

복잡계 정보 처리를 위한 사람과 에이전트의 결합 모델

(A Union Model of Human and Agent
for Processing the Information of the Complex System)

고 성 범 ^{*} 김 동 근 ^{**}
(Sung-Bum Ko) (Dong-Kun Kim)

요 약 고속 전철 도입이나 대우 자동차 매각 같은 대규모의 B2B 거래에는 엄청나게 다양한 변수와 혼돈 요소가 직접 혹은 간접적으로 작용한다. 소위 복잡계로 묘사되는 이런 유형의 도메인에 대하여 효율적인 정보처리가 가능하기 위해서는 인간의 묵시적 정보 처리 능력과 에이전트의 명시적 정보 처리 능력이 효율적으로 결합될 수 있어야 한다. 본 논문에서는, 이 두 가지 이질적 능력의 결합을 가능케 하는 결합 모델을 제안하였으며, 제안된 모델이 대표적 복잡계의 하나인 B2B 협상에서 어떻게 사용될 수 있는지를 보였다.

키워드 : CPM, Hugent, B2B, 포텐셜, 협상, 창발, 화학적 결합, 태도, 생명체

Abstract In the large scale B2B transaction like buying 'Express-Train' or selling 'Daewoo Motor', a tremendous amount of variables and factors of chaos functionate in it directly or indirectly. To get the effective information processing on the so called complex system like this, it should be possible to unite the human's ability on the implicit information processing and the agent's ability on the explicit information processing. In this paper, we suggested a union model for uniting these two heterogeneous abilities and showed how the suggested model can be used for processing the information of such a complex system as B2B negotiation.

Key words : CPM, Hugent, B2B, Potential, Negotiation, Emergence, Chemical Union, Attitude, Life

1. 서 론

순수 혼돈계와 순수 질서계 사이에는 수많은 유형의 복잡계가 존재한다. 소위 복잡계로 분류되는 도메인은 이처럼 질서적 요소(명시적 요소)와 혼돈적 요소(묵시적 요소)를 함께 함유하기 때문에, 특히 정보 처리의 관점에서 볼 때, 적지 않은 어려움이 있을 수 있다. 현실 세상은 복잡계로 가득 차 있으며 특히 인간이 개입된 대부분의 계, 예를 들어 정치, 경제, 사회, 문화 분야에서 의 작고, 큰 문제 영역들은 대부분 복잡계로 분류된다 [1]. 최근 본격적인 정보 사회로의 진입에 따라, 이들 복잡계에 대한 정보 처리의 필요성이 날로 증가하고 있다.

특히 가상 시장에서의 B2B 거래에서 이 문제는 실질적인 현안으로 등장하고 있다[2]. 복잡계의 정보 처리 문제와 관련하여, 인간의 능력과 에이전트의 능력은 뚜렷한 차이를 보인다. 인간은 높은 레벨의 통찰력을 이용하여 복잡계가 갖는 묵시적 요소들을 보다 잘 다룰 수 있다(그렇게 진화되어 왔다). 한편 에이전트(자율적이고 지능적인 행동 주체로서의 컴퓨터 프로그램)는 낮은 레벨의 계산 능력을 이용하여 복잡계가 갖는 명시적 요소들을 보다 잘 처리할 수 있다(그렇게 개발되어 왔다). 그 동안 이 문제에 대한 관련 학계의 주류적 경향은 인간 고유의 능력을 기계 레벨에 사상(Mapping)하는 수리적 메커니즘을 개발하는 것이다. Genetic 모델, 퍼지 모델, 신경망 모델, Grey 모델, Subsumption 모델 등이 이에 속한다[3-5]. 이들 모델들의 공통적인 문제점은 인간의 능력 중 단지 일부만을 모방하려 한다는 점이다 (인간의 최대 매력이 종합적인 통찰력에 있다는 점에서,

^{*} 정 회 원 : 천안공업대학 컴퓨터과 교수
sbko@cnc.ac.kr

^{**} 비 회 원 : 천안공업대학 컴퓨터과 교수
kdk@cnc.ac.kr

논문접수 : 2003년 1월 3일

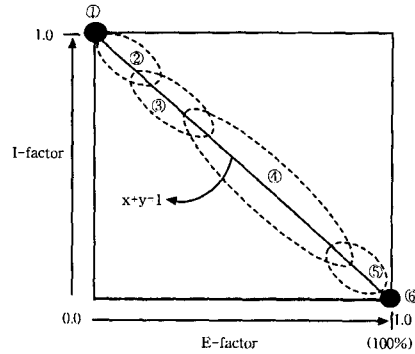
심사완료 : 2003년 5월 7일

이러한 접근법은 문제가 있다고 본다. 이 문제에 대한 우리의 접근 방법은 일종의 우회 전략으로 볼 수 있는데, 이를테면, 인간과 에이전트를 결합하여 제3의 생명체를 만들어 내는 것이다[6,7]. 우리는 본 논문에서 'Hugent' 모델을 제안하였다. Hugent는, 정보 처리의 관점에서, 인간적 요소와 에이전트 요소를 화학적으로 결합할 수 있는 지능 객체 모형으로 정의된다. 여기서 화학적 결합이라는 용어가 의미하는 것은 서로 다른 유형의 정보 처리 기능들로부터 전혀 새로운 유형의 정보 처리 기능이 창발된다는 것이다. Hugent 모델을 구현하기 위하여 우리는 CPM이라는 단위 모듈을 도입하였다. CPM은 아날로그 컴퓨팅, 디지털 컴퓨팅, 휴먼 컴퓨팅을 물리적으로 결합하는 일종의 '컴퓨팅 세포' 개념이다. 여기서 아날로그 컴퓨팅은 휴먼 컴퓨팅과 디지털 컴퓨팅을 결합하는 촉매 역할을 하도록 설정되었다. 우리는 CPM 레벨에서의 물리적 결합이 CPM 망 레벨(즉, Hugent 레벨)에서의 화학적 결합을 창발시킬 수 있다고 주장한다(이것이 본 논문의 기본 가정이다). 즉, Hugent 시스템은 CPM이라는 세포들의 망 형태로 구현 가능하다는 것이다. 전형적인 복잡계인 B2B 도메인에서 효율적인 협상이 진행되기 위해서는 사람과 에이전트(컴퓨터 기능)의 효율적인 협력이 필수적이다. 그런 의미에서 Hugent 모델은 B2B 협상 도메인에서 유용하게 사용될 수 있다고 본다. 본 논문에서는 이와 관련된 이론적 분석과 실험을 수행하였다. 본 논문의 구성을 보면 다음과 같다. 2장에서는 Hugent 개념을 정의한다. 3장에서는 Hugent 모델을 설계한다. 4장에서는 제안된 모델을 실증하기 위한 실험을 수행한다. 5장에서는 실험 결과를 이용하여 Hugent 모델을 평가한다. 6장에서는 종합적인 결론을 내리고 앞으로의 연구 과제를 알아본다.

