S306

생태계로서의 인터넷

Internet As an Ecosystem

천안공업대학 전자계산과 고 성 범

ABSTRACT

The Internet can be considered as a good environment for dwelling of many types of virtual lives. If we could build up the proper ecosystem with the lives in the internet, It would be possible to implement the system as a life. The life system thus obtained would provide us some decisive advantages, which is hardly available by the reduction paradigm. In this paper, we presented an ecosystem based on Internet, which will be followed by the discussion of its meaning in terms of usefulness.

Ⅰ. 서론

인터넷은 모든 유형의 테스크를 그에게 수행시킬 수 있는 "만능 일 처리 환경" 기능과 모든 유형의 테스크를 그로부터 얻어낼 수 있는 "만능 일거리 제공 환경" 기능을 갖게 될 것으로 예상된다. 이러한 환경은 가상 생명체가 서식할 수 있는 필요 충분한 조건으로 간주될 수 있다. 이처럼 가상 생명체들로 이루어진 인터넷 기반 생태계를 적절히 조성할 경우 우리는 생명체로서의 시스템 개념을 구현할 수 있게 된다. 생명체로서의 시스템은 기존의 환원론적 패러다임에서는 기대할 수 없는 몇 가지 결정적인 이점을 제공하는 데, 그 중에는 시스템의 복잡성 문제가 포함된다. 시스템의 복잡성이 일정한 한계치를 넘게 되면 기존의 환원론적 패러다임으로는 다룰 수 없게 된다. 이 경우 생명체 패러다임은 한가지 대안이 될 수 있다. 생명체는 엄청나게 복잡한 시스템이지만 생물학자들은 이런 복잡한 시스템을 쉽게 다룰 수 있다. 그 비밀은 환원론적 패러다임 대신에 생명체 패러다임을 사용하는 데 있다. 본 논문에서는 인터넷을 거주 공간으로 하는 가상 생태계 모델을 제안한다. 우리가 소개하는 가상 생명체는 PM 이라고 부르는 추상적 요소들의 연결망으로 구성된다. 여기서 PM 은 확장된 객체 모델로 고유 함수 등의 특징을 갖는다. 또한 제안된 생명체 모델에서는 감성을 다루기 위하여 감성 계층 개념을 도입한다. 우리는 제안된 생태계 모델이 갖게 되는 여러 가지 생명 현상들을 보여주고 실용적 측면에서의 유용성을 논한다.

Ⅱ.생태계 모델

본 논문에서 제안하는 생태계 모델은 세 가지 기본 개념에 의존한다. 첫째는 가상 생명체가 살아가는 환경으로서의 인터넷, 둘째는 가상 생명체를 구성하는 자원으로서의 인간과 컴퓨터 그리고 셋째는 가상 생명체 구현 메카니즘으로서의 생명체 모델이다[1][2][3].

2.1 생명체 유형

우리가 고려하는 생명체 모형은 Cell, HTM, HPM, Agent 등 네 가지이다.

