

인식 연결 시멘틱/에피소드 메모리 추출 메커니즘

심정연*†

An Extraction Mechanism of Perception connected Semantic/Episodic Memory

JeongYon Shim*†

요 약

요즘 들어 Chat GPT는 이미 단순한 지식처리를 넘어서 인간 지능의 많은 부분을 대신하고 있고 빠른 속도로 기능이 진화되고 있다. 챗봇 연구의 기본은 수백만년 동안 생존을 가능하게 한 척박한 환경에 적응해 온 인간 지능이다. 본 연구에서는 인간 지능 연구와 시스템 모델링 관점에서 인간의 기억과 작동 원리를 고찰하고 사물에 대한 학습/인식과 이해를 동시에 할 수 있도록 구조화 된 기억 모델링을 설계하였다. 단기/장기 기억 구조를 기반으로 학습/인식 모듈을 장기기억인 시멘틱 네트워크와 에피소드 메모리에 직접 연결하여 연동시켜 관련 지식과 사실을 추출 할 수 있는 메커니즘을 제안하였다. 실험을 통해 제안 메커니즘의 추출 메커니즘을 테스트하였다.어 환경이 미래 인터넷 응용 서비스를 제공하기 위한 동적 망 구성에 효율적으로 사용될 수 있음을 보였다.

Abstract

These days, Chat GPT has already gone beyond simple knowledge processing and is replacing many parts of human intelligence and its functions are evolving at a rapid pace. The basis of chatbot research is human intelligence, which has adapted to harsh environments that has made survival possible for millions of years. In this study, human memory and its operating principles was examined from the perspective of human intelligence research and system modeling. So, we designed structured memory modeling to enable learning/recognition and understanding of objects at the same time. Based on short-term /long-term memory structures, we proposed a mechanism that can extract related knowledge & facts by directly connecting the learning/perception module to sementic/episodic memory. Through experiments, we tested extraction mechanism of the proposed system

한글키워드 : 정보추출, 기억 모델링, 시멘틱 네트워크, 에피소드 메모리, 인식

keywords : information extraction, memory modeling, semantic network, episodic memory, perception

1. 서 론

* 강남대학교 KNU 대학 컴퓨터 전공

† 교신저자: 심정연

(email: mariashim@kangnam.ac.kr)

접수일자: 2024.03.02. 심사완료: 2024.03.09.

게재확정: 2024.03.20.

인간은 수 백 만년 동안 복잡한 환경 속에서 생존을 위해 방대한 신호들을 효율적으로 선택 처리할 수 있는 두뇌를 발달시켜왔다. 인공지능 초 연결 사회의 진입은 정보의 빅뱅에 의한 폭발 적 정보량의 증가와 함께 이를 처리할 수 있는

더욱 고도화된 시스템의 필요성을 예고하고 있다. 전 세계의 각종 기기와 네트워크 등이 연결되면서 연결 구조에서 방출되는 천문학적인 숫자의 정보량과 더불어 이에 필요한 초고속 처리 기능을 충족시킬 수 있으려면 이에 적합한 정교한 인공지능 시스템 설계가 요구된다.

인공 지능 연구의 첫 번째 과제는 인간 두뇌에 대한 연구였다. 인간 두뇌는 효율적인 공간적 구조와 최소한의 에너지로 환경의 방대한 신호들을 생존에 필요한 신호들을 필터링하고 선택하고 이를 처리함으로써 인간의 생존력을 높여왔기 때문에 인간 두뇌에 대한 연구는 정교한 인공지능 시스템 설계에 적합한 단서를 제공할 수 있다[1]. 그중의 하나는 기억에 대한 연구이다. 외부로부터 들어온 신호들을 어떻게 학습하고 조직화하여 저장하며, 또 저장된 정보를 어떻게 추출하고 조합할 것인가에 대한 것이다. 잘 조직화된 기억 메커니즘은 인공지능 시스템의 성능을 높이는 데 큰 중심적인 역할을 한다. 이는 요즘 열풍이 불고 있는 Chat GPT 등의 챗봇 연구와도 연관된다.