2. Hugent의 정의

2.1 정보의 유형

본 논문에서는 정보를 묵시적 정보(implicit Information)와 명시적 정보(Explicit Information)로 구별한다. 묵시적 정보는 비일관성(Inconsistent), 퍼지성(Fuzzy), 불완전성(incomplete), 비선형성(Nonlinear) 및 동적 성질(Dynamic)을 복합적으로 포함하는 추상적 개념으로 정의된다. 반면에 명시적 정보는 일관성(Consistent), 크리스프(Crisp)성, 완전성(Complete), 선형성(Linear) 및 정적(Static) 성질을 복합적으로 포함하는 추상적 개념으로 정의된다. 실제의 자연 환경은 묵시적 정보와 명시적 정보가 혼합되어 있다고 보아야 하는



우. I-factor : 묵시적 요소(Implicit factor)
E-factor : 명시적 요소(Explicit factor)
x+y=1 직선 : 복잡계

그림 1 도메인의 분류 체계

데, 우리는 이를 복잡계라고 정의한다(창발 이론에서 말하는 소위 복잡 적응계는 복잡계의 특수한 경우에 속한다고 볼 수 있다)[8]. 그림 1은 이러한 관계를 보여준다. 여기서 ①영역은 순수 혼돈 영역으로 정보 처리 자체가 불가능한 영역이다. ②영역은 묵시적 비중이 아주 큰 영역으로, 주로 사람에 의해 정보 처리가 이루어지는 영역이다(예술 분야를 비롯하여 정치, 사회 혹은 경제 분야의 일부도 이 영역에 속한다고 할 수 있다). ③영역은 묵시적 영역과 명시적 영역간 사이에 비교적 뚜렷한 경계를 갖는 분야이다. ④영역은 묵시적 정보와 명시적 정보간의 경계가 상당 부분 겹쳐 있는 분야이다. ⑤영역은 명시적 비중이 묵시적 비중에 비해 훨씬 큰 분야이다. 여섯째로 ⑥영역은 순수 질서 영역으로, 이 영역은 원리적으로 컴퓨터에 의한 처리가 가능한 영역이다.

2.2 결합 방식의 유형

사람과 에이전트간의 결합 방법으로 우리는 3단계 결합 방식을 고려해볼 수 있다.

(1) 1 단계 결합(Human-and-Agent 모델)

1 단계 결합은 사람과 에이전트간의 인터페이스가 특별한 장소에 집중되어 있는 중앙 집중식 결합 방식을 말한다. 이 결합 방식에서는 에이전트의 제어에 필요한 관련 정보들이 한 곳으로 모아지게 되며, 모아진 정보들은 종합적인 관점에서 처리된다. 그리고 이런 과정으로 얻어진 해(Solution)는 미리 정해진 인터페이스 출구를 통해서 에이전트에게 전달되게 된다. 이것이 가능하기 위해서는 에이전트의 구조 역시 중앙 집중식 모델에 따라야 한다. 이 방식은 구현과 제어가 용이하다는 이점이 있으나 동적 환경에 대한 유연한 적용 능력이 부족하다는 단점이 있다[5].

(2) 2 단계 결합(Human-Agent 모델)

2 단계 결합은 사람과 에이전트간의 인터페이스가 특별한 장소에 집중되지 않고 시스템 전체에 분산되어 있는 방식을 말한다. 이 결합 방식은 에이전트의 제어에 필요한 관련 정보들이 분산된 여러 프로세서들에 의해 독립적으로 처리되고 각자의 인터페이스 출구를 통해서 에이전트에게 전달되게 된다. 이 방식은 속용성과 적응성 측면에서 1 단계 결합보다 우수하지만 충돌 문제나 가능 중복 문제 등이 따를 수 있다[5].

(3) 3 단계 결합(Hugent 모델)

임의의 두 시스템이 결합되어 생성된 통합 시스템이 다음과 같은 세 가지 조건을 만족할 때, 우리는 이 통합 시스템이 3 단계 결합을 이루고 있다고 정의한다.

① 인터페이스 조건

첫째, 두 시스템간의 경계가 투명하게 정의되지 못한다(혹은, 두 시스템간의 명시적인 경계가 존재하지 않는다).

② 매체 조건

둘째, 최소한 한 개의 정보 매체가 통합 시스템의 각 부분으로 흐르면서 매체를 통한 정보 교환이 이루어진다.

③ 창발 조건

셋째, 통합 시스템의 외부적 기능은 창발적 특성을 지닌다(하나의 기능이 하위 시스템 수준으로 환원될 수 없는 성질을 '창발적 특성' 이라고 부른다).

자연계에서 3 단계 결합의 적절한 예로는 세포들로 구성된 생명체를 들 수 있다. 첫째로 생명체 내부에서 세포간 경계는 매우 불투명하다. 둘째로, 전체 세포들 사이로 혈액(호르몬 포함)이 흐르면서 혈액을 매개로 한 정보(그리고 물질) 교환이 이루어진다. 셋째로, 세포들의 집합인 생명체가 보여주는 소위 생명 현상의 많은 부분이 세포 레벨로의 환원이 불가능하다. 즉, 창발적이다. 이처럼 생명체에서 세포들은 상호간에 '3 단계 결합을 하고 있다'라고 말할 수 있다. 우리는 인간과 컴퓨터 사이의 3 단계 결합 형식을 'Hugent 모델' 이라고 정의한다. 상기 정의에 따르면 1 단계 결합과 2 단계 결합은 물리적 결합에 속한다고 할 수 있고, 3 단계 결합은 화학적 결합에 속한다고 할 수 있다. 엄밀히 말해서 제어라는 개념은 1 단계 결합과 2 단계 결합에서 논의되는 개념이다. 3 단계 결합에서는 시스템의 경계가 사라지기 때문에 특별히 어느 쪽이 다른 쪽을 제어한다는 개념이 성립되지 않는다. 3 단계 결합은 가장 이상적인 협력 형식이며, 본 논문의 최종 목표는 사람과 에이전트를 제 3 단계 결합으로 묶는 것이다.

3. Hugent의 설계

본 논문에서 제안된 결합 모델의 설계 과정은 다음과 같다. 첫째, 우리는 복잡계에 대한 인간의 정보 처리 모형인 HIPP를 귀납적으로 끌어내었다. 둘째, HIPP 기반의 모듈인 CPM(CAS Processing Module) 모델을 설계하였다. 셋째, CPM 망의 형태로서 'Hugent' 모델을 설계하였다.

Human → HIPP → CPM → Hugent

그림 2 Hugent 모델 설계 절차

3.1 HIPP(Human Information Processing Principles)

우리는 인간을 벤치마킹하기 위하여 다음과 같은 정보 처리 가설을 도입하였다(이 가설을 우리는 HIPP라고 부른다). 첫째, 정보 처리기 중에서 복잡계 정보를 가장 잘 처리하는 것은 인간의 두뇌이며, 인간이 오늘날 만물의 영장이 된 것도 복잡계 정보를 효율적으로 처리하는 데 성공하였기 때문이다. 둘째, 인간은 복잡계를 순시적 요소, 불변적 요소, 주기적 요소로 분리해서 처리한다. 여기서 순시적 요소, 주기적 요소, 불변적 요소는 interval의 관점에서 각각 short term, middle term, long term 요소들을 반영한다. 셋째, 이들 세 가지 요소에 대응하는 인간의 정보 처리 능력은 감성, 이성, 태도이다. 이들 세 가지 메커니즘의 절묘한 조화를 상징적으로 보여주는 것이 자동차 운전이다. 우선, 운전자는 교과서에서 배운 논리적 지식을 이용하는데, 이것은 바로 정보 처리의 long term 요소를 반영하는 것이다(그 내용은 명시적이고 거의 변화하지 않는다). 다음으로, 운전자는 경험으로 체득한 운전 감각을 활용하는데, 이것은 바로 정보 처리의 short term 요소를 반영하는 것이다(그 내용은 묵시적이고 수시로 변화한다). 마지막으로, 운전자는 운전 환경의 기본 틀이 변화할 때, '운전 태도'를 바꾸는 식으로 대응하는데, 이것은 바로 정보 처리의 middle term 요소를 반영하는 것이다(그 내용은 명시적이면서 동시에 묵시적이다. 또한 적절한 시간 간격을 두고 변화한다). 예를 들어, 운전자는 대도시에 진입할 경우 좀더 소심한 운전 태도를 보일 것이고, 반대로 시골길로 나서면 좀더 대범한 운전 태도를 보일 것이다.

