

# 텔레매틱스에서 베이지안 네트워크를 이용한 대화 관리 시스템

Spoken Dialogue Management System using Bayesian Network in Telematics

유제만  
(광운대학교, 석사과정)

차명호  
(광운대학교, 석사과정)

최기호  
(광운대학교, 교수)

Key Words : 대화 관리 시스템, 베이지안 네트워크, 영역체인

## 목 차

- I. 서론
- II. 관련 연구
- III. 대화 관리 시스템
  - 1. 시스템 구성
  - 2. 베이지안 네트워크의 구성
- 3. 영역 체인 구성
- IV. 실험 및 결과
- V. 결론
- 참고문헌

## I. 서론

인간이 사용할 수 있는 음성 대화는 가장 편리한 인터페이스 중에 하나이다. 최근 음성인식 기술의 발달과 중요성 등으로 인해 다양한 범위로 응용범위가 확대되고 있다. 이러한 분야 중에 최근에 대두되고 있는 분야가 텔레매틱스 분야이다. 지능형 자동차 기술의 급격한 발달로 점차 차량 환경에서 인간과 컴퓨터간의 상호작용을 필요로 하는 음성 인터페이스의 대화 관리 시스템의 중요성이 나날이 증가하고 있다.

대화 관리 시스템은 차량 내에서 운전자가 운전을 하는 도중에 차량 인터페이스 제어를 위해 한눈을 파는 사이 교통사고의 위험에 드러나기 때문에 안전운행을 위한 수단으로서 필요성이 제기된다. 하지만 대화 관리 시스템의 사용과 역할에 있어 이에 대한 충분한 연구가 행해지지 않고 있다.

본 연구에서는 대화 관리 시스템의 효율적이고 체계적 설계를 통해 운전자에게 보다 편안하고 안전한 운전 환경을 제공하는 것을 목적으로 하고 있다. 이를 위해 발화 정보에 대해 베이지안 네트워크와 영역체인을 사용하여 차량 내에서 대화를 통한 차량에 대한 제어와 노선안내, 교통정보를 알려주는 시스템을 위한 사용자와의 대화 처리 방법을 제안하고 구현하였다. 실험 결과 평균 92.5%의 성공률을 보임으로써 제안된 시스템의 유용성을 보였다.

## II. 관련 연구

대화 관리 시스템은 사용자와 컴퓨터간의 대화 처리를 위한 시스템에서 중추적인 역할을 하는 부분으로 사용자의 음성을 받아 의도를 추출하고 사용자에게 필요한 정보를 제공하기 위해 외부 지식 자원들을 연결하여 시스템 발화를 생성하는 전

반적인 대화 흐름을 제어하는 부분이다.

대화 관리 시스템은 발화된 사용자의 의도를 파악하고 이에 대한 적절한 행위를 할 수 있어야 한다. 또한 사용자의 대화 흐름 안에서 생략 현상으로 인해 발생하는 발화 정보 부족 현상에 대해서도 이전 대화의 흐름을 관리함으로써 자연스러운 상호작용을 할 수 있어야 한다.

이러한 대화 관리 시스템의 대부분은 유한 상태 기반 방식(Finite State-Based Model)을 바탕으로 개발되었다[1]. 현재 대화 상태를 특정 상태로 사상을 하여 그 상태에서 적절한 대화 진행을 하고 다음 상태를 예측하는 방식이다. 이것은 실제로 고정된 상태 전이 모델 위에서 대화를 진행하기 때문에 특정 도메인의 목적에 맞는 상태 전이 네트워크를 디자인하여 빠른 대화 관리 시스템을 구축할 수 있다. 이 모델은 전형적으로 대화 형태가 고정되어 있는 간단한 대화 시스템에 많이 사용된다 [1]. 이러한 대화 관리 시스템은 최근 대두되고 있는 텔레매틱스 분야에 적용함으로써 보다 편안하고 안전한 운전 환경을 제공할 수 있다.

본 논문에서는 사용자와 시스템간의 대화에서 지능형 시스템이 불충분한 지식을 가지고 추론하는 대표적인 방법인 베이지안 네트워크를 제안하였다. 또한 사용자의 대화 흐름 안에서 생략 현상으로 인해 발생하는 발화 정보 부족 현상에 대해서도 이전 대화의 흐름을 관리함으로써 자연스러운 상호작용을 할 수 있도록 하기 위한 영역 체인을 이용한 방법을 제안하였다.