본 연구에서는 메모리 모델링에 관한 연구로 정보를 받아 학습, 조직화하여 메모리를 구성하고 이로부터 정보를 효율적으로 추출할 수 있는 학습/인식 모듈과 시멘틱/에피소드 메모리가 연결된 시스템을 설계하고 그의 메커니즘을 제안하였다. 일반적으로 학습/인식 모델은 설명성이 부족하고 시멘틱/에피소드 메모리는 학습 기능을 가지고 있지 않다. 제안 시스템에서는 학습/인식 모듈과 시멘틱/에피소드 메모리를 연결함으로써 학습/인식 모듈은 학습 기능을 제공하고 시멘틱/에피소드 메모리는 설명성을 제공할 수 있다.

논문은 크게 2장 관련연구, 3장 제안시스템 설계, 4장 실험으로 구성되어 있다. 2장에서는 메모리 모델링에 대한 연구와 분류에 대한 관련 연구들을 언급하고 3장에서 제안된 시스템의 구조와 메커니즘에 대하여 서술한다. 학습/인식 네트워크

와 시멘틱 네트워크, 에피소드 메모리가 연결되어 연동되면서 기억 저장과 추출 기능이 수행되도록 메모리를 구성하고 구조화하였다. 마지막 4장에서 제안된 시스템을 구현하여 시뮬레이션하고 작동과 성능평가를 수행하였다.

2. 관련 연구

2.1 기억 모델

2.1.1 다중 저장 모델(Multi-Store Model)

기억 모델은 기억이 어떻게 처리되는가를 설명하는 모델이다. 대표적인 다중 저장 모델은 Atkinson과 Shifflin에 의해서 1968년에 제안되었다. Atkinson-Shifflin 기억 모델이라고도 부른다[2]. 그림 1에서 보인바와 같이 Atkinson-Shifflin 기억 모델은 감각 레지스터(sensory register), 단기기억(short-term memory), 장기기억(long-term memory)로 구조화되어 있다. 이 모델은 인간 기억이 이 세 가지 구성 요소들로 구성되어 있다는 것을 나타내고 있다. 감각 레지스터는 메모리로 들어오는 감각신호를 받는 곳이고 단기기억은 워킹메모리라고도 하는데 감각 레지스터와 장기기억으로부터 받은 입력을 보유하고 있는 메모리이다. 감각 레지스터에 있는 신호들이 짧은 시간만 유지되고 감쇄되는데 비해 단기기억에 들어온 정보는 감각 레지스터보다는 조금 긴 시간동안 머물지만 결국 시간이 지나면서 감쇄되어 없어진다. 다만 기억할 필요가 있는 경우에는 반복적인 리허설 과정을 통해 정보가 유지되도록 한다. 장기기억은 비교적 영구적인 특성을 가지고 있는 메모리이다. 단기기억이 보유하고 있는 정보가 반복적으로 리허설 되어 일정 시간동안 유지되고 있으면 장기기억으로 이전되어 저장된다.

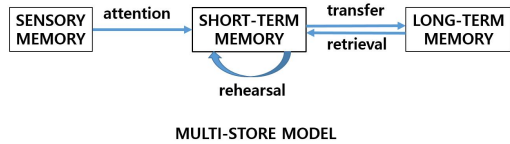


그림 1. 다중 저장 모델
 Fig. 1. Multi-Store Model
 (Atkinson-Shiffrin memory model)

2.2 기억의 분류

인간의 장기 기억은 명시적 기억 (Explicit memory)과 암묵적 기억(implicit memory)으로 나뉜다[3-7]. 명시적 기억은 사실적 정보나 과거 경험 혹은 개념들을 근거로 재조립된 의식적인 내부 기억이다. 이러한 형태의 기억은 획득, 저장, 검색의 세단계로 처리된다. 명시적 기억은 특정 개인의 경험에 근거하여 생성되는 에피소드 기억(Episodic Memory)과 사실관계로 의미를 나타내는 시멘틱 기억(Semantic memory)으로 분류해 볼 수 있다. 이렇게 명시적으로 기억되는 지식 형태를 선언적 지식(Declarative Knowledge)라고도 부른다. 명시적 기억과 반대로 기술이나 인식과 같이 무의식적으로 획득되고 저장되는 기억을 암묵적 기억(Implicit Memory) 이라한다.

장기 기억을 형태 별로 분류해보면 다음과 같다.

(1) 명시적 기억(Explicit Memory)

사실이나 사건의 의식적 기억을 의미한다.

