

# 비 인과성 감정 기반 뇌 정보처리 모델

## Non-causal Emotion based Brain Information Process model

홍인택, 연정흠, 김용민\*, 조현찬\*\*, 전홍태

중앙대학교 전자전기공학부

\*충청대학 컴퓨터학부

\*\*한국 기술교육대학교 정보기술공학부

In-Taek Hong, Jung Heum Yon, Yong-min Kim, Hyen-chan Cho, Hong-Tae Jeon

School of Electrical and Electronic Engineering, Chung-Ang Univ.

\*School of Computer, Chung-Cheong College.

\*\*School of Information and Technology, Korea Univ. of Tech. and Education.

E-mail : ccaall@hanmail.net

### 요 약

본 논문에서는 인간 두뇌 정보처리 시스템 모델링의 일환으로 감정적 요소 기반의 제어를 제시하였다. 일반적인 제어 시스템과는 달리 인간 두뇌 시스템의 경우 감정적인 요인이 제어에 상당한 영향을 미친다는 의학적 보고에 따라 일차적인 환경요소에 의한 감정요인을 적용하여 모델을 구현하였다. 주어진 모듈 로봇은 랜덤으로 주어지는 환경에 대해 정보수집 단계를 거쳐 수행에 필요한 일차적인 운동 패턴을 습득하고 이를 메모리에 저장하여 분석하며 적응하는 이차적인 운동 패턴을 시행하게 된다. 감정요인을 기반으로 한 판단 알고리즘에 의해 모듈 로봇은 환경에 적응하면서 수행하는 패턴을 보여주게 된다.

### 1. 서론

로봇 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 좀더 정밀하고 안정적인 로봇이 요구되고 이에 따라 로봇의 제어 기술도 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 산업현장에서 벗어나 좀더 다양한 분야에까지 접목되고 있다. 영상 인식, 음성 인식 등의 인간의 능력을 모방한 기술들이 로봇에 적용되면서

점차 인간같이 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. 본 논문에서는 감정적 요소를 기반으로 한 제어 모델을 제시하였다. 기계적 제어 모델과는 달리 실제 생물에 있어 감정적인 요소는 임상학적 연구결과에서 나타나듯이 적지 않은 영향을 판단에 끼치는 것을 알 수 있다. 이러한 자료를 기반으로 해서 근본적인 좋고 나쁨을 따르는 일차적 감정 요소를 제어 기법에 적용하여 모듈형 로봇에 적용하였다. 본 논문에서 적용한 모듈형 로봇의 경우 주위 환경에 대한 정보를 수집할 수 있는 능력을 보유하고 있다. 이러한 로봇에 감정 기반 제어 기법을 도입하여 랜덤으로 주어지는 환경을 가장

하고 적용해 보았고 정보 수집 과정과 적응 과정을 통해 모듈형 로봇은 환경에 적응하며 주행을 가능하게 하였다.

## 2. 본론

### 2.1 Fuzzy Cognitive Maps(FCMs)의 수렴성

두 가지 상황의 연계성을 조합하여 좀 더 복잡한 상황의 연계성을 구하려는 FCMs를 이용한 감정기반 제어 기법이 제안되었다[1][2].

