

마르코프 의사결정 과정에 기반한 대화 관리 시스템

A dialogue management system based on Markov decision process.

은지현, 최준기, 장두성, 김현정, 구명완

Eun, Jihyun, Joon Ki Choi, Du-Seong Chang, Hyun Jeong Kim, Myong-Wan Koo

KT 미래기술연구소

요약 대화관리시스템은 사용자 발화로부터 사용자의 의도를 추론하여 시스템의 응답을 결정하고 이를 사용자에게 자연스러운 형태로 반환하는 역할을 한다. 본 논문에서는 마르코프 의사 결정과정에 기반한 대화관리자를 통하여 정확한 동작 수행과 사용자의 자연스러운 발화를 가능케 하는 대화관리시스템에 대해서 소개한다. 마르코프 의사 결정과정 대화관리자는 실세계 환경을 모델링 하는 유한 개수의 상태들과 이를 이용한 통계적 학습을 통해 시스템 응답을 결정한다. 본 대화관리시스템은 대화관리자 이외에 언어이해부, 영역규칙 적용부, 목적시스템 제어부, 예제기반 응답생성부로 이루어져 있으며, 각 구성요소는 영역이식에 용이하도록 설계되어 있다.

핵심어: MDP, Dialogue, Management

1. 서론

과거 단순한 작업을 수행하는 시스템을 제어할 때는 메뉴 선택 방식의 간단한 명령만으로도 작업 수행이 가능했었다. 그러나 선택사항이 많고 지능화 된 작업을 지원 하는 시스템이 등장함으로써 사용자가 쉽고 편리하게 작업 수행을 할 수 있는 제어 방식이 필요하게 되었다. 이런 방식 중의 하나로 대화를 이용한 시스템 제어가 연구되기 시작했고, 여러 연구를 통하여 다양한 형태의 대화 관리자가 제안되었다.

대화관리자는 대화흐름을 제어하는 방식에 따라 다음과 같이 나뉜다[1,2]. 유한 상태 기반(Finite state-based) 대화관리자는 단어 단위의 사용자 입력을 대상으로 특정 입력이 주어질 경우, 사전에 정의된 대화 네트워크(dialogue network) 또는 대화 문법(dialogue grammar)를 통해 대화흐름을 제어한다. 프레임 기반(Frame-based) 대화관리자는 일정한 대화흐름이 사전에 정의된 유한 상태 기반 대화관리자와 달리, 최종적으로 대화를 위한 정보를 프레임 형태로 습득하되 그 습득 과정은 사용자-시스템 대화를 통해 자연스럽게 결정된다. 또한 정보 상태 기반(Information state-based) 대화관리자는 대화의 정보요소를 이용하여 상태를 구성하고 이를 기반으로 대화행위를 결정한다. 마지막으로 에이전트 기반(Agent-based) 대화관리자는 문제를 해결하기 위해 사용자와 시스템 간의 협력을 하고 이를 바탕으로 시스템

응답을 추론하여 대화흐름을 제어한다.

대화관리자의 한 방법으로 목적 지향적 대화시스템의 정확한 동작 수행과 사용자의 자연스러운 발화를 가능하게 하기 위하여 마르코프 의사 결정과정 (MDP, Markov Decision Process) 에 기반한 대화 관리자가 제안되었다 [3]. 이 방법은 사용자의 발화와 그에 대응하는 시스템 동작으로 구성된 대화 코퍼스로부터 훈련된 정책을 선택하여 대화 시스템의 동작과 응답을 결정한다. 본 논문에서는 MDP기반 대화관리자[4] 및 해당 대화관리자가 특정 영역(홈네트워크 기기 제어 영역)에 적용된 대화시스템에 대해서 기술한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 마르코프 의사결정 과정을 설명하고, 3장에서는 MDP기반 대화관리자가 적용된 대화시스템의 구성요소 설계에 대해 설명한다. 4장에서는 대화시스템의 성능 평가 결과를, 5장에서는 토의 및 향후 연구 방향에 대해 기술한다.