① 에피소드 기억(Episodic Memory)

특정한 개인의 경험에 대한 기억이며 특정 개인에 대한 생활과 사건에 접목되어 관찰하고 경험한 사실들이 재구성되어 저장된다. 에피소드 메모리는 주제 혹은 주제에 관련된 사건에 대한 기억이며 개인의 경험에 대한 여러 가지 문맥적 상황을 가지고 있다. 예를 들어 특정 클래스에 처음으로 들어가는 상황이라면 가방을 들고 자동

차를 타고 그 장소에 찾아 가서 클래스에 참석한다 등의 일련의 사건과 상황을 묘사할 수 있다. 또한 이러한 에피소드 메모리는 시멘틱 메모리에 연결되어 상세 내용에 대한 기본적인 지원을 해 줄 수도 있다.

② 시멘틱 기억 (Sementic Memory)

사실적 정보에 대한 기억이며 ‘대한민국 수도는 서울이다’와 같이 개인적인 기억이 아닌 객관적인 사실과 연관성을 포함한다. 즉, 시멘틱 기억은 사실, 아이디어, 의미와 개념 등의 일반적인 지식을 내포한다. 개인적인 경험에 기초하여 생성되는 에피소드 메모리와는 구별된다. 예를 들어 고양이가 무엇인지에 대한 일반적인 지식을 표현하는 것이 시멘틱 기억이라고 한다면 에피소드 메모리는 특정 반려동물 고양이에 대한 개인적인 경험이나 기억을 의미한다.

(2) 암묵적 기억(Implicit Memory)

기억을 불러오지 않고 자동적으로 일어나는 행동과 같은 무의식적 형태의 기억을 의미한다.

① 프라이밍 기억(Priming Memory)

어떤 패턴을 완성시키는 마중물과 같은 성격의 기억이다. 예를 들면 단어의 알파벳 반만 보여주었을 때 그 단어의 전체 알파벳을 유추할 수 있는 기억과 같은 것이다.

② 인식 학습(Perceptual Learning)

냄새, 색깔, 맛과 같이 카테고리를 분별할 수 있는 기억으로 다른 종류의 자극들과 구별하여 인식하는 능력이다.

③ 분류학습 (Category Learning)

과일의 종류를 분류하는 것과 같이 그룹을 분류할 수 있는 기억이다.

④ 감정 학습(Emotional Learning)

감정에 대한 분류 기억으로 설명할 수는 없지만 어떤 사물이나 사실에 대해서 두렵다 등의 감정을 나타낸다.

⑤ 절차 학습(Procedural Learning)

자전거 타는 법에 대한 학습과 같이 기술이나 습관에 관련된 자동화된 기억을 의미한다.

3. 인식 연결 에피소드 메모리 추출 메커니즘의 설계

3.1 인식 연결 에피소드 메모리 구성

본 연구에서는 2장에서 제시한 인간 기억 개념을 기반으로 메모리를 구조화하여 그림 2와 같이 모델링하였다.

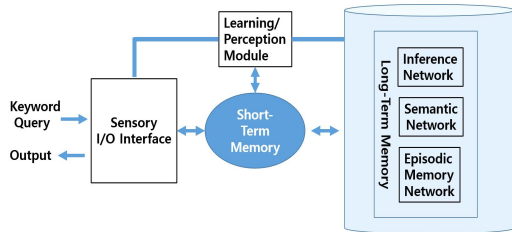


그림 2. 제안 시스템 구조
Fig. 2. System structure

제안된 시스템은 크게 Sensory I/O Interface, Short-Term Memory, Learning/Perception module, Long-Term Memory의 네 부분으로 구성되어 있고 Long-Term Memory는 Inference Network, Semantic Network, Episodic Memory Network로 구성되어 있다.

