

개념 구조 인식을 위한 순차적 신경망^{*}

김성진 · 이수동
컴퓨터정보통신공학부

<요약>

인간의 인지 과정에서는 특정 사물이나 사실들이 그것들에 대한 특수한 기호 형태로 기억되는 것이 아니라, 그것들 사이의 관계를 설정하여 그 관계들을 통하여 두뇌 속에 기억된다. 따라서, 이런 인간의 인지과정과 유사한 행동을 하는 신경망의 원리를 이용하여 개념그래프를 수용할 수 있는 모델을 본 논문에서는 제시하고 있다.

본 논문에서 제시하는 모델은 개념 그래프를 인식하기 위하여 전처리 과정에서 개념 그래프로 만들고 이를 트리 구조를 이용하여 중복되는 개념과 관계들 사이에 서로 다른 입력값을 가지도록 한 후, 이를 학습하게 함으로써 학습되는 과정에서 같은 개념과 관계를 가진 노드를 처리하도록 하고 있다. 위와 같은 전처리 단계를 도입함으로써, 연결 주의만으로 해결할 수 없는 개념 그래프의 모호함을 처리할 수 있도록 하였다. 따라서, 자료 구조를 이용한 기호 주의와 신경망을 이용한 연결 주의를 이용하여 주어진 문제에 대하여 복합적으로 해결함으로써, 연결 주의와 기호 주의가 결합된 신경망을 제안하고, 여기에 개념 그래프로 표현된 개념과 관계들을 인식시킴으로써 제안된 신경망이 주어진 노드들에 대하여 인식함을 보이고 있다.

A Sequential Neural Network for Conceptual Structure Recognition

Soo-dong Lee · Seong-jin Kim
Division of Computer Engineering & Information Technology

<Abstract>

* 이 논문은 1997학년도 울산대학교 학술연구조성비에 의하여 연구되었음

In the processing of human perception, a memory is not accumulated the total image or the special symbol of things, but the memory is accumulated the spreaded characteristics of them. After he connects special relation of things, as the use of principle of Neural Network which do similar action of human's brain, Pre-CPNN (Preprocessing Conceptual Processing NN) can be trained and recognized the conceptual structure.

In this paper, for training and recognition of conceptual structure, this model consist of three phases : PSDNN (A Pattern-Sensitive Dynamic NN), tree, CPNN(Conceptual Processing NN). At first, a character of the given structure is recognized by PSDNN. Secondly, because of avoiding of duplicated structure, we make tree by use of source concept and relation. As the result, inserting of preprocessing step is solved the difficulty of connectionism. For the last time, a node of tree is trained. As adapting symbolism which use data structure and connectionism which use NN, proposed model can be trained and recognized the conceptual structure.

I. 서 론

기존의 자연어 처리(natural language pr-ocessing)는 전통적으로 기호주의(symbolism)에 의해서 처리되어 왔다. 이는 기호주의가 가지는 장점으로 인하여 컴퓨터 내부에서 일정한 코드로 표시되는 기호들이 상호 결합되어 구성되는 기호구조의 생성, 변환, 저장을 통하여 지능 시스템을 구현할 수 있다는 물리적 기호 시스템 가설에 이론적 근거를 두고 있다.¹⁾ 그리고, 기호주의로 처리할 경우에 있어서는 컴퓨터의 번지에 바탕을 두고 이들을 처리하기 때문에 각각의 기호들에 대한 처리 및 변환이 매우 유리하였다. 이러한 기호주의 가설에 따라 많은 연구자들이 어휘 및 문법 지식을 기호주의를 이용하여 절차적 또는 선언적으로 표시하는 문법형식과 이를 이용하여 자연어 문장을 분석하고자 하는 파싱(parsing) 기법들을 연구해 왔다.²⁾

