

모듈라 신경망을 이용한 대뇌피질의 모델링

김성주, 연정흠, 조현찬*, 진홍태
중앙대학교 전자전기공학부, *한국기술교육대학교 정보기술공학부
전화 : 02-820-5297 / 핸드폰 : 011-9404-6315

Model for Cerebral Cortex Using Modular Neural Network

Seong-Joo Kim, Jung-Heum Yon, Hyun-Chan Cho*, Hong-Tae Jeon
School of Electrical and Electronic Engineering, Chung-Ang Univ., Seoul, Korea
*School of Information and Technology Engineering, Korea Univ. of Tech. and Edu.
E-mail : ksj1212@ms.cau.ac.kr

Abstract

The brain of the human is the best model for the artificial intelligence and is studied by many natural, medical scientists and engineers. In the engineering department, the brain model becomes a main subject in the area of development of a system that can represent and think like human.

In this paper, we approach and define the function of the brain biologically and especially, make a model for the function of cerebral cortex, known as a part that performs behavior inference and decision for sensitive information from the thalamus. Therefore, we try to make a model for the transfer process of the brain. The brain takes the sensory information from sensory organ, proceeds behavior inference and decision and finally, commands behavior to the motor nerves. We use the modular neural network in this model. Finally, we would like to design the intelligent system that can sense, recognize, think and decide like the brain by learning the information process in the brain with the modular neural network.

I. 서론

인공 지능 분야에서 가장 좋은 모델이 되는 인간의 두뇌는 현재 많은 자연과학자, 의학자와 공학자들에 의해 연구되고 있다. 하지만, 현재 밝혀진 대뇌의 기능

과 관련된 정확한 이론은 존재하지 않으며, 실험에 의한 대강의 모델이 제시되어 있다. 대뇌의 모델은 공학 분야에서는 인간처럼 사고하고 표현하는 시스템 개발에 있어 최우선되어야 하는 과제이다.

본 논문에서는 대뇌의 각 부분의 기능을 생리학적으로 접근하고 정의하며 특히, 시상으로부터 감각 정보를 받아 행동의 추론 및 판단의 기능을 담당하는 인체 부위로 알려져 있는 대뇌피질의 기능을 모듈라 신경회로망을 통해 모델링하고자 한다. 이로써 인간처럼 감각 기관으로부터 감각 정보를 전달받아 다양한 사고에 의해 추론 및 판단의 과정을 거쳐 운동계에 행동 명령을 전달하는 과정을 모델링하고자 한다. 이 과정에 모듈라 신경회로망을 사용하고자 한다. 대뇌의 정보처리 과정을 모델링한 모듈라 신경회로망의 학습을 통해 인간처럼 감지하고 인식하며, 사고하고 판단하는 지능형 시스템을 구현하고자 한다.

II. 대뇌의 구조 및 기능

인간의 행동은 감각 기관의 정보를 이용하여 판단하고 특정한 신호를 각 기관이 주고 받음으로 이루어진다. 이러한 일련의 과정을 담당하는 부분이 대뇌피질로 알려져 있다. 대뇌의 피질은 현재 알려진 바에 의하면 감각피질, 연합피질, 운동피질의 세 영역으로 구성되어 있다. 감각피질은 시상을 통해 감각 기관으로부터 정보를 전달받고 연합피질에서는 전달된 정보를 이용하여 추론 및 판단의 과정을 거친다. 결정된 행동 내용은 운동피질을 통해 운동계에 전달되어 행동으로 옮겨진다.

본 논문에서는 시각, 청각 정보에 의해 행동을 결정하는 과정을 모델링하고자 한다. 이로써, 횡단보도에서의 보행자 행동 결정 과정을 모의 실험대상으로 학습하고자 한다. 학습된 모듈라 신경망은 보행자의 행동을 시각, 청각 정보를 통해 결정하도록 한다.

