

## 동적 환경에서의 감성 모델

고 성 범

천안공업전문대학 전자계산과

### An Emotion Model in Dynamic Environment

Sung-Bum Ko

Department of Computer Science, Chonan National Technical College

#### Abstract

It seems that most of the studies so far on emotion has focussed on the static view of the emotion. That is, they have mainly discussed about how to design the shape of the system in favor of human's inherent emotion. In this paper, the dynamic view of the emotion, based on the behaviors of the system is studied. We suggested a model(called PE model) for dealing emotion. The system based on PE model consists of potential modules each of which is autonomous, selfish and rational enough. The global goal of the system is obtained by allowing influential power among potential modules. We could show that a system in dynamic environment may have some type of its own emotion by using PE model.

#### I. 서론

감성에 대한 최근의 연구는 주로 감성의 정적인 측면을 다루고 있는 것으로 보인다. 예를들어 인간의 감성적 즐거움에 부합하는 시스템의 외양적 디자인에 연구의 초점이 맞추어진 논문들이 많이 소개되고 있다[1][2]. 본 논문에서는 감성의 동적인 측면 즉, 행위적 관점에서 비롯되는 감성 개념을 다룬다. 동적인 관점에서 시스템을 감성화하기 위해서는 다섯가지 유형의 메카니즘이 필요하다고 생각한다. 첫째는 감성을 일으키는 메카니즘, 둘째는 감성을 표

현하는 메카니즘, 셋째는 감성으로 부터의 동작 추출 메카니즘, 넷째는 감성적 대화 메카니즘, 다섯째는 감성에 대한 학습 메카니즘이다. 우리는 각 메카니즘에 관련된 상태 공간과 매핑 함수를 생각할 수 있다. 상태 공간으로는 환경 상태 공간(X1), 감성 상태 공간(X2), 표정 상태 공간(X3), 행동 상태 공간(X4), 지식 상태 공간(X5)등을 들 수 있다. 매핑 함수는 이들 공간사이의 상태 전이 방식을 결정하게 된다. 예를들어 환경 변화는 감성 변화를 일으키고, 감성 변화는 표정 변화를 야기하며, 표정 변화는 행동 변화를 예측케 한다. 마지막으로 행동을 평가하여 '감성지식베이스'를 바꾸는 학습이 이루어진다. 한편 감성적 대화는 감성에 변화를 주는 보다 직접적인 수단이 된다. 감성 메카니즘은 특히 정적 시스템에서는 불필요한 부담이 될 수 있다. 예를들어 선풍기나 냉장고같은 정적 시스템에서는 환경 변화, 감성 변화, 행동 변화로의 3 단계 전이보다는 환경 변화에서 행동 변화로 바로 전이하는 것이 더 효율적일 것이다. 감성 메카니즘을 구현하는 가장 쉬운 방법은 신경망을 이용하는 것이다. 우리는 예를들어 환경 공간(X1)과 감성공간(X2)을 연결하는 케이스 집합을 이용하여 퍼셉트론 모델을 학습 시킬 수 있을 것이다. 이런식으로 우리는 울고 웃고 찡그리고 투덜덜줄 아는 선풍기나 자동차를 만들어낼 수 있을 것이다. 하지만 신경망 모델은 인과 관계 보다는 상관 관계에 의존하므로 Justify 관점에서 문제가 생길 수 있다. 우리는 본 논문에서 감성 메카니즘을 다루는 한가지 해석적 모델[3]을 제안하고 시뮬레이션으로 이 모델의 유용성을 보인다.

## II. 동적 기계

테스크 처리 관점에서 생각할 때, 동적 환경이란 자원과 환경의 변화가 빠르고 예측하기 힘든 환경을 말한다. 이에 비해 정적 환경이란 자원과 환경의 변화가 거의 없거나 변화가 있다 해도 충분히 예측 가능한 범위 내에 있는 환경을 말한다. 또한 동적 기계란 충분히 자율적이고 이기적이며 동시에 이성적인 복수개의 모듈들로 구성된 행위 주체로 정의된다. 여기서 모듈들은 각기 고유의 목적을 갖고 있으며 능동적으로 자신의 목표를 추구해 나간다. 이러한 과정에서 특히 자원이 유한할 경우 다른 모듈과의 경쟁과 협조 혹은 갈등은 피할 수 없는 일이 된다. 중요한 점은 각 모듈은 공동의 목표를 추구하는 데는 관심이 없다는 점이다. 거시적 차원에서의 공동 목표는 단지 많은 수의 테스크 모듈들이 각자 자신의 개별적 목표를 추구해나가는 과정에서, 일종의 상호작용을 통해서, 부수적으로 발현되는 개념일 뿐이다. 한편 동적 기계 개념에 대응하는 정적 기계는 정해진 테스크를 정해진 방법으로 정적 환경속에서 수행하는 기계로 정의된다.