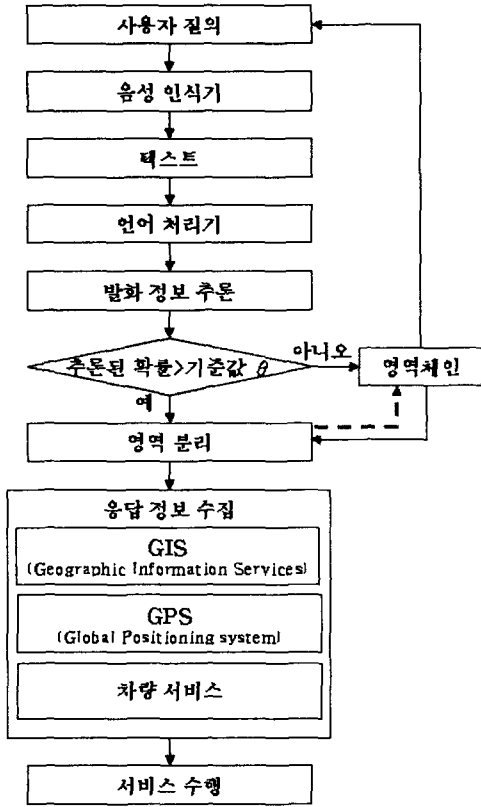
## III. 대화 관리 시스템

### 1. 시스템 구성

본 논문에서는 사용자의 발화로부터 발화 정보를 베이지안

네트워크를 통해 사용자의 의도를 추론할 수 있으며, 영역 체인을 이용하여 시스템과 자연스러운 대화를 할 수 있도록 구성하였다. <그림 1>은 전체적인 시스템을 나타낸다.

전처리 과정에서 나온 키워드들을 사용하여 구성된 베이저안 네트워크로 발화 정보를 추론한다. 추론된 발화 정보에 대한 만족도를 조사한다. 기준 값 이상을 갖는 정보에 대해서는 해당 영역을 추론하여 시스템이 응답에 필요한 정보를 수집한다.

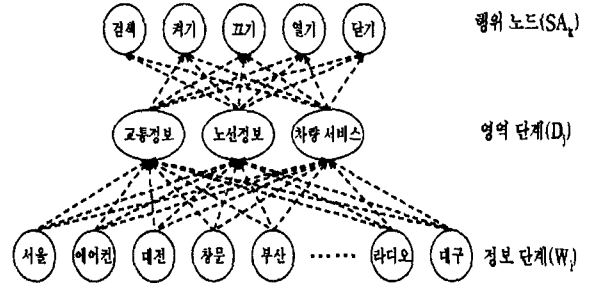


<그림 1> 대화 관리 시스템의 전체적인 구성도

그러나 기준 값 이상을 갖지 않는 정보에 대해서는 영역체인에서 이전 대화 정보를 검색하여 현재 발화 정보와 이전 발화 정보의 연관성을 조사하여 기준 값 이상을 갖는지 조사한다. 여기서 기준 값 이상을 가지면 응답에 필요한 정보를 수집한다. 그러나 기준 값을 넘지 못하면 사용자의 발화 정보에 대한 부족으로 인식하여 재발화를 요청한다.

## 2. 베이저안 네트워크의 구성

대화 관리 시스템을 위해 사용된 베이저안 네트워크의 전체적인 구조는 <그림 2>와 같이 3가지 단계로 구별되며 행위 단계(SA<sub>i</sub>), 영역 단계(D<sub>j</sub>), 정보 단계(W<sub>k</sub>)로 구성된다. 행위 단계는 제한된 도메인에서 사용자가 요구하는 행위에 사용된다. 영역 단계는 대화 관리 시스템에서 제공하는 영역을 나타낸다. 정보 단계는 사용자가 요구하게 되는 정보에 대한 증거를 나타낸다.



<그림 2> 대화 관리 시스템을 위한 베이저안 네트워크

베이저안 네트워크는 아크와 노드로 연결된 하나의 네트워크로 구성되며 노드와 노드간의 확률의 결합분포로서 표현 가능하다. 각 단계에 있는 노드들은 0과 1사이의 확률 값을 가질 수 있으며 정보들은 사용자의 질의와 환경으로부터 해당되는 정보가 주어질 때 'true'값을 가진다. 정보 단계를 통해 각 영역 단계와 행위 단계의 확률 값이 아래에 나와 있는 두 식의 합에 의해 추론된다.

