

두뇌의 시·청각 정보처리 과정의 모델링

Modelling of the Information Process with Visual and Audio in Human Brain

김성주, 서재용*, 조현찬*, 김성현**, 전홍태

중앙대학교 전자전기공학부

*한국기술교육대학교 정보기술공학부

**동원대학 전자과

Seong Joo Kim, *Jae Yong Seo, *Hyun Chan Cho, **Sung Hyun Kim, Hong Tae Jeon

School of Electrical and Electronics Eng., Chung-Ang Univ.

*School of Information and Technology Engineering, Korea Univ. of Tech. and Edu.

**Dept. of Electronics, Dong-Won College

(ksj1212@ms.cau.ac.kr)

ABSTRACT

인간의 두뇌에서는 갖가지 다양한 형태의 입력들을 이용하여 동시에 여러 가지의 판단, 추론 및 기억 등의 기능을 수행한다. 이러한 이유로 인간 두뇌는 거대한 지능형 정보처리기라고 할 수 있다. 현재 정보처리 메커니즘은 다양한 형태로 발달되고 있지만 그 중에서도 지능형 정보처리 메커니즘으로는 소프트 컴퓨팅 기법을 응용한 것이 대부분이다.

본 논문에서는 소프트 컴퓨팅 기법을 이용하여 두뇌에서의 시각, 청각의 정보처리 과정을 하나의 구조로 모델링하고자 한다.

시각에서의 정보와 청각에서의 정보는 각기 다른 모듈에서 처리되는 방식을 취하고 있으며, 최종적으로 두 감각 정보를 이용한 처리가 가능하도록 모듈형태의 전체적인 구조를 지니고 있다. 상이한 두 가지의 정보를 동시에 처리하는 과정을 모델링함으로써 복잡한 문제의 해결 및 다양한 경우에 대한 고려를 수행하여 인간 두뇌 모델링의 기초를 마련하고자 한다.

Keywords : Brain, Inference, Intelligence, Soft Computing, Sensory

1. 서론

인간의 의식이나 정신활동의 형태적 기반에 대한 연구는 오래전부터 진행되었다. 하지만 아직까지 정확한 규명은 하지 못한 상태이다. 다만, 1870년 이후로 독일로부터 시작한 임상실험 등

을 통하여 대뇌기능이 거시적 또는 미시적으로 임상실험을 통해 어느 정도 밝혀졌고, 공학적으로는 1940년 초부터 학습이론 및 신경회로망 이론을 사용하여 두뇌의 기능을 모델링하기 시작하였다. 이런 공학적인 부분에서는 특히 전문가시스템(expert system) 분야에서 활성화되었

고, 이는 현재 인간이 하고 있는 여러 가지 전문적인 작업들을 컴퓨터가 대신할 수 있도록 하는 것이었다.

하지만 이와 같은 전문가시스템의 경우는 아직까지는 대뇌피질, 시상 및 해마 간의 상호작용에 의한 추론이라는 면에서는 많이 미흡하다. 이에 인간의 두뇌작용을 바탕으로 한 행동기능을 인공적으로 구현하고자 한다.

본 논문에서는 두뇌작용의 인공적 구현을 위해 모듈라 신경망의 구조를 사용하여 시각, 청각 정보를 처리하는 과정을 모델링하고 이를 실제 문제에 적용하여 검증하고자 한다.

II. 본 론

알려진 바에 의하면 인간의 대뇌 피질은 감각 정보 처리, 추론 및 판단, 행동 명령의 기능을 수행하고 있으며, 이는 대뇌 피질을 기능에 따라 세 가지 영역(감각피질, 연합피질, 운동피질)으로 구분한다.

신경 생리학적으로는 47개의 영역으로 분류될 수 있는 대뇌[1] 중에서 대뇌의 피질을 기능별로 분류한 것으로 그림 1과 같이 분류된다.

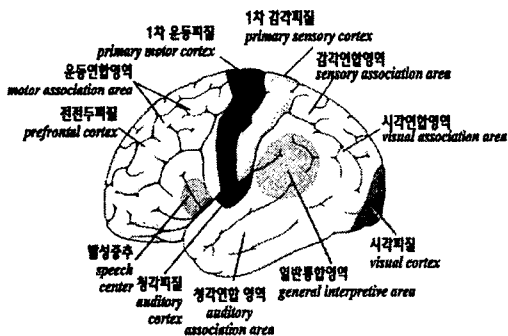


그림 1. 대뇌피질 구조

본 논문에서는 1차적으로 시각과 청각 기관에 의해 획득된 감각 정보로부터 행동을 판단하는 대뇌피질의 정보처리 과정을 모듈라 신경망을 통해 모델링하고자 한다. 이에 그림 1의 구조에서 감각 피질(시각피질, 청각피질)과 연합피질(시각연합 영역, 청각연합 영역) 그리고 운동피질(운동연합 영역)을 모듈라 신경망의 각 모듈로 정의하고 구성하였다.

2.1 대뇌 피질과 신경망의 비교

우선 대뇌를 기능별 구조로 분석하면 그림 3과 같이 나타낼 수 있다.

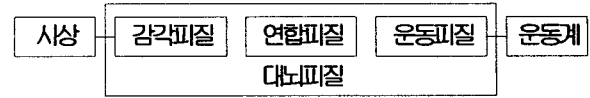


그림 2. 대뇌피질의 기능별 구조

대뇌에서의 정보처리 과정은 감각정보 수집, 연합에 의한 행동 추론 및 판단, 운동 명령의 세 가지 과정으로 크게 분류할 수 있다.

