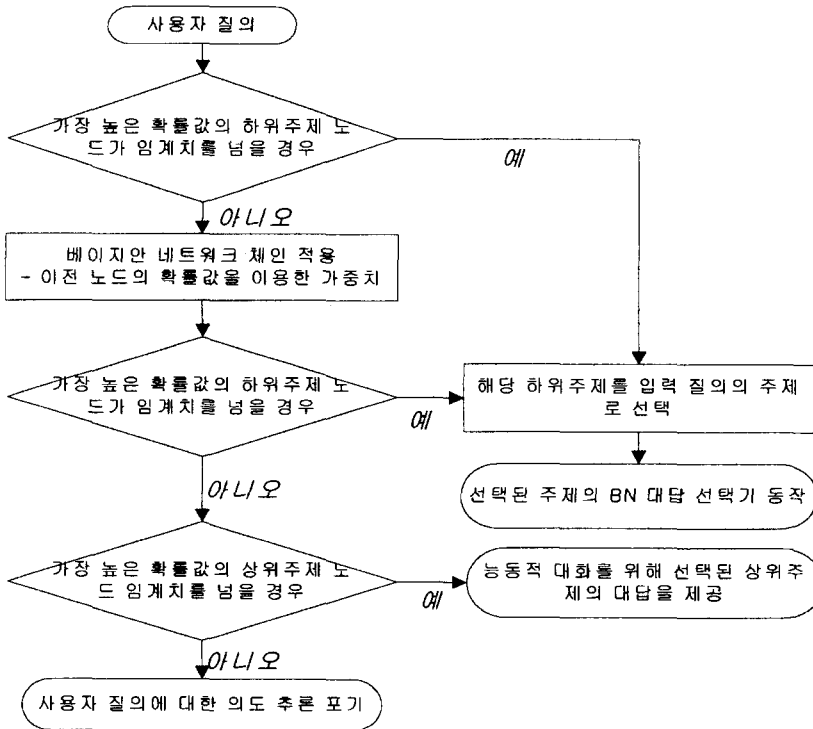


그림 9 사용자 질의 분석

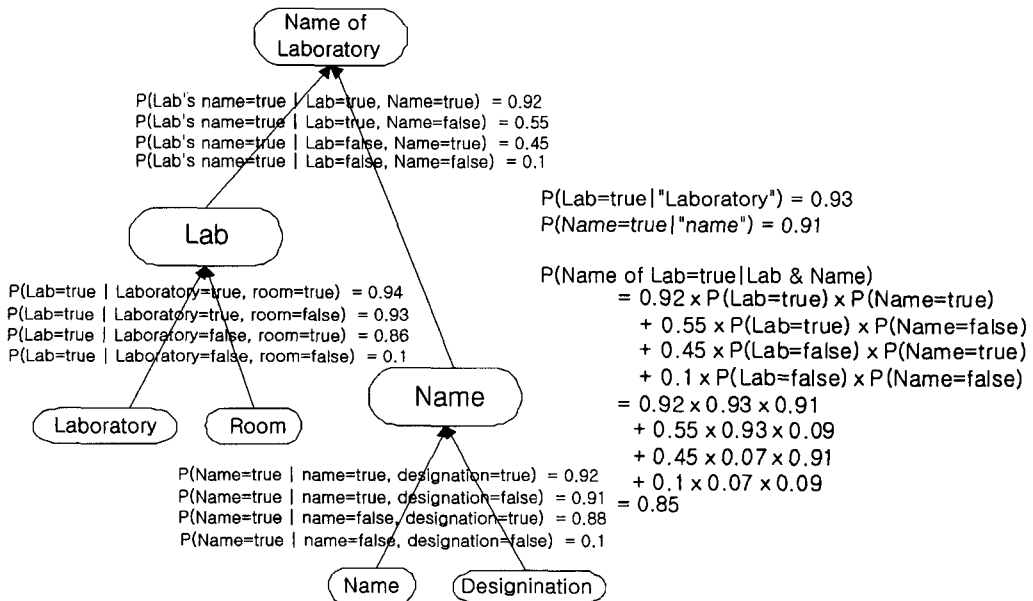


그림 10 "연구실 이름"의 추론을 위한 단순한 베이저안 네트워크

되어 있다면 에이전트는 추론 과정을 통해 적절한 대답을 제공한다. 대화 1은 충분한 정보 제공형의 예이다.

