

생태계로서의 인터넷

Internet As an Ecosystem

대전산업대학교 제어계측공학과 임기영
경원전문대학전자계산학과 박주순
천안공업대학전자계산학과 고성범

ABSTRACT

The Internet is becoming an abstract system from which we can get every kind of project and to which we can entrust every kind of project. That is, Internet can be considered both as an infinite scale of task pool and infinite scale of TM (Task Module) pool, which surely provides the necessary and sufficient condition for dwelling of the virtual life. If we could build up the proper ecosystem composed of the virtual life, It would be possible to implement the system as a life. The life system thus obtained provides us some decisive advantages, which is not 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

배경

앞으로 인터넷은 모든 유형의 테스크를 수행시킬 수 있는 TM(Task Module) 풀 환경의 기능과 모든 유형의 일거리를 그로부터 얻을 수 있는 테스크 풀 환경의 기능을 갖게 될 것으로 예측된다. 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 제공한다. 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 이유는 환원론적 패러다임 대신에 생명체 패러다임으로 접근하기 때문이다. 본 논문에서는 인터넷을 거주 공간으로 하는 가상 생태계 모델을 제안한다. 우리가 여기서 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(SAM 1.0)

본 논문에서 제안하는 생태계 모델은 세 가지 기본 개념에 의존한다. 첫째는 가상 생명체가 살아가는 환경으로서의 인터넷 개념, 둘째는 가상 생명체를 구성하는 자원으로서의 인간과 컴퓨터(디지털 컴퓨터) 그리고 셋째는 가상 생명체 구현 메카니즘으로서의 창발 이론(SAM 모델)이다.

2.1 생명체 유형

앞으로 인터넷은 무슨 일이든 그 안에서 시킬 수 있고 또 무슨 일거리든 그 안에서 따올 수 있는 만능 테스크 매개 공간의 기능을 갖게 될 것으로 예측된다. 우선 인터넷은 다양한 테스크 처리 모듈을 갖는 대형 "테스크 모듈 풀"로 간주될 수 있을 것이다. 다음으로 인터넷은 다양한 일거리를 제공해주는 대규모의 "동적 테스크 환경"으로 간주될 수 있을 것이다. 이 두 가지

요소는 가상 생태계가 존재할 수 있는 필요 충분 조건이 된다.

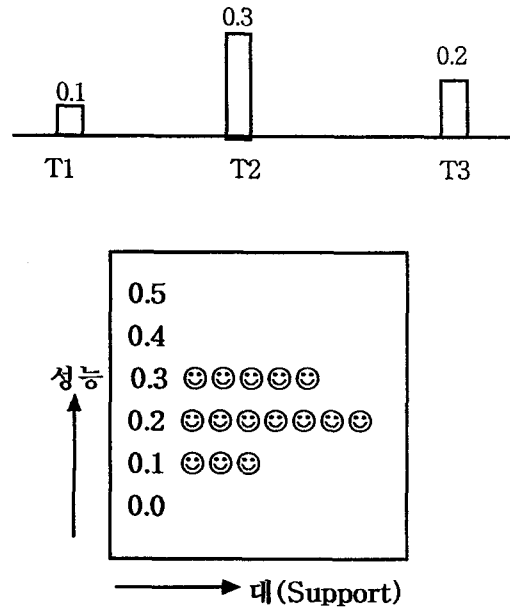
(1)Cell

이러한 테스크 처리 모듈의 기본 단위로 우리는 세 가지 유형을 가정한다. 첫째는 아날로그적 정보를 처리해주는 사람(Human Being)이고, 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 단위로 비유적으로 볼 때 이것은 프랑크톤에 해당할 것이다. 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 더 이상 생명체로서의 항상성을 유지할 수 없게 된다. 예를 들어 무능한 사람(H-Cell)은 굶어죽게 될 것이고, 286 컴퓨터(C-Cell)와 포니 자동차(A-Cell)는 폐기 처분될 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 경비를 벌지 못하는 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 특징을 결정하는 유전자는 Cell 집합과 Cell 들을 연결하는 지식을 포함한다. HTM 들은 상호간에 Cell 들을 자유롭게 주거나 받거나 교환한다. 때로는 교미에 의해 새끼를 낳기도 하고 자기 복제 방법으로 증식하기도 한다. HTM 의 이런 난잡한 유전

자 교환 방식은 학습 능력 없이 환경의 변화에 적응할 수 있는 유일한 방법이다. HTM 은 비유적으로 곤충 모델을 따르고 있다고 할 수 있다.



