

# 소프트 컴퓨팅을 통한 인공두뇌 모델에 관한 연구

## Study for Brain Model using Soft Computing Method

주영진, 최우경, 서재용\*, 김성현\*\*, 전홍태  
중앙대학교 전자전기공학부  
\*한국기술교육대학교 정보기술공학부  
\*\*동원대학 디지털정보전자과

Young-jin Joo, Woo-Kyung Choi, Sung-Hyun Kim\*, Hong-Tae Jeon  
School of Electrical & Electronic Engineering, Chung-Ang university  
\*School of Information and Technology Engineering, Korea Univ of Tech and Edu  
\*\*Dept. of Digital Information Electronics, Tong-Won Collage  
E-mail : neoelec@gmail.com

### 요 약

가장 완벽한 지능형 모델로 알려져 있는 두뇌는 인공 지능을 구현하기 위해 이해되어야 하는 많은 내용을 지니고 있다. 하지만, 현재까지는 두뇌의 생물학적인 정보처리 메커니즘은 극히 일부분에서 밝혀졌고 대부분의 내용은 추측이나 가정으로 설명되고 있다. 이미 밝혀진 두뇌의 정보처리 메커니즘에 기반한 정보처리 시스템은 다양한 응용 분야에 활용되어 지금의 시스템보다 월등한 성능을 보일 것으로 예상된다. 이에, 본 논문에서는 두뇌의 생물학적 흐름을 카테고리 별로 정리하였으며 이를 구현할 수 있는 소프트 컴퓨팅 기법을 소개한다. 다양한 소프트 컴퓨팅 기법을 이용하여 구현된 인공두뇌 모델은 정보처리 과정에서 자율적이며, 효과적인 정보처리 성능을 보여줄 수 있다. 이는 인공 지능 시스템의 새로운 도약에 필요한, 정형화된 모델로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

Key words : Brain Science, Artificial Intelligence, Brain Information Processing,

### 1. 서론

로봇의 시대가 도래했다고 할 수 있을 만큼 현대 사회에서의 로봇의 역할은 변화하고 있다. 기존의 산업 사회에서의 로봇은 반복적이고 단순한 업무의 대체용으로 이용되었다. 하지만 산업 현장에서의 작업들이 복잡해지고 특수 환경을 요구하면서 좀 더 정밀하고 안정적인 로봇이 요구되고 이에 따라 로봇의 제어 기

술도 향상되고 있다. 이러한 로봇 제어 기술은 인공 지능 기법을 맞이하여 새로운 전개를 맞이하게 되었다. 퍼지 및 신경망 등의 지능 제어 이론의 도입에 따라 정해진 룰에 의존하던 로봇의 움직임에 지능이라는 능력이 부여되기 시작한 것이다. 그럼으로써 로봇은 산업 현장에서 벗어나 좀 더 다양한 분야에까지 접목되고 있다. 영상 인식, 음성 인식 등의 인간의 능

력을 모방한 기술들이 로봇에 적용되면서 점차 인간 같아 보이는 로봇이 등장하고 있게 되었다. 그러나 이러한 기능들은 단지 기능적 측면에 국한되고 있다. 인간 같은 로봇의 구현을 위해 여러 가지 제어 개념들이 제시되고 있고 임상학적으로도 많은 연구들이 시행되고 있다.

공학적인 의미에서 입력, 출력, 제어기에 대한 의미를 생물학적으로는 입력을 분석하고 정보를 처리하거나 전달하며 출력을 제어하는 모델인 두뇌에 정보처리 매커니즘과 견주어 볼 수 있다. 본 논문에서는 생물학적 두뇌의 정보처리 매커니즘을 해석하고 공학적인 개념의 정립과 정보처리 흐름을 규명하고 정의함으로써 출력에 반영할 수 있는 구조의 설계를 통해 최종적으로는 뇌 정보처리 매커니즘에 기반한 레이어를 설계하여 범용으로 사용될 수 있도록 하고자 한다. 본 논문에서 설명되는 레이어 구조는 공학적인 분야는 물론 생물학적 뇌 연구에도 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

## 2. 뇌정보처리의 기능적 해석

그림 1에 보이는 바와 같이 대뇌피질은 크게 세 가지 영역으로 구분된다. 감각영역은 감각피질을 의미하며 시각, 청각, 체감각 등에 대하여 각기 감각에 적합한 처리를 1-4차 영역을 마련하여 진행하는 기능을 수행한다. 여기서 주의해야 할 것은 감각에 대한 처리가 높은 수준에서 이루어지는 개념이 아니라는 점이다. 감각피질에서 일어나는 감각 처리는 낮은 수준에서의 개념으로 각각의 감각에 대한 특징을 표현할 수 있는 범위 내에서 진행되며 진행 방식은 감각의 종류에 따라 다르다.

