

뇌 정보처리 원리 기반 지능형 정보처리 레이어 설계

Design of Intelligent Information Processing Layer based on Brain

김성주

멀티채널랩스(주) 기업부설연구소 지능 로봇 그룹

Seong-Joo Kim

R&D Center Intelligent Robot Group

MultiChannel Labs. Co., Ltd.

E-mail : bluebird@xclef.com

요 약

The system that can generate biological brain information processing mechanism more precisely may have several abilities such as exact cognition, situation decision, learning and inference, and output decision. In this paper, to implement high level information processing and thinking ability in a complex system, the information processing layer based on the biological brain is introduced. The biological brain information processing mechanism, which is analyzed in this paper, provides fundamental information about intelligent engineering system, and the design of the layer that can mimic the functions of a brain through engineering definitions can efficiently introduce an intelligent information processing method having a consistent flow in various engineering systems. The applications proposed in this paper are expected to take several roles as a unified model that generates information process in various areas, such as engineering and medical field, with a dream of implementing humanoid artificial intelligent system.

1. 서론

일반적으로 지능형 정보처리에 대한 연구는 현재 많은 분야에서 응용되고 있는 핵심 연구 내용이다. 특히, 해결해야 하는 문제에 대한 중요한 정보를 제공하기 위해서는 입력에 대한 특징을 추출하고 분석하여 입력을 하나의 정보로 인식하는 과정이 필요하다. 분석된 입력이 하나의 정보로 인식된 이후에는 정보를 처리하여 전달하는 과정이 필요하다. 푸리에 변환, 라플라스 변환, Z-변환, 웨이블릿 변환 등의 신호에 대한 변환 도구들과 주파수 성분에 대한 시간 개념의 지역화 특성을 분석하고 이를 정보화하여 정의할 수 있는 시간-주파수 지역화 기법[1][2][3][4]

등은 현재 널리 사용되는 신호에 대한 분석 도구들이다. 또한, 시스템을 제어하기 위해서는 입력을 적절히 처리하는 과정과 시스템의 제어 입력을 출력하는 과정이 필요하다.

공학적인 의미에서 살펴본다면 정보 처리 과정을 입력의 처리, 정보의 전달, 제어 입력의 결정에 대한 의미로 정의할 수 있지만 생물학적으로 입력을 분석하고 정보를 처리 및 전달하며 출력을 제어하는 모델인 두뇌의 정보처리 메커니즘에 비교한다면 현재의 공학적인 정보처리 방식 및 제어기의 성능은 극히 미약한 수준이라고 할 수 있다. 이런 이유에서 최근 많은 공학자들은 생물학적인 뇌의 정보처리 개념에 대한 규명을 시도하고 있으며, 실제 공학적인 모델로 개발하여 설명하

고 구현하는 연구를 진행하고 있다[5][6][7][8]. 향후에는 뇌 정보처리 메커니즘에 기반한 감각 정보 및 감정 정보를 통한 새로운 개념의 정보융합 기술을 토대로 인지와 행동을 구현할 것으로 예상되지만 기존의 다양한 정보처리 분야 [9][10][11][12][13]에서의 감각정보 처리 기술, 감성 인식 등 감정 평가 기술은 통합된 모델로 활용하기에는 부족한 면이 존재한다. 다시 말하면, 뇌의 정보처리는 입력에서부터 정보의 처리 및 가공을 통해 출력을 도출하는 과정이 통합된 구조에 의해 일괄적으로 처리된다는 특징이 있는 반면에 현재의 공학 기술은 뇌의 기능 중에서 극히 일부분을 공학적인 모델로 마련하는 수준에 그친다는 것이다. 결과적으로 뛰어난 감각 인식 기술이 개발되어도 개발 성과가 인간과 같은 수준으로 감각에 대한 반응을 지능적으로 결정할 수 있는 능력은 부재하다는 것이다. 그렇기 때문에, 감각정보 처리 기술과 감정 평가 기술 등을 통합하여 처리할 수 있으며 처리된 결과를 판단 기준으로 사용하는 체계하는 정보처리 모델을 설계해야 한다. 이로써 정보인식에 대한 결과들을 상위 수준의 정보로 전달하여 출력에 반영되도록 하는 모델을 마련할 수 있다. 이는 향후 향상되는 감각처리 또는 감정정보 처리 기술과 접목되어 출력을 생성하는 모델로 발전할 수 있을 것이다.