그러나, 이러한 연구들은 컴퓨터가 처리 할 수 있는 기호로써 표현되며, 이와 같은 자료들을 처리하기 위한 번지 지정 연산에 의한 것이므로 인간의 인지 과정과는 다소 차이가 있다. 이에 반하여 연결주의(connectionism)를 상징하는 신경망은 인간의 지능을 가장 자연스럽게 모방하고 있으며, 또한 인간의 인식 과정과 가장 비슷하게 구현 될 수 있기 때문에 이를 바탕으로 하는 개념 인식 모델들에 대한 많은 연구가 행해지고 있다. 그럼에도 불구하고 실제로 인간의 지능 모형을 모델로 하는 신경회로망들은 이런 기호주의에 따르는 번지 지정에 의한 처리들이 매우 어렵다. 따라서 연결주의와 기호주의의 장점을 이용한 복합구조의 신경회로망 모델에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는 추세이다.¹⁰⁾

본 논문에서는 이런 어려움을 배제하기 위하여 자료구조에서 나오는 트리를 이용하여 신경망의 입력 값을 제어함으로써 중복되는 자료들을 처리하는 방법을 제안하고 있다. 이것은 하나의 신경망으로는 중복되는 자료를 처리할 수 있는 방법이 없으므로, 제안되어진 방법으로써 지식을 표현하는 개념 그래프를 신경망에 학습시킨 후 그 결과를 보여주고 있다.

인간이 사용하는 언어는 어떤 사실이나 지식을 표현하기 위해 필요한 기본 개념들을 문법체계에 따라 기호 열로써 표현하는 방식이다. 그러나, 인간의 인지 과정에서는 문법체계에 따라 배열된 기호열의 형태로 기억되는 것이 아니라, 기본 개념들의 상호관계를 규정한 형태로 인간

의 기억 속에 표현된다고 할 수 있다.³⁾ 즉, 인간이 사용하는 표형 양식의 하나인 언어는 어떤 사실이나 지식을 표현하기 위해 필요한 개념들을 그들이 사용하는 언어권의 문법체계에 적합한 구조를 가진 기호 열로써 표현하는 방식에 불과하며, 그 언어 자체가 인간들의 두뇌 속에 저장되는 것은 아니다. 그러므로, 어떤 주어진 지식들에 대한 각각의 개념들간의 상호 관계를 규정하는 그래프를 그릴 수 있으며, 이를 학습에 이용하면 인간의 인지과정과 유사한 모델이 될 수 있는 것이며, 어떤 자료를 인식하기 위하여 그 자료들을 개념 그래프로 만들어 이를 수용할 수 있는 신경망을 구성할 경우 이것이 인간의 두뇌를 모방하는 실제적인 인공지능 모델이 될 수 있다.

II. 본 론

1. 기호주의와 연결주의

1.1 기호주의

기호주의 지식 표현 형식화에 대한 연구는 컴퓨터가 도입된 이래 지식을 표현하는 일환으로 꾸준한 연구가 행해지고 있다. 이런 지식 표현 방법은 언어적 지식 혹은 실세계의 주변 배경, 상황 등의 비언어적 지식을 컴퓨터 내부에 어떻게 표현하여 처리하는 가에 대한 것이다. 이러한 연구들에는 일차 솔어 논리(first order predicate calculus)를 이용한 연구, 의미 네트워크 (semantic network)⁴⁾를 이용한 연구, 그리고 프레임(frame)과 같은 슬롯-필러(slot-filler)의 구조를 이용한 연구⁵⁾ 등으로 나누어 질 수 있으나, 이러한 연구들은 모두 물리적 기호나 배경 이미지(image)를 컴퓨터 내부에서 기호나 이미지의 의미와 무관한 부호로 바꾸어서 지식을 표현하기 때문에 기호 이미지 자체가 보유하고 있는 매우 중요한 특질을 간과하게 되어, 전반적인 이해에 있어 오류를 범할 수 있다는 문제를 가지게 된다.