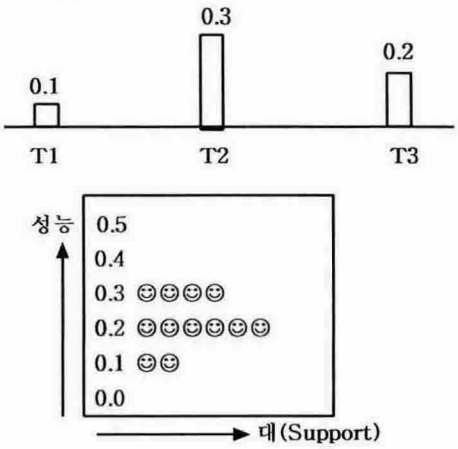
1.Cell

테스크 처리 모듈의 기본 단위로 우리는 세 가지 유형을 가정한다. 첫째는 아날로그적 정보를 처리해주는 사람이고, 둘째는 디지털적 정보를 처리해주는 컴퓨터이며 셋째는 하드웨어적 처리를 담당하는 Actuator 이다. 우리는 이 세 가지 요소들을 각각 H-Cell, C-Cell, A-Cell 로 부르기로 하였다. Cell 은 인터넷 생태계에 존재하는 생명체의 최소 단위이다 Cell 은 물리적 실체이기 때문에 가상 공간 관점에서 볼 때는 진화될 수 없고 복제될 수 없고 이동할 수 없는 정적 생명체에 해당한다. Cell 들은 특정한 공간에 모여서 각자 자신의 능력을 광고하며 일거리를 기다린다. 일 처리가 끝나면 상응하는 보수(돈이라고 생각해도 좋다)를 받게 된다. 만일 버는 돈이 충분치 못하면 생명체로서의 항상성을 유지할 수 없게 될 것이다.

2.HTM(Hyper Task Module)

HTM 은 Cell 패턴을 활용해서 테스크를 처리하는 Cell 보다 한 단계 높은 레벨의 가상 생명체이다.

HTM 은 Cell 로 이루어진 Support를 유지하며 이들 Cell 들은 항상 발현(활성화) 상태를 유지한다. HTM 의 생존력은 테스크 환경에 대한 Support 의 질에 의존한다. HTM 은 학습 능력이 없고 따라서 성장 과정을 거치지 않기 때문에 늙어 죽는 일은 없다. HTM 이 죽는 경우는 다른 생명체의 공격을 받거나 항상성을 유지할 경비 조달에 실패한 경우뿐이다. HTM 은 생존 본능과 생식 본능을 갖는다. HTM 은 유지비를 최소화 할 수 있는 효율적 구조를 하고 있다. HTM 의 고유 함수는 아주 작은 값들로 구성된다. 이는 수입과 지출 모두를 최소화하는 것이 정적 환경에서 살아 남는 데 도움이 되기 때문이다. HTM 은 유전자를 교환함에 있어서 수평적 패턴과 수직적 패턴 모두를 사용한다. HTM 의 이런 과격한 유전자 교환 방식은 학습 능력 없이 환경의 변화에 적응할 수 있는 한가지 방법이다.



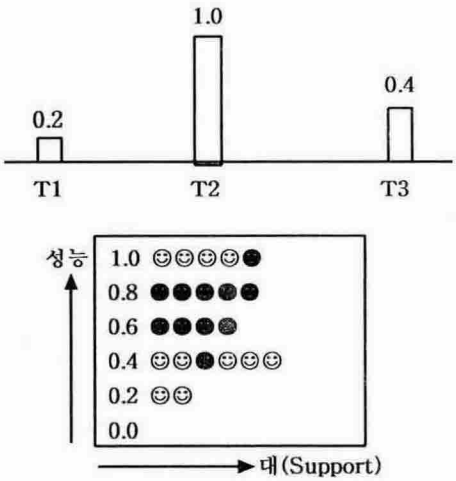
주. ☺ : 활성화 된 Cell

그림 2.1 HTM 의 구조

그림 2.1에서 보는 바와 같이 이상적인 경우 HTM 의 특정한 성능 값은 Cell 집합의 창발 현상으로 정의된다. HTM 은 {T1, T2, T3} 으로 정의된 정적 테스크 환경에서의 생존을 목표로 한다. HTM 은 Support 를 구성하고 있는 Cell 에 대해서 일정한 보수를 지불해야 한다. 보수의 크기는 Cell 이 보증하는 성능에 비례한다. HTM 의 성능은 신뢰성을 포함하는 데 이를 위해서는 일단 Support 가 커져야 한다. 이것은 동시에 유지비 상승을 의미한다. HTM의 생존 조건은 테스크 환경으로부터 벌어들이는 보수가 Cell 에게 지불해야 하는 보수보다 많아야 한다는 것이다.

