

복잡계에 대한 정보 처리 관점에서의  
인간과 기계의 결합 모델

A Union Model of Human Being and Machine from the Point of  
Information Processing on the Complex System

고성범, 임기영  
천안공업대학, 한밭대학교  
Sung-Bum Ko, Gi-Young Lim,  
san 16-1 duckmyung-dong taejon 305-320

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 effective information processing on the so called complex system like this, it should be possible to unite the global insight power of the human being and the local computing power of the machine. In this paper, we suggested a union model of human being and machine using Hugen concept. Hugen is defined as an agent model which allows us to chemically unite the human's component and the machine's component in terms of information processing. In this paper, we showed that some typical problems contained in the complex system can be treated more easily through the suggested Hugen concept.

1. 서 론

1.1 연구 배경

순수 혼돈계와 순수 질서계 사이에는 수많은 유형의 복잡계가 존재한다. 소위 복잡계로 분류되는 도메인은 이처럼 질서적 요소와 혼돈적 요소를 함께 함유하기 때문에 특히 정보 처리의 관점에서 볼 때 난 문제가 될 수 있다. 현실 세상은 복잡계로 가득 차 있으며 특히 인간이 개입된 대부분의 계, 예를 들어 정치, 경제, 사회, 문화 분야에서의 작고, 큰 문제 영역들은 대부분 복잡계로 분류된다. 최근 본격적인 정보 사회로의 진입에 따라, 이들 복잡계에 대한 정보 처리의 필요성이 날로 증가하고 있다. 복잡계의 정보 처리 문제와 관련하여, 인간의 능력과 기계(혹은 컴퓨터)의 능력은 뚜렷한 차이를 보인다. 인간은 높은 레벨의 통찰력을 이용하여 복잡계가 갖는 혼돈적 요소들을 보다 잘 다룰 수

있다(그렇게 진화되어 왔다). 한편 기계는 낮은 레벨의 계산 능력을 이용하여 복잡계가 갖는 질서적 요소들을 보다 잘 처리할 수 있다(그렇게 개발되어 왔다). 그동안 이 문제에 대한 관련 학계의 주류적 경향은 인간 고유의 능력을 기계에 사상(Mapping)하는 수리적 메카니즘을 개발하는 것이다[1][2]. 이 문제에 대한 우리의 접근 방법은 일종의 우회 전략으로 볼 수 있는데, 이를테면, 인간과 기계를 결합하여 제 3의 생명체를 만들어 내는 것이다[3][4][5][6]. 우리는 본 논문에서 'Hugen' 개념을 제안하였다. Hugen 는, 정보 처리의 관점에서, 인간적 요소와 기계적 요소를 화학적으로 결합할 수 있는 새로운 형태의 Agent 로 정의된다. 여기서 화학적 결합이라는 용어가 의미하는 것은 서로 다른 유형의 정보 처리 기능들로부터 새로운 유형의 정보 처리 기능이 창발된다는 것이다[3]. 우리는 본 논문에서 Hugen 에 대한 이론 체계를 단계적으로 구축

해나갔으며, 그 과정에서 필요한 가정들을 도입하였다. 우리는 Hugen 모델이 복잡계를 다루는 데 있어서 유용성을 갖는다는 점을 두 가지 방법으로 입증해 보였다. 첫째는 완성된 이론 체계로부터의 연역을 통해서이고 다른 하나는 구체적 실험을 통해서이다. 후자를 위해서 우리는 B2B 거래를 위한 협상 시스템 'BBNM' 을 구축하고 실험을 수행하였다.

### 1.2 기본 전제

Hugen 모델은, 구조적인 측면에서, 다음과 같은 새로운 패러다임을 기본 전제로 한다.