2. 마르코프 의사결정 과정

MDP는 실세계 환경을 모델링 하는 유한 개수의 상태 (state) 들의 집합과 각 상태간의 천이 확률 (transition probability), 각 상태에 따라서 MDP가 미리 학습된 정책에 따라 취하는 행동(action)과 MDP가 수행한 행동에 대하여 환경이 부여하는 보상함수(reward function)으로 구

성된다. 이를 식으로 표현하면 MDP는 (S, A, T, R) 로 정의되며 각 기호의 정의는 다음과 같다.

- S : 유한 개수의 상태 s_i 들의 집합
- A : 유한 개수의 상태 a_i 들의 집합
- T : $T(s_{i+1}, a, s_i) = p(s_{i+1} | s_i, a)$
- R : $S \times A \mapsto R$

MDP의 행동을 결정하는 정책(policy)은 강화 학습(reinforcement learning) 방법에 의하여 학습된다[5]. 강화 학습을 통해서 MDP는 대화 코퍼스로부터 각 상태의 최적 행동을 결정함으로써 사용자가 원하는 목적에 도달할 수 있는 정책을 학습한다. 강화 학습은 누적 보상(cumulative reward)을 최대화 하도록 진행된다. 강화 학습은 교사 학습(supervised learning)과 비교사 학습(unsupervised learning)의 중간적인 특성을 띠고 있으며 매 단계의 행동에 대한 보상으로 평가 받는다. 이 때 행동의 단계가 정해지지 않은 경우 누적 보상함수는 다음과 같이 표현된다.

$$R_t = r_{t+1} + \gamma r_{t+2} + \gamma^2 r_{t+3} + \dots = \sum_{k=0}^{\infty} \gamma^k r_{t+k+1}$$

위의 식에서 γ 는 할인 상수(discount factor)로서 미래에 받게 될 보상이 현재 상태의 가치나 상태-행동의 가치에 반영되는 정도를 조절한다. 즉 γ 의 값이 1에 가까울수록 t 시각 이후에 받게 될 보상을 할인되지 않고 반영하게 된다.

MDP는 환경의 특정한 상태 s 에 대해서 모든 완벽한 정보를 요구한다. 즉, 환경이 변화했을 때 새로운 상태로의 사상이 명확해야 한다. 따라서 일반적인 대화 관리자의 경우 모든 환경을 MDP의 상태로 표현하기 위해서는 매우 많은 상태들이 요구된다. 많은 상태는 강화 학습을 어렵게 하며 훈련 데이터베이스의 수집이 대규모로 이루어져야 하는 단점이 있다[6]. 본 논문에서는 사용자가 입력할 수 있는 환경을 전부 상태로 모델링하지 않고 그룹화하여 사용하는 대화관리자를 제안하였다. 또한 시스템의 대화흐름 제어 방식이 통계적 훈련을 통하여 대화말뭉치로부터 자연스럽게 결정된다는 특징을 가지고 있다.

3. 대화시스템 구성

KT에서 현재 서비스 중인 홈네트워크 서비스는 가정 내 가전기기들에 대한 홈오토메이션 서비스로써 웹이나 핸드폰 등을 통하여 메뉴 선택 방식으로 제어되고 있다. 이러한 기존 제어 방식의 단점을 개선하고 사용자의 편의성을 향상시키기 위하여 자연어 대화관리시스템을 홈네트워크 서비스 제어용 인터페이스로 제시하고자 한다. 이러한 서비스 영역은 사용자와 시스템이 대화를 진행함으로

써 달성하고자 하는 목적이 뚜렷하게 정해져 있는 목적 지향 영역으로 특징 지어진다.

그림 1은 앞서 설명된 MDP기반 대화관리자를 이용한 대화시스템으로서, 대화를 특정 영역에서 효율적으로 제어할 수 있으며, 여러 영역을 대상으로 대화 시스템을 적용하고자 할 때 이식이 용이하도록 구현되었다.

본 대화시스템은 크게 언어 이해부, 영역 규칙 적용부, MDP기반 대화관리자, 목적시스템 제어부, 예제기반 응답 생성부로 구성된다.