### 주식 투자 회사

고객이 맡긴 돈으로 주식 투자를 대행하는 회사가 있다고 가정하자. 이 회사는 몇 개의 주식 투자 팀으로 이루어진다. 각 팀의 구성원들은 각각 주식 전문가로서 자신의 판단과 책임하에 투자를 수행하고 그 결과로 얻어진 이익에 비례한 수당을 받게 된다. 이들은 각자 자신의 수익을 극대화하려고 노력할 것이며 일반적으로는 보다 많은 자본금을 확보하려는 경향을 보일 것이다. 그러나 고객 예탁금은 유한하고 또한 수시로 변화하는 것이므로 유한한 자본금을 두고 직원들 상호간에 경쟁과 협조 그리고 갈등은 피할 수 없는 것이 된다. 이들 각자는 충분히 자율적이고 이기적이며 동시에 이성적이라고 볼 수 있으므로 이 팀은 동적 기계의 정의에 잘 들어 맞는다.

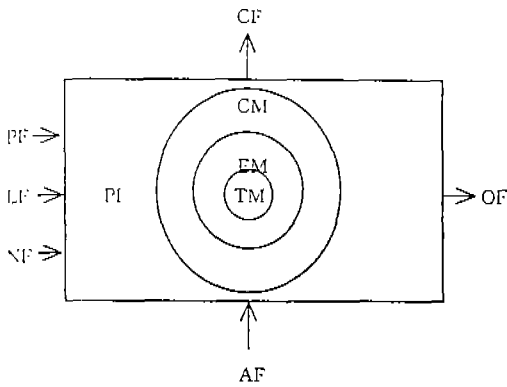
### 자원 분배

진술한 바와 같이 팀의 구성원들은 자신이 원하는 만큼의 자본금을 할당받을 수 없게 된다. 이런 경우 어떤식으로 자본금을 나누어 주는 것이 최적의 전략이 되는 것일까. 첫 번째로 떠오르는 전략은 구성원들이

청구하는 액수에 비례해서 자본금을 나누어주는 것이다. 그러나 우리는 각 구성원들이 충분히 이기적이라는 사실을 염두에 두어야 한다. 구성원들은 자신이 원하는 액수보다 많은 양을 요구할 것이 당연하며 어쩌면 요구할 수 있는 최대 액수를 요구할런지도 모른다. 그런 경우 자본금이 무조건  $1/n$  씩 균등 배분되는 끔찍한 사태가 벌어질 수도 있다. 또 다른 방법으로 타협을 통해서 배분하는 방법을 생각해볼 수도 있겠으나 타협 자체가 언제나 가능한 것이 아니며 또한 타협 과정에는 적지 않은 경비가 소요되게 마련이다. 결론적으로 우리가 제시하는 분배 전략은 각자 원하는 만큼 자원을 가져가도록 자율에 맡기되, 만일 충돌을 일으키는 경우 충돌하는 부분 만큼은 어느 쪽도 차지할 수 없는 조건을 다는 것이다. 이러한 전략은 두가지 관점에서 정당화 될 수 있다. 첫째로 이 전략은 이기적 행위를 억제하는 역할을 한다. 각 모듈은, 정의에 의해, 이기적인 동시에 이성적이므로, 지나치게 많은 액수를 요구하면 충돌이 일어나서 오히려 배당액이 줄어들 수 있다는 사실을 깨닫게 될 것이다. 둘째로 이것은 그 자체로 자연스러운 전략이며, 따라서 구현하기 쉽다.