본 논문에서는 대뇌피질의 생리학적 분석 및 특징에 대한 규명 결과를 공학적으로 이용하기 위해 신경회로망을 이용한 공학적 모델을 제시하였다. 공학적 모델은 크게 세 가지의 모델로 구분할 수 있다. 첫 번째는 감각에 대한 인식 및 학습을 진행하기 위한 기본적인 감각 인식 및 학습 모델이고, 두 번째 모델은 첫 번째 모델에서 학습된 결과를 연합하기 위한 감각연합영역 모델이며, 세 번째는 이전 기억 내용에 없는 새로운 감각에 대한 인식을 진행하고 새로운 기억을 생성할 수 있는 파페츠 회로 모델

을 개발하였다.

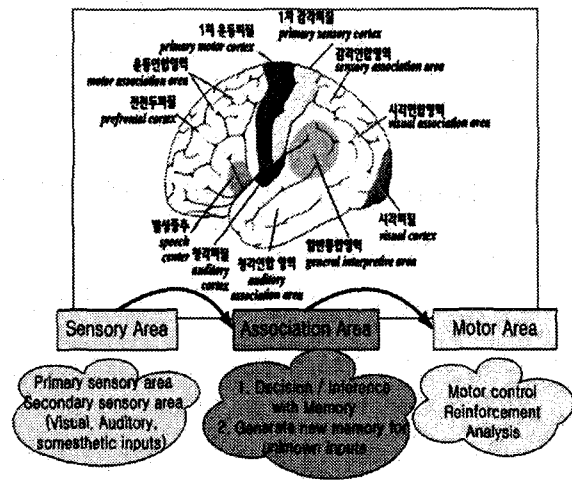


그림 1. 대뇌피질의 기능 정의  
Fig. 1. Definition of functions in the cerebral cortex

## 3. 공학적 모델

### 3.1 생물학적 대뇌피질 모델

대뇌 피질의 영역 중 감각영역은 정보의 수신을 담당하는 영역으로 해석된다. 이곳에 시상에서 전달되는 감각 기관의 정보가 수신된다. 시상은 정보의 다발로 정의할 수 있으며 감각 기관의 기능은 각종 센서 및 카메라 등의 시스템 입력 장치를 사용할 수 있다. 따라서 감각 영역과 연결되는 시상으로부터의 전송 통로는 시스템의 데이터 버스에 해당한다고 할 수 있다. 감각 영역에서는 일차적인 정보처리가 이루어진다. 시스템에서 일차적인 정보처리는 입력 신호에 대한 전처리부로 정의할 수 있다. 입력 신호에 대한 전처리는 각종 정보처리 기법과 신호처리 기법 등을 사용하여 정의될 수 있다.

감각 영역의 기능을 시스템 입력부와 전처리부의 개념을 통해 공학적으로 정의할 수 있으며 이는 센서를 이용하여 구현이 가능하고 센서 융합 기술 및 정보 인식 기술 등이 포함될 수 있다.

대뇌 피질의 연합 영역은 전처리된 감각에 대한 다중 인식이 이루어지는 곳이며, 감정을 평가하고 운동을 결정하는 곳으로 해석되었다. 이를 공학적으로 정의하면 센서 정보의 융합, 감정 관련 정보에 대한 인식 및 추론, 기억 정

보 검색 및 비교를 통한 감각-감정에 따른 운동 결정으로 정의할 수 있다.

다중 감각에 대한 연합은 시스템 측면에서 살펴본다면, 입력 신호의 통합 모델로 정의할 수 있다. 입력된 신호들은 전처리를 통해 입력 신호의 특징을 추출하게 되는데 연합 영역에서는 이들 특징을 감각별로 또는 특징별로 분류하고 재해석할 수 있게 된다. 이를 위해서는 유사성을 검사한다든지 특징별로 분류하는 알고리즘 등이 요구된다. 시스템 측면에서 살펴본다면 다양한 분류 알고리즘을 통해 센서 데이터들이 분류되고 각각의 특징을 묶어서 또 다른 의미의 특징을 표현할 수 있게 된다.