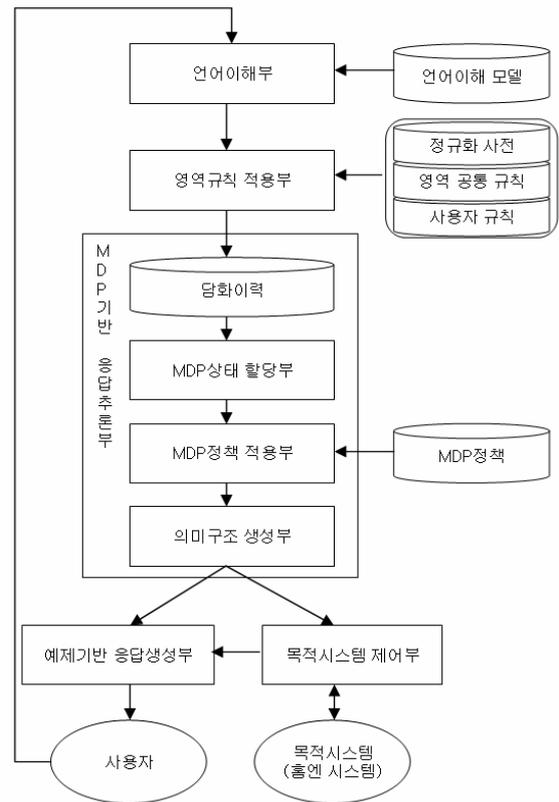


그림 1 대화시스템 구성도

3.1 언어이해부

언어이해부의 역할은 자연어 형태의 사용자 입력을 분석하여 사용자의 의도를 나타낼 수 있는 의미구조를 추출하는 것이다. 언어이해를 위한 의미구조는 해당 영역에서 등장하는 사용자 의도, 목적 달성을 위한 행위 등을 고려하여 해당 영역을 개념적으로 표현할 수 있도록 설계되어야 한다.

3.1.1 언어이해를 위한 의미구조

언어이해를 위한 의미구조는 다음과 같이 크게 세 가지로 기준으로 설계된다. 1) 영역에 상관없이 사용자 발화

형태에 따라 구분되는 일반 행위, 2) 특정 영역에서 목적 달성을 위해 사용자가 의도적으로 발화하게 되는 영역별 행위, 3) 영역별 행위를 수행하기 위해 필요한 영역별 구성요소. 이 세 가지는 의미구조를 구성하는 기본 단위이고 영역별 행위, 영역별 구성요소는 대화관리를 하고자 하는 영역별로 다르게 지정된다.

3.1.2 홈엔 영역의 의미구조

1) 일반 행위: 여러 영역에 공통적으로 쓰이는, 일반적인 문장 형태에 대한 구분으로써 일반 의문문, 의문사 의문문, 요청문, 동의문 등 총 8가지 구분이 있다.

2) 영역별 행위: 홈 네트워크 기기 제어를 위한 사용자의 의도를 나타내는 행위 구분으로써, 기기 동작, 기기 정지, 기기 상태 조회, 기기 설정 변경 등 총 20가지 구분이 있다.

3) 영역별 구성요소: 영역별 행위를 수행하기 위해서 필요한 구성요소들으로써, 영역별 행위와 조합되어 사용자의 의도를 구체화 한다. 홈엔 시스템의 구성요소는 기기 명칭, 기기 위치, 기기 상태, 시작 시각, 종료 시각, 지속 시간, 설정 온도 등이 총 25가지로 구분된다.

3.1.3 의미구조 추출

앞서 정의된 각 의미구조 단위는 기본적으로 분류(Classification)를 통해 추출된다. 일반 및 영역별 행위는 문장 당 한가지로 선정되고, 영역별 구성요소는 문장 당 한가지 이상 포함되거나 전혀 포함되지 않을 수도 있기 때문에 문장 단위가 아닌 형태소 단위로 추출하고 이는 개체 명 인식(Named Entity Recognition)과 같은 문제로 처리된다. 각 의미구조를 추출하기 위해 적용한 분류방식은 조건부 랜덤 필드(Conditional Random Field)[7]이다.

3.2 영역규칙 적용부

영역규칙 적용부의 역할은 크게 세가지로 나뉜다. 첫 번째는 해당 영역에서 입력 정규화 적용, 두 번째는 해당 영역에서 상식적으로 통용되는 공통 규칙 적용, 마지막으로 해당 영역에서 사용자가 설정하는 해당 사용자만의 특별한 규칙 적용이다. 영역규칙 적용부를 통해 개별적인 문장 단위로 수행된 언어이해부의 결과에 해당 영역 지식을 적용할 수 있으므로 보다 견고하고 대화 문맥상 일관성 있는 의미구조를 형성하게 된다.