사용자 : 실험실 이름이 무엇인가요?
 키워드 (이름, 실험실)
 BN 주제 선택기 (하위주제:연구실 이름)
 문형 (질문형, Whatif)
 BN 대답 선택기 (연구실 이름에 대한 질문)
 ChatBot : 연구실 이름은 소프트웨어컴퓨팅입니다.

대화 1 충분한 정보 제공형

전처리 과정에서 “연구실”과 “이름”이 추출되고 BN 주제 선택기의 입력으로 들어간다. BN 주제 선택기는 입력된 키워드를 증거로 하여 질의에 가장 적합한 주제를 선택한다. 그림 10은 “연구실 이름”이 주제로 선택되는 과정을 보여주는 베이지안 네트워크의 모습이다. 먼저 질의에 포함된 키워드에 대한 키워드 노드의 확률값을 1로 설정하고 포함되지 않은 키워드들에 대해서는 확률값을 0으로 설정한다. 베이지안 추론 알고리즘으로 추론 과정을 거치면 “이름”, “연구실”의 상위노드의 확률값은 각각 0.91, 0.93이 된다. 그리고 하위노드인 “연구실 이름”의 확률값은 0.85로서 미리 정의된 임계치값인 0.75를 넘게 되어 사용자 질의의 주제로 선택된다. 다른 하위노드들은 임계치를 넘지 못하기 때문에 주제로 선택되지 않는다. 만약에 하나 이상의 하위노드가 선택된다면 가장 높은 확률값을 갖는 것이 질의의 주제로 선택된다. 위의 예제에서 “연구실 이름”이 질의의 주제로 선택되었기 때문에 그에 대응하는 BN 대답 선택기가 동작한다. SPE로부터 얻어진 WhatIf 질문형을 가지고 에이전트는 사용자가 연구실 이름에 대해서 알고 싶어한다는 것을 파악할 수 있으며 그에 대한 대답을 제공한다.

일반적으로 질의의 주제가 같더라도 문형이 다르기 때문에 실제적인 질의의 의미는 다를 수 있다. 대화 2는 그런 경우를 보여준다.

사용자 : 연구실 이름이 무엇인가요?
 키워드 (연구실, 이름)
 BN 주제 선택기 (하위주제: 연구실 이름)
 문형 (질문형, Whatif)
 BN 대답 선택기 (연구실 이름에 대한 질문)
 ChatBot : 연구실 이름은 소프트웨어 컴퓨팅입니다.

사용자 : 연구실 이름이 몇집입니다.
 키워드 (연구실, 이름)
 BN 주제 선택기 (하위주제: 연구실 이름)
 문형 (평서형, Is)
 세부 키워드 (몇집이다)
 BN 대답 선택기 (연구실 이름에 대한 칭찬)
 ChatBot : 감사합니다.

대화 2 문형에 따른 상세한 사용자 의도 파악

4.2 이전 대화 정보 사용형: 대화의 문맥 유지

사람과 에이전트 사이의 대화에서 사용자는 종종 대화의 주제를 바꾸는 데 에이전트는 주제가 바뀌는 가운데 문맥을 유지하여 대화할 수 있어야 한다[16]. 대부분 주제가 변경될 때에는 이전 대화를 기초로 하기 때문에 이전 대화의 내용은 현재 대화를 분석하는데 필요한 정보를 제공할 수 있다. 대화 3은 이전 대화 정보 사용형에 대한 예이다.