주.

☺ : 활성화 된 Cell

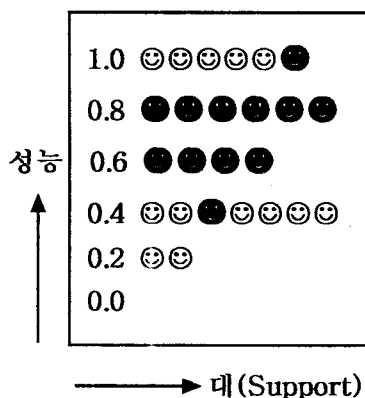
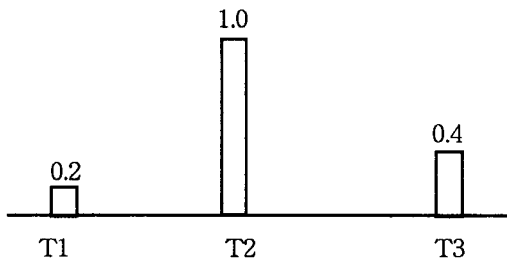
그림 2.1 HTM 의 구조

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. 어찌되었든 테스크 환경으로부터 벌어들이는 보수가 Cell 에게 지불해야 하는 보수보다 많지 않으면 HTM 은 위기를 맞게 된다. 따라서 양질의 Support 란 수입과 지출간에 적절한 조화를 맞출 수 있도록 설정된 Cell 집합을 의미한다.

(3)HPM(Hyper Potential Module)

HPM 은 PM Interface 를 갖춘 HTM을 의미한다. HPM 은 HTM 이 갖는 기능 외에 몇 가지 부가적 기능을 갖추고 있다. 첫째로 Support 가 비활성화된 Cell

들을 갖고 있기 때문에 구조적으로 학습이 가능하다. 더구나 PM 운영에 관한 제약이 없기 때문에 성장과 역성장 모두가 가능하다. 다른 PM 과의 연합도 가능하며 다른 Agent 에 침투해 들어갈 수도 있다. HTM 과는 달리 학습이 가능한 모든 테스크 환경에서의 생존이 가능하다. 단, 복잡한 구조 때문에 HTM 에 비해 유지비가 많이 든다고 보아야 한다. 예를 들어 비활성 Cell 에 대해서도 일정한 보수를 지불해야 한다. 그렇지 않으면 Cell 들은 다른 고용주를 찾아갈 것이다. 이 때문에 HPM 은 적절한 환경을 찾아서 끝없이 이동해 가든가 아니면 다른 Agent 에 기생해야 한다.



주.

- ☺ : 활성화 된 Cell
- : 비 활성화된 Cell

그림 2.2 HPM 의 구조

(4)Agent

Agent 에 대한 설명은 2장을 참고하라. 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. PM 은

태어나서 성장하고 늙고 죽는 운명을 감수해야 한다.