특히, 인간의 뇌와 같이 다양한 정보들을 구분하고 처리하며 기억할 수 있는 능력을 지닌 시스템은 현재 지능 기법이 적용되고 있는 제어, 통신, 인터넷 응용 기술, 경영 분야, 분석 및 예측 등의 분야에 응용될 수 있으며 그 성능을 효과적으로 향상시킬 것이다. 이러한 다양한 분야에 활용될 수 있는 통합 모델을 제시하고 점차 발전시켜나감으로써 미래에 기대되는 다양한 인간형 시스템, 친환경적 시스템, 인간보조 시스템 등의 공학적 시스템 측면과 인간을 대신할 수 있으면서 인간과 유사한 능력을 지닌 학습 시스템, 추론 시스템, 판단 시스템 등의 지능형 시스템 측면에서 활용 가능한 모델로 성장시켜 나갈 수 있다.

2. 뇌 정보처리 메커니즘

뇌의 정보처리 메커니즘은 현재까지 밝혀진 바에 의하면 수평, 수직 방향의 신경조직들에 의해 이루어지며 상호간의 연관성이 매우 높고 각기 독립적인 성격도 강하다[14]. 생물학적으로 살펴본 뇌의 구성 요소는 여러 신경조직들로 표현되는 조직들과 조직들이 모여 이루어진 단일한 덩어리 형태의 영역으로 구분할 수 있다. 조직을

이루고 있는 세포들은 다양한 형태를 띠고 있으며 기능도 매우 다양한 것으로 알려져 있다. 또한, 조직의 세포들은 상호 연결되어 신호를 전달하는 데 그 전달 방식은 매우 다양하다. 이렇게 다양한 세포들의 연결과 정보처리를 근간으로 영역을 이루게 되고 영역은 또다시 다른 영역과 복잡한 구조로 연결되어 있으며 많은 정보들을 동시에 처리하는 것이다. 한마디로 표현한다면, 두뇌의 구조는 매우 복잡하게 연결되어 있고 그 안에서 이루어지는 정보처리는 방식과 범위에 있어서 매우 광범위하다고 할 수 있다.

그렇기 때문에 두뇌에 대한 생물학적 또는 생리학적인 연구의 결과들은 현재까지 많은 부분에서 밝혀지고 있지만 아직도 대부분의 두뇌에 대한 정보는 존재하지 않거나 일종의 추측에 의해서 알려져 있을 뿐이다. 그러므로 본 논문에서는 두뇌의 밝혀진 부분과 추측으로 예상되는 부분들에 국한하여 두뇌의 기능이나 영역을 구분할 것이다.

알려진 두뇌의 영역 중에서 공학적으로 해석할만한 가치가 있는 영역은 시상, 대뇌피질, 해마로 알려진 영역들이다. 세 영역들은 각기 감각에 대한 기초 처리를 비롯하여 여러 감각을 동시에 고려한 인식 및 인지를 진행하게 되고 운동에 대한 대략적인 전략에서부터 구체적인 명령까지 전달하게 되는 기능을 담당한다. 또한, 수많은 감각이나 경험에 대한 정보를 저장하고 관리하고 검색하고 삭제하는 기능을 담당하기도 한다.

3. 개선된 화재진압통제시스템

뇌의 정보처리는 대부분 뇌의 영역 전반에서 상호 협조적이며 유기적인 관계로 연관되어 진행된다. 인간의 경우에는 뇌의 대뇌피질 영역에서 주요 정보처리가 이루어지며 생물학적으로는 6개의 층으로 구분된다.

각 층간의 연결은 뇌의 신경조직에 의해 연결되어 있으며, 각 층은 특별한 기능을 수행하고 있는 것으로 밝혀져 있다[14].

그림 1에서는 대뇌피질의 영역과 정보의 흐름을 수평 방향으로 분류하는 동시에 수직 방향으로 분류하여 설명한 그림이다.

