

다양성 구현을 위한 상호작용에 기초한 E-O-M 모델

최운돈^o 이은희 지세진 박종희

경북대학교 전자공학과

{un.don^o,bird,husty}@palgong.knu.ac.kr, jhpark@ee.knu.ac.kr

E-O-M Model based on interaction with objects for software diversity

Un-Don Choi^o Eun-Hee Lee Se-Jin Ji Jong-Hee Park

School of Electrical Engineering and Computer Science, Kyungpook National University

요약

현재의 소프트웨어들은 자연의 시스템에서 관찰할 수 있는 다양성과 복잡성을 얻기에는 한계가 있다. 그러나 우리는 소프트웨어가 단순한 규칙, 단순한 구조만으로 구현되어도 결과의 복잡성과 다양성을 나타낼 수 있는 시스템을 필요로 한다. 본 논문에서는 소프트웨어의 복잡도나 크기를 늘리지 않고 결과의 복잡성이나 다양성을 얻을 수 있는 방법으로서 상호작용에 기초한 E-O-M 모델을 제안한다. 기본 아이디어는 복잡성이나 다양성은 단일 객체로 구현하기에는 무리이며 많은 객체들간의 상호 작용에 의해 나타나는 창발적 특징이란 것이다.

1. 서론

최근의 소프트웨어들이 인공지능의 기술들을 도입하고 인공생명(Artificial Life)에 대해서 관심을 가지게 된 것은 다양성과 복잡성을 나타내기 위해 현재의 소프트웨어들이 한계를 나타내고 있기 때문이다[1]. 다양성과 복잡성은 실제 자연이란 시스템에서는 당연하게 관찰되어지는 특징이다. 자연에서는 간단한 규칙만으로 결과를 대략적으로 예측할 수 있다. 하지만 그 결과는 규칙의 수에 비해서 복잡하고 관찰될 때마다 다른 것처럼 보인다. 만일 현재의 소프트웨어들이 다양성과 복잡성을 잘 나타낼 수 있다면 게임, 시뮬레이션, 교육용 시스템에서 다양하고 복잡한 상황을 만들어 낼 수 있으므로 더욱 사실적인 시스템이 될 수 있을 것이다.

그렇다면 다양성과 복잡성은 어디서 얻어질 수 있는가? 시스템을 복잡하게 설계할수록 그럴 가능성은 높아지겠지만 이는 바람직하지 않은 접근 방법이다. 오늘날 소프트웨어 위기가 생기게 된 것도 프로그램의 복잡도와 크기가 너무도 커졌기 때문에 유지 관리에 많은 문제들이 발생한 것이다. 그러므로 우리는 단순한 규칙, 단순한 구조만으로 복잡성과 다양성을 나타낼 수 있는 시스템을 필요로 한다. 본 논문에서는 이러한 시도로서 레이어 구조를 사용하는 E-O-M 모델을 제안한다.

2. 관련연구 - 인공생명(Artificial Life)

인공생명에서 다루는 주요 문제는 생명체 모델링이다. 인공생명 학자들은 초기의 단순하던 인공생명체가 제한된 자원 내에서 단순한 규칙에 의해서 경쟁하고 진화함으로써 복잡하고 능력있는 생명체가 되는 방법을 찾고자 하였다[2]. 간접적으로 인공생명에서는 다양성과 복잡성을 다루고 있다. 비록 그들의 중심 아이디어는 진화이지만 다양성과 복잡성이란 측면에서 볼 때 중요한 것은 많은 인공생명체들의 상호작용이다. 하나의 객체만이 존재하는 환경이라면 다양하고 복잡한 상황은 나타나지 않는다. 그러나 점점 증가하는 객체들 간의 경쟁에 의해 전체

시스템은 예상하지 못했던 상황들을 만들게 된다. 단순한 규칙들의 상호작용에 의해 복잡한 행동들이 나타나는 연구들이 지속되어 왔다. Reynolds의 무리짓기[3]나 Brooks의 행위기반 로봇들[4]은 주변 환경과의 상호작용의 결과로서 복잡성을 나타낸다.

3. E-O-M 레이어 모델

3.1. 가정

다양성과 복잡성이 나타나는 시스템을 어떻게 구현할 것인가? 인공생명 분야의 연구와 자연에서 관찰되는 특징들을 통해서 우리는 아래의 간단한 3가지 가정이 구현되어야 한다고 주장한다.