## III. Potential Exchange(PE) 모델

PE 모델은 Brook 의 Subsumption 모델[4]을 일반화한 것으로 동적 기계를 구현하기 위해 제안되었다. PE 모델로 구현된 동적 기계를 우리는 에이전트라고 부른다. 에이전트는 복수개의 Potential Module(PM)로 구성되며, 여기서 PM 은 포텐셜 인터페이스를 갖는 Task Module(TM)로 정의된다. PM은 동적인 외부 포텐셜과 정적인 내부 포텐셜을 결합한 유효 포텐셜에 의해 TM 에 할당되는 자원이나 테스크 출력을 아날로그적으로 제약하게 된다. 또한 TM 의 테스크 처리 능력에 근거하여 출력 포텐셜이 생성되고, 이 힘으로 다른 PM에 대한 영향력을 발휘하게 된다. 따라서 PM에는 TM 의 일처리 결과를 평가하는 EM 과 영향력 교환 방식을 결정하는 CM 등의 계층이 더 추가 된다.



주.  
 EM : Evaluation Manager      CM : Circuit Manager  
 TM : Task Module              PI : Potential Interface  
 PF : Positive-Force Input      LF : Confliction-Force Input  
 NF : Negative-Force Input      AF : Agitation-Force Input  
 CF : Confliction-Force Output    OF : Output-Force Output

그림 3-1. 포텐셜 모듈의 구조

그림 3-1 에서 보는 바와 같이 PM은 PF, LF, NF, AF 등 네 개의 입력 단자와 CF, OF 등 세 개의 출력 단자를 갖는다. PF 입력은 내부 포텐셜에 대하여 플러스적 성격을 갖는 포텐셜이며 NF 입력은 내부 포텐셜에 대하여 마이너스적 성격을 갖는 포텐셜이다. 또한 LF 는 갈등 포텐셜 입력을 의미한다. PF 입력과 NF 입력의 차이가 일정 값을 넘게 되면 갈등 포텐셜이 생성된다. 이것을 내부적 갈등 포텐셜이라고 부르며 LF 단자에서 입력된 외부적 갈등 포텐셜과 결합하여 CF 단자로 출력 된다. CF 출력은 일반적으로 휴면모드에 있는 다른 PM을 깨우는 역할을 한다. 한편 TM의 출력은 EM에 의해서 평가되고 평가 결과에 근거하여 출력 포텐셜이 생성되어 OF 단자로 출력된다.

용어 정의(Terms Definition)

Task 출력 :  $P_i(t)$ , 유효 출력 :  $P_w(t)$   
 피상 출력 :  $P_a(t)$ , 무효 출력 :  $P_r(t)$   
 역탈 :  $Q(t)$

$$P_w(t) = \sum_{i=1}^n P_i(t)$$

$$P_r(t) = \sqrt{P_a(t)^2 - P_w(t)^2}$$

$$Q(t) = P_w(t) / P_a(t)$$

포텐셜 주입(Potential Injection)

특정한 Agent 를 구성하는 모든 PM 들을 대상으로 특정한 단자  $n (n \in \{LF, PF, NF\})$ 에 대하여 일정한 양의 포텐셜을 주입하는 것을 "포텐셜 주입"이라 한다. 포텐셜 주입의 유형에는 P 형 포텐셜 주입, N 형 포텐셜 주입, L 형 포텐셜 주입등 세가지가 있다.

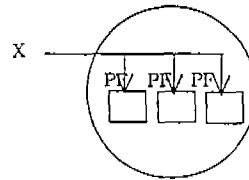


그림 3-2. P 형 포텐셜 주입

정적 출력 :  $P_s(x, t)$

특정한 Agent 에 대하여 ①시점  $t$  에서 ②다른 조건들을 고정시킨채로 ③"포텐셜 주입(주입량  $x$ )"을 시도할 때 테스트 출력  $P_w$  가 유한 시간 이내에 특정한 값으로 수렴하는 경우 이 수렴값을 Agent 의 시점  $t$  에서의  $x$  에 대한 정적 출력이라고 정의하고  $P_s(x, t)$  로 표현한다.

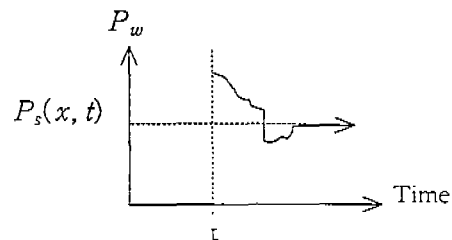


그림 3-3. 정적 출력

최대 출력 :  $P_s^*(t)$

에이전트 A 에 대하여  $P_s(x, t)$  에서  $x$  를  $-\infty$  에서  $+\infty$  까지 변화시킬 때, 얻어지는 집합  $P_s$  에서 최대값을 갖는 원소를 에이전트 A 의 시점  $t$  에서의 최대 출력이라고 정의하고  $P_s^*(t)$  로 표현한다. 즉,

$$P_s^*(t) = \text{MAX}\{P_s(x_i, t) | i=1, n\}$$

엔트로피의 부족, 엔트로피의 과잉

우리는 엔트로피에 관한 새로운 개념 두가지를 다음과 같이 정의한다.