1.2 연결주의

연결주의 지식 표현은 인간 두뇌의 신경 생리학적 모델에 기초를 둔 정보처리 파라다임 (paradigm)으로써 객체를 표시하는 처리요소(processing element)인 뉴런(neuron)과 객체간의 관계를 표시하는 의 연결강도(connecting weight) 상에 지식을 저장하며 뉴런과 뉴런 사이로, 입력 값과 연결 강도에 해 변화되는 활성값(activation value)을 전파시켜 필요한 계산을 하는 모델이다.⁶⁾

이러한 모델에서 뉴우런을 노드(node)로, 연결을 링크(link)로 보면 의미 네트워크 표현과 비슷하게 보이지만, 실제의 동작은 뉴우런에 시간에 따라 변화하는 활성화 값을 두어 이를 연결 가중치의 값에 따라 전파함으로써 계산을 수행하며 연결에는 객체간의 상호 관계를 양(positive)과 음(negative)의 가중치 또는 0과 1사이의 값으로 가중치를 표시하여 지식을 표현함으로써 각 링크에 독자적인 의미를 부여하는 의미 네트워크 보다는 단순한 표현 원리를 가진다.

그러나, 이러한 연결주의 지식표현에 대한 지식의 학습에 있어서는 서로 독립된 자료에 대한 한정된 지식의 수용만을 허락한다. 예를 들어 신경망의 학습에 있어서 “고양이는 동물이다.”와 “고양이는 포유류이다”라는 지식을 학습할 경우에 있어서 같은 고양이라는 개념에 대하여 서로

다르게 학습해야 함에도 불구하고 이를 처리 할 수 있는 방법이 없게 된다.

1.3 기호주의와 연결주의의 혼합형

위에서 언급한 바와 같이 기호주의 표현 방법은 주어진 지식들에 대한 특질들을 간과 할 수 있다는 약점을 지니고 있으며, 연결주의 지식 표현은 중복되는 자료에 대한 처리가 불분명하다는 약점을 가지고 있다.

이를 해결하기 위하여 전자가 가지고 있는 번지지정 방법이나 혹은 자료 구조를 이용하여 신경망에 학습시키는 지식의 표현을 다양하게 변화시킬 수 있다.

2. 지식 표현의 한 방법인 개념 그래프

2.1 개념그래프

개념그래프는 도형을 이용한 지식 표현의 한 방법으로써 사람이 읽기에 쉽고 컴퓨터가 처리하기에 편리한 형태로 문장의 의미를 표현할 수 있는 일종의 도식언어이다.⁷⁾

개념 그래프에서 사용되는 노드들은 실제, 속성, 상태, 혹은 사건들을 표현하는 개념 노드(concept node)와 그 개념들이 어떻게 상호 연결되어 있는지를 나타내는 관계 노드(relation node)로써 나타내며, 이들을 서로 연결시켜 주는 링크(link)로써 나타낸다. 개념 노드는 그래프 상에서 사각형으로 표시되며, 관계 노드는 원으로 표시된다. 하나의 개념 노드는 그 자체만으로 개념그래프를 형성하지만, 그 관계노드는 그 자체만으로 개념 그래프가 될 수 없다. 이런 그래프는 개념들 사이에서 관계를 가지며, 개념들은 노드로 표현되며 개념과 개념 사이의 관계는 노드간을 접속하는 연결로써 표현된다. 그리고 각각의 개념들은 원인 개념(source concept)과 결과 개념(destination concept)으로 구분하고 원인 개념에서 결과 개념으로의 관계의 방향을 설정함으로써 가장 기본적인 형태의 개념 그래프를 형성한다.

기본적인 개념 그래프는 아래 그림과 같은 논리적인 구조로 표현된다.

실제로 개념 그래프를 인식시키기 위한 예제를 다음과 같이 구성할 수 있다.

“ 한국은 엑스포를 개최한 나라이다.”

“ 엑스포는 과학기술을 전시하는 박람회이다.”

“ 엑스포는 대전에서 개최되었다.”

“ 대전은 한국의 도시이다.”

“ 기술원은 사물로봇을 전시하였다.”

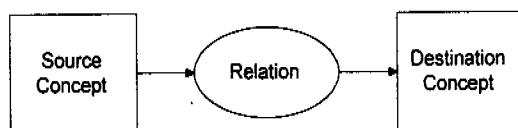


그림 1. 기본적인 개념 그래프

위와 같은 지식을 개념 그래프로 도시화하기 위하여 다음과 같은 관계 코드를 명시한다.