3.2 CPM(CAS Processor Module) 설계

CPM은 HIPP 원리에 기반을 둔 복잡계 처리 모듈로서, 복잡계 정보를 세 가지 개념으로 분할하여 처리한다. 첫째, 순시적 요소는 힘(혹은 에너지)의 개념으로 처리한다. 둘째, 주기적 요소는 태도 개념으로 처리한다.

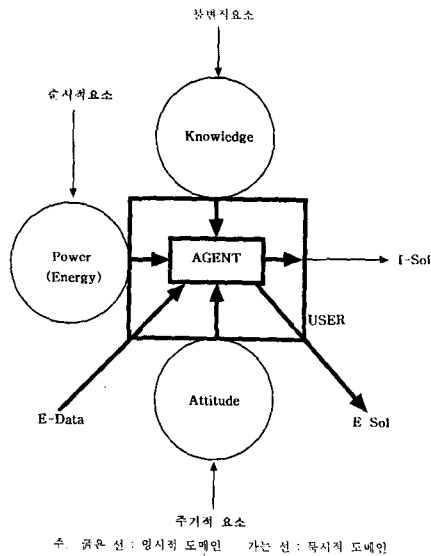


그림 3 CPM의 구조

셋째, 불변적 요소는 지식 개념으로 처리한다. 이 세 가지 개념은 인간의 감성, 태도, 이성 등 세 가지 정보 처리 메커니즘에 대응하는 것이다. CPM은 AGENT 계층과 USER 계층 등 두 가지 계층으로 구성된다 ('AGENT'와 'USER'는 고유 명사이다). USER는 묵시적 정보 처리를 담당하며 AGENT는 명시적 정보 처리를 담당한다. USER는 묵시적 정보를 명시적 정보로 변환하는 역할과 AGENT의 태도를 제어하는 역할을 한다. AGENT는, 고유의 속성상, 컴퓨터가 맡는 것이 일반적이지만 사람 전문가가 맡을 수도 있다. USER 역시 사람이 맡는 것이 일반적이지만 컴퓨터(인공 지능 프로그램 등)가 맡을 수도 있다.

3.3 CPM의 내부 구조

원칙적으로 CPM은 물리적 결합을 구현한다(화학적 결합은 그 보다 높은 레벨에서 창발되는 것으로 간주한다). USER의 전형적인 정보 처리 패턴은 묵시적 정보를 명시적 정보로 바꾸어 주는 것이다. 이렇게 바뀌어진 명시적 정보들은 AGENT에게 주어진다. 이처럼 상기의 지식, 힘, 태도 등의 묵시적 개념을 명시적 개념으로 바꾸는 일은 USER의 몫이다. 여기서 두 개념간의 매핑(혹은 매핑 함수의 정의역과 치역)을 어떻게 정의하느냐에 따라 CPM의 성격이 달라질 수 있다(매핑 함수의 설계는 어느 정도 도메인에 종속적이다). 본 논문에서는 하나의 표준화된 매핑 개념으로 그림 4와 같은 인터페이스 모델을 제시하였다. 첫째, 힘은 Encourage(격려하기)와 Discourage(위축시키기) 등 두 가지 명시적 개념으로 구현된다. AGENT는 Encourage 될수록 보다 강력한 추진력을 갖게된다. 제안된 모델에서, AGENT가 일을 하려면 논리적 판단력(디지털 적 능력)과 함께 물리적 에너지(아날로그 적 능력)가 동시에 요구된다. 둘째, 지식은 알고리즘(혹은 적절한 지식표현)으로 구현된다. 지식은 CPU에 의해서 실행되거나 사람의 Brain에 의해서 실행될 수 있다(이 경우 사람 전문가 역시, 컴퓨터 프로그램과 마찬가지로, 명시적 정보 처리 모형을 사용한다고 가정한다).

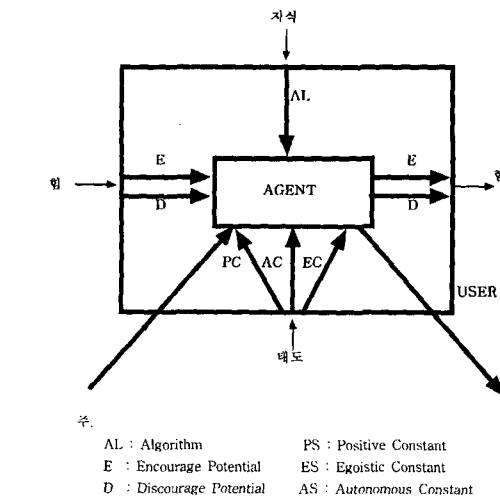


그림 4 CPM 내부 구조

셋째로, 태도는 적극성 상수(PC), 이기성 상수(EC), 자율성 상수(AC) 등 세 가지 파라미터에 의해 구현된다. 이들 세 가지 특징을 나타내는 '태도 파라미터' 들은 그림 5에서 보는 것과 같은 '3 차원 태도 공간'을 형성한다. 일반적으로 AGENT의 태도는 태도 공간 내의 한 점(혹은 한 선이나 한 면)으로 표현된다. 공간 내의 특정한 영역은 특정한 의미를 갖는데, 예를 들어 점 a는 완전히 이기적이고, 타율적이고, 보수적인 태도를 표현한다. 점 b는 a점과 대립되는 점으로 완전히 이타적이고, 자율적이고, 진보적인 태도를 표현한다. 점 c는 완전히 자율적이고, 진보적이지만 철저히 이기적인 태도를 표현한다. 선분 d는 진보성과 자율성을 충분히 갖춘 태도를 표현하며, 면 X는 단지 이기적인 태도를 의미한다. 이처럼, 태도 공간 개념을 이용하여 우리는 어떤 복잡한 성격(혹은 태도)도 구현할 수 있다. CPM 모델에서, USER는 태도 핸들(태도 상수를 제어하는 도구)을 이용하여 AGENT의 행동 패턴을 간접적으로 제어할 수 있다.

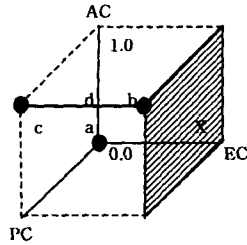
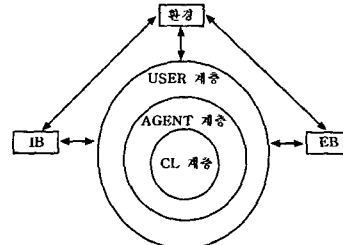