3.2.1 입력 정규화 적용부

본 대화시스템에서 허용하는 입력 형태가 단문(SMS)을 통한 자연어 문장이라는 점에서 같은 대상을 지칭하는 다양한 표현이 가능하므로, 이것들을 표준 표현 방식으로

복원해주는 정규화 과정을 통해 언어이해 결과를 가공한다. 특히 단문과 같이 키보드(혹은 키패드)를 통한 텍스트 입력이 아닌 음성 인식된 텍스트 형태의 입력을 고려한다면 입력 정규화 과정은 정상적인 대화 흐름 제어를 위한 필수 단계이다. 홈엔 영역에서의 입력 정규화는 크게 어휘 정규화, 상대 시간 정규화, 상대 온도 정규화로 구성된다. 어휘 정규화는 음절 단위로 입력 어휘와 표준 어휘 간의 레벤스타인 편집 거리 (Levenshtein edit distance)[8]를 측정함으로써 수행된다. 레벤스타인 편집 거리는 아래와 같다.

$$\begin{aligned} Dist[i,0] &= i \\ Dist[0,j] &= j \\ Dist[i,j] &= \begin{cases} Dist[i-1,j-1], & \text{if } A_i = B_j \\ 1 + \min(Dist[i-1,j-1], Dist[i,j-1], Dist[i-1,j]), & \text{otherwise.} \end{cases} \end{aligned}$$

$$Dist(A,B) = Dist[|A|, |B|]$$

단, A, B 는 각 문자열임.

이를 위해서는 해당 영역에서 사용하는 표준 어휘를 사전화 해야 한다. 상대 시간 및 상대 온도 정규화는 해당 '10분 후', '2도 높게' 등과 같이 표현된 것을 절대 시간, 절대 온도로 변환하여 대화 흐름 제어에 적용한다.

3.2.2 공통 규칙 적용부

해당 영역의 대화시스템을 사용하는 모든 사용자에게 공통으로 적용되는 규칙을 적용하는 단계로써, 영역 공통 규칙에는 특정 기기를 기준으로 적용 가능한 영역별 행위, 특정 기기를 기준으로 적용 가능한 구성요소, 특정 영역별 행위를 기준으로 적용 가능한 구성요소 등에 대해 기술된다. 기본적으로 모든 공통 규칙은 모든 사용자 규칙에 우선시 된다.

3.2.3 사용자 규칙 적용부

사용자 규칙은 일반적으로 통용되는 사용자 프로파일(user profile)과 같은 의미로써, 한 세대를 기준으로 구축되는 홈엔 시스템의 특성상 각 세대별 환경을 반영할 수 있는 환경 설정에 대한 규칙을 기술한 것이다. 사용자 규칙에는 해당 세대에서 특정 기기가 위치한 장소, 사용자가 특정 기기에 대해서 특별히 허용하지 않고자 하는 영역별 행위, 사용자가 디폴트로 설정한 구성요소의 값 등에 대해서 기술된다.

3.3 MDP기반 응답추론부

3.3.1 담화이력 관리부

대화의 특성상 빈번하게 등장하는 대응어, 생략 등의 해석을 위하여 언어이해부 및 영역지식 적용부를 통하여 생성된 의미구조를 사용자 발화 별로 누적하여 담화이력(dialogue history)으로 관리한다. 각 발화 별로 누적 관

리되는 일반 담화이력 이 외에, 이전의 담화이력들에 현재의 발화에서 생성된 의미구조를 투사(projection)하여 누적하는 투사담화이력(projected dialogue history)을 별도로 관리하여, 하나의 대화 주제에서 생성되는 대화 의미 정보를 통합하여 현재 상태에서 참조할 수 있는 형태로 유지할 수 있도록 한다. 이들 두 가지의 담화이력의 예는 다음과 같다[표 1].