(5)먹이 사슬

인터넷 생태계 관점에서 볼 때 먹이사슬의 가장 밑에는 Cell 이 존재한다. 결국 모든 일 처리는 Cell 레벨에서 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 있기 때문에 어지간한 테스크 환경에서는 살아남을 수 있다. 한편 HPM 은 학습이 가능하며 다른 HPM 과의 연합체를 구성할 수도 있으며 필요하면 Agent 에 기생할 수도 있다. 하지만 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 찾아서 끊임없이 이동해야만 한다. HPM 이 살아남을 수 있는 지 여부는 좋은 환경을 만나는 것과 양질의 Support를 유지할 수 있는가에 달려 있다. HPM 은 양질의 Cell을 구하기 위하여 HTM을 공격할 수 있다. 야생의 Cell 들과는 달리 HTM 이 유지하고 있는 Cell 들은 충분히 검증된 것들이기 때문이다. HPM 은 필요할 경우 Agent 에 기생하는 전략을 택할 수 있다. 한편 Agent 입장에서 볼 때 HPM 은 약물에 해당한다고 할 수 있다. 예를 들어 특정한 이벤트를 시급하게 처리해야 하는 상황에서 Agent 는 특정한 HPM을 공격할 수 있다. 일단 Agent 에게 잡아먹힌 HPM 은 자율성을 상실하고 단체의 일원으로 규율을 지키면서 살아가야 한다. 즉, HPM에서 PM 으로 바뀌게 되는 것이다. 하지만 이런 일은 매우 드물며 일상적으로 Agent 는 HTM을 먹고 산다. Agent 에게 잡아먹힌 HTM 들은 충분한 크기의 Support를 갖는 TM 으로 바뀌게 된다. 즉, 복수개의 HTM 들이 부서지고 섞여서 하나의 TM Support 를 형성하는 것이다. HPM 과는 달리 HTM 들은 유아기 상태에 있으므로 적절한 학습을 통하여 전문가로 성장하게 된다. 이 학습 과정이 바로 소화 과정에 대응하는 것이다. HPM 쪽에서 Agent를 공격하는 경우도 있을 수 있다. Agent 의 몸 속으로 숨어 들어간 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 PM 으로 정착하는 것이다. 첫 번째 경우는 소위 암세포에 해당하며 궁극적으로는 Agent 를 죽게 만들 것이다. 한편 Agent 들이 모여서 보다 높은 레벨의 Agent를 구성할 수도 있다. 이 경우 Agent 는 새로운 Agent 에 대해서는 TM 의 기능을 갖는 것이다. 약육강식의 원리에 따라 하나의 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. 전술한 바와 같이 HTM 은 학습 능력이 없는 대신 난잡하게 유전자를 교환하거나 대량 증식하는 방식으로 적응력을 얻는다. 이를 위해 HTM 은 많은 양의 새로운 Cell 자원을 필요로 한다. HTM 은 Agent 의 배설물이나 야생 Cell 들을 먹고산다. Agent 의 배설물이란 Agent 가 소화하는 데 실패한 HTM 의 사체들이다. 이들은 본래 HTM 의 세포였기 때문에 야생 Cell 보다는 유용하다. 야생 Cell 은 검증되지 않은 자원으로 Task 처리 관점에서 볼 때 신뢰도가 매우 낮다. 즉, 영양가가 부족한 음식인 것이다. 최종적으로 모든 유형의 시체는 분해되어 "Cell 의 숲"으로 편입된다.

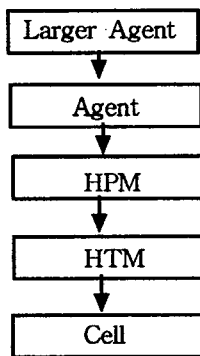


그림 2.3 인터넷 생태계 먹이 사슬

6. 진화

진화론적 관점에서 생명체를 분류해볼 수도 있다. 우선 생명체의 기본 단위는 Cell 이다. 한 차원 높은 수준의 태스크로 고객의 요구를 Cell 레벨로 아웃 소싱해서 먹고 사는 브로커가 나타날 수 있다. 이것이 바로 HTM 의 탄생이다. HTM 이 진화하여 학습 기능과 연결망 구축 기능 등을 갖게 되는 경우가 HPM 의 탄

생이다. HPM 들이 실제로 연합하여 고착된 조직을 구성한 것이 Agent 의 탄생이다. Agent 는 다시 모여서 새로운 차원의 Agent 를 구성하고 이 관계는 재귀적으로 계속된다. 이러한 과정은 인터넷 생태계가 갖는 자기 조직화 기능으로 볼 수 있다. 일단 인터넷 생태계가 조성된 다음에는 스스로의 동력학에 의해 순식간에 멸종의 길을 걸을 수도 있고 계속해서 진화의 길을 밟아갈 수도 있다. 후자의 경우는 시스템의 복잡성을 끊임 없이 증가시켜나갈 것이다. 이러한 진화의 과정에서 낮은 레벨로의 환원이 불가능한 생명 현상을 보이는 생명체가 출현할 수 있을 것이며 이것은 바로 창발된 생명체(우리는 이 생명체를 SAL 이라고 부른다) 의미한다.

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.

3.1 시스템의 동적 적응

SAM 모델에 기반한 시스템 구조는 크게 표정계, 상태계, Agent, 게시판, 포텐셜 주입 장치, Task-Pool 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 주는 데, 여기서 PM 의 크기는 해당 모듈이 감성적으로 부추겨진 정도를 의미한다. 그림 3.1 은 연산기 시스템의 예를 보인다.