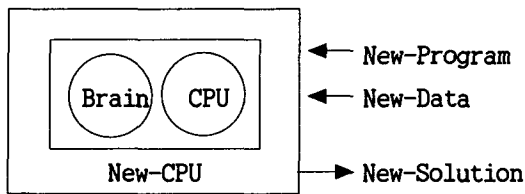


그림 1.1 새로운 컴퓨터 구조

### 1.3 타깃(Target) 도메인

#### 1.3.1 새 용어

본 논문에서는 B-Type, C-Type, A-Type 등 세 종류의 Type 용어가 자주 사용된다.

##### ① 'B-Type' 의 정의

'B-Type' 은 '질서 지향적' 이라는 표현과 동의어이며, 이 용어 속에는 다음과 같은 9 가지 의미가 내포되어 있다.

Complete, Consistent, Static, Crisp, Explicit, Quantitative, Fact-Oriented, Linear, Noiseless

##### ② 'C-Type' 의 정의

'C-Type' 은 B-Type 과 대립되는 용어로 '혼돈 지향적' 이라는 표현과 동의어이다. 이 용어 속에는 다음과 같은 9 가지 의미가 내포되어 있다.

Incomplete, Inconsistent, Dynamic, Fuzzy, Implicit, Qualitative, Value-Oriented, Nonlinear, Noisy

##### ③ 'A-Type/ 의 정의

'A-Type' 은 B-Type 과 C-Type 을 함께 포함하는 용어이다. 즉,

$$A\text{-Type} = B\text{-Type} \cup C\text{-Type}$$

##### ④ 약자(Abbreviation)

본 논문에서 우리는 순전히 표현상의 편의를 위해 'X-Type' 대신에, 생략형 용어인 'X' 를 사용한다. 여기서  $X \in \{A, B, C\}$  이다.

##### ⑤ 의미(Meaning)

소위 모호성 개념과 관련하여, 이처럼 포괄적인 용어가 필요한 이유는, 그림 1.1에서 보는 바와 같이, Hugen 모델이 Brain 이라는 특이한 프로세서를 포함하는 컴퓨터를 기본 전제로 삼기 때문이다.

#### 1.3.2 도메인(문제 영역)

그림 1.2 에서 도메인은 C-factor 성분과 B-factor 성분으로 나누어진다고 가정하였다. 따라서 모든 도메인은 C-factor 와 B-factor 로 이루어진 2 차원 공간 상의 한 점으로 나타낼 수 있게 된다. 만약에 Factor 를 백분율로 정규화 한다면 (0, 1)과 (1, 0) 을 잇는 대각선( $x + y = 1$  로 표현되는 직선)상에 모든 도메인이 위치하게 된다. 예를 들어 (0, 1)은 C-domain 이며 순수한 혼돈 상태를 의미한다. 또한 (1, 0) 은 B-domain 이며 순수한 질서 상태를 의미한다. 나머지 다른 모든 점은 이론적으로는 A-domain 에 속하게 된다.

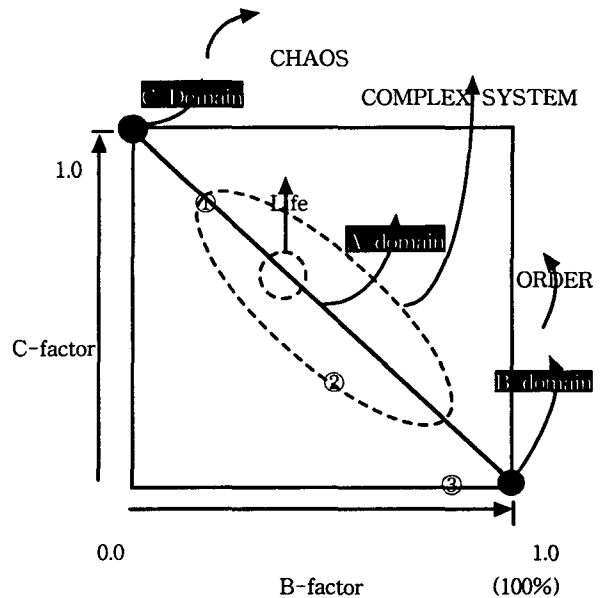


그림 1.2 도메인들 간의 관계

#### 1.2.3 타깃(Target)

그림 1.2 에서 보는 바와 같이 A-domain 을 ①, ②, ③ 등 세 부분으로 나누어서 고찰할 수 있다. 여기서 ①부분은 지나치게 혼돈적이어서 우리의 관심을 끌지 못한다. 반대로 ③영역은 혼돈 요소가 너무 적어서 역