표 1 담화이력 예

단순담화이력	누적담화이력
1.사용자) 세탁기 돌려.	
Request, Turn on, \$Object=세탁기	Request, Turn on, \$Object=세탁기
2.시스템) 언제, 어떤 모드로 세탁기를 동작시킬까요?	
(변화없음) Request, Turn on, \$Object=세탁기	Request, Turn on, \$Object=세탁기
3.시스템) 12 시에 표준모드로 돌려	
Request, Turn on, \$Object=세탁기	
Request, Turn on,	Request, Turn on,
\$Time=12 시, \$Mode=표준모드	\$Object=세탁기, \$Time=12 시, \$Mode=표준모드

3.3.2 MDP상태 할당부

홈 영역의 MDP상태는 혼합 주도 대화 진행에 영향을 미칠 수 있는 요인들을 분류하여 설계하였으며, 하나의 환경변수를 하나의 비트에 할당하여 MDP상태 이름으로 사용한다. 상태 이름의 각 비트에 대한 상태 정의의 변수의 설명은 아래와 같다[표 2].

표 2 MDP상태 이름의 환경변수

비트	환경변수	설명
0	기기 유형	제어하고자 하는 기기 유형
1	영역별 행위	기기 제어를 위한 사용자 의도가 반영된 영역별 행위
2	영역별 구성요소의 제공 정도	사용자 의도를 구체화하여 제어에 사용될 수 있는 영역별 구성요소 중 담화를 통해 제공된 정도 (전혀 없음, 일부 제공됨, 모두 제공됨 등으로 구분)
3	실패 반복 횟수	사용자가 원하는 목적을 달성하기 이전에 발생한 발화 횟수

4	대화관리자의 이전 행위	대화관리자가 가장 최근에 수행했던 시스템행위
---	--------------	-----------------------------

3.3.3 MDP정책 결정부

앞서 설명된 강화학습을 통해 홈엔 대화시스템 제어를 위한 정책이 생성된다. 정책을 통해 각 상태에 할당되는 시스템 행위는 다음과 같이 정의된다[표 3]. 시스템이 원하는 정보를 사용자로부터 자연스럽게 얻어내기 위하여 대화의 주도 전환에 관련된 행위로 구성한다.

표 3 MDP의 시스템 행위 정의

시스템 행위	종류	설명
Open		대화시작.
Close		대화종료.
Specify	R	사용자에게 이전 발화보다 자세한 설명을 요구함.
Specify	D	사용자에게 특정 영역별 구성요소에 대한 자세한 설명을 요구함..
Confirm	R	사용자의 발화 의도를 확인함.
Confirm	D	사용자의 발화 의도를 확인하기 위해 영역별 구성요소를 언급함.
Relax	R	사용자가 제시한 영역별 구성요소를 통한 제약조건을 완화 요구함.
Relax	D	특정 영역별 구성요소를 언급하며 제약조건 완화 요구함.
Execute		목적 시스템에 대한 직접적인 기기 제어 명령을 수행함. 사용자를 대상으로 하는 응답 발화 없음.
Result		Execute 가 정상 수행되었을 때 결과 안내.
Fail		Execute 가 정상 수행되지 않았을 때 결과(오류) 안내
Reject	I	이전 발화 1 개만 오류로 인정.
Reject	T	대화 시작 후 이루어진 모든 발화를 오류로 인정
Cancel		사용자의 취소 발화에 대한 응답.

3.3.4 의미구조 생성부

의미구조 생성부는 자연어 형태의 시스템 응답을 생성의 이전 단계로써, 의미구조 형태로 시스템 응답을 생성하는 역할을 한다. 언어이해부의 의미구조 추출기를 통해 사용자의 자연어 입력으로부터 의미구조를 추출하여 대화 관리자에서 사용했듯이, 의미구조 생성부에서는 시스템

응답을 개념적으로 표현할 수 있는 의미구조 형태로 생성한다. 응답용 의미구조는 앞서 정의된 시스템 행위와 행위를 구체화 하기 위한 영역별 구성요소로 이루어진다. 시스템 행위는 정책 결정부를 통해 결정되고, 영역별 구성요소는 투사담화이력에서 참조한다.