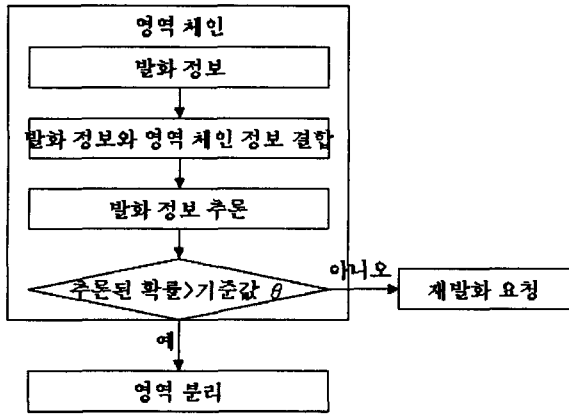
$$P(W_i = 1|D) = \frac{P(D|W_i = 1)P(W_i = 1)}{P(D)} = \frac{\prod_{k=1}^M P(D_k|W_i = 1)P(W_i = 1)}{\prod_{k=1}^M P(D_k|W_i = 0)P(W_i = 0) + \prod_{k=1}^M P(D_k|W_i = 1)P(W_i = 1)}$$

$$P(D_j = 1|SA) = \frac{P(SA|D_j = 1)P(D_j = 1)}{P(SA)} = \frac{\prod_{k=1}^L P(SA_k|D_j = 1)P(D_j = 1)}{\prod_{k=1}^L P(SA_k|D_j = 0)P(D_j = 0) + \prod_{k=1}^L P(SA_k|D_j = 1)P(D_j = 1)}$$

추론된 확률 값 중 가장 크고 기준 값 이상인 노드가 선택된다. 만약 이와 같은 조건을 만족시키는 노드가 없다면 발화 정보를 영역 체인 단계로 이전한다. 기준 값 이상인 발화 정보에 대해서는 추론을 마치고 응답을 위한 자료를 수집하여 응답정보를 생성한다.

## 3. 영역 체인 구성

사용자는 시스템간의 대화에서는 자연스러운 대화로 인해 생략 현상이 빈번하게 일어난다. 이로 인해 시스템이 사용자의 의도를 파악하는 것은 쉽지 않다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 아래 <그림 3>과 같이 발화나 영역에 포함된 대화의 흐름과 연관성을 유지하는 영역체인을 제안하였다.



<그림 3> 대화 관리 시스템을 위한 영역 체인

발화 정보 추론을 통해 얻어진 확률 값이 기준 값 미만일 경우 <표 1>과 같이 현재 발화 정보와 이전 발화 정보를 결합하여 사용자에게 적절한 응답을 할 수 있도록 구성하였다.

<표 1> 영역 체인을 사용한 예

사용자 : 서울에서 부산까지 가는 길을 알려주세요.  
노선검색(검색(서울,부산))

시스템 : 길을 안내해 드리겠습니다.(DISPLAY)

사용자 : 교통상황을 알려주세요?  
교통상황(검색( ? )) ← 영역체인 접근  
노선검색(검색(서울, 부산)) ← 이전 발화정보  
교통상황(검색(서울,부산))

시스템 : 서울 통제이트 하행선 부근에 정체현상이 있습니다.

그러나 영역 체인의 발화 정보 추론을 통해서 얻어진 값 또한 기준 값 미만일 경우 사용자 발화의 오류로 인정하고 재발화를 요청하게 된다.

이렇게 영역체인을 이용하여 대화의 흐름과 연관성을 유지하고 발화 정보에 대한 생략 현상이 발생하였을 경우 사용자의 의도를 추론하여 적절한 응답을 할 수 있다.

#### IV. 실험 및 결과

실험은 <표 2>에 있는 것과 마찬가지로 교통 정보, 노선 정보, 차량 서비스의 3개 영역과 5가지의 행위 단계, 지명과 4개의 차량 서비스의 정보 단계에서 수행하였다. 대상 환경에서 적절한 발화 정보 추론을 위한 베이지안 네트워크는 전문가가 직접 설계하였다.