그림 5 태도(Attitude) 공간

3.4 CPM의 구현

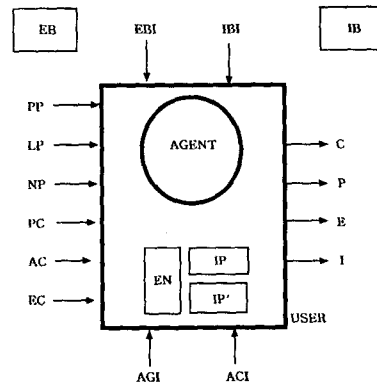
CPM은 AGENT 계층과 USER 계층으로 구성되는데, 이 모형을 실제로 사용하기 위해서는 두 가지 계층 외에 제어(CONTROL) 계층이 더 필요하다(이것은 일반적인 IC 모형에서도 마찬가지이다). CPM에서의 제어 계층은 모듈 자체에 대한 활성화 및 갈등 추출 기능 등을 포함한다. 또한 CPM이 제대로 작동되기 위해서는 CPM 상호 간에 정보를 공유할 수 있는 외부 메모리 영역이 필요해진다. 우리는 이러한 용도로 Implicit Blackboard(IB)와 Explicit Blackboard(EB) 등 두 가지 유형의 Blackboard 모형을 제안하였다. 여기서 IB는 주로 USER가 사용하는 정보 공유 메모리이고 EB는 주로 AGENT가 사용하는 정보 공유 메모리이다(사실, USER는 EB, IB 모두를 사용할 수 있다). EB와 IB는 각각 환경에 대한 Effector(솔루션 출력)와 Detector(자료 입력)를 장착하고 있는데, 특히 IB의 경우에는 USER가 Effector와 Detector 역할을 담당한다. 그림 6은 이상의 계층 관계를 도시한 것이며 그림 7은 상기에서 정의한 CPM의 고유 기능, 내부 구조, 제어 계층, 외부 메모리 등을 종합적으로 고려하여 설계한 CPM의 실용적 모형이다. 제시된 모형은 광범위한 분야에서 범용적으로 사용될 수 있도록 표준 모형으로 설계된 것이다.

CPM은 10 개의 입력 단자와 4 개의 출력 단자 등 14 개의 외부 연결 단자와 IP, IP', EN 등 3 개의 내부 메모리로 구성되어 있다. CPM들이 모여서 하나의 CPM 망을 구성하며, 이 CPM 망과 외부의 IB, EB, 환경 등으로 구성된 시스템을 'CPM 기반 시스템' 이라고 부른다. 힘의 적분 개념을 에너지(Energy)라고 부르며 에너지의 미분 개념을 힘(Power)이라고 부른다. 힘의 단위는 포텐셜[P]이며 에너지의 단위는 [P]에 시간 단위 [S]를 곱한 [PS]이다. 여기서 포텐셜 값은 [0,1] 사이의 실수 값으로 정규화되어 있다. ACI는 모듈의 외부 활성화 단자이다. 즉, CPM은 ACI 단자 입력 값이 임계값(디폴트 값은 0.5)을 넘을 때만 외부 활성화된다. 외부



주. EB : Explicit Blackboard IB : Implicit Blackboard CL : CONTROL

그림 6 CPM 계층 구조



주. IP : Positive input Potential NP : Negative input Potential
 LP : Conflict input Potential PC : Positive Constant
 AC : Autonomous Constant EC : Egoistic Constant
 C : Conflict output potential P : regular output Potential
 EBI : EB Input EN : Energy IBI : IB input
 E : EB output I : IB output AGI : AGENT Input
 ACI : Activated Input IP : Inner Potential IP' : AGENT's Potential

그림 7 CPM의 실제 모형

활성화되지 않은 CPM은 외부로의 출력이 금지된다(즉, ACI는 내부 활성화에는 영향을 주지 않는다고 가정한다). PP는 Encourage 신호이고 NP는 Discourage 신호이다. PP와 NP는 서로 모순되는 값으로 CPM 내부에서 충돌(혹은 갈등)을 야기하는데, C 단자는 이 충돌의 크기를 검출해낸다. LP는 C에 직접 연결된다. 즉, LP는 갈등 출력 C의 감도를 조절하기 위해 사용되는 외부 포텐셜이다. EBI, IBI는 각각 EB와 IB로부터의 입력 단자이며 E, I는 각각 EB와 IB로의 출력 단자이다 (AGENT는 명시적 정보만을 사용하고 USER는 명시적 정보와 묵시적 정보 모두를 사용한다). IP는 내부 포텐셜이며 IP'는 'AGENT 출력 포텐셜' 이다. IP는 CPM이 다른 CPM 들에 대해 갖는 상대적 영향력을 의미하는데, AGENT는 IP를 이용해서 외부에 대한 영향력인 IP'를 결정하게 된다(일반적으로 IP는 리스트 구조를 하는데, 그 이유는 상대에 따라 그에 대한 영향력이 다를

수 있기 때문이다). 외부 출력 포텐셜 P는 IP'와 외부 입력 포텐셜 값의 벡터합으로 계산된다. 포텐셜은 정적 포텐셜과 동적 포텐셜로 나뉘는데, IP에 저장되어 있는 포텐셜을 정적 포텐셜이라 하고 외부 단자를 통하여 CPM 망을 흐르는 포텐셜을 동적 포텐셜이라고 한다. EN은 에너지를 의미하는데, 에너지가 갖는 실제적인 의미는 병렬 출력이자. 즉, CPM은 에너지가 허락하는 한에서만 병렬 출력이 가능하다. 마지막으로 AGI는 AGENT를 입력, 수정, 교체하는데 사용하는 단자이다 (USER가 이 일을 담당한다). 이상의 관계를 정형화하면 다음과 같다.

$$ACI > \delta \rightarrow \text{Activated(CPM)}$$

$$C = LP + \text{Min}(PP, NP)$$

$$IP' = f(\text{입력, 상태}) \text{ s.t. } IP' < IP$$

$$P = IP' + (PP - NP)$$

$$EN \geq \sum IP' \text{ (일반적으로는 } EN = IP)$$

3.5 CPM의 특성

3.5.1 CPM 공리계

CPM의 속성은 세 가지 공리를 이용하여 완전하게 표현될 수 있다. 이들 세 가지 공리 집합을 CPM 공리계라고 부른다.

용어 정의

첫째, CPM은 아날로그 컴퓨팅 a, 디지털 컴퓨팅 d, 휴먼 컴퓨팅 h 등 세 가지 컴퓨팅 요소로 구성되는데, 이들을 요소로 하는 집합을 U라 한다(즉, $U = \{a, d, h\}$). 둘째, 컴퓨팅 요소 a, d, h를 인수로 하는 대수적 함수 집합을 F라고 한다. 셋째, CPM 기반으로 n개의 컴퓨팅 요소가 결합된 시스템을 $CPM(c_1, \dots, c_n)$ 이라 한다. 넷째, 임의의 시스템 s의 성능을 P(s)라고 한다.

공리계

CPM 공리계는 다음과 같은 세 가지 공리들로 구성된다.

[제 1 공리] 독립성 공리 : 대수적 관점에서 a, d, h는 서로 종속적이지 않다. 즉,

$$\nexists f \in F \text{ s.t. } f(a, d, h) = 0$$

[제 2 공리] 시너지 공리 : a, d, h가 CPM 기반으로 결합될 경우 시너지 효과를 낸다. 즉,

$$P(CPM(a, d, h)) > P(a) + P(d) + P(h)$$

[제 3 공리] 촉매 공리 : a는 d와 h를 결합시키는 촉매 역할을 한다. 즉,

$$P(CPM(a, d, h)) - P(a) > P(CPM(d, h))$$

이상 세 가지 공리들은 CPM 모형의 구조와 기능 그리고 목표를 함축하고 있다. 예를 들어, 제 1 공리는 구조적 측면을, 제 2 공리는 목표적 측면을 그리고 제 3

공리는 기능적 측면을 반영한다(즉, 아날로그 컴퓨팅은 CPM의 제어 계층을 담당한다). CPM은 공간(도메인)의 관점에서 특성화될 수 있고, 시간의 관점에서 새로운 버전으로 진화해갈 수 있다. 그러나 어떤 경우에도 CPM의 공리계 자체에는 변화가 없어야 한다.