3.4 목적시스템 제어부

목적시스템 제어부는 대화관리자와 목적 시스템(본 대화시스템에서는 홈엔 시스템임.)의 연동을 담당하는 부분으로, 앞 단계에서 생성된 의미구조 형태의 응답이 목적 시스템 제어를 위한 것일 경우 목적 시스템의 프로토콜을 고려하여 합당한 제어 명령어를 생성하는 역할을 한다. 또한 해당 명령어로 목적 시스템을 제어한 결과를 응답생성부에 넘김으로써 목적 시스템 제어 결과가 사용자에게 전달될 수 있도록 한다.

3.5 예제기반 응답생성부

본 대화시스템에서는 앞서 생성된 응답용 의미구조를 사용자에게 전달코자 자연스러운 형태의 응답으로 변환할 필요가 있고 이를 위해 예제기반 응답생성 방식을 적용하였다. 예제기반 응답생성 방식은 대화에서 등장 가능한 다양한 표현 방식을 응답생성에 적용할 수 있지만, 다양한 예제를 수집하고 이를 의미구조화 하는 과정이 필수적이다.

응답생성 과정은 다음과 같다[표 4]. 우선 예제 수집 및 가공 과정을 거쳐 예제별 템플릿을 DB에 저장한다. 새로운 사용자 입력은 언어이해부 및 영역규칙 적용부를 거쳐 의미구조화 되고, DB에 저장된 예제의 템플릿과 유사도 계산을 통해 가장 유사도가 큰 템플릿을 선택한다. 그리고 현재 입력에 맞게 변수를 치환하여 최종 응답을 생성한다. 또한 변수로 치환되지 않는 어구를 대상으로 유사어휘치환(paraphrasing), 변수 치환에 따른 어미/조사 변환 등을 적용한다.

표 4 응답생성 과정

구분	내용
사용자	세탁기를 돌려라.
템플릿	\$Object 를 돌려라. (Request, Turn on) 시스템) 언제, 어떤 모드로 세탁기를 동작시킬까요? 언제, 어떤 모드로 \$Object 를 동작시킬까요?
사용자	에어컨을 돌려라.
입력문장	\$Object 를 돌려라. (Request, Turn on) 시스템) 언제, 어떤 모드로 \$Object 를 동작시킬까요? 응답생성
	언제, 어떤 모드로 에어컨을 동작시킬까요?

4. 성능 평가

4.1 대화 말뭉치

대화 말뭉치는 홈엔 영역에서 수행 가능한 대화를 WOZ(Wizard of Oz) 방식으로 20,000여 개를 수집했다. 대화 말뭉치는 앞서 설명된 언어이해용 의미구조 및 시스템 행위를 기준으로 수집되었고, 수집된 말뭉치는 언어이해부 훈련용, MDP기반 응답추론부의 정책 훈련용, 응답생성부의 예제 DB로 사용했다.

4.2 언어이해부

언어이해부의 성능은 의미구조를 기준으로 정확률(precision), 재현률(recall), 이들의 조화평균인 F1으로 평가한다. 수집된 사용자 발화 중 훈련용 4000여개, 테스트용 200여개로 나누어 사용했다. 입력은 자연어 형태의 문장이다. 홈엔 영역의 언어이해 성능은 일반 행위 F1 99.02, 영역별 행위 F1 89.27, 영역별 구성요소 F1 90.57 을 보인다[표 5].

표 5 언어이해부 성능

	분류 개수	정확률	재현률	F1
일반 행위	8	99.02	99.02	99.02
영역별 행위	20	89.27	89.27	89.27
영역별 구성요소	25	90.44	90.69	90.57

4.3 응답추론부

MDP기반 응답추론부의 성능은 정책 훈련과정에서 적용되는 보상함수에 영향을 받는데, 본 실험에서는 MDP 정책의 응답추론 성능을 비교하기 위해 랜덤 보상함수를 적용한 정책, 직접 만든 정책으로 구분하여 평가를 수행했다. 각 정책이 응답추론에 적용되었을 때 성능은 다음과 같다[표 6]. 동시에 예제기반 응답추론 방식으로 구축된 대화관리자[9]의 성능도 비교 평가한다. 평가 척도로는 일치도와 정확도를 사용했고, 일치도는 정답 말뭉치의 응답과 각 시스템의 응답추론이 일치할 경우를, 의미정확도는 응답추론이 일치하지는 않지만 의미상 납득 가능한 경우를 포함한 것을 의미한다.