### 3.2 인공 대뇌피질 모델

본 논문에서는 그림 2와 같은 시각/청각 인식 및 학습 모델을 마련하였으며, 부수적으로 필요한 기억 정보 관리 흐름과 운동에 대한 모델을 동시에 제안하였다.

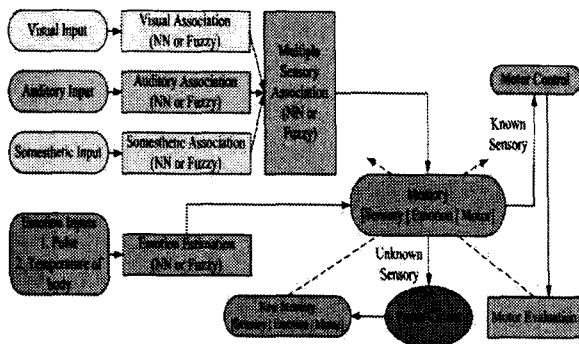


그림 2. 인공 대뇌피질 모델  
Fig. 2. Artificial cerebral cortex model

인공 대뇌피질 모델에서는 감각 처리 모듈과 다중의 감각을 연합하는 모듈을 통해 인식 및 학습을 진행한다. 여기에는 다중 신경회로망을 기반으로 하는 모듈과 신경회로망을 사용하였다.

기억 내용에 대한 검색 및 확장을 모델링하기 위해 감정 요소를 정의하여 사용하였다. 또한, 새로운 감각에 대한 기억 내용의 생성에는 생리학적으로 밝혀진 변연체에 존재한다고 알려져 있는 파페츠 회로의 기능이 필요하며 이를 위해서는 Adaptive Resonance Theory (ART)를 사용하여 구성하였다. ART를 이용

하여 메모리의 관리 또한 가능하게 된다. 파페츠 회로의 기능은 주로 감정적인 요인을 평가하여 감각 인식에 영향을 미치며 이는 행동을 결정하는 단계에도 영향을 미친다.

공학적으로는 입력과 출력의 관계가 특정 규칙이나 조건에 고정되어 있는 경우가 대부분이지만 생물학적 개념의 감정을 고려한 감각 인식 과정을 공학적으로 응용한다면 상황에 따른 유동적인 출력을 도출할 수 있게 된다.

본 논문에서는 생물학적으로 규명된 다양한 기능들을 포괄하여 공학적인 모델로 제시하고자 한다.

### 3.3 대뇌피질 레이어

대뇌피질의 기능적 영역을 살펴보면 감각을 처리하는 영역, 감정을 평가하는 영역, 학습을 진행하는 영역 그리고 운동을 계획하고 진행하는 영역으로 크게 구분할 수 있다.

본 논문에서는 이를 규격화된 도구로 제시하고자 그림 3과 같은 레이어를 설계하였다. 레이어 구조는 각 층마다 특정한 기능을 수행하도록 정의하였으며 그 흐름은 생물학적인 정보 처리의 원리에 충실하여 구현하였다.

레이어의 특징은 생물학적 기능을 정의한 모듈을 간략한 형태로 재정의하였다는 점과 유사한 기능을 수행하는 모듈을 통합하여 배치하였다는 점이다. 또한 기능을 위주로 레이어를 구성하였기 때문에 각 레이어에 적용할 수 있는 새로운 개념의 기술이 개발되는 경우에 그 효율성을 관찰하기가 용이하다. 마지막 특징은 레이어 구조를 통해 생물학적 뇌 정보처리 메커니즘을 모방한 인공 지능의 통합형 모델이라는 점이다. 세부 감각별 인식 및 처리 기술은 발달하여왔으나 통합 모델로의 발전이 용이하지 않았고 뇌 정보처리 기법의 공학적 해석이 전반적으로 이루어지지 않아 국부적인 측면에서 뇌의 정보처리를 모방하였던 기존의 한계를 극복할 수 있는 계기를 마련한 것이다.

현재 많은 분야에서 밝혀진 공학적인 정보처리 모델 및 기술들을 이용하여 그 내용을 적용하거나 새로운 기술을 접목한 모델로 발전시키는 과정에 본 논문에서 제시한 대뇌피질 레이어는 매우 중요한 역할을 할 것이다.