3.5.2 컴퓨팅 패러다임의 결합

전술한 바와 같이, 컴퓨팅(Computing) 패러다임에는 아날로그 컴퓨팅, 디지털 컴퓨팅, 휴먼 컴퓨팅 등 세 가지 유형이 존재한다. CPM에는 이들 세 가지 유형의 컴퓨팅 패러다임이 유기적으로 결합되어 있다.

$$\text{아날로그 컴퓨팅} = \{PP, LP, NP, ACI, C, P\}$$

$$\text{디지털 컴퓨팅} = \{EBI, E\}$$

$$\text{휴먼 컴퓨팅} = \{PC, AC, EC, AGI, EBI, I\}$$

이들 컴퓨팅이 갖는 의미는 다음과 같다. 첫째, 아날로그 컴퓨팅은 아날로그 컴퓨터나 전기회로망으로 구현되는데, 원래의 물리량을 그대로 이용한다. 아날로그 컴퓨팅은 정확한 정보 처리가 불가능한 대신에 실 시간적 정보 처리가 가능하다는 이점이 있다(이것은 순시적 정보 처리에 유용하다). 둘째, 디지털 컴퓨팅은 디지털 컴퓨터로 구현되는데, 물리량을 이산적 데이터로 바꾼 다음에 사용한다. 디지털 컴퓨팅은 정확한 정보 처리가 가능한 대신에 경우에 따라서는 심각한 시간 지연을 초래할 수 있다(이것은 불변적 정보 처리에 유용하다). 셋째, 휴먼 컴퓨팅은 인간의 Brain을 이용한 정보 처리 방식으로 원래의 물리량을 그대로 사용할 수도 있고 이산적 데이터로 바꾸어 사용할 수도 있다. Brain은 인간 고유의 컴퓨팅 패러다임을 내장하고 있다(이것은 상기 두 가지 컴퓨팅으로 해결해내지 못하는 부분의 정보 처리에 유용하다). CPM은 이들 세 가지 패러다임을 유기적으로 결합하여 시너지 효과(보다 높은 레벨 즉, Hagent 레벨에서)를 얻는 것을 목표로 한다.

3.5.3 상호 관계의 구현

일반적으로 요소들 사이의 상호 관계는 창발 현상의 핵심 개념이다[9]. 정보 처리 관점에서 우리가 귀납적으로 얻어낸 상호 관계의 표준 형식은 10 가지이다. 우리는 아무리 복잡한 상호 관계도 이들 표준 집합의 요소들을 이용하여 구현 가능하다고 생각한다. 다음은 CPM 모형을 이용하여 10 가지 상호 관계를 구현하는 방법을 보여준다(여기서, 'P(A)'라는 표현은 'CPM 모듈 A'의 'P 단자' 라는 의미이다).

(1) 적대 관계(A,B)

$$P(A) \rightarrow NP(B)$$

(2) 지원 관계(A,B)

$$P(A) \rightarrow PP(B)$$

- (3) 협조 관계(A,B)
지원관계(A,B)∧지원관계(B,A)
- (4) 갈등 생성 관계(A)
PP(A)∧NP(A) -> CP(A)
- (5) 경쟁 관계(A,B)
적대관계(A,B)∧적대관계(B,A)
- (6) 활성 관계(A,B)
P(A) -> ACI(B) 단, P(A)>0
- (7) 소멸 관계(A,B)
P(A) -> ACI(B) 단, P(A)<0
- (8) 갈등 증폭 관계(A,B)
P(A) -> LP(B) 단, P(A)>0
- (9) 갈등 해소 관계(A,B)
P(A) -> LP(B) 단, P(A)<0
- (10)착취 관계(A,B) 혹은 희생 관계(B,A)
지원관계(B, A)∧적대관계(A, B)

상기 10 가지 상호 관계간에도 일정한 계층성이 존재한다. 예를 들어 협조 관계나 경쟁 관계는 지원 관계와 적대 관계 위에서 정의된다. 같은 식으로, 상기 10 가지 상호 관계 위에서 보다 높은 레벨의 상호 관계를 정의할 수 있다. 이런 높은 레벨의 상호 관계 중에서 특히 실용적인 것으로는 '압력 관계', '조정관계', '의존 관계', '대립 관계' 등을 들 수 있다.

4. 실험

4.1 CPM 기반 협상

CPM 모델의 목표는 복잡계 정보를 처리하는 것이다. B2B 도메인의 협상 문제는 전형적인 복잡계로 볼 수 있으며, 따라서 CPM 모델이 적용될 수 있다. CPM 기반 협상의 절차를 요약하면 다음과 같다.

- [1] 협상과 관련된 이해 당사자 집합을 구성한다.
- [2] 이해 당사자들의 상호 관계와 이해 관련 정도를 분석한다.
- [3] 분석 결과를 이용해서 CPM 망을 구성한다.
- [4] 구성된 CPM 망(즉, Hagent 시스템)을 웹 상에서 협상 서버로 구현한다.
- [5] 다음과 같은 Loop를 수행한다.
Do Until 협상종료
협상 수행
주기적인 CPM 망 갱신

Loop

4.2 도메인 분석 : XX 자동차 매각

본 논문에서는 실험 대상 도메인으로 'XX 자동차 매각' 을 선정하였다. 본 협상 도메인에 포함되어 있는

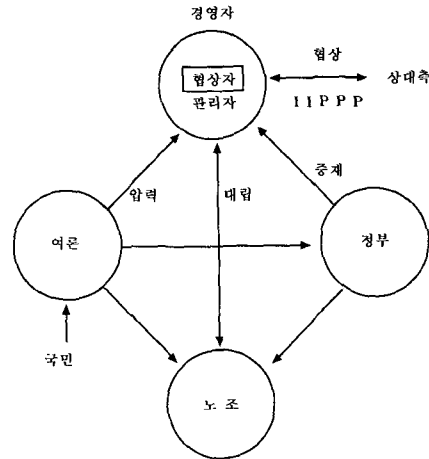


그림 8 도메인 분석

이해 당사자들을 성격별로 분류하면 다음과 같다.

- ① 협상자와 관리자 : 경영자(AGENT와 USER)
공식적인 협상자는 경영자 모듈의 AGENT이다. 경영자 모듈의 USER는 AGENT의 협상 태도를 제어하는 관리자 역할을 한다.
- ② 대립자 : 경영자 및 노조
경영자 그룹과 노조 그룹은 대립적인 두 협상 주체이다. 즉, 경영자는 될 수 있는 한 회사를 팔아 넘기려는 입장에 있고, 반면 노조는 감원을 두려워하여 매각 자체를 반대하는 입장에 있다.
- ③ 조정자 : 정부
정부는 조정자의 역할을 하는데, 조정자는 협상이 난국, 교착, 막다른 골목 등의 정체 상태에 빠질 경우 이를 해결한다.
- ④ 압력자 : 여론
매스컴으로 대표되는 압력자는 일반적인 규준에 근거하여 시시비비를 가리는 비판적 관점을 유지한다.

4.3 CPM 망 설계

그림 9는 4.2 절의 분석 결과를 이용하여 구성해본 CPM 망이다. 구성된 CPM 망의 구조와 기능을 요약하면 다음과 같다.

- 경영자 모듈의 AGENT는 협상자 역할을 담당하며 내장된 협상 전략과 EB 정보를 이용하여 협상 솔루션 (다음 행동)을 끌어낸다. 솔루션은 수락, 제안, 포기 등 세 가지중 하나이다. AGENT는 솔루션에 해당하는 모듈을 Encourage 시키게 된다. 단, 제안 모듈인 경우에는 추가로 제안 값(디지털 신호임)을 제안 모듈의 EBI 단자에 입력시킨다.