사용자 : 교수님 연락처는 어떻게 됩니까?
 키워드 (교수님, 연락처)
 BN 주제 선택기 (하위주제: 교수님 연락처)
 문형 (질문형, Whatif)
 BN 대답 선택기 (교수님 연락처에 대한 질문)
 ChatBot : 교수님 연락처는 2123-2720 입니다.
 사용자 : 그럼 당신은 어떻게 되나요?
 키워드 (당신)
 BN 체인 : (교수님, 연락처)
 BN 주제 선택기 (하위주제: 에이전트 연락처)
 문형 (질문형, Whatif)
 BN 대답 선택기 (에이전트의 연락처에 대한 질문)
 ChatBot : 죄송합니다. 저는 연락처가 없어요.
 사용자 : 음, 그럼 이메일은 어떻게 되나요?
 키워드 (이메일)
 BN 체인 : (에이전트, 연락처)
 BN 주제 선택기 (하위주제: 에이전트 이메일)
 문형 (질문형, Whatif)
 BN 대답 선택기 (에이전트의 이메일에 대한 질문)
 ChatBot : 제 이메일은 chatbot@candy.yonsei.ac.kr 입니다.

대화 3 이전 대화 정보 사용형

4.3 정보 불충분형: 능동적 대화

많은 경우 사용자는 자신의 배경 지식을 이용하여 대화를 진행하기 때문에 사용자 의도를 추론하기에 충분한 정보가 질의에 포함되지 않을 수 있다. 이는 사용자와 에이전트 사이에 지식 구조가 다르기 때문이다. 따라서 에이전트는 사용자 질의의 주제를 대략적으로 추론한 후에 추가로 추론에 필요한 정보를 수집하여야 한다. 에이전트는 이전 추가적인 정보를 사용자에게 질의를 던짐으로 획득할 수 있다. 이 때 에이전트는 대략적으로 추론된 상위주제에 기반하여 사용자에게 질문을 한다. 대화 4는 대화형 에이전트의 능동적인 대화의 예를 보여준다.

사용자 : 연락처는 어떻게 됩니까?
 키워드 (연락처)

BN 주제 선택기 (상위주제: 연락처)
 추론에 불충분한 정보
 ChatBot : 누구 연락처를 말씀하시는 건가요? 연구실요, 아니면 교수님?
 사용자 : 교수님입니다.
 키워드 (교수님)
 BN 주제 선택기
 추가 정보 사용
 (하위주제: 교수님 연락처)
 문형 (질문형, Whatif)
 BN 대답 선택기
 (교수님 연락처에 대한 질문)
 ChatBot : 교수님 연락처는 2123-2720 입니다.

대화 4 정보 불충분형

5. 실험 및 결과

본 논문에서 제안하는 대화형 에이전트의 성능을 평가하기 위해 다음의 과제를 해결하기 위한 실험을 수행하였다. 과제는 총 3가지로 단일 정보 획득, 복수 정보 획득 문제로 구성되었다. 이 때, 사용자에게는 특별히 최대한 어휘의 사용을 제한하도록 하여 간결한 문장만을 입력하도록 하였다. 이는 웹 페이지 소개에서 발생하는 대화를 구현하고자 하기 때문에 사용자가 간단한 입력으로 정보를 얻어내려 한다는 것을 가정한 것이다. 실험은 총 8명을 대상으로 실시하였으며 평가항목으로는 정보를 얻기까지 필요한 키워드 수, 입력 문장 수와 사용자의 에이전트에 대한 평가를 사용하였다.

과제번호	과제내용	최소필요 키워드
과제 1	연구실 위치에 대해서 알아내시오.	2
과제 2	연구실 전화번호와 교수님 전화번호를 알아내시오.	3
과제 3	대화형 에이전트에 대해서 나이, 제작자, 이름을 알아내시오.	4

표 3에서 볼 수 있듯이, 모든 과제에서 사용자는 적은 수의 키워드만을 입력하였고 적은 수의 문장을 입력하여 해당 과제를 해결할 수 있었다. 또한 사용자가 에이전트에 대해서는 평균 3.95점을 부여하였고 쉽게 원하는 정보를 얻어낼 수 있었다. 사용자 평가에서 점수를 잃은