3.HPM(Hyper Potential Module)

HPM 은 PM 인터페이스를 갖춘 HTM 을 의미한다. HPM 은 HTM 이 갖는 고유기능 외에 몇 가지 부가적 기능을 갖추고 있다. 첫째로 Support 가 비활성화된 Cell 들을 갖고 있기 때문에 구조적으로 학습이 가능하다. 둘째로 PM 운영에 관한 제약이 없기 때문에 성장과 역성장 모두가 가능하다. 셋째로 다른 PM 과의 연합도 가능하며 다른 Agent 에 침투해 들어갈 수도 있다. 넷째로 HTM 과는 달리 학습이 가능한 모든 테스크 환경에서의 생존이 가능하다. 단, 복잡한 구조 때문에 HTM 에 비해 유지비가 많이 들게 된다. 예를 들어 비활성 Cell 에 대해서도 일정한 보수를 지불해야 한다. 그렇지 않으면 Cell 들은 다른 고용주를 찾아갈 것이다.



주.

☺ : **활성화 된 Cell**

● : **비 활성화 된 Cell**

그림 2.2 HPM 의 구조

4.Agent

Agent 는 PM 으로 이루어진 연결망으로 구성된다. Agent 내의 PM 과 TM 의 구조와 기능은 HPM 이나 HTM 과 동일하다. 다만 단체 생활을 위한 규칙을 준수해야 한다. 예를 들어 Agent 내의 PM 들은 반드시 고유 함수에 의한 학습 메카니즘을 따라야 한다. 따라서 HPM 과는 달리 성장에 대한 가역성은 성립하지 않는다. 즉, PM 은 태어나서 성장하고 늙고 죽는 운명을 감수해야 한다.

2.2 먹이 사슬

인터넷 생태계 관점에서 볼 때 먹이사슬의 가장 밑에는 Cell 이 존재한다. 결국 모든 일 처리는 Cell 레벨

에서 이루어지기 때문에 생명체의 기본 단위는 Cell 이라고 할 수 있다. Cell 들은 일정한 영역에 모여서 자신을 광고하며 고용주를 기다린다. 고용주는 HPM 이나 HTM 이다. HTM 은 Cell 로 구성된 Support 위에서 정의된다. 이들은 고객의 요구를 Cell 수준으로 아웃 소싱해서 먹고사는 일종의 브로커인 셈이다. HTM 은 유지비가 아주 작은 단순 구조를 하고 있다. 한편 HPM 은 학습이 가능하며 다른 HPM 과의 연합체를 구성할 수도 있고 필요하면 Agnet 에 기생할 수도 있다. 허지만 HTM 보다 훨씬 복잡한 구조와 비활성화된 Cell 집합을 유지해야 하므로 상대적으로 큰 유지비가 소요된다. 일반적으로 HPM 은 전문가로 성장하므로 수입과 지출 모두가 상승하게 된다. HPM 은 자신에게 맞는 환경을 능동적으로 찾아가야 한다. HPM 의 생존력은 좋은 환경을 만날 수 있는가와 양질의 Support를 유지할 수 있는가에 달려 있다. HPM 은 양질의 Cell을 구하기 위하여 HTM을 공격할 수 있다. HTM 이 유지하고 있는 Cell 들은 충분히 검증된 훌륭한 먹이이다. HPM 은 필요할 경우 Agent 에 기생하는 전략을 택할 수 있다. Agent 입장에서도 특정한 HPM 이 필요해질 수 있다. 예를 들어 자신이 처리할 수 없는 특정한 이벤트를 만나는 경우이다. 이 경우 Agent 는 그런 기능을 갖는 HPM을 공격할 것이다. 일단 Agent 에게 잡아먹힌 HPM 은 자율성을 상실하고 단체의 일원으로 규율을 지키면서 살아가야 한다. 즉, HPM 에서 PM 으로 바뀌게 되는 것이다. 일상적으로 Agent 는 HTM 을 먹고산다. Agent 에게 잡아먹힌 HTM 들은 분해되고 소화되어 충분한 Support 를 갖는 TM으로 태어나게 된다. HPM 쪽에서 Agent 를 공격하는 경우도 있다. Agent 의 몸 속으로 숨어들어간 HPM 은 자신의 자율성을 지킬 수 있다. 이 경우 HPM 이 취할 수 있는 길은 세 가지 이다. 첫째는 규율을 지키지 않음으로서 얻는 이익을 이용하여 부당하게 증식해 가는 것이다. 둘째는 부당한 이익을 적절히 제한하여 공생의 길을 택하는 것이다. 셋째는 규율을 지키면서 하나의 PM으로 정착하는 것이다. 한편 Agent 들이 모여서 보다 높은 레벨의 Agent를 구성할 수 있다. 이 경우 Agent 는 새로운 Agent 에 대해서는 TM 의 기능을 갖는 것이다. 약육강식의 원리에 따라 Agent 는 보다 큰 Agent 의 먹이가 될 수 있다. Agent 가 죽는 경우 이미 자율성을 상실한 PM 이나 TM 들은 살아 남지 못하고 Cell 레벨로 해체된다. Agent에서 해체된 Cell 들은 이미 검증 절차를 마친 양질의 것이므로 HPM 이나 HTM의 좋은 먹이 감이 된다. HTM 은 대량 증식하는 방식으로 적응력을 얻기 때문에 많은 양의 Cell 자원을 필요로 한다. HTM 은 Agent 의 배설물이나 야생 Cell 들을 먹고산다. Agent 의 배설물이란 Agent 가 소화하는 데 실패한 HTM 의 요소들이다. 최종적으로 생명체의 몸은 분해되어 "Cell 의 숲"으로 편입된다.