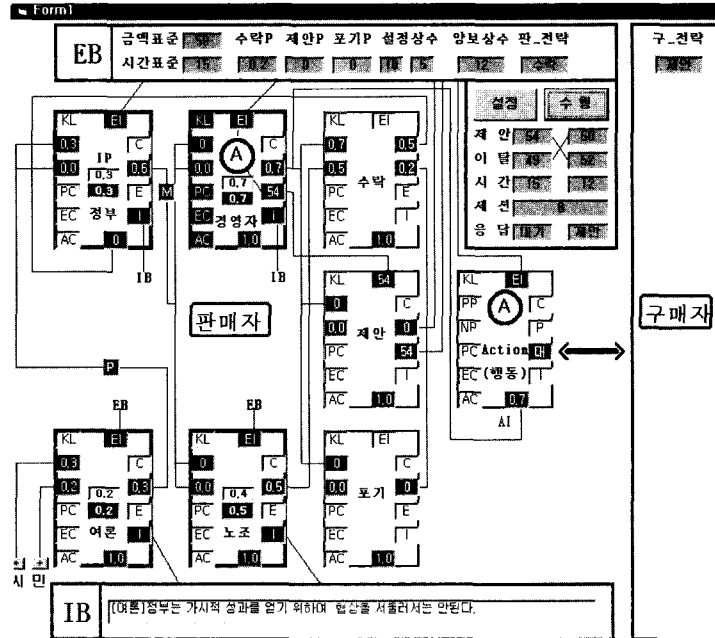


그림 9 구현된 CPM 망

경영자 모듈의 USER는 AGENT의 협상 태도를 제어 하는 관리자 역할을 한다. 제어 방법은 태도 핸들을 이용하여 태도 상수를 조정하는 것이다. 첫째, ES를 올려줄수록 양보에 좀 더 소극적이 된다. 둘째, PS를 올려줄수록 좀 더 친취적이 된다. 즉, PS를 충분히 증가시켜주면 국부적 최적점을 탈출하는 데 도움이 된다. 셋째, AS를 올려줄수록 자율성이 높아진다. 자율성이 낮은 AGENT는 좀 더 자주 USER의 자문을 구하게 된다.

노조 모듈의 포텐셜 출력은 수락 모듈의 NP 단자로 입력된다. 즉, 노조는 회사의 매각을 반대하는 입장을 견지한다.

수락 모듈에서는 C 단자를 이용하여 경영자와 노조간 에 필연적으로 존재하는 갈등의 크기를 추출한다. 수락 모듈의 C 단자는 정부 모듈의 ACI 단자에 연결되어 있는데, 이것은 갈등의 크기가 임계치(여기서는 0.5)를 넘을 경우 정부를 깨워 중재를 요청하기 위함이다.

Action 모듈은 수락, 제안, 포기 모듈의 출력 포텐셜을 비교하여 가장 큰 값을 갖는 모듈에 대응하는 Action을 취한다. 경영자 모듈의 출력 포텐셜은 Action 모듈의 ACI 단자에 연결되어 있다. 경영자 모듈의 출력 포텐셜이 일정 값을 넘지 못할 경우

Action 모듈은 출력을 내지 못한다(이를 대기 상태라고 부른다).

- 정부 모듈은 조정자로서 정체 상태를 타개하기 위하여 경영자와 노조에 대하여 일정한 영향력을 행사할 수 있다. 그 방법은 CPM 구조상 Power 단자를 이용하거나, Attitude 단자를 이용하거나, Knowledge 단자를 이용하는 등 세 가지 유형이 있을 수 있다.
- 컴퓨팅의 관점에서 상기 모듈들은 적절하게 특성화되어 있다. 첫째, 경영자 모듈은 아날로그 컴퓨팅, 디지털 컴퓨팅, 휴먼 컴퓨팅을 모두 사용한다. 둘째, 정부, 여론, 노조 모듈은 아날로그 컴퓨팅 과 휴먼 컴퓨팅을 사용한다. 셋째, 수락, 제안, 포기 모듈은 아날로그 컴퓨팅 하나만 사용한다. 넷째, Action 모듈은 아날로그 컴퓨팅 과 디지털 컴퓨팅을 사용한다. 물론 이러한 특성화가 영구적인 것은 아니며, 상황 변화에 따라 각 모듈이 Instance되는 방식(즉, 특성화 방식)은 얼마든지 달라질 수 있다.
- 여론(메스컴)은 경영자, 노조는 물론이고 정부에 대해서도 Power 단자를 이용해서 Encourage 하거나 Discourage 하는 식의 영향력을 행사할 수 있다.
- CPM 모듈은 정보 처리 과정에 사람과 에이전트가 모두 참여하기 때문에 명시적 솔루션과 묵시적 솔루션 모두를 출력한다. 명시적 솔루션은 EB와 E단자에 출

표 1 Hugent 모델 실험 결과

세션	판매	구매	여론	정부	정부	경영	노조	노조	수락	수락	제안	응답
	제안	제안	P	AI	P	P	P	NP	P	C		
1	85	19	0.1	0.0	0.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	제안	제안
2	82	24	0.1	0.0	0.3	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0	제안	제안
3	79	33	0.1	0.0	0.3	0.6	0.2	0.0	0.0	0.0	제안	제안
4	77	38	0.1	0.0	0.3	0.6	0.3	0.0	0.0	0.0	제안	제안
5	73	48	0.1	0.0	0.3	0.6	0.4	0.0	0.0	0.0	제안	제안
6	70	54	0.1	0.4	0.3	0.6	0.4	0.0	0.2	0.4	수락	대기
7	66	56	0.1	0.5	0.3	0.9	0.5	0.0	0.4	0.5	수락	대기
8	64	56	0.2	0.5	0.4	1.0	0.5	0.0	0.5	0.5	수락	대기
9	61	56	0.3	0.5	0.5	1.0	0.5	0.0	0.5	0.5	수락	대기
10	60	56	0.3	0.5	0.5	1.0	0.4	0.1	0.6	0.5	수락	수락

력하며 목시적 솔루션은 IB와 출력 포텐셜 P에 출력한다. 즉, CPM 기반 시스템을 인체로 비유하자면, 명시적 기호(디지털 정보)들과 목시적 포텐셜(아날로그 정보)이라는 두 종류의 혈액이 CPM이라는 세포들 사이를 순환하며 정보를 교환한다고 말할 수 있다.

- 시민들은 여론 모듈을 통하여 영향력을 행사할 수 있다. 본 실험에서는, 단지 여론 모듈을 Encourage하거나 Discourage하는 기능만을 허용한다(즉, 시민들이 여론 모듈을 강화시키거나 약화시키는 방법으로 협상 과정에 간접적으로 참여한다).

4.4 실험 방법

주어진 CPM 망(그림 9)을 이용한 실험 방법은 다음과 같다(경영자 AGENT 등 컴퓨터가 담당하는 AGENT 들은 이미 프로그램 되어 있다). 우선 실험을 위해 4 명의 실험자와 1 명의 진행자를 필요로 한다. 4 명의 실험자들은 각각 정부, 경영자, 여론, 노조 모듈에서 USER 및 AGENT 역할을 동시에 맡게 된다(단, 경영자 모듈에서는 컴퓨터 프로그램이 AGENT 역할을 맡는다). 매 실험 세션마다 4 명의 실험자들은 EB, IB, CPM 망, 모듈의 내부 상태 등을 참고로 하여 IP'를 결정하고 출력 포텐셜 P의 연결망 패턴을 설정한다. 이때 IB를 통하여 자신의 결정에 대한 정당화를 시도한다. 이 과정이 모두 끝난 다음에 진행자는 '수행' 버튼을 누르게 된다. 그러면 수행 버튼에 의해 모든 AGENT 프로그램들과 아날로그 컴퓨팅이 작동하여 CPM 망의 내부 상태를 변화시키게 된다. 이것으로 하나의 협상 세션이 끝나고, 그렇게 변화된 상태를 배경으로 다음 협상 세션이 시작된다. 이런 세션 단위의 실험 과정이 협상 종결 상태에 이를 때까지 계속된다.