표 3 실험 결과

평가 항목	과제 1	과제 2	과제 3
평균 입력 키워드 수	2.125	3.375	4.125
평균 입력 문장 수	1.375	2.25	4.125
평균 사용자 평가값 (0~5)	3.75	4.125	4

표 4 문형 발생 빈도

	과제 1	과제 2	과제 3
충분한 정보 제공형	7	9	9
이전 대화 정보 사용형 (대화의 문맥 유지)		3	8
정보 불충분형 (능동적 대화)	1	3	7

부분은 사전에 정의된 키워드와 스크립트의 한계로 인한 부분이었으며, 이는 대화형 에이전트의 데이터베이스의 확장으로 해결되는 부분이다.

표 4는 실험에서의 대화를 분석하여 본 논문에서 구분한 대화의 유형의 발생 빈도를 확인하여 본 것이다. 간단한 과제임에도 불구하고 이전 대화 정보 사용형, 정보 불충분형의 대화 유형이 빈번히 발생함을 확인할 수 있었다. 과제가 짧은 대화로 해결될 수 있었던 만큼, 대화가 길어지게 된다면 이전 대화정보 사용형과 정보 불충분형 대화의 발생이 더 많아질 수 있다. 제안하는 대화형 에이전트는 이들 유형을 해결하여 사용자가 모든 과제를 제대로 수행하도록 대화를 진행할 수 있었다.

6. 결론

대화는 정보를 교환하는 가장 대표적인 방법 중 하나이며, 문장을 통해 사람은 자신의 지식과 목적을 표현한다. 하지만 많은 때, 대화의 표현에는 많은 가변적 요소가 있으며 사용자마다 표현하는 양식이 조금씩 다르기 때문에 각 문장은 함축, 생략, 배경지식 이용 등의 다양한 불확실성이 존재한다. 단순 매칭과 같은 기존의 기법들은 이러한 유형의 문장을 처리하기에 한계가 있으며, 대상 영역이 커지거나 복잡해지면 각 패턴이나 네트워크의 설계가 매우 어려워진다는 단점이 있다.

본 논문에서는 이 단계 베이지안 네트워크를 이용하여 대상 영역을 모델링하여 입력 질의로부터 사용자의 의도를 추론하는 대화형 에이전트의 구조를 제안하였다. 이 구조를 이용하면 대화형 에이전트의 대화 능력이 더 유연해지고 에이전트가 사용자의 세부적인 의도를 파악하도록 추론한다. 게다가, 네트워크를 분리함으로 설계가 단순해지고 설계자가 직관적으로 대상 영역을 이해할 수 있도록 돕는다.

일반적인 대화를 세 가지 유형으로 구분하여 대화형 에이전트가 대화를 진행함에 있어서 좀 더 능동적이 되도록 하였다. 추론을 위한 정보가 불충분할 경우, 대략적으로 사용자의 의도를 추론하여 필요한 정보를 요구하도록 사용자에게 질의를 던지게 하였다. 또한 문형을 이용하여 대답의 유형을 좀 더 질의의 유형에 적합하게 선택하였고 베이지안 네트워크 체인을 이용하여 대화의

문맥을 적절하게 유지하였다. 대응어나 하위 대화, 배경 지식 등을 처리하는 일반적인 대화처리 모델은 그 설계와 구현이 매우 어렵기 때문에 본 논문에서는 웹 기반의 정보제공 에이전트를 응용 영역으로 설정하고 세부적인 대화 파악, 문맥 유지를 목표로 하였다. 비록 실제 세계에서 발생하는 모든 대화 유형을 처리하기에는 아직 한계가 있지만 웹 기반의 정보제공 에이전트에의 적용의 유용성은 제시된 대화 예와 실험을 통해 확인하였다. 향후에는 대응어, 하위 대화, 배경지식 처리를 추가하여 보다 일반적인 대화를 수행하는 대화형 에이전트를 제안하고자 한다.