표 6 응답추론부 성능

	일치도(Acc.%)	의미정확도(Acc.%)
정책 1) 랜덤 보상함수	40	64
정책 2) 직접 만든 정책	73	90
예제기반 응답추론	85	91

각 응답추론부의 입력은 사용자의 자연어 형태 문장이 언어이해부와 영역규칙 적용부 과정을 거쳤을 때의 형태로 하되 그 결과가 정확하다는 가정 하에 성능 평가되었다.

5. 토의 및 향후연구

본 논문에서는 MDP기반 대화관리자 및 해당 대화관리자가 홈네트워크 기기 제어 영역에 적용된 대화시스템에 대해서 기술하고 있다. MDP기반 대화관리자는 대량의 대화로부터 주어진 목적지향 영역에 적합한 응답추론 규칙의 자동 학습이 가능하다. 또한 입력 정규화 및 영역규칙을 대화추론에 반영할 수 있는 방법론을 제시했고, 의미구조를 사용한 예제기반 응답생성 기법으로 다양한 형태의 응답표현이 가능한 방법론을 제시했다.

향후 연구를 통하여 MDP상태 정의를 위한 환경변수를 확장하여 사용자 입력을 보다 정확한 상태로 정의하는 방안에 대해 연구할 예정이다. 또한 MDP 정책 훈련을 위해 보상 함수로 각 대화의 사용자 만족도, 목적 달성 함수 등을 사용해서 정책을 생성할 예정이다. 사용자 만족도 및 목적 달성 여부는 대화 말뭉치에 구축을 통해 수집하도록 설계되었다.

대화시스템의 종합적인 성능평가를 위하여 PARADISE [10]에 제시된 바와 유사한 방법을 이용하여 사용자 만족도 측면과 시스템 동작 수행 정확성에 관련하여 평가를 진행할 예정이다.

현재 홈엔시스템에서 단문입력으로 발생할 수 있는 띄어쓰기, 맞춤법 문제 등을 처리하기 위해 단문입력을 위한 전처리 과정이 구현되어 있으며, 구현된 대화관리시스템은 사용자의 제어 명령을 SMS 메시지로 입력받는 모듈, 대화처리를 통해 어플리케이션 서버로 명령을 전달하고 이에 대한 제어 결과를 수신하는 모듈, 시스템의 발화를 사용자에게 SMS로 송신하는 모듈들과 함께 홈네트워크 제어 시스템의 대화처리를 위해 사용될 예정이다.

참고문헌

- [1] M. McTear, "Spoken Dialogue Technology," Springer, 2004.
- [2] S. Larsson and D. Traum, "Information State and Dialogue Management in the TRINDI Dialogue Move Engine Toolkit," *Natural Language Engineering*, pp. 323-340, 2000.
- [3] E. Levin, et al, "Using Markov decision processes for learning dialogue strategies," *IEEE Trans. on Speech and Audio Processing*, vol. 8, pp 11-23, 1998.
- [4] 최준기, 은지현, 장두성, 김현정, 구명완, "마르코프의 사결정 과정에 기반한 대화 관리자 설계," *대한음성과학회 추계학술대회 논문집*, 2006.
- [5] R.S. Sutton and A. Barto, "Reinforcement Learning: An Introduction," MIT Press, 1998.
- [6] S. Singh, et al., "Optimizing Dialogue Management with Reinforcement Learning: Experiments with the NJFun System," *Journal of Artificial Intelligence Research*, Vol. 16, pp 105-133, 2002.
- [7] J. Lafferty, A. McCallum, and F. Pereira, "Conditional Random Fields: Probabilistic Models for Segmenting and Labeling Sequence Data," *ICML*, 2001.
- [8] V. I. Levenshtein, "Binary codes capable of correcting deletions, insertions and reversals". *Doklady Akademii Nauk SSSR* 163(4) p845-848, 1965.
- [9] 김현정, 은지현, 장두성, 최준기, 구명완, "홈네트워크 제어를 위한 대화관리시스템 설계," *대한음성과학회 추계학술대회 논문집*, 2006.
- [10] M. A. Walker, et al., "PARADISE: A Framework for Evaluating Spoken Dialogue Agents," In *Proc. ACL/EACL* pp 271-180, San Francisco, 1997.