Sensory I/O Interface는 주로 키워드와 질의어 등을 입력받고 시스템 처리결과를 출력해주는 데이터의 입출력 인터페이스이다. 사용자와 양방향으로 상호작용할 수 있는 인터페이스이다. Short-term Memory는 기억이나 중간 처리 값이 짧은 시간 머무는 작업 공간이고 Learning/Perception module은 학습과 인식이 일어나는 네

트워크이다. 망구조로 되어 있으며 새로운 데이터에 의해서 학습이 완료되면 사물이나 개념을 인식할 수 있는 인식 기능을 수행한다. 마지막으로 Long-Term Memory는 정보가 조직화되어 장기적으로 기억되는 메모리로 추론을 위한 Inference Network, 개념과 의미를 관계성으로 표현하는 Semantic Network, 에피소드 메모리를 저장하는 Episodic Memory Network로 구성되며 네트워크 형태의 지식 구조를 가지고 있다. 본 연구는 인식과 에피소드 메모리의 연결성을 구현하기 위한 접근 방법이기 때문에 학습/인식 모듈과 장기기억 메모리간의 연결 구조를 설계하였다. 다만 본 논문에서는 시멘틱 메모리와 에피소드 메모리로 범위를 정하여 서술하겠다.

3.2 학습과 인식

학습과 인식을 담당하는 Learning/ Perception module은 딥러닝 구조로 학습을 수행하고 학습 완료 후 인식모듈로 쓰일 수 있도록 설계되었다. 이 네트워크의 결과 노드는 장기기억 메모리에 연결되어 추론층인 Inference Network와 의미망인 Semantic Network, 일련의 사건을 저장하고 있는 Episodic Memory Network에 연결되어 있다. 그림 3은 학습인식 네트워크와 장기 기억 네트워크와의 연결성을 보이고 있다. 이는 학습기능에 의한 단순 인식이 아니라 인식 결과의 의미를 찾고 추론하며 과거의 에피소드 기억을 불러옴으로써 해서 사물 및 개념의 이해 수준을 높이기 위한 구조이다. Learning/Perception module는 딥러닝 학습 방법에 따라 학습되는데 기본적으로 BP(Back Propagation) 알고리즘 기반의 학습 방법, 식 (1)을 사용한다[8].

$$f^* = \arg \min_f E_{x,y} \|y - f(x)\|^2 \quad (1)$$

3.3 시멘틱 네트워크와 에피소드 메모리

3.3.1 시멘틱 네트워크의 구조

시멘틱 네트워크는 사물의 개념을 의미망으로 표현한다[9].

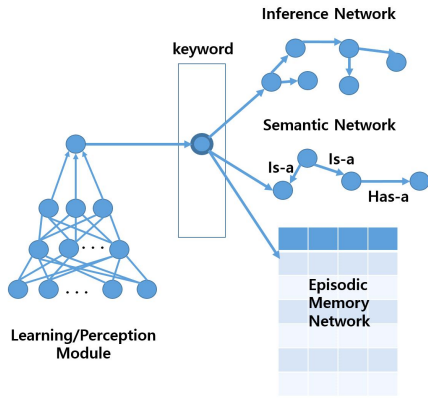


그림 3. Learning/Perception module과 Long-Term Memory Network와의 연결 구조

Fig. 3. The connection structure between Learning/Perception module and Long-Term Memory Network

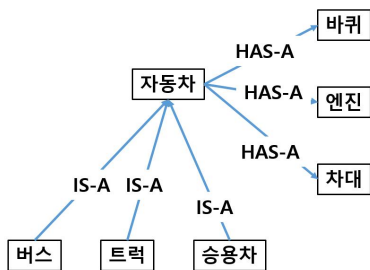


그림 4. 시멘틱 네트워크의 구조
Fig. 4 The structure of Semantic Network

그림 4와 같은 구조를 가지며 IS-A는 포함관계, HAS-A는 소유관계를 나타낸다. 그림으로부터 다음 의미를 추출할 수 있다.

[의미 추출]

- 버스는 자동차이다.
- 트럭은 자동차이다.
- 승용차는 자동차이다.
- 자동차는 바퀴를 가지고 있다.
- 자동차는 엔진을 가지고 있다.
- 자동차는 차대를 가지고 있다.

만일 검색 키워드가 ‘승용차’이면 1차적으로 ‘승용차는 자동차이다’라는 결과가 추출된다.

위와 같이 개념간의 관계를 시멘틱 네트워크로 구성하여 의미망으로부터 내제된 의미를 추출할 수 있다.