<표 2> 대화 관리 시스템의 영역 구성

영역 단계	행위 단계	정보단계
교통정보	검색	서울, 부산, 대전, 대구, 울산, 광주, .....
노선정보	검색	
차량 서비스	켜기/끄기	에어컨, 히터, 라디오
	열기/닫기	창문

실험은 제안된 베이지안 네트워크와 영역체인에 대한 평가를 위해 실험실 환경에서 30명의 사용자가 HTK(Hidden Markov Toolkit)에서 인식된 발화 정보만을 가지고 실험하였다. 사용자는 평가를 위해 <표 2>의 정보를 이해하고 <표 3>의 패턴으로 대화 관리 시스템과 대화 하도록 하였다.

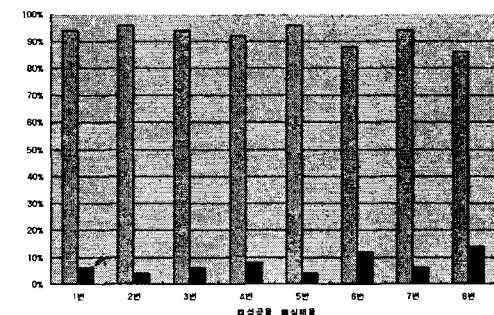
<표 3> 사용자 평가에 사용된 패턴

1. 서울에서 부산까지 가는 길을 알려주세요.
2. 서울에서 대구까지 교통상황을 알려주세요.
3. 에어컨을 켜주세요.
4. 에어컨을 꺼주세요.
5. 서울에서 광주까지 노선정보를 알려주세요.
6. 교통상황을 알려주세요.
7. 창문을 열어주세요.
8. 닫아주세요.

사용된 패턴의 5, 6과 7, 8의 유형은 영역 체인의 평가를 위한 방법으로 사용하였다.

<표 4>는 사용자가 대화 관리 시스템과 대화한 결과이다.

<표 4> 실험 결과



실험 결과 제안된 방법은 평균 92.5%의 성공률을 보였다. 그러나 사용자가 모호한 표현이나 상황으로 인해 의도를 정확히 알기가 어렵거나 사용자 역시 어떻게 상황을 대처해야 할지 모르는 경우로 인한 실패율을 7.5%정도 보였다.

## V. 결 론

본 논문에서는 베이지안 네트워크를 이용하여 사용자 의도를 추론하고 생략 현상에 대해 영역 체인을 이용하여 차량 내 대화 관리 시스템이 적절한 응답을 하도록 제안하였다. 사용자의 발화 정보를 베이지안 네트워크에 의해 추론하여 결정하고 확률이 낮은 것에 대해서는 영역체인으로부터 응답을 결정하도록 하였다. 제안된 방법에 의한 실험 결과는 평균 92.5%의 성공률을 보임으로써 제안된 시스템의 유용성을 보였다.

본 논문에서 제안한 대화모델이 매우 복잡해짐으로 인해 발화 결정 과정에서 고려하지 않은 문제가 발생 할 수 있다. 또한 다중 예측 발화가 발생 했을 때 잘못된 선택으로 인식 오류를 유발할 가능성이 있다. 이를 위해 그 오류를 극복 할 수 있는 대화 처리 부분에 대한 연구가 필요하다

### 참고문헌

1. 정민우, 은지현, 이창재, 정상근, 이근배, "음성 자연어 처리를 위한 대화 관리 시스템," 정보과학회지, 제 24권, 제 1호, pp.22, 2006. 1.
2. D. Albrecht, et al., "Towards a Bayesian model for keyhole plan recognition in large domains," Proc. of the 6th Int. Conf. on User Modeling, pp. 365-376, 1997.
3. E. Charniak, "Bayesian networks without tears," AIMagazine, vol. 12, no. 4, pp. 50-63, 1991.
4. J.-H. Hong and S.-B. Cho, "A two-stage bayesian network for effective development of conversational agent," Lecture Notes in Computer Science, 2003.
5. 홍진혁(Jinhyuk Hong), 조성배(Sung-Bae Cho), "계층적 베이지안 네트워크를 이용한 대화형 에이전트의 문맥유지" 한국정보과학회, 한국정보과학회 학술발표논문집 2002년도 가을(II), 2002. 10, pp. 259~261(3pages)