대상 영역을 분석하고 네트워크를 설계하는 것은 대화형 에이전트를 설계하는 데에 필수적 단계이다. 이들은 설계자의 수작업에 의존적이기 때문에 매우 고가의 작업이다. 대상 영역이 변경되면 네트워크도 달라져야 한다. 따라서 상위 계층의 네트워크는 설계자가 설계를 하고 세부적인 네트워크는 자동으로 구축하는 네트워크 자동화 연구는 향후에 진행하고자 한다.

참 고 문 헌

- [1] Y. Yang, L. Chien and L. Lee, "Speaker intention modeling for large vocabulary mandarin spoken dialogues," Proceedings of the 4th Int. Conf. on Spoken Language, pp.713~716, 1996.
- [2] J. Allen, D. Byron, M. Dzikovska, G. Ferguson, L. Galescu and A. Stent, "Towards conversational human-computer interaction," AI Magazine, 22(4), pp.27~37, 2001.
- [3] J. Chai, V. Horvath, N. Nicolov, M. Budzikowska, N. Kambhatla, and W. Zadrozny, "Natural language sales assistant-A web-based dialog system for online sales," Proceedings of 13th Annual Conf. on Innovative Applications of Artificial Intelligence, pp.19~26, 2001.
- [4] E. Horvitz, J. Breese, D. Heckerman, D. Hovel and K. Rommelse, "The lumiere project: Bayesian user modeling for inferring the goals and needs of software users," Proceedings of the 14th Conf. on Uncertainty in Artificial Intelligence, pp.256~265, 1998.
- [5] D. Albrecht, I. Zukerman, A. Nicholcon and A. Bud, "Towards a Bayesian model for keyhole plan recognition in large domains," Proceedings of the 6th Int. Conf. on User Modeling, pp.365~376, 1997.
- [6] S.I. Lee and S.B. Cho, "An intelligent agent with structured pattern matching for a virtual representative," Proceedings of Asia-Pacific Conf. on Intelligent Agent Technology, pp.409~411, 2001.
- [7] S. Macskassy and S. Stevenson, "A conversational agent," Master Essay, Rutgers University, 1996.
- [8] D. Heckerman and E. Horvitz, "Inferring informational goals from free-text queries: A Bayesian approach," Proceedings of 14th Conf. on Uncertainty in Artificial Intelligence, pp.230~237, 1998.
- [9] G. Ferguson, J. Allen and B. Miller, "TRAINS-95: Towards a mixed-initiative planning assistant," Proceedings of the 3rd Conf. on Artificial Intelligence Planning Systems, pp.70~77, 1996.
- [10] T. Paek and E. Horvitz, "Conversation as action under uncertainty," Proceedings of the 16th Conf. on Uncertainty in Artificial Intelligence, pp.455~464, 2000.
- [11] E. Charniak, "Bayesian networks without tears," AIMagazine, 12(4), pp.50~63, 1991.
- [12] T. Stephenson, "An introduction to Bayesian network theory and usage," IDIAP-RR00-03, 2000.
- [13] E. Horvitz and T. Paek, "A computational architecture for conversation," Proceedings of the 7th Int. Conf. on User Modeling, pp. 201~210, 1999.
- [14] J. Allen, G. Ferguson and A. Stent, "An architecture for more realistic conversational systems," Proceedings of Intelligent User Interfaces, pp.1~8, 2001.
- [15] J. Allen, "Mixed initiative interaction," Proceedings of IEEE Intelligent Systems, pp.14~23, 1999.
- [16] X. Wu, F. Zheng and M. Xu, "TOPIC Forest: A plan-based dialog management structure," Int. Conf. on Acoustics, Speech and Signal Processing, pp.617~620, 2001.
- [17] B. Grosz and C. Sidner, "Attention, intention, and the structure of discourse," Computational Linguistics, 12(3), pp.175~204, 1986.

홍진혁

2002년 연세대학교 기계전자공학부 정보 산업전공 졸업. 2002년~현재 연세대학교 컴퓨터과학과 석사과정. 관심분야는 지능형 에이전트, 인공지능, 패턴인식

조성배

1988년 연세대학교 전산과학과(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 컴퓨터과학과 정교수. 관심분야는 신경망, 패턴인식, 지능정보처리