3.3.2 에피소드 메모리

에피소드메모리는 특정 개인의 사건이나 경험을 기억하고 있는 메모리이다. 본 연구에서는 에피소드 기억을 효율적으로 운영하기 위한 6가지 속성으로 분류하여 사건을 기억할 수 있는 프레임틀을 설계하였다. 에피소드 메모리를 구성하는 기억 프레임은 when, who, where, what, how, do, why, do 이고 다음 그림 5와 같다.

when	who	where	what	how	do	why
2024-01-01	I	home	apple	n	ate	I like an apple.

그림 5. 에피소드 메모리 프레임
Fig. 5 Episodic Memory Frame

어떠한 사건을 에피소드 기억 프레임에 맞추어 저장할 때는 사건의 내용을 분해하여 그림 5와 같이 시간 순서로 저장한다. 이때 특별히 입력할 내용이 없거나 중요하지 않은 경우에는 ‘n’이라 표기한다.

3.4 사물의 인식과 연결된 시멘틱/에피소드 기억 추출 메커니즘

제안 시스템의 구조는 그림 2와 그림 5를 통해 설명하였듯이 학습/인식 모듈이 장기기억 메모리에 연결되어 있다. 입력된 키워드나 질의어는 두 가지 경로에 의해 처리된다. 첫 번째 경로는 직접 장기기억 메모리에 접속되어 탐색을 진행하는 것이고 두 번째 경로는 학습된 학습/인식 모듈을 거쳐 사물의 인식이 일어난 경우에는 이 모듈의 결과가 키워드가 되어 Inference Network, Semantic Network 와 Episodic Memory Network에 입력되어 탐색을 진행하는 것이다. 시스템은 이러한 탐색과정을 거쳐 관련 지식을 추출함으로써 사물의 단순 인식뿐만 아니라 저장하고 있는 기억 기반의 개념적 해석과 이해의 결과를 산출할 수 있다. 본 논문에서는 두 번째 경로의 Semantic Network와 Episodic Memory Network 탐색과 추출을 중심으로 설명한다.

인식연결 시멘틱/에피소드 기억 추출 알고리즘은 다음 Algorithm 1과 같다.

Algorithm 1:

```

Step1 : input keyword/query/input_set
Step2 : if learning=True:
    LEARNING(input_set):
else:
    PERCEPTION(input_set):
    keyword=LP_result
    mode=input(' mode? I/S/E')
    // I: Inference Network
    // S: Semantic Memory Network
    // E: Episodic Memory Network
Step3 : if mode== 'I':
    INFERENCE(keyword):
elif mode== 'S':
    SEMANTIC(keyword):
elif mode== 'E':
    EPISODIC(keyword):
else:
    Error message
Step4 : Stop.
    
```

```

LEARNING(input_s):
    // Learning phase by DNN algorithm.

PERCEPTION(input_s):
    // Output the result by propagating the
    // input data through the DNN structure.
    return LP_result

INFERENCE(keyword):
    // Process the reasoning process following
    // the knowledge network.
    Extract the related knowledge.

SEMANTIC(keyword):
    Search the keyword in Semantic net.
    If found:
        Retrieve the connected data and their relation.
    return retrieved_data.

EPISODIC(keyword):
    Search the corresponding keyword in the Episodic
    memory frame.
    for i in range(7):
        k=1
        While(not EOF):
            If found:
                Retrieve the related record.
            k++;
    return extracted_record
    
```

4. 실험

본 실험에서는 인식 연결 시멘틱/에피소드 메모리 추출 시스템을 구현하고 그의 메커니즘을 평가한다. 첫 번째 단계에서는 학습/인식 모듈에서 500개의 이미지 훈련 데이터로 사과, 딸기, 포도, 참외, 토마토를 분류하는 문제를 학습시켜 인식이 가능한 상태의 신경망을 생성해 놓았다. DNN구조와 알고리즘을 기본으로 Sequential model, 활성화 함수는 relu, 학습 방법은 경사하

방법, 출력은 softmax 함수를 사용하여 결과를 도출하도록 구성하였다. 두 번째 단계에서는 시멘틱 네트워크로부터의 의미 추출을 위해 그림 6 과 같은 시멘틱 네트워크를 형성하고 에피소드 메모리의 추출 기능을 테스트 하기 위해 그림 7 의 구조와 데이터를 활용하였다.