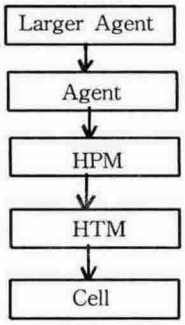


그림 2.3 인터넷 생태계 먹이 사슬

Ⅲ. 실험

본 연구에서 우리는 세 가지 사항을 중점적으로 조사하였다 첫째는 감성 계층을 통한 시스템의 동적 적응에 관한 것이고, 둘째는 포텐셜 주입에 의한 엔트로피 조정에 관한 것이며 셋째는 확장된 객체 모델에서의 성장과 학습 과정에 관한 것이다.

1. 시스템의 동적 적응

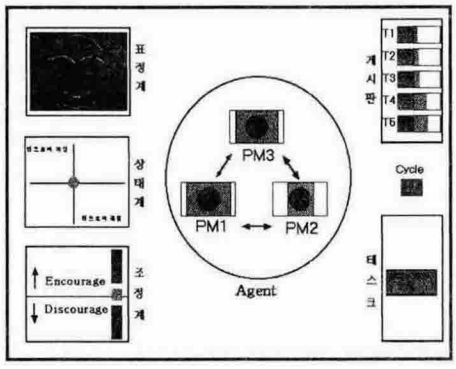


그림 3.1 생명체 모델의 구조

본 논문에서 제안된 생명체의 시스템 구조는 크게 표정계, 상태계, Agent, 게시판, 포텐셜 주입 장치, 태스크 풀 등 5 개 부분으로 구성된다. 여기서 표정계는 시스템의 감정 상태를 나타내며, 상태계는 시스템 내부의 감성적 엔트로피 상태를 나타낸다. Agent 내부는 PM 간의 결합 관계를 보여 준다. 그림 5.2 는 생명체 모델로 구현된 연산기이다. 시스템은 감성 계층에서의

상호 작용을 통하여 테스크 환경에 대한 적자가 시스템 운영을 주도하도록 유도한다. 이것은 여러 유형의 적응 메카니즘 중 일차적 적응 과정에 해당하며 상대적으로 빠르고 민감하게 수행된다. 그림 5.2 는 이러한 적응 메카니즘의 예를 보여준다.