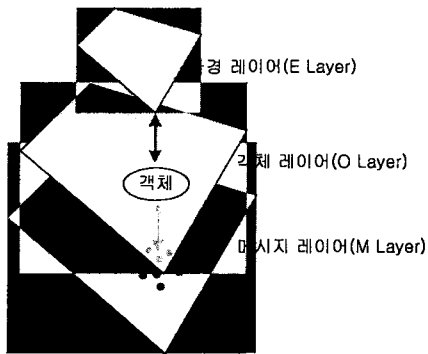
- 시스템은 독립적인 행동 단위로 많은 객체들로 구성된다.
- 많은 객체들은 서로 상호작용을 한다.
- 상호작용은 객체들 사이의 구체적인 메시지를 주고 받음으로서 이루어진다.

위의 가정들이 의미하는 것은 임의의 시스템이 나타내는 결과의 복잡성과 다양성은 시스템 자체의 복잡성에 기인하기 보다는 그것을 이루는 단순한 객체들의 상호작용에 의해 창발되는 현상이란 것이다. 예를 들어 식물의 발아에 관한 자연의 시스템을 보자[5]. 물을 적당히 품은 씨는 피토크롬이란 적색광에 의해 동작하는 스위치의 역할을 하는 물질을 가지고 있다. 이 물질들의 빛에 의한 상호작용에 의해서 발아의 시기가 결정되며 이 시기의 분포는 다양성과 복잡성을 나타낸다. 식물은 아주 간단한 방법을 통해 발아의 때를 결정한다. 우리는 식물의 발아 시스템을 통해 우리가 찾는 시스템의 모형을 찾을 수 있다. 그리고 이와 유사한 여러 시스템들을 통해서 위의 가정들을 이끌어 낼 수 있다.

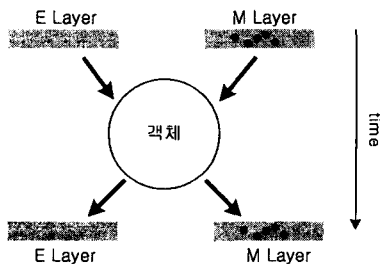
3.2. 전체적 구조

위의 가정들을 구현하기 위해 3개의 레이어, 즉 환경 레이어

(Environment Layer), 객체 레이어(Object Layer), 메시지 레이어(Message Layer)를 가진 모델을 제안한다. 환경 레이어는 빛의 세기, 온도, 습도와 같은 환경정보의 분포를 나타낸다. 객체 레이어는 물리적인 객체들의 분포를 나타낸다. 그리고 메시지 레이어는 객체가 만들어 내는 메시지를 저장하며 전파하는 역할을 한다. 객체의 관점에서 환경 정보와 메시지가 어떻게 상호작용하는지를 그림 1에서 보인다.



(a) 3개의 레이어 구조



(b) 객체관점에서의 환경, 메시지 레이어

그림 1 객체 관점의 전체적 구조

객체는 자신과 연결된 환경 레이어의 속성과 수신된 메시지를 통해서 자신과 연결된 환경 레이어의 속성 값을 수정하며 새로운 메시지를 메시지 레이어에 저장한다. 메시지 레이어는 저장된 메시지를 브라운 운동처럼 임의의 방향으로 전파시키며 이러한 메시지 전파에 의해 다른 객체들과 상호 작용이 이루어지게 된다. 개념적으로 보면 객체 레이어는 실제 물리적인 세계와 대응된다. 반면에 메시지 레이어는 객체 사이의 상호작용을 위한 통신 채널이며 가상적인 것이다.

3.3. 식물의 발아에 대한 모델링

식물의 씨의 발아과정을 본 논문이 제안하는 방법으로 모델링 하고자 한다. 발아의 시기를 결정하기 위해 식물이 선택한 방법은 밤이 길이를 측정하는 것이다. 이것은 피토크롬에 의해서 이루어진다. 피토크롬은 수용성 단백질로서 아미노산 1120여 분자가 일렬로 연결된 펩티드이다. 피토크롬은 적색광

을 비추면 근적외선의 부위에 흡수극대를 가지는 근적외광 흡수형(P_{FR})으로 변하고 근적외광을 비추면 적색광 흡수형(P_r)으로 변한다. 근적외광 흡수형(P_{FR})은 발아를 ON시키고 적색광 흡수형(P_r)은 발아를 OFF시키는 스위치로서 동작한다. 그리고 식물에는 청색을 보는 눈이 존재하며 이는 발아의 억제에 관여한다. 식물은 피토크롬과 청색을 인지하는 색소에 의해 휴면을 해제하고 발아의 개시 시기를 교묘하게 조절한다.