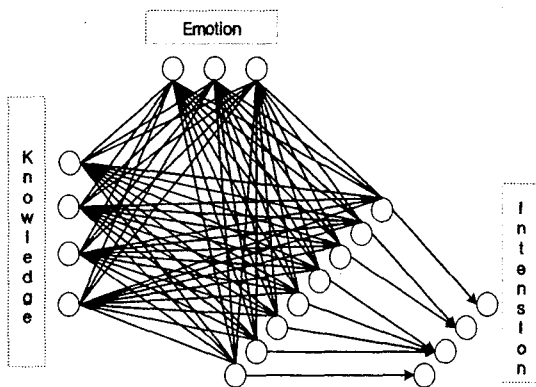


그림1. 지식, 감정 및 의도에 의한 FCMs

K.E.I 모델에서 제안된 지식, 감정, 의도에 의한 FCMs의 경우 초기 감정적 요소와 지식 기반 요소의 조합으로 행동 방향을 결정하고 이행하는 식의 방법으로 제어를 껴한다[1]. 하지만 FCMs 특성상 특별 행동 패턴으로만 결정되는 성향을 보인다. FCMs의 구조 자체가 각각의 상황의 이행 추이가 어느 상황으로 수렴되는 방식으로 구성되어 있기 때문이다. 이러한 모델은 다양한 환경에 따른 다양한 운동 패턴의 제시 및 분석에 있어 상당한 한계를 만들게 된다. 그러나 복합적인 문제해결을 위해 단층 신경망(single layer neural network)이라는 측면을 이용하여 종합적 분석개념을 도입하여 적용하였다.

### 2.2 Emotion Maps

본 논문에서 도입한 감정 요소는 환경 요소의 변화에 따라 결정지어진다. 모듈형 로봇에 의해 수집된 각각의 환경 정보들의 변화에 따른 감정지수 구성은 다음 표[1]과 같다. 이러한 맵 구성은 각각의 환경 요소에 대한 Likable rate에 따른 것으로 환경이 변함에 따라 결정된다. 제안된

감정요소로 놀람(Astonished:  $E_a(n)$ ), 좋고 나쁨(Happy and Bad:  $E_h(n)$ ), 만족(Satisfaction:  $S(t)$ ) 등이 있다. 놀람의 요소는 급작스런 환경 변화로 인하여 현재 운동 패턴의 중지 및 새로운 패턴 요구의 의지로 표현된다. 좋고 나쁨의 경우 환경 변화에 따른 감정적인 좋아함과 싫어함 정도를 표현하며 이러한 요소들과 각각의 환경지수에 대한 민감도의 결합으로 만족도를 결정하게 된다.

표 1 Emotion Maps

	Temperature			Smog				
Astonished (n-1\ n)	H	N	L	H	N	L		
	L	0.8	0.2	0	L	0.6	0.4	0
	Temperature			Smog				
Likable (n-1\ n)	H	N	L	H	N	L		
	H	-0.7	0.6	-0.4	H	-1.	0.4	0.8
	N	-0.5	0.5	-0.5	N	-0.6	-0.5	0.6
	L	-0.6	0.7	-0.5	L	-0.8	-0.6	0.5
	Brightness			Distance				
Astonished (n-1\ n)	H	N	L	H	N	L		
	L	0.8	0.2	0	H	0	0.2	0.8
	Brightness			Distance				
Likable (n-1\ n)	II	N	L	IIG	N	L		
	II	-0.7	0.6	-0.5	IIG	0.8	-0.4	-0.8
	N	-0.5	0.5	-0.5	NM	0.6	0.5	-0.6
	L	-0.6	0.6	-0.5	LO	0.7	0.5	-0.8

표 2 Sensitive for environment

	TMP	SMG	BRT	DIS
Sensitivity	0.3	0.8	0.3	0.5

$$E_{a,h}(n) = \sum_{i=1}^k (\langle x_i(n-1), x_i(n) \rangle * s_i) \quad (1)$$

$x_i(n)$  : 환경 요소 (  $i=1, 2, \dots, k$  )

$s_i$  : 환경 요소 각각에 대한 민감도

$\langle x_i(n), x_i(n-1) \rangle$

: 환경 요소의 변화에 따른 Likable Rate

식(1)에서 결정된 총괄적  $E_h$ 와  $E_a$ 에 의해 만족도가 결정되는데 만족도의 성향은 두 부분으로 구성된다. 만족도 S는 식(2)에 의해서  $E_h$ 의 시간에 따른 변화에 의한 만족도  $S_{emo}$ 와 행동 패턴 결과에 따른 만족도  $S_{act}$ 로 이루어진다.