시 우리의 관심을 끌지 못한다. 말하자면, 전자는 여하튼 정보 처리가 불가능하고, 후자는 여하튼 새로운 기법이 필요하지 않다. ②영역은 질서와 혼돈이 적절히 뒤섞여진 소위 복잡계라 부르는 곳이며 우리의 관심사는 이 영역에 집중된다. 복잡계 영역의 어딘가에 생명이 창발하는 장소가 있을 것인데, 랭턴은 이 장소를 '혼돈의 가장자리(Edge of chaos)' 라고 불렀다[2].

#### 1.4 Hugent 의 정의

여기서는 Hugent 라는 용어를 정의한다. 논의를 전개하기에 앞서 관련 용어들의 의미를 확실하게 해둘 필요가 있다. 첫째로 Human 이라는 용어는 사람 즉, 'Human being' 을 의미한다. 둘째로 Agent 는 자율성을 갖는 '컴퓨터 프로그램' 을 의미한다. 셋째로 Hugent 는 특별한 형태의 Agent 를 의미한다. 넷째로 Human 과 Agent 를 포함한 모든 유형의 정보 처리 주체를 엔티티(Entity) 라고 부른다. 다섯째로 논문 제목에서 인용된 '인간'은 'Human' 과 그리고 '기계'는 'Agent' 와 거의 같은 의미이지만 좀 더 일반적인 용도로 사용되고 있다.

##### 1.4.1 이상적인 정보 처리

Human 고유의 거시적(높은 레벨의) 통찰력은 A-domain 의 C-factor 를 처리하는 데 유용하다. 반면에 Agent 고유의 미시적(낮은 레벨의) 추론 능력 혹은 계산 능력은 A-domain 의 B-factor를 처리하는 데 유용하다. 따라서 이 두 엔티티 들의 능력을 효율적으로 결합할 경우 A-domain 을 효율적으로 처리할 수 있다는 결론이 나오게 된다.

##### 1.4.2 결합 유형

Human 과 Agent 의 결합 방법으로 두 가지 유형을 생각해 볼 수 있다. 첫째는 물리적 결합인데, 우리는 이런 식으로 결합된 시스템을 'Human-Agent' 라고 부른다. 둘째는 화학적 결합인데, 우리는 이런 식으로 결합된 시스템을 'Hugent' 라고 부른다. 여기서 '화학적 결합'이라는 용어는 다음과 같이 정의된다. 즉, 임의의 두 시스템이 결합되어 생성된 통합 시스템이 다음과 같은 세 가지 조건을 만족할 때, 우리는 이 통합 시스템이 화학적으로 결합되었다고 말한다.

- ①첫째로 두 시스템간의 경계가 투명하게 정의되지 못한다(인터페이스 조건).
- ②둘째로 최소한 한 개의 정보 매체가 통합 시스템의 각 부분으로 흐르면서 매체를 통한 정보 교환이 이

루어진다.(매체 조건).

- ③셋째로 통합 시스템의 외부적 기능은 창발적 특성을 지닌다(창발 조건).

여기서 하나의 기능이 창발적이어야 한다는 말은 그 기능이 하위 시스템 수준으로 환원(Reduce)될 수 없다는 것을 의미한다.

## 2. 설계

제안된 모델의 설계 과정은 다음과 같다. 첫째로 우리는 사람을 벤치마킹 하여 세 가지 기본 가설 'THG' 를 귀납적으로 끌어낸다. 둘째로 THG 기반의 프로세서 'AOP' 를 설계한다. 셋째로 AOP 기반 에이전트 'Hugent' 를 설계한다. 넷째로 Hugent 기반 시스템 HBS 를 설계한다.