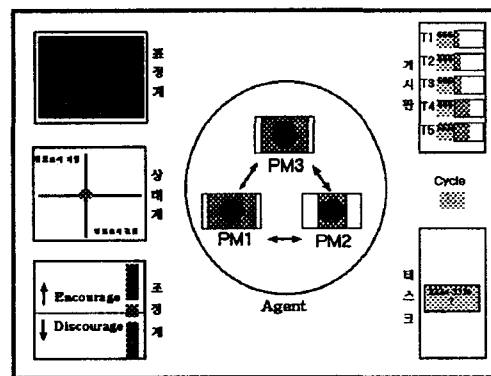


그림 3.1 연산기 시스템의 구조

시스템은 감성 계층에서의 상호 작용을 통하여 데스크 환경에 대한 적자가 시스템 운영을 주도하도록 유도한다. 이것은 여러 유형의 적응 메카니즘 중 일차적 적응 과정에 해당하며 상대적으로 빠르고 민감하게 수행된다. 그림 3.2 는 상기 연산기의 예에서 Agent 의 적응 과정을 보여준다. 여기서 PM 의 흑색 부분은 부추겨진 정도를 의미하는 내부 포텐셜이다.

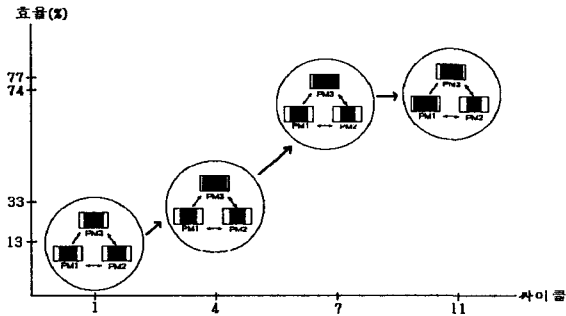


그림 3.2 시스템의 적응 과정

3.2 엔트로피 조정

감성 상태를 나타내는 엔트로피는 동적 적응 과정에서 중요한 역할을 담당한다. SAM 모델의 중요한 특징 중의 하나는 엔트로피 주입방법에 의해 내부적 감성 상태를 임의적으로 조정할 수 있다는 점이다. 본 절에서는 엔트로피 주입 방법으로 어떻게 시스템 상태가 변화되어 가는지를 조사한다. 여기서 그림 3.3 은 경쟁적 상호 관계를 맺고 있고 그림 3.4 는 우호적 상호 관계를 맺고 있다. 두 그림은 여러 가지 환경에서의 엔트로피 주입이 갖는 효과를 보여주고 있는데, 특히 그림 3.4 는 다운 상태에서 회복되어 가는 두 가지 다른 경우를 보여주고 있다.

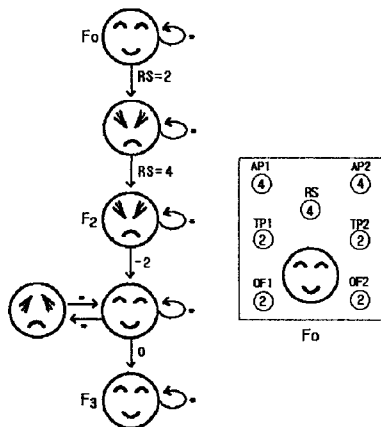


그림 3.3 감성 상태의 변화 1

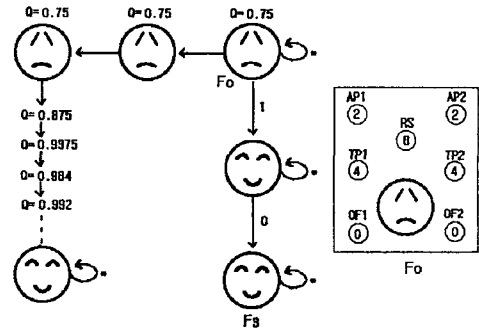


그림 3.4 감성 상태의 변화 2

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. 또한 제안된 가상 생명체들이 대부분의 생명 현상을 그 자신의 속성으로 갖는다는 점을 정성적으로 증명하였다. 본 논문에서 주장된 몇 가지 중요한 결론들을 시뮬레이션 기법으로 확인하였다. 이들 중에는 적응, 학습, 성장 및 감성 현상이 포함된다. 이러한 특징들을 이용할 경우 환원론적 방법으로는 접근하기 곤란한 시스템의 복잡성 문제를 다룰 수 있다고 생각한다.

참고 문헌

- [1] R.A. Brooks, "A Robust Layered Control System For A Mobile Robot", IEEE Journal of Robotics And Automation, Vol. RA-2, No.1, 1986
- [2] Pattie Maes, "Modeling Adaptive Autonomous Agents", Artificial Life 1, 135-162, 1994.
- [3] 프리츠오프 카프라, "생명의 그물", 범양사 출판부, 1999.