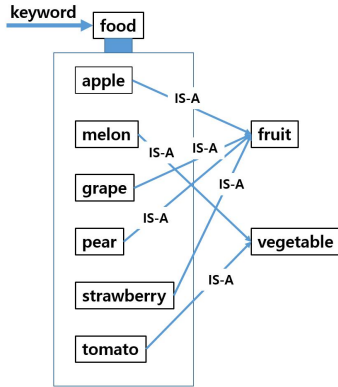


그림 6. 시멘틱 네트워크
Fig. 6 Semantic Network

when	who	where	what	how	do	why
2023-04-05	I	garden	strawberry	working	planted	n
2023-06-15	I	garden	tomato	working	picked	cooking
2023-09-28	I	YoungJu Orchard	apple	pay	picked	event program
2024-01-05	mother	home	apple pie	cook	made	enjoy
2024-01-06	I	MegaBox cinema	movie	pay	saw	enjoy
2024-01-08	I	home	cookies	oven	made	n
2024-01-09	I	pool	n	n	swam	exercise
2024-01-11	I	library	book	study	read	n
2024-01-13	I	market	grape	pay	bought	cake decoration
2024-01-15	I	café	melon juice	pay	ordered	drinking
2024-01-16	I	YongIn	village	bicycle	visited	trip
2024-01-20	I	café	friend	n	met	discussion
2024-01-21	I	seoul center	meeting	n	attended	event preparation
2024-01-22	I	supermarket	apple	pay	bought	cooking
2024-01-23	I	department store	present	pay	bought	birthday
2024-01-24	I	jeju island	trip	plane	had	sightseeing
2024-01-27	I	concert Hall	piano performance	pay	enjoyed	enjoy
2024-01-28	I	restaurant	tomato pasta	pay	ate	n
2024-01-29	I	Gym	health program	pay	registerd	health
2024-01-30	I	Gangnam	friend	subway	visited	birthday party
2024-01-31	I	bookstore	book	pay	bought	study

그림 7. 에피소드 메모리
Fig. 7 Episodic Memory

그림 8은 학습/인식 모듈의 실행 결과와 이 결과 값을 키워드로 하여 연결된 장기기억 영역인 시멘틱 네트워크와 에피소드 메모리에 접근하여

```
>>> ...
= RESTART: D:/논문/PAPER/감정평가/2024/PSM.py
== LEARNING/PERCEPTION module== mode? L/PP
PERCEPTION MODULE
select input no.?1
propagation...
0.9339 0.3456 0.5667 0.1209 0.4502
Interpretaion..
output...apple
keyword transfer...apple
extraction
connection to Semantic Network or Episodic Memory?S/E/QS
extraction from Semantic Network...
from keyword apple
...
apple IS-A fruit

connection to Semantic Network or Episodic Memory?S/E/QE
extraction from Episodic Memory...
from keyword apple
...
Episodic frame
when who where what how do why
extracting...
2023-09-28/I/YoungJu Orchard/apple/pay/picked/event program
2024-01-05/mother/home/apple pie/cook/made/enjoy
2024-01-22/I/supermarket/apple/pay/bought/birthday
```

그림 8. 학습/인식 모듈과 연결된 시멘틱 네트워크와 에피소드 메모리로부터 관련 지식 추출
Fig. 8 The related knowledge extraction from Semantic Network and Episodic Memory connected to Learning/Perception module

관련된 지식과 사실을 추출하는 과정을 보인 것이다. 먼저 학습된 네트워크를 활용하여 진행되는 인식 과정이 처리되고 있다. 실험을 위해 제시된 입력 파일을 선택하여 테스트 데이터가 입력되고 이 값들이 DNN 구조로 전파되어 계산되었다. 출력층에서 apple, strawberry, grape, melon, tomatodp 해당되는 노드의 결과를 산출하고 softmax 함수를 적용하여 가장 큰 값을 갖는 첫 번째 노드 'apple'이 선택되었다. 'apple'은 연결된 장기 기억 추출을 위해 탐색을 위한 키워드로 전환되어 검색에 쓰였다. 다음 단계에서 모드 선택을 통해 시멘틱 네트워크나 에피소드 메모리 추출을 하도록 하였다. 시멘틱 네트워크 추출인 경우 키워드 'apple'에 연관된 지식, 'apple IS-A fruit'이 추출되었다. 에피소드 메모리 추출 모드를 선택하면 출력된 결과와 같이 에피소드 메모리로부터 'apple'에 관련된 모든 레코드가 추출됨을 알 수 있다. 물론 에피소드 메모리의 양이 방대할 경우에는 조건을 두어 필터링하여 원하는

내용만 추출할 수도 있다. 실험 결과로부터 원하는 결과가 모두 성공적으로 출력되었음을 알 수 있다.