우리는 피토크롬과 청색을 인지하는 색소 각각을 P, B 객체로 모델링한다. P 객체는 적색광에 대해서 활성화되며 mPfr... 이 이름은 피토크롬이 P_{FR} 로 변하는 것에서 이름을 붙였다...이란 메시지를 발생시킨다. B 객체는 청색광과 높은 온도일 때 활성화가 되며 한 개의 mPfr 메시지를 받아서 동일한 여러개의 메시지를 발생시킨다. 즉 B 객체는 mPfr의 증폭기의 역할을 한다. 그리고 메시지 레이어는 근본적으로 전달 상태가 좋지 못한, 전송에러율이 높은 통신 채널로 모델링한다. 즉 메시지 레이어는 저장된 메시지를 브라운 운동처럼 전달하지만 어느 정도의 확률로 저장된 메시지를 제거시킨다. 그림 2는 P, B 객체의 동작을 설명하고 있다.

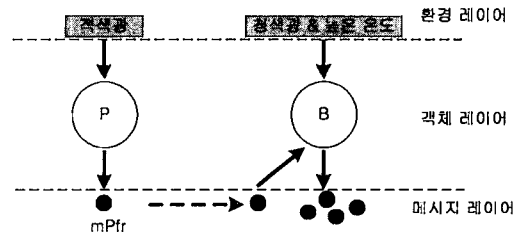


그림 2 P, B 객체의 동작

처음 적색광이 비추면 P 객체를 활성화시킴으로서 mPfr 메시지가 발생한다. 그러나 메시지 레이어의 전달상태가 좋지 못하기 때문에 곧 제거되어 버린다. 그래서 적색광만으로는 시간당 mPfr 메시지의 개수는 적다. 그리고 근적색광이 비추면 P 객체는 정지하고 더 이상 메시지를 발생시키지 않는다. 얼마의 시간이 지나면 메시지 레이어에 존재하는 메시지들도 모두 제거된다. 그러나 적색광, 청색광이 비추고 높은 온도를 유지하면 P 객체와 B 객체가 활성화된다. P 객체는 mPfr 메시지를 발생시키고 B 객체는 메시지를 증폭시킨다. 메시지 레이어의 시간당 mPfr 메시지의 수는 증가한다. 그리고 기준치 이상의 메시지의 증가는 봄이 온 것을 나타내는 발아의 시작 조건이 되어 다른 객체들을 활성화 시킬 것이다.

3.4. 본 모델의 장점

3.4.1. 단순한 객체들의 상호작용

다양성과 복잡성을 얻기 위해서 단일 객체 내에 모든 것을 프로그래밍하는 것은 좋지 못한 방법이다. 왜냐하면 프로그래밍의 복잡도와 크기가 커져서 유지 관리하기가 힘들어지기 때문이다. 반면에 단순한 구조의 객체들로 구성된 본 모델은 훨씬 프로그래밍하기에 간단하다. 전체적으로 프로그래밍의 복잡도와 크기는 훨씬 줄어들게 될 것이다. 또한 다양성과 복잡

성이란 특징은 객체들의 상호작용으로 인한 집합적인 관점에서 나타난다. 이러한 방법은 자연에서 관찰되어지는 방법이다. 식물의 발아와 같이 자연의 많은 현상들은 객체로 정의될 수 있는 것들이 서로 상호작용한 결과로서 모델링된다.

3.4.2. 메시지 레이어와 메시지의 사용

한 객체와 관련된 상호작용은 모든 객체간에 동시에 일어나기 보다는 근방의 것들에만 일어나야 한다. 메시지와 메시지 레이어를 사용함으로써 상호작용을 효과적으로 구현한다. 메시지는 근방의 객체간 상호작용을 전달하는 객체이다. 이러한 메시지들은 메시지 레이어 상에 존재하며 메시지 레이어가 메시지를 브라운 운동처럼 움직이게 하고 일정한 비율로 제거한다. 이렇게 함으로써 한 객체의 작용이 근방의 객체에는 잘 전달되나 시간이나 거리가 멀어짐에 따라 전달되기가 어려워진다. 또한 이들의 구현은 브라운 운동을 구현하는 것처럼 간단하다.