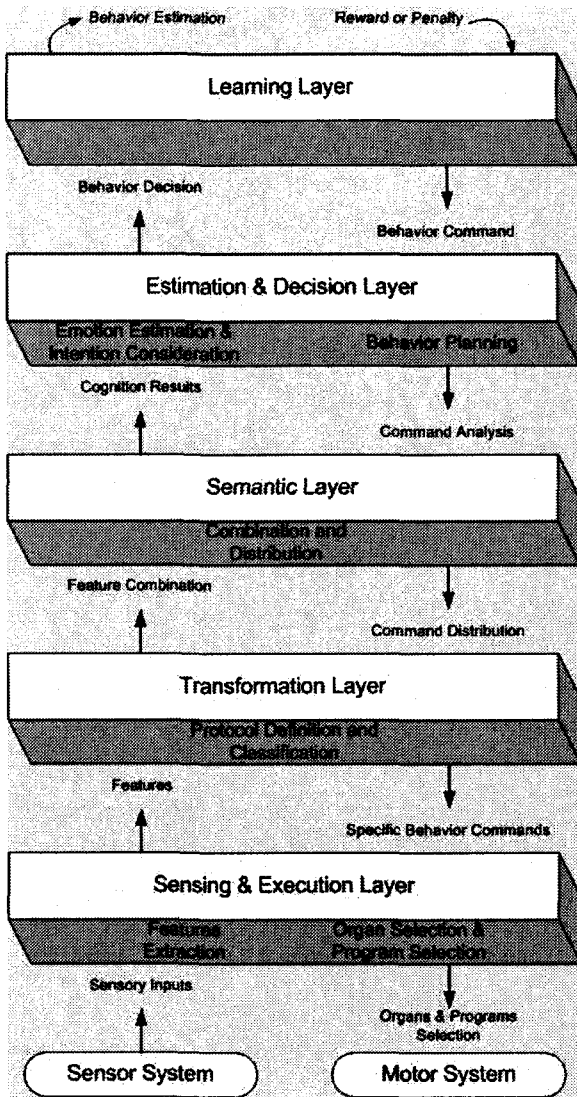


그림 3. 인공 대뇌피질을 위한 레이어 구조  
 Fig. 3. Layer structure for artificial cerebral cortex

### 5. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 다양한 입력에 대한 처리와 시스템의 자가 학습을 통한 성장형 시스템의 설계에 핵심으로 사용될 수 있는 공학적인 모델을 생물학적인 뇌 정보처리 메커니즘에 기반하여 구현하였다. 구현된 모델의 핵심 흐름을 정리하고 표준화한 형태의 레이어를 제시함으로써 향후 관련 연구의 토대를 제공하였다.

또한, 각종 감각처리, 운동 계획 및 실행에 따른 평가, 자율 학습의 개념에 응용하여 실험을 진행할 수 있을 것으로 기대된다.

### 6. 참고문헌

- [1] Korner, E., Matsumoto, G., "Cortical architecture and self-referential control for brainlike computation," *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, vol 21, Issue : 5, 2002, pp. 121-133.
- [2] Amit Konar, *Artificial Intelligence Modeling of the Human Brain*, CRC Press, 1999.
- [3] Brian A. Wandell, Abbas El Gamal, and Bernd Girod, "Common Principles of Image Acquisition Systems and Biological Vision," *Proceedings of the IEEE*, vol. 90, no. 1, pp. 5-17, Jan. 2002.
- [4] Karl Friston, "Learning and Inference in the Brain," *Neural Network*, vol. 16, pp.1325-1352, 2003.
- [5] Samir Shah and Martin D. Levine, "Visual Information Processing in a Primate Cone Pathway - Part I: a Model," *IEEE Transactions on System, Man, and Cybernetics*, vol. 26, no. 2, pp.259-274, Apr. 1996.
- [6] 이원택, 박경아, *의학신경해부학*, 고려의학, 1996.
- [7] 김성주, 김용민\*, 김성현\*\*, 전홍태, "감정을 고려한 감각 정보 처리 학습", *한국퍼지및지능시스템학회 학술대회 논문집*, Vol. 13, No. 1, pp. 225-228, 2003.
- [8] 김병관, 김성주, 조현찬, 전홍태, "감정변화가 행동에 미치는 영향을 고려한 모델", *한국퍼지및지능시스템학회 학술대회 논문집*, Vol. 13, No. 1, pp. 69-72, 2003.
- [9] 서재용, 김성주, 연정흠, 전홍태, "신경회로망과 퍼지 인지 맵(FCM)을 이용한 대뇌피질의 정보처리 모델", *한국퍼지및지능시스템학회 학술대회 논문집*, Vol. 13, No. 1, pp. 73-77, 2003.