이 실험에서는 제안 시스템의 목적이 학습/인식 모듈과 시멘틱 네트워크, 에피소드 메모리의 장기기억과 연결하여 관련 지식과 사실을 추출하는데 있기 때문에 성능 비교보다는 추출과정으로 범위를 한정하고 집중하여 테스트하였다. 시멘틱 네트워크나 에피소드 메모리의 구조나 내용을 좀 더 정교하게 한다면 이로부터 상세한 지식과 사실을 미리 추출하여 작업공간인 Short-Term Memory에 저장하여 이를 바탕으로 간단한 논리 전개 및 추론이 가능하다. 사용자와 원활한 대화를 할 수 있는 상호 작용적인 인터페이스 환경을 만들 수 있다는 것을 의미이며 더 나아가 지능적이고 세심한 발전된 챗봇 설계가 가능해진다.

5. 결론

본 연구에서는 메모리 모델링에 관한 연구로 단기기억과 장기기억의 연결성을 구조화하고 정보의 학습, 기억의 구성, 축적된 기억으로부터 관련 지식이나 사실을 효율적으로 추출할 수 있는 메커니즘을 제안하였다. 특히 구조적으로 학습/인식 모듈과 장기기억 영역인 시멘틱 네트워크, 에피소드 메모리를 직접 연결함으로써 연동되면서 키워드에 의한 추출이 가능하도록 하였다. 실험 결과 관련 내용들이 성공적으로 추출됨을 확인하였고 이러한 메커니즘은 한 단계 나아가 지능적이고 정교한 챗봇을 구축하는데 많은 기여를 할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

본 연구는 2024학년도 강남대학교 교내연구비 지원에 의해 수행되었음.

참고 문헌

- [1] James W. KALAT, "Biological Psychology", Tenth edition, Wadsworth Cengage Learning, 2009, ISBN:0495603007
- [2] Atkinson. R.C, Shiffrin. R.M., "Chapter: Human memory: A proposed system and its control processes", In Spence, K.W: Spence, J.T.(eds.) The psychology of learning and motivation, Vol. 2, NewYork, Academic Press, pp.89-195, 1968, ISBN:9780080863535
- [3] Tulving, Endel, "Episodic Memory, From Mind to Brain", Annual Review of Psychology, 53, pp.1-25, 2002, doi:10.1146/annurev.psych.53.100901.135114
- [4] Saumier.D, Chertkow. H, "Semantic Memory", Current Science, 2(6), pp.516-522, 2002, doi:10.1007/s11910-002-0039-9
- [5] EII,Shawn, Zilioli, Monica, "Categorical Learning", in Seel, Norbert M (ed.), Encyclopedia of the Science of Learning, Springer US, pp.509-512, 2012, doi:10.100.1007/978-1-4419-1428-6_98
- [6] Gref.P, S hacter.D.L, "Implicit and Explicit memory for new association in normal and amnesic subjects", Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 11(3), pp.501-518, doi:10.1037/0278-7393.11.3.501
- [7] Shim, "Brain Secret", Bookshill, 2013, ISBN: 978-89-5526-519
- [8] Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville, "Deep Learning", The MIT Press, 2016, ISBN: 9780262035613
- [9] Lehmann Fritz, Rodin Ervin Y., "Semantic Networks in artificial intelligence, International series in modern applied mathematics and computer science", 24, Oxford, NewYork, Pergamon Press, 1992, ISBN: 00800420125

저 자 소 개



심정연(JeongYon Shim)

1989.2 고려대학교 컴퓨터학과 졸업
1991.2 고려대학교 컴퓨터학과 석사
1998.8 고려대학교 컴퓨터학과 박사
2000 CUHK Post Doc.
2003.3-현재 : 강남대학교 교수
<주관심분야> 인공지능, 지식공학 시스템,
Machine Learning, ICA, Information
System