Conceptual Relation	Relation Code
AGNT : agent-of	0
IS : is-a	1
CHRC : characteristics-of	2
INST : instrument-of	3
OBJ : object-of	4
METH : method-of	5
KIND : kind-of	6
POSS : possession-of	7
STAT : status-of	8
CAUS : cause-of	9
LOC : location-of	10

표 1. 관계 코드 정의표

주어진 문장에서 추출된 기본 개념들과 관계들을 이용하여 관계 코드표를 구성하고 그림 2.와 같은 개념 그래프를 그릴 수 있다.

개념 원인	결과 개념	관계 코드
한국	나라	1
나라	개최하다	2
개최하다	엑스포	4
개최하다	대전	10
대전	도시	1
한국	도시	7
엑스포	박람회	1
박람회	전시하다	2
전시하다	과학기술	4
전시하다	기술원	0
전시하다	사물로봇	4

표 2. 개념들간의 관계 코드표.

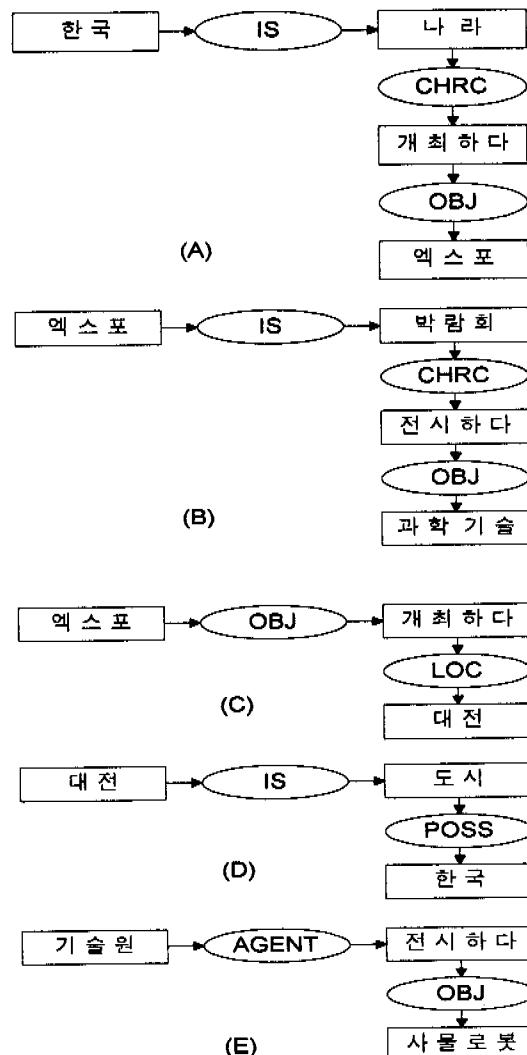


그림 2. 개념 그래프의 구성

2.2 트리 구성

나타난 개념 그래프에서는 그림 3과 같이 두 개의 중복되는 코드가 나타난다. 이런 중복되는 개념 그래프들을 처리하기 위하여 트리 구조를 이용하기 위하여 관계코드나 입력 값에 추가의 코드들을 삽입한다. 그림 4와 같이 중복되는 개념들 즉 같은 원인과 관계

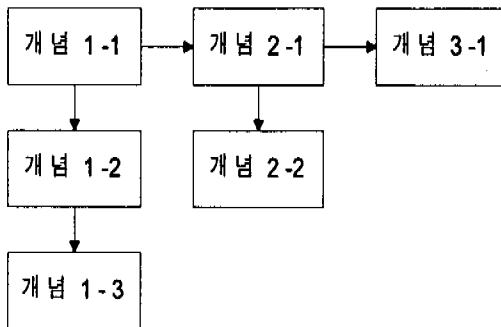


그림 3. 트리의 구성.

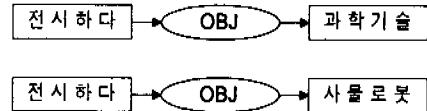


그림 4. 중복되는 개념 그래프

코드를 가지는 것들에 대하여 중복되는 것은 아래로 구성하고 다른 부분은 오른쪽으로 트리에 추가함으로써 완전한 자료 구조를 구성할 수 있다. 여기에서는 관계코드에 추가로 4비트를 추가하여 이들을 처리하도록 하고 있다.