2.1 대뇌피질의 구성 및 기능

인간 대뇌의 구성은 크기는 좌반구와 우반구로 나누어지며, 각각 다른 기능을 수행한다(그림 1 참조).

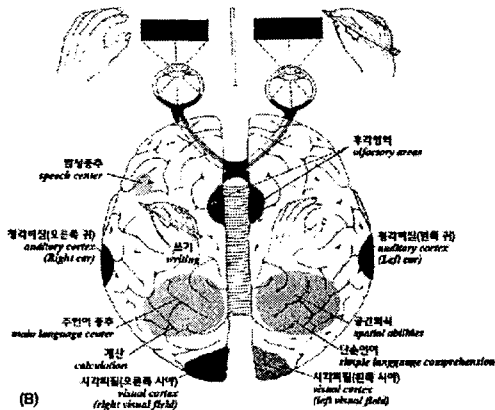


그림 1. 두뇌 구조

인간 두뇌 중에서 대뇌피질은 주로 감각정보를 처리하여 행동을 결정하는 부분으로 알려져 있으며 그림 2와 같이 구성되어 있다.

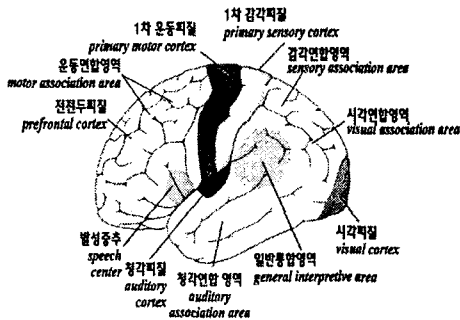


그림 2. 대뇌피질 구조

또한, 대뇌피질의 기능별 역할을 그림으로 표현하면 그림 3, 4와 같이 표현된다.

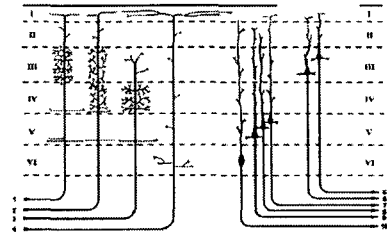


그림 5 대뇌피질의 신경 전달 과정

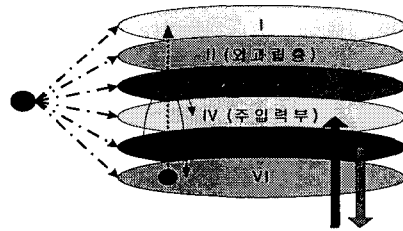


그림 6 대뇌피질의 층별 구조

감각피질은 시상 및 감각기관으로부터 감각 정보를 전달받는 기능을 담당하는 부분으로 주로 대뇌피질의 4층에 위치한다. 연합피질은 감각 정보와 이전 기억되어 있는 내용을 바탕으로 행동을 추론하고 결정한다. 연합피질은 대뇌피질의 3, 4층에 주로 존재한다. 또한, 운동피질은 결정된 행동에 따른 운동을 위해 해당 운동계에 운동 명령을 전달하고 조절하는 기능을 담당하며, 주로 대뇌피질의 5층에 존재한다.

2.2 대뇌피질의 동작 과정

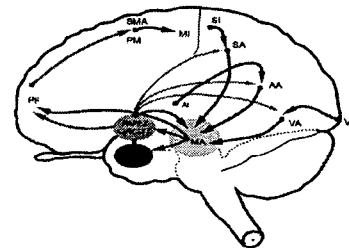


그림 7. 대뇌피질의 신경 흐름도

그림 5에서와 같이 대뇌피질의 동작은 각각 시각정보와 청각정보가 입력되면 이전의 내용을 기억하고 있는 공간에 전달되어 과거 정보와 비교한 후 행동을 결정하게 되며, 과거 정보에 없는 내용은 새로이 기억하도록 함으로써 정보를 저장한다. 이런 일련의 과정을 행하도록 모듈라 신경망을 이용한 모델링을 다음 절에서

설명하도록 한다.