4.5 실험 결과

실험 결과에 영향을 끼치는 주요 요소들로는 CPM 망의 토폴로지, 실험 참여자의 전략과 입장, 협상 AGENT(경영자 모듈)의 협상 전략, 환경 변수의 특성 등을 들 수 있다. 이들 조건들을 변화시키는 방법으로 우리는 다양한 실험 결과를 얻을 수 있다. 표 1은 그 중 전형적인 한 가지 예를 보인 것이다.

표 1에서 주어진 파라미터 조건은 구매자 이탈가=56, 경영자 IP=0.6, 판매자 이탈가=54, 노조 IP=0.5 등이다. 실험 과정을 단계별로 설명하면 다음과 같다.

[세션 1-세션 5] 협상이 정상적인 패턴(점진적인 상호 양보)으로 진행되고 있다. 시간이 흐를수록 타결 가능성이 그만큼 높아진다. 노조는 타결 가능성이 높아질수록 단계적으로 반발의 강도를 높이고 있다. 노조의 반발은 수락 모듈의 NP 단자를 통해 반영된다.

[세션 6] 구매자 제안가는 판매자의 이탈가(54 억)에 이르게 된다. 이제, 경영자 모듈의 AGENT는 '수락 시점'이라는 결론을 내리고 수락 모듈의 포텐셜을 높여준다. 그러나 노조의 반발로 인해 수락 모듈의 출력 포텐셜(0.2)이 부족하게 된다. 따라서 Action 모듈은 대기 상태를 유지할 수밖에 없게 된다. 한편 갈등 포텐셜의 크기는 0.4로 아직은 정부 모듈을 깨울 만큼 충분한 크기가 아니다.

[세션 7] 구매자는 한 번 더 양보하여 56억을 제안하는데, 이 값은 구매자의 이탈가이다(더 이상의 양보는 없을 것이다). 한편 노조의 반발이 더욱 증가하여 갈등 포텐셜의 크기가 0.5에 이른다. 이로 인해 정부 모듈이 깨어나고 정부는, 이 실험에서는, 경영자의 손을 들어준다(어느 쪽 손을 들어줄지는 실험자가 결정한다). 정부

모듈의 지원으로 수락 모듈의 출력 포텐셜은 0.4로 증가하지만 아직도 충분한 양이 아니어서 동일한 대기 상태가 지속된다.

[세션 8] 교착 상태를 타개하기 위하여 여론이 나서게 된다. 이 실험에서 여론은 정부의 손을 들어준다. 여론의 지원으로 정부의 힘이 강화되고 이것은 수락 모듈의 출력 포텐셜 증가(0.5)로 이어진다. 한편 노조의 반발은 한계에 도달한다(노조의 내부 포텐셜 크기는 0.5이며, 이것이 노조가 낼 수 있는 힘의 한계이다). 수락 모듈의 대기 상태가 여전히 계속된다.

[세션 9] 여론의 정부 지원이 더 증가된다. 이에 따라 경영자 모듈에 대한 정부의 지원이 그만큼 증가하지만, 경영자 모듈의 포텐셜(P 값)이 이미 포화상태(즉, 1.0)에 이르렀기 때문에 경영자에게는 실제적인 도움이 되지 못한다.

[세션 10] 정부는 포텐셜(에너지) 사용 전략을 바꾸게 된다. 즉, 0.4의 힘은 경영자를 지원하는 데 사용하고, 0.1의 힘은 노조에 대한 압박용(NP 단자)으로 사용한다. 이로 인해 노조의 힘이 0.4로 떨어지고 수락 모듈의 포텐셜은 비로소 0.6으로 증가한다. Action 모듈은 이 증가된 힘에 근거하여 협상 수락을 결정하게 된다. 협상은 끝나고 타결 금액은 56 억이다. 그림 10은 이상의 협상 과정을 그래프로 표현한 것이다.

5. 평가

5.1 CPM 모델의 장점

이상의 실험 결과를 분석하여 CPM 모델(혹은 Hugen-t 모델)의 장점을 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 표현성
CPM 모델을 이용하면 협상과 관련된 모든 이해 당사자들의 표현 욕구를 충분히 충족시킬 수 있다.
- 통합성
세 가지 유형의 통합이 CPM 모델을 통해 이루어질 수 있다.
 - ① 목시적 정보와 명시적 정보의 통합
 - ② 아날로그, 디지털, 휴먼 컴퓨팅의 통합
 - ③ 인간과 컴퓨터의 통합
- 확장성
CPM 망에 대한 CPM의 수정, 삽입, 삭제가 용이하다.
- 유연성
CPM은 하나의 만능 기계적 속성을 갖는데, 이러한 특성을 이용하여 CPM 에 대한 다양한 특성화가 가능하다.
- 복잡성
하나의 CPM은 하나의 CPM 망으로 구현 가능하며 이 원리는 순환적으로 성립한다. 즉, CPM 망은 Fractal 구조를 갖는다. 이러한 Fractal 구조는 도메

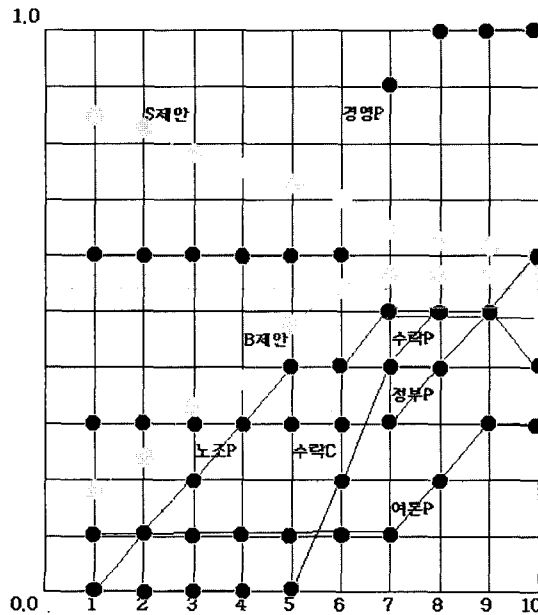


그림 10 실험 결과 그래프

인에 포함된 복잡성을 소화하는데, 유용하게 사용될 수 있다.

- 속도성

협상과 관련된 복잡한 힘의 상호 관계가 실 시간적으로 반영된다(아날로그 컴퓨팅).

- 투명성

CPM 망은 그 자체로서 GUI 적 인터페이스 기능을 하며, 이를 통해 사용자는 협상 진행 상황 전반에 대한 명시적 혹은 직관적 정보를 쉽게 얻어낼 수 있다.