- ① 특정한 에이전트 A 에 대하여
- ② 특정한 시점 t에서
- ③  $P_s^*(t) > P_w(t)$  이고  $P_s^*(t) = P_s(x, t)$  일 때
- ④ 에이전트 A 는 시점 t 에서 “엔트로피가 x 만큼 과 부족” 상태에 있다고 정의한다.
- ⑤ 이때 x 가 + 값이면 “엔트로피 부족 상태” 이고, - 값이면 “엔트로피 과잉 상태” 이다.

IV. 감성 모델

감성은 동적 기체가 동적 환경에 놓일 때 나타나는 심리적 현상으로 볼 수 있는데, 감성표현이 가능한 대부분의 동물들은 일반적으로 얼굴 표정으로 감성 상태를 나타낸다. 감성의 본질을 정의하기는 어렵지만 그 유형은 크게 보아 불쾌한 마음과 즐거운 마음으로 대별할 수 있을 것이다. 우리는 본 논문에서 감성의 의미를 극도로 제한하여 일과 관련된 의미로만 사용한다. 우리는 불쾌함이 없는 상태를 즐거운 상태라고 정의한다. 일과 관련하여 불쾌한 마음이 드는 경우는 두가지이다. 첫째는 일처리를 함에 있어서 최선을 다하지 못한 경우이고 둘째는, 어떤 이유에서든, 일이 잘 안 풀린 경우이다. 본 연구에서는 이상의 두 변수를 고려한 2차원 감성공간을 그림 4-1과 같이 정의하였다.

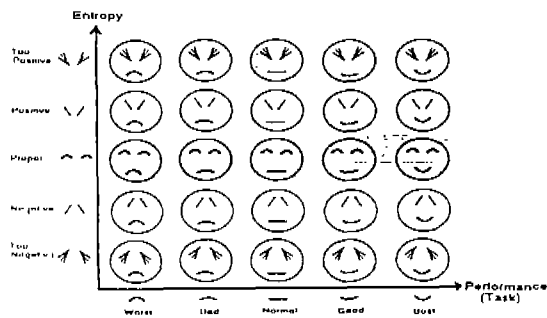


그림 4-1. 감성 표정 공간

만일 노력과 성과가 비례하는 이상적 환경을 가정할 경우, 그림 4-1의 표정 공간은 그림 4-2 처럼 축소될 수 있을 것이다.

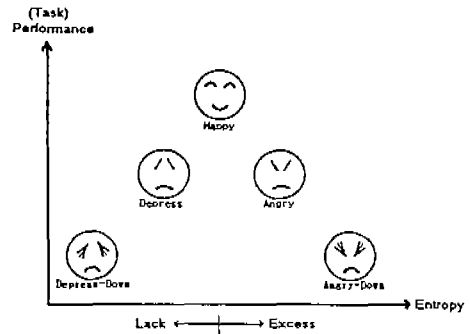
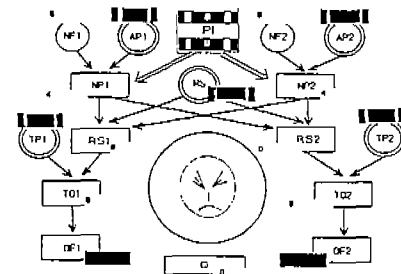


그림 4-2. 이상적 환경에서의 표정 공간

V. 구현

우리는 3 장에서 예로 든 가상적인 주식 투자 회사를 에이전트로 가정하고 PE 모델에 근거한 감성 현상을 시뮬레이션하였다. 감성정 변화를 보다 명확하게 보여주기 위하여 가능한한 모델을 단순화 하였다. 첫째로 우리는 이상화된 사회를 가정하여 그림 4-2의 보다 단순한 표정 공간을 사용하였다. 둘째로 한 팀에 단지 두 사람만이 근무한다고 가정하였다. 시뮬레이션 구조는 그림 5-1 과 같다.