Human → THG → AOP → HUGENT → HBS

### 2.1 세 가지 가설(THG)

우리는 인간을 세 가지 레벨로 나누어서 고찰하였다. 첫째로 최하위 레벨에서, 우리는 Cell 의 동작 과정을 벤치마킹 하여 이를 '제 1 가설' 이라고 명명하였다. 둘째로 중간 레벨에서, 우리는 인간의 의식 과정을 벤치마킹 하여 이를 '제 2 가설' 이라고 명명하였다. 셋째로 최상위 레벨에서, 우리는 인간 조직의 작동 과정을 벤치마킹 하여 이를 '제 3 가설' 이라고 명명하였다. 우리는 상기 세 가지 가설을 THG(Three Hypothesis Group)라고 부른다.

#### 2.1.1 제 1 가설

인간의 두뇌는 대략 100 억 개 이상의 Cell 들로 구성된다. 인간의 정보 처리 과정이 아무리 복잡하다 해도 결국은 Cell 자체의 정보 처리 기능과 Cell 간의 상호 관계에 의해 결정된다고 볼 수 있다. 특히 후자의 상호 관계가 만들어 내는 대규모 발화 패턴 속에 정보 처리의 비밀이 숨어 있을 것으로 생각된다. 우리는 Cell 의 작동 원리를 다음과 같이 요약한다. 우선 Cell 은 외부로부터의 자극이 Cell 고유의 역치(Threshold value)를 넘어설 경우 발화된다. 일단 발화된 Cell 은 자신의 고유한 Task 를 처리한 후 그 결과에 따라 외부 신호를 출력하게 된다. 이렇게 생성된 출력 신호는 다시 인근의 Cell 들을 자극하게 될 것이고, 이런 과정의 단계적 확산에 의해 거대한 발화 패턴이 창발된다. 여기서 중요한 점은 발화용 신호와 Task 처리용 데이

터를 구별해야 한다는 것이다. 우리는 이러한 원리를 일반화하여 'Cell 가설' 혹은 '제 1 가설' 이라고 부른다.

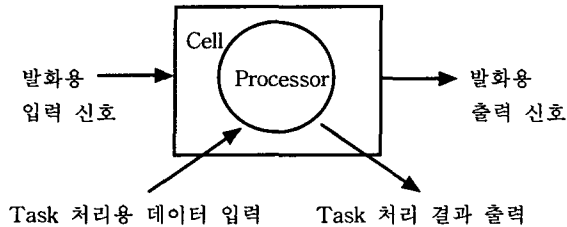


그림2.1 추상화된 Cell 의 구조

### 2.1.2 제 2 가설

여기서는 A-domain 에 대한 의식 레벨의 정보 처리 능력을 분석하며, 이 과정에서 몇 가지 새로운 가정들을 도입한다. 우리는 이들 이론 체계를 일반화하여 'Attitude 가설' 혹은 '제 2 가설' 이라고 부른다.

#### (1) Attitude 의 정의

인간은 최초의 생명체인 박테리아로부터 현재의 고등 생명체로 진화해오는 과정에서 A-domain 에 대한 효율적인 정보 처리 능력을 개발했음이 틀림없다. 그렇지 않다면 인류는 벌써 멸종되었거나 아니면 훨씬 낮은 수준에서 진화를 멈추었어야 한다. 우리는 이러한 정신적 능력을 'Mental-Attitude(이하 Attitude)' 라고 부른다.

#### (2) Attitude 의 유형

A-domain 에 포함되어 있는 정보는 당연히 시간의 함수일 것이다. 이 말은 A-domain 정보에 대해서 시간 간격을 기준으로 한 논리적 분할이 가능하다는 의미가 된다. 이에 따라 우리는 A-domain 정보를 세 가지 유형으로 분할하며 각각에 대응하여 Attitude 의 유형을 새로 정의한다.