2.3 신경망을 이용한 모델링

본 논문에서는 대뇌피질의 기능을 모델링하여 신경망의 구조로 구성하고 그 기능을 수행하고자 한다.

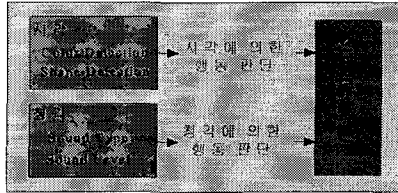


그림 8. 대뇌피질의 기능별 모델링

그림 6에서 시각, 청각의 학습을 담당하는 영역이 감각피질에 대응되며, 행동판단을 하는 영역이 연합피질에 대응된다. 이로써 행동 추론이 이루어지며 추론된 행동은 운동피질의 영역에서 해당 운동계에 전달하게 된다.

이러한 과정을 신경망을 통한 학습으로 모델링하기 위한 구조를 아래 그림과 같이 구성하였다.

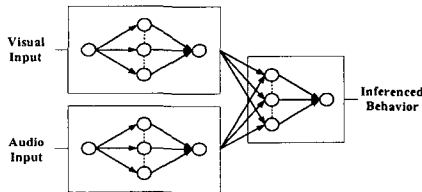


그림 9. 시청각 정보처리 학습 신경망

본 논문에서는 대뇌피질의 기능을 모델링하기 위하여 모듈 형태로 구성된 신경망을 제안하고자 한다. 일반적으로 모듈라 신경회로망은 전문가에 의해 구성된 모듈(Expert Network)과 각 모듈의 활성정도를 조절하는 게이팅 네트워크(Gating Network)이 존재한다. 그렇지만, 본 논문에서는 각기 다른 감각 정보의 처리 과정을 모델링하기 위해 간단히 모듈 형태(그림 7참조)의 신경망을 구성한다. 대뇌피질 중 연합피질의 행동 추론 및 판단 기능을 신경망을 통해 구현하고자 한다.

2.4 정보처리 모델링

감각 기관의 정보 처리 과정을 모델링하기 위해 본 논문에서는 시각 정보와 청각 정보를 처리하고 이를 통

해 행동을 결정하는 과정을 구현하고자 한다.

시각 정보는 색상과 형태의 정보를 입력으로 하고, 청각 정보는 소리의 종류와 크기를 입력으로 학습한다.

본 논문에서는 횡단보도에서의 보행자의 행동 결정 과정을 구현하고자 하며, 시각과 청각 입력은 다음 표. 1과 같은 규칙에 의해 학습하도록 한다.

표 1. 시청각 정보 입력 및 행동 추론 예

시각		청각		Decision
Color	Shape	Type	Level	
Red	Circle	Car	High	Stop
Blue	Circle	Signal	High	Walk
Blue	Triangle	Car	Medium	Warning

III. 신경망 학습에 의한 정보처리

시각, 청각에 대한 모듈을 마련하고 이를 통합하여 행동을 추론하는 모듈을 마련한 그림 7과 같은 구조의 신경망을 학습하여 감각 정보에 대한 행동 추론과정을 모의 실험하였다.

3.1 시청각 입출력 패턴 정의

본 논문에서는 각 모듈에서 감각 정보를 비트 입력으로 처리하기 위하여 다음과 같이 입출력 패턴을 정의하여 학습을 진행하였다.

표 2. 시각정보 입력 패턴

색상	형태	입력1	입력2
Red	원형	1	1
Blue	사각형	2	2
Green	삼각형	3	3

표 3. 청각정보 입력 패턴

종류	크기	입력1	입력2
신호음	높음	1	1
자동차	중간	2	2
기차	낮음	3	3

표 4. 시각출력 패턴

시각출력	출력1
횡단	1
정의	2
주의	3
자동차	4
기차	5

표 5. 청각출력 패턴

청각출력	출력2
안전	1
주의	2

표 2와 표3은 시각 청각 정보에 대한 입력 패턴을 정의한 것이며, 표 4와 표 5는 출력 패턴을 정의한 것이다. 이러한 입출력 패턴 정의에 의해 학습을 진행하였으며, 시각 모듈과 청각 모듈의 출력은 연합피질을 모델링한 모듈의 입력으로 사용된다.