그림 2를 참고로 살펴보면 시상은 각 감각 기관(눈, 귀, 코, 혀 등)과 연결되어 각 기관으로부터 감각 정보를 대뇌피질에 전달하는 기능을 담당한다. 또한, 운동계는 각 운동 기관(다리, 팔, 목 등)과 운동 신경을 통해 연결되어 있으며 감각정보(근육의 상태 등)를 대뇌피질에 전달하며 대뇌피질의 명령은 전달받아 운동하는 기능을 담당한다.

대뇌피질은 시상으로부터 받아들인 감각 정보를 감각피질 영역에서 분석한 후에 연합피질에서는 분석된 감각 정보를 언어적 형태로 재해석한 후에 행동에 대한 추론을 행한다. 이후 행동피질에서는 행동에 필요한 운동·기관을 설정하여 운동계에 행동 명령을 하달하는 기능을 담당한다.

이와 같은 흐름이 대뇌피질에서 행동을 추론하고 결정하는 과정이며, 이를 공학적으로 해석하여 모델링하는 과정을 본 논문에서는 소개하고자 한다.

2.2 모듈 형태의 신경망

일반적으로 신경망은 기존의 방식과는 달리 분산 저장 방식을 갖고, 뛰어난 학습 능력, 일반성, 오류 허용(fault-tolerance)과 같은 특성을 갖는다고 알려져 있다. 이러한 신경망의 특징을 살려 본 논문에서는 시각 정보와 청각 정보를 각각 학습할 수 있도록 모듈 형태로 그림 2와 같이 신경망을 구성하였다.

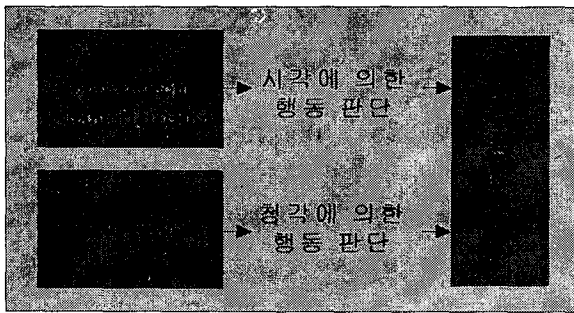


그림 3. 대뇌피질의 기능별 모델링

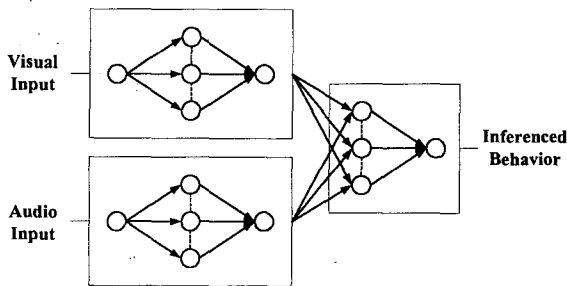


그림 4. 모듈 형태의 신경망 구조

시각 입력 정보로는 색상과 형태를 사용하였고, 청각 입력 정보로는 소리의 종류와 크기를 사용하였다.

각 입력 정보에 대한 학습 규칙은 아래의 표1과 같이 마련하였다.

표 1. 감각정보 학습 규칙

시각		청각		행동
색상	형태	종류	크기	
Red	원형	자동차	고	멈춤
Blue	원형	신호음	고	횡단
Blue	삼각형	자동차	중	주의

3. 신경망 학습에 의한 정보처리 실험

시각, 청각에 대한 모듈을 마련하고 이를 통합하여 행동을 추론하는 모듈을 마련한 그림 4와 같은 구조의 신경망을 학습하여 감각 정보에 대한 행동 추론과정을 모의실험하였다.

먼저, 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.

또한, 본 논문에서는 각 모듈에서 감각 정보를 비트 입력으로 처리하기 위하여 다음과 같이

입출력 패턴을 정의하여 학습을 진행하였다.

표 0. 시각 정보 입력 패턴

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

표 2. 청각 정보 입력 패턴

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

표 4. 시각 출력 패턴

시각출력	출력1
횡단	1
정지	2
주의	3
자동차	4
기차	5

표 5. 청각 출력 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 행동 출력

시각입력	청각입력	행동출력
1	1	횡단
2		
3		2
4		
5	주의	

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

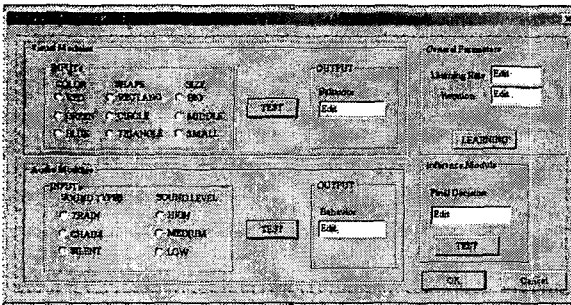


그림 5. 프로그램 실행창

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.

III. 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 뇌신경정

보학연구사업에 의해 지원받았습니다.

IV. 참고문헌

- [1] Brodmann K., *Vergleichende Localisation- lehre der Grosshirnrinde in ihren Prinzi- pien dargestellt auf Grund des Zellenhau- 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.