##### ①Dynamic Attitude

첫째로 짧은 시간 간격에 대응하는 A-domain 정보를 Dynamic Information(즉, 순시적 정보) 이라고 정의한다. 그리고 이 유형의 정보 처리를 담당하는 정신적 능력(즉, Attitude)을 Dynamic Attitude 라고 부른다. 우리는 Dynamic Attitude 가 A-domain 을 Emotion 이라는 정신적 영역으로 사상한다고 가정한다. 즉,

$$\text{Dynamic-Attitude} : \text{A-domain} \rightarrow \text{Emotion}$$

##### ②Static Attitude

둘째로 일정한 주기를 갖는 시간 간격에 대응하는 정보를 Static Information(즉, 주기적 정보) 이라고 정의한다. 그리고 이 유형의 정보 처리를 담당하는 정신적 능력을 Static Attitude 라고 부른다. 우리는 Static-Attitude 가 A-domain 을 Character 라는 정신적 영역으로 사상한다고 가정한다. 즉,

$$\text{Static-Attitude} : \text{A-domain} \rightarrow \text{Character}$$

##### ③Constant Attitude

셋째로 무한한 시간 간격에 대응하는 정보를 Constant Information(즉, 불변적 정보) 이라고 정의한다. 그리고 이 유형의 정보 처리를 담당하는 정신적 능력을 Constant Attitude 라고 부른다. 우리는 Constant Attitude 가 A-domain 을 Algorithm 이라는 정신적 영역으로 사상한다고 가정한다. 즉,

$$\text{Constant-Attitude} : \text{A-domain} \rightarrow \text{Algorithm}$$

#### (3) 매핑 정보의 특징

여기서는 전 절에서 언급한 Emotion, Character, Algorithm 등 세 가지 유형의 정보에 대해 상세히 분석하고 필요한 가정을 도입한다.

#### Emotion

Emotion 은 다음과 같은 네 가지 특징을 갖는다.

- ①Emotion 은 타깃 도메인의 C-factor 를 표상하며 따라서 동적으로 변화한다.
- ②Emotion 은 실 시간적으로 생성되고, 실 시간적인 반응을 유도한다.
- ③Emotion 은 다량의 정보를 압축한다.
- ④Emotion 에는 그 유형에 따라 쾌감 물질(혹은 불쾌감 물질)이 대응한다.

① 은 A-domain을 다룰 수 있게 한다. ② 는 위기에 대한 대처 능력을 제공하고, ③ 은 거시적 통찰력을 제공한다. 마지막으로 ④ 는 논리 기구 와 행동 사이의 인터페이스를 단순화시켜 준다. Emotion 의 생성은 외부적 요인과 내부적 요인으로 나눌 수 있다. 여기서 외부적 요인이란 외부에서 입력되는 Emotion 에 대한 반응으로서의 Emotion 생성을 말하며, 내부적 요인란 내부적 정보 처리 결과로서의 Emotion 생성을 의미한다. 본 논문에서는 다음과 같은 세 가지 유형의 Emotion을 사용한다.

①스트레스(Stress)

스트레스는 내부적 요인 즉, 내부적 정보 처리 결과로서 생성된다. 스트레스는 엔티티로 하여금 어떤 일을 하도록 격려하거나(Encourage), 위축시키는(Discourage)기능을 한다. 전자를 Positive-Stress 라 하며 후자를 Negative-Stress라 한다. 스트레스를 받는 쪽에서 볼 때, Positive-Stress에는 쾌감 물질이 대응하고 Negative-Stress에는 불쾌감 물질이 대응한다.

②갈등(Conflict)

갈등은 외부적 요인으로 생성된다. 즉, 외부에서 동시에 입력되는 Positive-Stress 와 Negative-Stress 가 엔티티 내부에서 충돌한 결과로서 생성된다. 갈등이 생성되는 쪽에서 볼때, 갈등은 불쾌감물질에 대응한다.