3. 시스템 구현 및 결과

3.1 시스템 구성도

주어진 개념 그래프를 인식하기 위하여 사용된 시스템 모델은 다음과 같다.

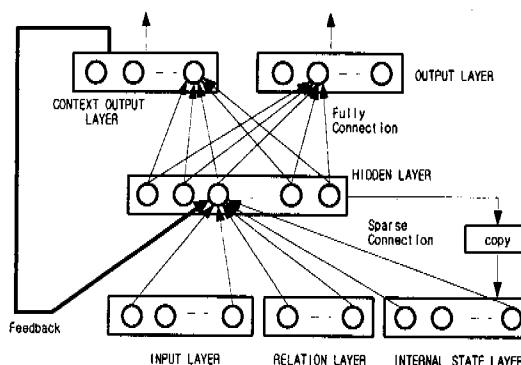


그림 5. 개념 신경망 모델
Fig. 5. A Conceptual Processing Neural Network

위의 주어진 개념 그래프를 자료 구조에서 사용되어지는 트리로 구성한다. 즉, 주어진 개념 그래프들의 중복과 인식을 위한 자료 구조를 이용한 전처리 단계를 거친다.

마지막 단계로써, 개념 인식 신경망⁸⁾에 학습시킨다.

위와 같은 순서에 의하여 주어진 개념 그래프를 인식시킬 수 있다. 위와 같이 복합적으로 전처리를 거친 신경망을 전처리 개념 그래프 인식 신경망(Preprocessing CPNN)⁹⁾을 구성할 수 있다.

3.2 결과

개념 인식 신경망에서는 중복되어지는 개념 그래프를 처리하지 못하였지만, 이를 처리하기 위한 트리를 이용하여 입력 값들에 대하여 처리하고 있음을 보이고 있다.

	과	학	기	술
CPNN	F	F	F	F
PCPNN	T	T	T	T

표 3. 과학기술에 대한 인식

	사	물	로	봇
CPNN	F	F	F	F
PCPNN	T	T	T	T

표 4. 사물로봇에 대한 인식.

F : False

T : True

위와 같은 결과 값에 대하여 다른 결과 값들은 똑같이 인식하고 있을 뿐만 아니라 오인식을 하고 있는 결과 값들에 대하여도 인식하고 있음을 보이고 있다.

III. 결 론

본 논문에서 제기 했던 것은 연결주의와 신경망의 특성을 이용하여 서로 약점을 보완하는 것이다. 문자 인식 신경망을 이용함으로써 그 글자들이 가지는 특질들을 그대로 수용할 뿐만 아니라, 부족한 부분들을 추가로 더하여, 이 때 중요한 것은 보충되는 부분들이 임의의 값들이 아니고, 그 자료들이 가지는 특징들을 추출하여 그 부분만을 더하는 것이므로 다음 신경망으로의 학습에 보다 충분한 자료가 제공되는 것이다.

이로써, 주어진 개념 그래프는 제안되어진 시스템에 완전하게 수용되었음을 보이고, 나아가 전문가 시스템으로의 활용에도 도움이 될 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] Newel, A. "Physical symbol system.", Cognitive science, 15(3) : 343-399, 1980.
- [2] Grosz, B. Jones, K. S., Webber, B. Lee, "Readings in natural language processing". Morgan Kauffmann, 1986.
- [3] J. F. Sowa, "Conceptual Structures", Addison-Wesley Publishing Company, 1984.
- [4] Quillian, M, R., "Semantic memory.", Scientific report No 2, BBN, 1966.
- [5] Minsky, M., "A framework for representation knowledge". MIT Press, 1981.
- [6] D. E. Rumelhart and J. L. McClelland, "Parallel Distributed Processing" vol. 1. MIT Press, 1986.
- [7] 양기철, "개념그래프의 소개", 정보과학회지 제 12 권, 9호, 1994.
- [8] 김정수, "개념그래프의 습득과 처리를 위한 개념 신경망 모델", 공학석사 학위 논문, 울산대학교, 1994.
- [9] Larry R. Medsker, " Hybrid Neural Network and Expert System", Kluwer Academic Publishers, 1994.