- NF Negative Potential
- AP Inner Potential
- NP Net Potential
- TP Required Resource for given Task
- RS Resource
- TO Output of TM
- OF Output of PE

그림 5-1. 시뮬레이션 구조

경쟁 관계

두 PM이 경쟁 관계에 있다 함은 두 모듈이 서로 상대를 공격하는 방식으로 연결되어 있다는 뜻이다. 즉, 두 PM 각각의 출력은 상대 모듈의 NF 단자로 입력되게 된다.

[시나리오 1]

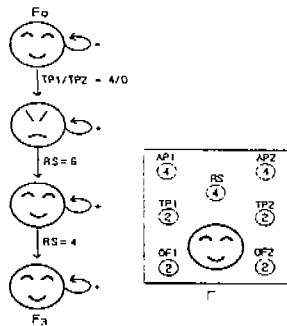


그림 5-2. 시나리오 1

시나리오 1에서는 환경의 변화가 에이전트의 상태를 회복시켜주는 경우를 보여준다. 처음에 Happy 상태를 유지하던 에이전트는 테스트 환경의 갑작스러운 변화로 Angry-Down 상태(엔트로피 과잉 상태)에 빠지게 되고 외부적 상황 변화 없이는 그 상태에서 벗어나지 못하게 된다. 이때 어떤 이유로 자원이 4에서 6으로 바뀌게 되면 에이전트는 Happy 상태를 회복하게 된다. 이후 다시 자원이 6에서 4로 환원되어도 Happy 상태를 유지할 수 있게 된다.

[시나리오 2]

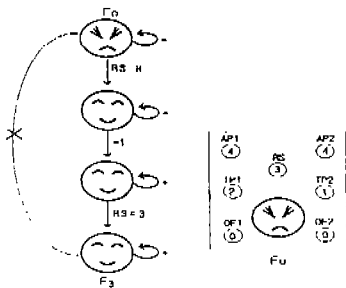


그림 5-3. 시나리오 2

시나리오 2에서는 환경의 변화와 포텐셜 주입의 적절한 조화를 통하여 에이전트가 초기의 다운 상태에서 탈출할 수 있음을 보여준다. 초기 상태에서 에이전트는 Angry-Down 상태에 있으며 이대로는 아무리 시간이 흘러도 자연 치로는 불가능하다. 이 경우 어떤 식의 포텐셜 주입 방법도 효과가 없다. 그러나 일시적이라도 자원이 8이 되고 때를 맞춰 -1의 포텐셜 주입을 시도하면 에이전트는 Happy 상태로 회복될 수 있다. 중요한 점은 이때 다시 자원이 원래의 다운 상태로 돌아간다고 해도 Happy 상태를 그대로 유지할 수 있다는 점이다.

[시나리오 3]

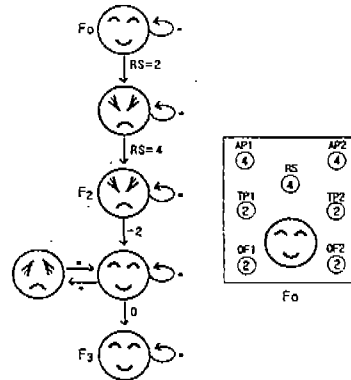


그림 5-4. 시나리오 3

시나리오 3은 시나리오 2와 반대되는 경우를 보여준다. Happy 상태를 유지하던 에이전트는 자원이 2로 바뀌면서 엔트로피 과잉으로 인한 Angry 상태로 바뀐다. 문제는 다시 자원을 4로 환원시켜주어도 Angry 상태에서 벗어나지 못한다는 점이다. 이 경우 -2의 엔트로피 주입을 해주면 에이전트는 Depress-Down 상태와 Happy 상태를 순환하게 된다. 이 두 순환 상태 중에서 Happy 상태에 왔을 때, 포텐셜 주입을 해제시켜주면 에이전트는 안정적인 Happy 상태를 회복하게 된다.

협조 관계

협조관계는 모든 PM이 자신의 포텐셜 출력으로 무조건 상대를 도와주는 이타주의적 연결 방식이다. 즉, 두 모듈 각각의 출력은 상대 모듈의 PF 단자로 입력되게 된다.