$$S = F(S_{emo}) * \lambda_{emo} + F(S_{act}) * \lambda_{act} \quad (2)$$

$\lambda_{emo} * \nabla E_h^n_{n-1}$  : 시간변화에 의한 만족도  $S_{emo}$   
 $\lambda_{act} * \nabla E_h^n_{n-T}$  : 행동 패턴에 따른  $S_{act}$   
 $F(x) = \text{sigmoid function}$   
 $n-T$  : 행동 패턴의 결정된 시점  
 $\lambda_{emo}$  : 만족도 적용 지수

### 2.3 Likable & Dislikable Action

운동 패턴의 결정은 Likable & Dislikable Map(LDM)을 따른다. LDM의 경우 위에서 결정된 감정 지수  $E_h, E_a$ 와 만족도  $S$ 에 판단된다.

표 3 Likable & Dislikable Map

like		dislike			
push ahead	keep	avoid		push ahead	give up
		sensitive	insensitive		
randomly turn generate	keep sensitive	TG,GT	TGG,GTG,GGT	randomly turn generate	stop & sleep

주어진 환경의 특성상 특정 패턴의 만족도가 높기보다는 다양한 패턴으로 인한 정보수집이 우선이기 때문에 만족도가 높고 Happiness가 높은 경우 랜덤 패턴을 발생시키고 현재 상황에서 벗어나기 위한 방법으로 역시 랜덤 방식을 선택한다.

표 4 Decision by Emotion State

Satisfaction \ Happiness	High	Normal	Low
High	push ahead 5 times	insensitive avoid	sensitive avoid
Normal	insensitive avoid	insensitive avoid	push ahead 3 times
Low	sensitive avoid	push ahead 3 times	sleep

행동 패턴의 경우 정해진 시행회수가 있기보다는 상황에 따라 차별된 시행회수를 적용하여 적응능력을 향상시킨다. 상황 변경이 어렵다고 판단될 경우 환경이 바뀔 때까지 기다리는 Sleep 모드로 들어가게 되고 환경이 바뀌게 되면 다시 활동 상태로 변경하게 된다.

### 2.4 제어 방식 및 시뮬레이션

적용된 모듈로봇 및 환경에 적용한 결과 랜덤

방식으로 채택되는 패턴에 대해 영향을 상당히 받는 것으로 나타났다. 그러나 시행오차방식으로 제어되고 있는 본 모델에서 잘못된 상황 대처를 보이는 것 역시 모듈 로봇의 환경 적응력에 중요하고 이러한 정보가 메모리에 누적 될수록 모듈 로봇의 적응력은 높아진다.

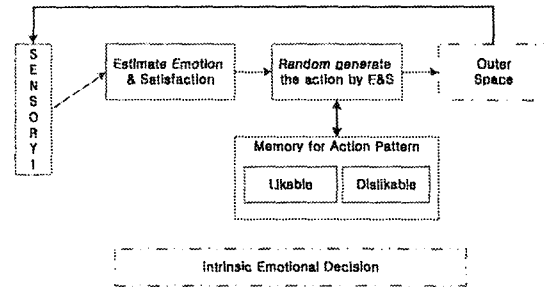


그림 2 감정 기반 제어 방식

그림3에서 보이는 오른쪽 하단의 궤적은 모듈로봇의 주행모습을 보여주고 있다. 일차적 정보수집 과정으로서 랜덤 패턴에 따라 양호한 궤적을 보여주기도 하고 그렇지 못한 경우도 보여주기도 한다. 이러한 과정을 통해 정보가 쌓이게 되면 적응 과정을 통해 로봇은 환경에 적응하면서 주행할 수 있게 된다.