4. 시뮬레이션 및 고찰

본 논문의 시뮬레이션은 Visual C++ 6과 MFC를 이용해 구현되어졌다. 그림 3에서 왼쪽의 사각형은 메시지 레이어를, 중간 사각형은 객체 레이어를, 오른쪽 사각형은 환경 레이어를 나타낸다. 메시지 레이어에 표시된 점은 mPfr을 나타내고, 객체 레이어에 표시된 규칙적인 점들은 P 객체를 나타낸다. 적색광이 비침으로써 P 객체들이 많은 mPfr을 발생시키고 메시지 레이어는 이들 메시지를 브라운 운동으로 움직이게 한다.

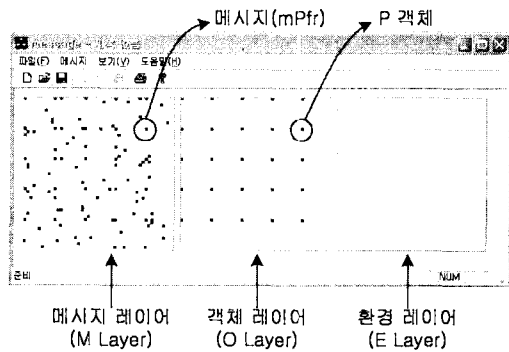


그림 3 적색광이 비칠 때

그림 4는 적색광이 비치지 않아서 P 객체가 동작을 멈춘 상황이다. 아직 메시지 레이어에 메시지가 남아 있지만 시간이 지나면서 이들은 사라질 것이다.

5. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 소프트웨어의 복잡도나 크기를 늘리지 않고 결과의 복잡성이나 다양성을 얻을 수 있는 방법을 제안하였다. 복잡성이나 다양성은 단일 객체로 구현하기에는 무리이며 많은 객체들간의 상호 작용에 의해 나타나는 창발적 특징으로 보아야 한다. E-O-M 레이어를 사용함으로써 이러한 생각을 더욱 구체적으로 나타내었다. 환경정보를 환경 레이어에, 물리적 객체

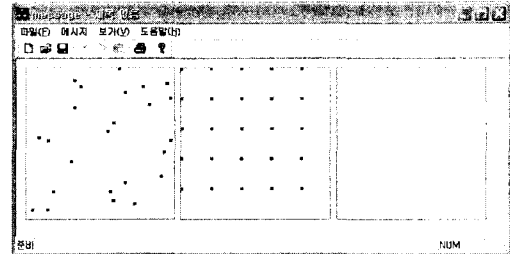


그림 4 적색광이 사라진 후

를 객체 레이어에, 상호작용의 구현을 메시지 레이어에 나타내도록 하였다.

그러나 아직 다양하고 복잡한 현상을 다양한 단순한 객체들로 분해하는 방법이나 객체 사이에 상호작용을 정의하는 일반적인 방법들을 제안하지는 못했다. 그래서 직관적으로 객체와 상호작용으로 분해할 수 없는 문제에 대해서는 설계가 어려울 수도 있다. 그러므로 향후 연구과제로 더 많은 예들을 통해 더욱 일반적인 모델과 그에 필요한 방법론들을 찾아야 한다. 그리고 그 안에 담겨진 다른 함축적인 의미들을 찾는 연구도 필요하다.

6. 참고문헌

- [1] Park, J. H., "A logical simulation of discretionary events in spatio-temporal context," Tech. report #3, AIMM lab., Kyungpook Nat'l Univ., 2000.
- [2] Steven Levy, *Artificial Life: A Report from the Frontier Where Computers Meet Biology*, Random House, 1993.
- [3] Reynolds, C. W., "Flocks, Herds, and Schools: A Distributed Behavioral Model," in *Computer Graphics*, 21(4), SIGGRAPH '87 Conference Proceedings, pp. 25-34, 1987.
- [4] Brooks, R. A., "Intelligence Without Representation," *Artificial Intelligence*, 47, pp. 139-159, 1991.
- [5] 후루야 마사키 저; 고정식, 손승달 역, *식물의 생명상: 인류는 식물에 이길 수 있을까?*, 전파과학사, 1996.