수평 방향으로의 대뇌피질의 영역은 크게 감각, 연합, 운동피질로 구분되어 있으며 각 피질은 감각호문쿨로스, 운동호문쿨로스에서 분류된 바와 같이 영역이 해당하는 생체 기관과 일치하도록 구분할 수 있다. 또한, 각 영역은 감각의 처리에 필요한 특징을 추출하는 영역이 별도로 존재할 것으로 여겨진다. 예를 들면, 시각에 대한 정보를

처리하는 감각피질은 '눈'과 연결되어 있는 부분 일 것이며, 여기에는 색상, 형태, 움직임 등의 특징을 처리하는 영역이 각기 존재할 것이다. 따라서 수평 방향으로 나누어진 영역의 수직 방향으로의 정보 흐름을 정리하면 그림 1에서 확장된 그림과 같이 표현이 가능하다. 이는 대뇌피질 6층의 각 영역에서 처리하는 정보의 종류 및 연결되는 신경의 종류 등을 종합하여 해석한 것이다. 그림 1은 생물학적인 뇌 정보처리 흐름을 해석하여 각 층의 역할에 따른 흐름을 표현한 것이다. 이는 공학적인 해석을 거쳐 정보를 전달하는 흐름으로 이해될 수 있다.

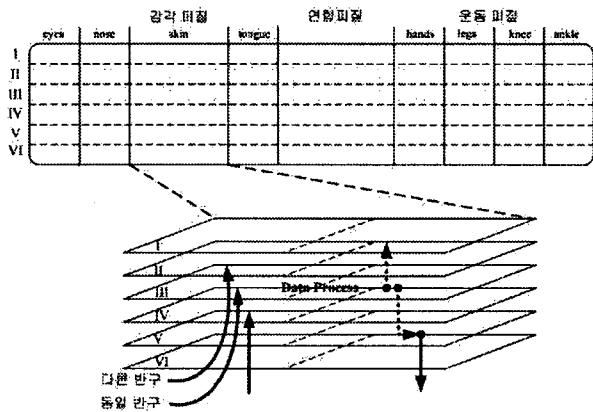


그림 1 수평-수직 방향의 정보 흐름

4. 레이어 설계

레이어는 생물학적 개념의 6층으로 구성된 대뇌 피질의 층 구조의 기능을 대부분 포함하고 있지만 생물학적 6층 구조의 경우에는 수평 방향으로 영역이 구분되어 있고 각기 다른 특징을 지니고 있어 표준화된 형태의 모델로 구성하는 것은 매우 어렵다. 이에 본 논문에서는 6층 구조의 기능 및 역할을 검토한 결과를 통하여 공학적 구현이 가능하며 기존의 소프트웨어 기술을 접목할 수 있는 표준화된 형태의 레이어 구조를 제시하고자 한다.

레이어 설계의 기본 개념은 생물학적 정보를 공학적으로 정의한 세부 모듈(물리적인 처리 모듈, Context 변환 모듈, Semantic 생성 모듈, 상태 평가 모듈, 행동 결정 모듈, 실행 모듈, 진화 모듈)의 기능적 특징을 검토하고 분석하여 일괄적인 흐름을 지닌 레이어로 재구성하는 것이다.

레이어의 특징은 생물학적 기능을 정의한 모듈을 간략한 형태로 재정의하였다는 점과 유사한 기능을 수행하는 모듈을 통합하여 배치하였다는 점이다. 또한 기능을 위주로 레이어를 구성하였기 때

문에 각 레이어에 적용할 수 있는 새로운 개념의 기술이 개발되는 경우에 그 효용성을 관찰하기가 용이하다. 마지막으로 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. 레이어의 장점은 정보처리의 흐름을 통합된 형태로 제시하여 각 레이어의 기능이 독립적으로 진행된다는 점이다. 이를 통해 레이어의 세부 기능을 향상할 수 있으며 새로운 기술의 접목이 손쉽게 이루어진다. 또한, 레이어의 프로토콜에 적합한 방식의 기술이라면 어떤 기술도 함께 적용이 가능하다. 가장 두드러진 장점으로서는 레이어는 범용성을 지니고 있으며 뇌 기능 전반을 구현한 공학 모델로써, 구성된 레이어의 기능에 대한 해석이 명확하여 다양한 문제 해결에 뛰어난 성능을 나타낼 수 있다.