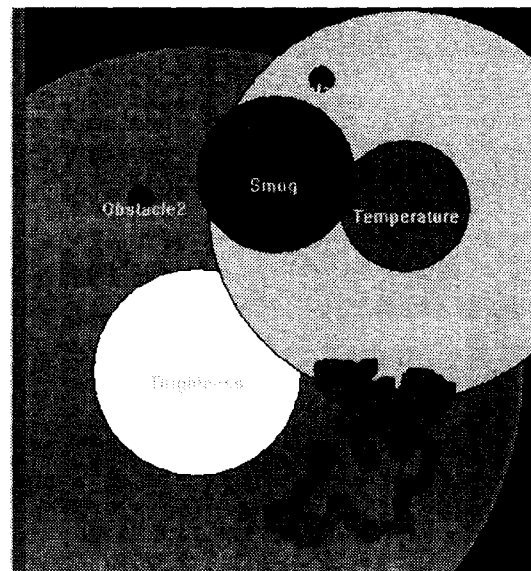


그림 3 모듈로봇의 주행모습

적응단계 이전의 분석 내용은 그림(4)와 같이 각각의 환경요소를 분석하고 행동할 패턴을 결정한 다음 해당 패턴에 대해 랜덤 모션을 적용하게 된다.

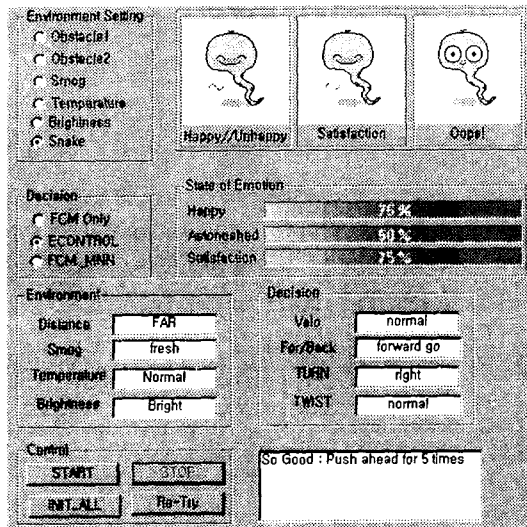


그림 4 모듈로봇의 주행 시 분석내용

[4] T. Shibata, K. Ohkawa, K. Tanie, "Spontaneous behavior of robots for cooperation. Emotionally intelligent robot system," *Proceedings of IEEE International Conference on Robotics and Automation*, Vol. 3, pp. 22-28, Apr 1996.

### III. 결론 및 향후 과제

본 논문에서 제시한 비 인과성 감정 기반 제어 모델의 경우 환경에서 수집한 운동 패턴에 대한 판단지수가 메모리에 저장되고 이를 이용하여 적응 패턴을 발생시키는 방식을 사용하고 있다. 이러한 방식의 경우 환경이 바뀔 때마다 패턴을 변경시켜야 하는 단점이 있다. 이의 보완을 위한 다음 과제로 취득한 운동 패턴의 학습을 통해 일반적인 운동 패턴을 추출하고 메모리를 거치지 않고 바로 행동에 옮길 수 있는 모델을 제시하고자 한다.

감사의 글 : 본 연구는 '과학 기술부 뇌신경 정보학 연구사업'에 의해 지원 받았습니다.

### IV. 참고문헌

- [1] Ando N., Watanabe S., Yamaguchi T., "Human centered architecture by means of Q-Learning algorithm and the K.E.I. (Knowledge, Emotion and Intension) model ," *Proceedings 2001 IEEE International Symposium on Computational Intelligence in Robotics and Automation, 2001.*
- [2] B. Kosko, "Fuzzy Cognitive Maps," *Intern. Journal of man-Machine Studies*, vol. 24, pp.65-75, 1986.
- [3] Aguilar J., "The random neural model and the fuzzy logic on cognitive maps ," *Proceedings. IJCNN '01. International Joint Conference on Neural Networks*, vol.2, pp. 1380-1385, 2001.