③불만(Complain)

불만은 내부적 요인으로 생성된다. 즉, 불만은 내부적 정보 처리 결과로서 얻어진 어떤 외부적 부당 행위에 대한 불쾌감의 표현이다. 불만에는 반드시 대상이 존재한다. 불만이 생성되는 쪽에서 볼 때, 불만은 불쾌감 물질에 대응한다.

불만과 갈등과 스트레스는 자율적 엔티티가 느끼는 감성이다. 각각의 감성 상태에 대응하여 쾌감물질(혹은 불쾌감 물질)이 생성되고, 이 물질은 엔티티의 다음 행동에 대한 추진력이 된다. 그 결과로 나타나는 출력 신호는 특정한 대상에 대하여 스트레스로 입력된다. 즉, 모든 감성 신호 입력은 일단 스트레스 형태로 받아들여지는 것이다. 여기서 말하는 특정한 대상 역시 자율적 엔티티 이어야 한다.

**Character**

Character 는 다음과 같이 세 가지 특징을 갖는다.

- ① Character 는 C-factor 와 B-factor 를 연결하는 촉매 역할을 한다.
- ② Character 는 일반적으로 습관적 경향을 표상 한다.
- ③ Character 는 일반적으로 역치 파라미터(Threshold Value) 로 이용된다.

본 논문에서는 다음과 같은 세 가지 유형의 Character 를 사용한다.

① Autonomous Character(AC)

AC 는 자율적 태도를 의미한다. 이 경향이 강할수록 자율적으로 행동하게 된다.

② Egoistic Character(EC)

EC 는 이기적 태도를 의미한다. 이 경향이 강할수록 이기적 경향을 보이게 된다.

③ Positive Character(PC)

PC 는 진보적 태도를 의미한다. 진보적 태도란 새로운 방법(혹은 전략)을 추구하는 경향을 의미한다.

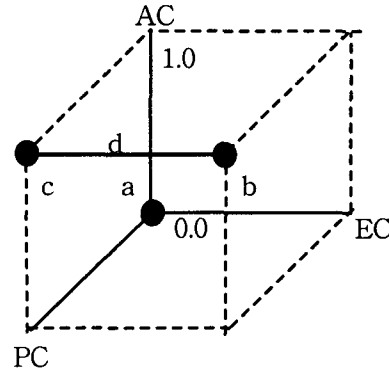


그림 2.2 Character 공간

**Algorithm**

Algorithm 은 다음과 같은 특징을 갖는다.

- ①Algorithm 은 B-factor 를 표상하며 따라서 거의 변화하지 않는다.
- ②특별하게 제작된 Algorithm 은 스스로 진화할 수 있다.
- ③Algorithm 은 컴퓨터에 의해서 수행될 수 있다.

**3.결론**

인간과 기계의 결합에 대한 기존의 연구로는 사이보그(Cyborg)가 있다. 사이보그는, 본 논문의 분류 방식에 따른다면, Human-Agent 모델에 속한다고 할 수 있다. 사이보그의 중요한 특징은 인간과 기계의 경계가 뚜렷한 일종의 물리적 결합이라는 점이다. 우리가 본 논문에서 제안한 Hagent 모델은 인간과 기계의 화학적 결합인 데(특히 정보 처리의 관점에서), 여기서 화학적 결합이라는 용어가 의미하는 것은 Hagent 의 기능이 창발적이라는 것이다

**References**

- [1]Nils J, Nilsson, "Artificial Intelligence: A New Synthesis", SciTech, 2000.
- [2]로저 르윈, "Complexity(Life At the Edge of Chaos)", 세종 서적, 1995.
- [3]Gi-Young Lim, Sung-Bum Ko, "Emotion-Based Negotiation Model in B2B Transaction", KFIS2001, 344-351, 2001