5.2 기존 모델과의 비교

Cell과 Cell 간의 상호 관계로 원하는 행동을 창조적으로 발현(창발)시키는 행동 모형을 '상향식 행동 모형'이라고 부른다(이에 비해 지각-분석-계획-행동 사이클에 의해 원하는 행동을 분석적으로 조립해 내는 행동 모형을 '하향식 행동 모형'이라고 부른다). 상향식 행동 모형의 대표적인 모델로는 Brooks의 포섭 구조 모델(Subsumption Architecture Model, SAM)을 들 수 있으며, 본 논문에서 제안된 CPM 모델(혹은 Hugent 모델)도 기본적으로는 상향식 모형에 속한다고 볼 수 있다. 포섭 구조 모델에서 Cell은 그 자체로 완전성을 갖춘 반응형 에이전트이다(여기서 반응형이라 함은 인지에서 행동이 바로 사상된다는 의미이다). 포섭 구조 모델(이하 SAM)과 CPM 모델을 비교하면 다음과 같다.

(1) SAM은 주로 곤충들의 행동 패턴을 적용할 수 있는 이동 로봇 도메인을 염두에 두고 설계된 반면, CPM은 협상, 정치, 토론, 의료, 재판 등 사회학적 도메인을 염두에 두고 설계되었다. 즉, 전자는 낮은 레벨에서의 적용을 우선적으로 고려한 모델이고, 후자는 높은 레벨에서의 적용을 우선적으로 고려한 모델이다.

(2) SAM은 망을 구성하는 노드간의 결합 구조로 포섭(Subsumption) 개념을 도입한 반면 CPM에서는 프랙탈(Fractal) 구조를 도입함으로써 좀더 유연한 입장을 취하였다. 즉, 포섭 구조는 프랙탈 구조의 특별한 한 가지 형태로 Instance 될 수 있다.

(3) SAM은 노드간의 상호 관계로 금지(Inhibit) 하나만을 고려한 반면, CPM은 14 개의 외부 단자를 이용한 다양한 상호 관계(금지 개념 포함)를 지원할 수 있도록 설계되었다. 이것은 목표로 하는 도메인의 레벨이 서로 다른 데서 기인한 것이다.

(4) SAM은 복잡한 환경에서 단순한 에이전트(노드)로부터 출발한다. 이후 좀더 복잡한 에이전트들을 만들어서 기존의 에이전트들 위에 계속 덧붙여 가는 점진적 확대 전략을 취한다. SAM과는 달리 CPM은 복잡한 환경에서 복잡한 에이전트로부터 출발한다. 그리고 모순

(Confliction) 개념을 이용한 자기 조직화 기능에 기반하여 조직을 동적으로 개선해 간다(이러한 과정에서 확장도 가능하고 수축도 가능하다).

(5) SAM은 기본적으로 디지털 컴퓨팅 모형이다. 그에 비해 CPM은 아날로그 컴퓨팅, 디지털 컴퓨팅, 휴먼 컴퓨팅의 결합을 추구한다. 첫째로, CPM 간의 상호 관계에서는 아날로그 컴퓨팅을 추구한다(상호 관계는 실시간 반응이 요구되기 때문이다). 둘째로, 실무자 역할을 담당하는 AGENT는 디지털 컴퓨팅을 추구한다(실무자는 주로 명시적 정보 처리를 담당하기 때문이다). 셋째로, 관리자 역할을 담당하는 USER는 휴먼 컴퓨팅을 추구한다(관리자는 주로 묵시적 정보 처리를 담당하기 때문이다).

6. 결론

인간과 기계(기계의 추상적 개념이 에이전트이다)의 결합에 대한 기존의 연구로는 사이보그(Cyborg)가 있다 [10]. 사이보그는, 궁극적으로는, 인간의 두뇌와 기계로 된 몸을 가진 일종의 슈퍼맨을 추구한다. 사이보그의 중요한 특징은 인간과 기계의 경계가 뚜렷한 일종의 물리적 결합이라는 점이다. 우리가 본 논문에서 제안한 Hugent 모델(CPM 모델)은, 일테면, 인간과 기계의 화학적 결합인데(특히 정보 처리의 관점에서), 여기서 화학적 결합이라는 용어가 의미하는 것은 Hugent의 기능이 창발적이라는 것이다. 즉, 사이보그와는 달리, Hugent의 기능은 인간이나 기계 레벨로의 환원이 사실상 불가능하다(그런 의미에서 Hugent는 인간과 기계를 구성 요소로 하는 제 3의 생명체라고 부를 수도 있다). 우리는 Hugent 모델을 설계하기 위하여 인간 고유의 정보 처리 원리 HIPPP를 도입하였다. 이렇게 도출된 개념을 우리는 CPM이라는 추상적 세포 단위로 구현하였고, 다시 CPM 망 개념으로 Hugent 모델을 정의하였다. Hugent의 설계 과정에는 여러 가지 옵션들이 있을 수 있으며, 이들의 선택 패턴에 의해 모델의 구체적인 특성이 결정된다. Hugent 모델은 B2B 협상처럼 복잡계로 분류되는 도메인에 효율적으로 적용될 수 있다. 우리는 B2B 협상에 대한 실험을 통해 이 점을 보여주었다고 생각한다. 그런데 Hugent 기반 시스템에서는, 인간 요소의 실 시간적 참여가 필수적이다. 이점이 기존의 지능 시스템 모델과 Hugent 모델이 근본적으로 다른 점이다. 여기에는 세 가지 문제가 발생할 수 있는데, 첫째는 인건비 문제이고, 둘째는 가용성 문제이고, 셋째는 신뢰도 문제이다. 다행히도, Hugent 모델에서는, CPM이 갖는 구조적 특징으로 인해, Human 요소를 낮은 레벨로 분

해해서 사용하는 일이 가능하다. 즉, 인간의 능력을 소위 Component 화해서 사용할 수 있다는 것이다. 인터넷의 등장으로 인해 이 점은 특히, 구현의 관점에서, 유리한 조건이 될 수 있는데, 이것이 다음 번 연구 과제이다.

참 고 문 헌

- [1] John H. Holland(저자), 김희봉(역자), "Hidden Order," 사이언스 북스, 2001.
- [2] 허브 코헨(저자), 김문희(역자), "협상의 법칙", 청년정신, 2001.
- [3] Nils J, Nilsson, "Artificial Intelligence: A New Syntheesis," SciTech, 2000.
- [4] 灰色系統理論應用學術研討會(Taiwan), "The 2001 Seminar of Applied Grey System Theory," 2001.
- [5] R.A. Brooks, "A Robust Layered Control System For A Mobile Robot," IEEE Journal of Robotics And Automation, Vol. RA -2, No.1, 1986.
- [6] Gi-Young Lim, Sung-Bum Ko, "Emotion-Based Negotiation Model in B2B Transaction", KFIS2001, 344 351, 2001.
- [7] 고성범, "생명체 패러다임", 전자 공학회 하계 컨퍼런스, 2001.
- [8] 로저 르윈, "Complexity(Life At the Edge of Chaos)", 세종 서적, 1995.
- [9] 스티어트 카우프만[저자], 국형태(역자), "혼돈의 가장자리," 사이언스북스, 2002.
- [10] The Cyborg, URL : <http://65.107.211.206/cpace/cyborg/cyborgov.html>



고 성 범

1980년 송진대학교 전기공학과 학사
 1983년 서울대학교 전기공학과 석사
 1991년 건국대학교 컴퓨터공학과 박사
 1983년~현재 천안공업대학 컴퓨터과 근무. 관심분야는 복잡성의 과학, 생명체 패러다임



김 동 군

1989년 충남대학교 계산통계학과 학사
 1991년 충남대학교 계산통계학과 석사
 1996년 충남대학교 전산학과 박사
 1996년~2002년 서남대학교 컴퓨터정보통신학과 근무. 2002년~현재 천안공업대학 컴퓨터과 근무. 관심분야는 Computer Vision, Virtual Reality

Vision, Virtual Reality