[시나리오 4]

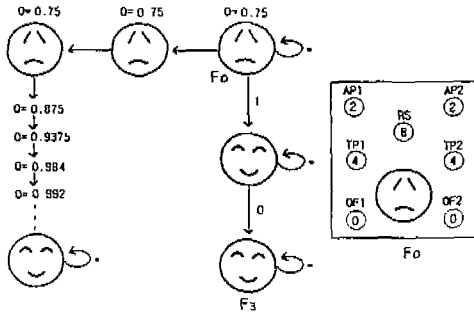


그림 5-5. 시나리오 4

시나리오 4 는 기존의 시뮬레이션에서는 볼 수 없는 독특한 현상을 보여준다. 초기 상태에서 에이전트는 Depress 상태에 빠져 있다. 엔트로피 개념으로 볼 때, 이것은 엔트로피 부족 상태로 간주된다. 이 때 +1 의 포텐셜 주입을 시도해 보면 에이전트가 순식간에 Happy 상태로 회복되는 것을 볼 수 있다. 하지만 이 상태에서 특별한 환경 변화도 없고 또 포텐셜 주입같은 적극적인 개입을 하지 않는 상태로 에이전트를 내버려 둔다 해도 자연 치유가 전혀 불가능한 건 아니다. 다만 상대적으로 많은 시간을 소요하면서 서서히 상태가 회복되어서 최종적으로는 Happy 상태로 수렴되어 가게 된다.

VI. 결론

본 논문에서는 동적 환경하에 있는 에이전트(PE 모델로 구현된 동적 기계)의 감성화에 관해서 논하였다. 에이전트는 충분히 자율적이고 이기적이며 동시에 이성적인 복수개의 독립 모듈들로 구성된다. 이들은 주위의 모듈들과 협조하고 경쟁하고 갈등을 빚으면서 자신의 목표를 능동적으로 추구해 간다. 에이전트 레벨의 목표는 이들 모듈간의 복잡한 상호 작용속에서 동적으로 발현되게 된다. 동적 환경에 놓여있는 에이전트는 그 행동 양식에 있어서 감성적 행태를 보여줄 수 있다. 본 논문에서는 감성을 두가지 차원의 초 공간상에서 표현하였다. 하나는 엔트로피 차원이고, 또 다른 하나는 데스크 차원이다. 전자는 눈의 모양으로 표현

되며 개념상으로는 “최선을 다했는지의 여부”를 의미한다. 후자는 입의 모양으로 표현되며 “일이 잘 풀렸는지의 여부” 를 의미한다. 에이전트는 매순간의 환경 변화에 반응하여 표정 공간 상의 좌표값에 대응하는 표정을 짓게 된다. 이러한 감성 표현 모델은 25 가지의 감성 표현을 가능하게 해준다. 우리는 에이전트에 대한 “포텐셜 주입”을 통하여 에이전트의 엔트로피 상태를 변화시켜줄 수 있다. 이것은 감성적 대화의 한 형식으로 간주될 수 있을 것이다. 엔트로피에 관한 불균형의 시정은 일반적으로는 성능 향상을 야기한다. 사실 엔트로피의 변화는 성능 향상 이상의 의미가 있다. 즉, 포텐셜 주입을 통하여 우리는 에이전트가 특별한 감성적 경향을 갖도록 유도할 수 있다. 우리는 주식 투자팀을 하나의 에이전트로 간주하고 시뮬레이션을 통하여 PE 모델의 동적 특징들을 조사하였다. 우리는 PE 모델을 이용하여 감성의 생성과 표현 그리고 대화 모드가 가능함을 보여줄 수 있었다. 감성 상태에서부터의 행동 추출 메카니즘과 감성에 관한 학습 메카니즘이 다음 연구 과제이다.

참고 문헌

[1]이구형, “감성적 멀티미디어와 감성 인터페이스”, 한국 감성 과학회, 98춘계학술발표논문집, 183-188, 1998

[2]Bloch S., Lemeignam M., “Specific respiratory pattern distinguish among human basic emotions”. International Journal of Psychophysiology, 11, 141-154, 1991.

[3]고성범, “공학적 관점에서의 기에 관한 연구”, 한국 감성 과학회, 98춘계학술발표논문집, 95-100, 1998

[4]R.A. Brooks, “A Robust Layered Control System For A Mobile Robot”. IEEE Journal of Robotics And Automation, Vol. RA-2, No.1, 1986