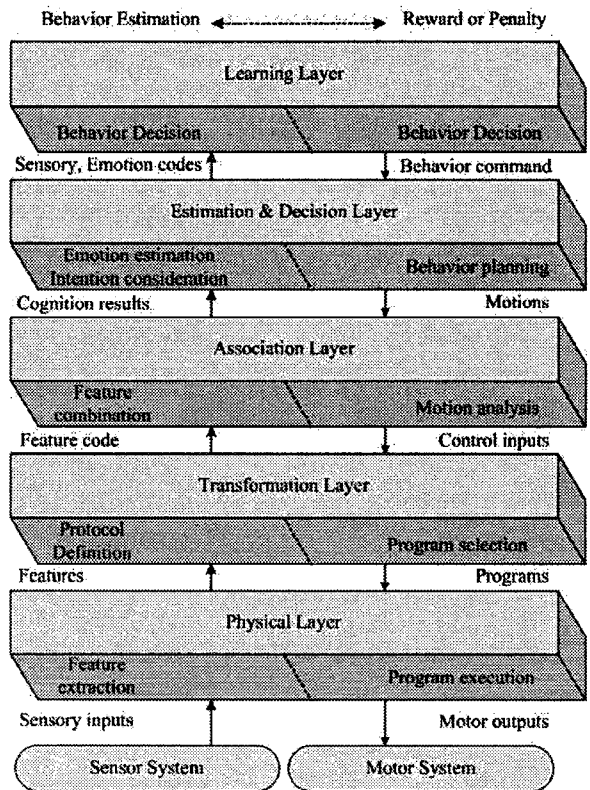


그림 2 인공 대뇌피질을 위한 레이어 구조

5. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 복잡한 시스템에서 고도의 정보처리 및 사고 능력을 구현하고자 생물학적인 두뇌를 모델로 하는 정보처리 레이어를 설계하였

다. 정보처리 레이어를 설계하기 위해 생물학적인 두뇌의 기능을 분석하고 공학적으로 해석하였으며 이를 기초로 하는 공학적 응용 모듈을 설계하고 정의하였다. 또한, 응용 모듈의 기능을 간편화하고 통합함으로써 단일한 흐름을 지니고 정보처리 과정을 수행할 수 있는 레이어를 제시하였다. 레이어는 각 층의 기능이 정의되어 있으며 다른 층과의 관계를 프로토콜로 정의함으로써 일관된 흐름의 정보의 처리가 가능하도록 하였다. 또한, 레이어 각 층의 기능에 해당하는 기술은 기존의 기술을 쉽게 접목하여 적용할 수 있기 때문에 그 확장성이 매우 뛰어나함을 알 수 있다.

6. 참고문헌

- [1] S. G. Mallat, "Multifrequency channel decompositions of images and wavelet models," *IEEE Transactions On Acoustics Speech and Signal Processing*, Vol. 37, No. 12, pp.2091-2110, 1989.
- [2] S. G. Mallat., "A theory for multiresolution signal decomposition: The wavelet representation," *IEEE Transactions On Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 11, No. 7, pp. 674-693, 1989.
- [3] 김용택, 김성주, 서재용, 전홍태, "시간-주파수 지역화를 이용한 방사 기준 함수 구조의 최적 설계," *대한전자공학회 논문지*, 제38권, SC편, 제5호, pp. 1-6, 2001.
- [4] I. Daubechies, "The Wavelet Transform, Time-Frequency Localization and Signal Analysis," *IEEE Transactions on Information Theory*, Vol. 36, No. 5, 1990.
- [5] W. S. Marcantoni, M. Lepage, G. Beaudoin, P. Bourgouin, and F. Richer, "Neural correlates of dual task interference in rapid visual streams: An fMRI study," *Brain and Cognition*, Vol. 53, pp 318-321, 2003.
- [6] L. Monetta, T. Tremblay, and Y. Joannette, "Semantic processing of words, cognitive resources and N400: An event-related potentials study," *Brain and Cognition*, Vol. 53, pp 327-330, 2003.
- [7] M. Batty, and M. J. Taylor, "Early processing of the six basic facial emotional expressions," *Cognitive Brain Research*, Vol. 17, pp. 613-620, 2003.
- [8] M. Faust, and M. Lavidor, "Semantically convergent and semantically divergent priming in the cerebral hemispheres: lexical decision and semantic judgment," *Cognitive Brain Research*, Vol. 17, pp. 585-597, 2003.
- [9] 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.
- [10] Amit Konar, *Artificial Intelligence Modeling of the Human Brain*, CRC Press, 1999.
- [11] 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.
- [12] Karl Friston, "Learning and Inference in the Brain," *Neural Network*, vol. 16, pp.1325-1352, 2003.
- [13] Samir Shah and Martin D. Levine, "Visual Information Processing in Primate Cone Pathway - Part I: a Model," *IEEE Transactions on System, Man, and Cybernetics*, vol. 26, no. 2, pp.259-274, Apr. 1996.
- [14] 이원택, 박경아, *의학신경해부학*, 고려의학, 1996.