다음은 연합피질의 기능을 모델링한 모듈의 입출력 정의이다.

표 6. 시청각 출력과 행동출력

시각모듈출력	청각모듈출력	행동판단출력
1	1	횡단
2		
3		
4	2	정지
5		

표 6은 시청각 출력 패턴이 신경망의 입력으로 사용되기 위해 정의한 내용과 행동 결정 모듈에서 출력되는 행동 패턴을 정의한 것이다.

3.1 시청각 정보처리학습 모의실험

시각, 청각 정보를 처리하는 모듈은 각각 20개, 10개의 은닉층을 사용한 다층 신경망을 사용하여 구성하였으며, 학습률은 각각 0.015, 0.01로 설정하였으며, 학습 주기는 각각 5000번, 3000번으로 설정하여 학습하였다. 연합피질을 모델링하기 위한 신경망은 은닉층을 30개의 노드로 구성하였으며, 학습률은 0.01, 학습 주기는 2000번으로 설정하였다. 대뇌피질의 행동 추론과정을 모델링한 모의실험은 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 진행하였으며 프로그램의 실행 상태는 다음 그림과 같다.

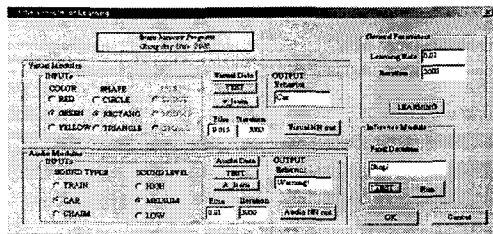


그림 8. 프로그램 실행창

감각 정보를 이용하여 행동을 추론해야 하는 상황으로는 횡단보도에서 보행자가 취할 행동을 판단하는 상황으로 설정하였다.

또한, 실제 시스템에 적용하기 위해 뱀 로봇(Snake Robot)을 제작하여 카메라와 음성 인식 모듈을 각 감각 기관으로 응용하여 실제 상황에 적용하기 위한 과정을 진행하고 있다.

IV. 결론

본 논문에서는 인간 두뇌에서의 정보처리 과정을 공학적으로 모델링하는 기법을 제안하였으며 널리 알려진 신경회로망을 통한 학습과정을 정보의 처리과정으로 해석하였다.

실제 횡단보도에서 이루어지는 시각, 청각 정보에 의한 횡단, 정지, 주의 등의 행동 판단을 각 감각 정보처리 모듈을 통해 학습, 구현함으로써 대뇌피질 영역의 세 영역(감각피질, 연합피질, 운동피질)의 기능을 모델링하였다.

본 논문의 결과는 향후 인간 두뇌 모델링에 의한 보다 인간과 유사한 인공 지능의 구현에 기반을 제공할 것으로 기대된다.

감사의 글 : 본 연구는 과학기술부의 뇌신경정보 학연구사업에 의해 지원받았습니다.

V. 참고문헌

- [1] Brodmann K., *Vergleichende Localisation-slehre der Grosshirnrinde in ihren Prinzipien dargestellt auf Grund des Zellenbau-es*, Verlag von Johann Ambrosius Barth, Leipzig, 1909
- [2] Simon Haykin, *Neural Networks - A Comprehensive Foundation*, Macmillian College Publishing Company Inc., 1994.
- [3] R. K. Elsley, "A learning architecture for control based on Back-Propagation neural network", *Proc. of the IEEE Conf. on Neural Networks*, vol. 2 .pp 587-594. 1988.
- [4] J. A. Freeman, D. M. Skapura, *Neural Networks : Algorithms, Applications, and Programming Techniques*, Addison- Wesley Publishing Company, 1991.