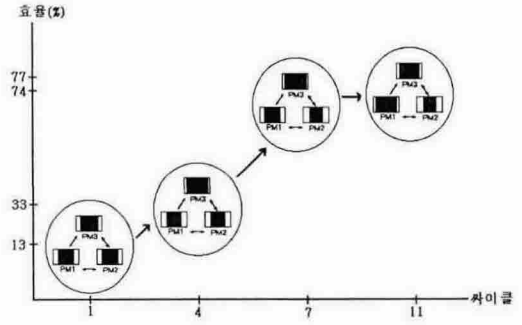


그림 3.2 시스템의 적응 과정

2. 엔트로피 조정

생명체 모델의 중요한 특징 중의 하나는 엔트로피 주입방법에 의해 내부적 감성 상태를 임의적으로 조정할 수 있다는 점이다. 상기의 그림 5.4 는 엔트로피 주입 방법으로 다운 상태에서 회복되어 가는 두 가지 다른 경우를 보여주고 있다.

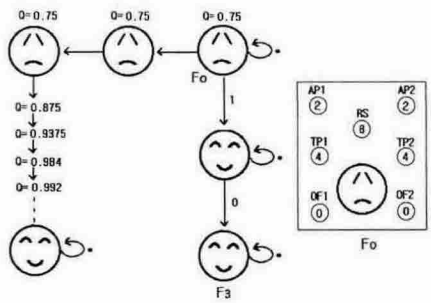


그림 3.3 감성 상태 변화

3. 객체의 학습과 성장

확장된 객체 모델은 고유 함수(성능 함수와 관심 함수)라는 중요한 내부 속성을 갖는다. 이 고유 함수에 의해서 성장과 학습개념이 유도된다. 그림 3.4 와 3.4 는 각각 성장 과정과 학습 과정을 보여준다.

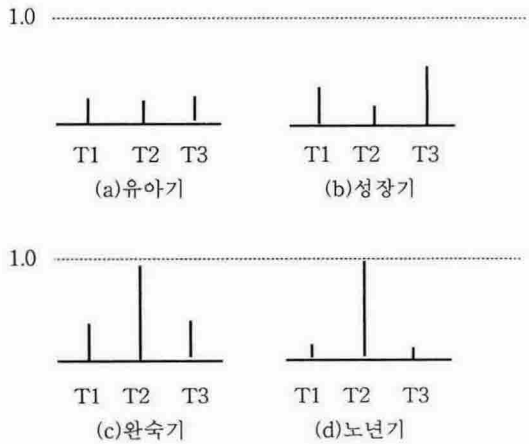


그림 3.4 성장 과정

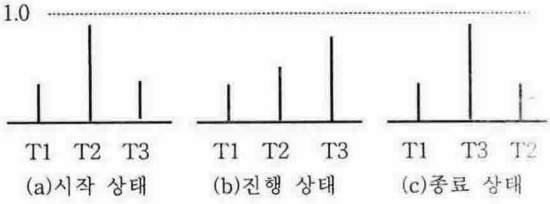


그림 3.5 학습 과정

Ⅳ. 결론

본 논문에서는 인터넷 기반의 생태계 모델을 제안하였다. 이를 위해 인터넷 생태계에서 살아갈 수 있는 가상 생명체의 표준 모델을 설계하였다. 표준 모델은 기본적인 창발 이론으로부터 연역된 것으로 이러한 연역 과정에서 많은 가정들이 도입되었다. 표준 모델에 근거하여 여러 유형의 생명체를 구현하였으며 이들간의 먹이사슬과 진화의 가능성을 보여주었다. 본 논문에서 주장된 몇 가지 중요한 결론들은 시뮬레이션 기법으로 확인하였다. 이들 중에는 적응, 학습, 성장 및 감성 현상이 포함된다. 생태계의 특징을 보다 종합적으로 조사하는 것이 다음 번 연구 과제이다.

참고 문헌

[1]고성범, 임기영, "생명체로서의 EBO 시스템 개발". 한국 퍼지 및 지능 시스템 학회, 295-306, 1999.

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

[3]Pattie Maes, "Modeling Adaptive Autonomous Agents", Artificial Life 1, 135-162, 1994.