

지능적 행동을 위한 Multiple FSM 및 에이전트 시스템에 관한 연구

이정훈*, 김성룡**, 김명세*, 오삼권*

호서대학교 컴퓨터공학과

**호서대학교 벤처전문대학원

e-mail : zidkenu@hotmail.com, ksr77@paran.com,
bongustar@hotmail.com, ohsk@office.hoseo.ac.kr

A Study on Multiple FSM for Intellectual Action and for Agent System

Jung-Hoon Lee*, Song-Ryong Kim**,
Myung-Se Kim*, Sam-Kweon Oh*

*School of Computer Engineering, Hoseo University

**Dept. of The Graduate School of Venture, Hoseo University

요 약

가상현실은 현실세계에서 경험하기 어려운 환경을 간접적으로 경험할 수 있는 가상의 공간이다. 이러한 가상현실에는 건물, 지형, PC(Playable Character), NPC(Non-Playable Character)등의 다양한 객체들이 존재하게 되며, PC와 NPC와 같은 객체들은 현실감을 주기 위해 인공지능을 가지게 된다. 현재까지 인공지능에 대한 많은 연구가 진행되었으며, 다양한 분야에서 활용되고 있다. 가상현실에서는 유한상태기계(Finite State Machine, FSM), 유전자 알고리즘, 신경망 알고리즘, A* 알고리즘 등이 활용되고 있으며, FSM은 비교적 알고리즘이 간단하고, 다른 알고리즘에 비해 구현이 간단해 널리 이용되고 있다. 본 논문에서는 FSM을 활용하여 여러 행동 패턴을 정의하고 행동 패턴간 천이가 이루어짐으로, 객체의 행동을 다양하게 나타낼 수 있는 Multiple FSM을 제안한다.

1. 서 론

인터넷 기술이 발전함에 따라 여러 사용자가 공간을 공유할 수 있는 가상공간에 대한 관심이 높아졌다. 가상공간은 현실 세계를 컴퓨터를 이용하여 가상의 공간에 리모델링한 공간이다. 또한 가상현실은 현실세계에서 경험하기 힘든 환경을 간접적으로 경험할 수 있는 가상의 공간이다. 이러한 가상현실에는 다양한 객체들이 존재하게 되며, 이러한 객체들은 PC(Playable Character), NPC(Non-Playable

Character)와 같은 동적 객체들과 건물, 지형등의 정적 객체들이 있다.

동적 객체들은 가상 현실의 현실감을 높여주기 위해 다양한 방법을 이용하여 인공지능을 가지게 된다. 이러한 개체의 지능적 행동을 위한 인공지능 기법으로 다양한 인공지능 알고리즘들이 활용되고 있으며, 이중 FSM은 다른 인공지능 알고리즘에 비해 알고리즘이 간단하고, 구현 또한 쉬워 널리 이용되고 있다.

더욱이, 네트워크를 이용한 가상현실에서는 무엇보다 지연 없는 객체들의 빠른 행동 천이가 이루어

저 클라이언트에 전달 되어야 하기 때문에 FSM은 다른 알고리즘들에 비해 유용하다. 하지만, FSM은 제한적인 상태 수로 인해 가상현실에서 객체들의 다양한 행동을 보여주기 어렵다.

본 논문에서는 FSM을 활용하여, FSM의 단점인 제한된 상태수로 인한 제한된 천이와 다음 상태를 쉽게 예측가능한 것을 보완할 수 있는 다양한 행동 패턴들의 천이가 가능한 Multiple FSM을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 많이 활용되고 있는 FSM기법들에 대해 설명한다. 3장에서는 본 논문에서 제시하는 Multiple FSM과 Multiple FSM을 위한 시스템을 설명한다. 마지막 4장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

현재 인공지능에 대한 많은 연구가 진행되었으며, 전문가 시스템, 자연어 처리, 로봇 제어 등 다양한 분야에서 활용되고 있다. 가상현실에서는 유한상태기계(Finite State Machine, FSM), 유전자 알고리즘, 신경망 알고리즘, 퍼지 이론 및 A* 알고리즘 등이 활용되고 있다. 이중 FSM은 비교적 알고리즘이 간단하고 구현이 쉬워, 간단한 객체의 지능적 행동을 표현하기 위해 널리 이용된다.

이러한 FSM을 활용한 인공지능 기법으로는 단계적인 상태 천이 즉, 상태들을 세분화 하여 천이가 이루어 지는 Hierarchical FSM과 Fuzzy 이론을 FSM에 적용시켜 보다 다양한 조건에 따라 상태를 천이하는 FuSM(Fuzzy State Machine)이 대표적이다. FSM은 다양한 분야에서 활용되고 있으며, Hierarchical FSM과 FuSM은 게임분야에서 널리 이용되고 있다.

<표 1>은 FSM과 Hierarchical FSM 그리고 FuSM의 설명과 장·단점 등을 비교한 표이다.

Hierarchical FSM은 FSM의 단점을 보완하여 주며, 상태들의 변화를 트리 구조로 나타냄으로 단순히 복잡해 질수 있는 상태들을 보다 체계적으로 표현하여 효율적으로 관리할 수 있고, 현 상태에서 다음 상태로 천이될 수 있는 상태들을 모든 상태를 검색하지 아니하고 일부분만 검색하여 천이가 빠르게 이루어질 수 있다.

FuSM은 Fuzzy 이론을 적용함으로써 다양한 조건에 따른 입력으로 출력의 다양화를 주었다. 이를 위하여 '0'과'1'로만 나타내는 것이 아닌 연속적인 값으

로 입력을 세분화 하였다.

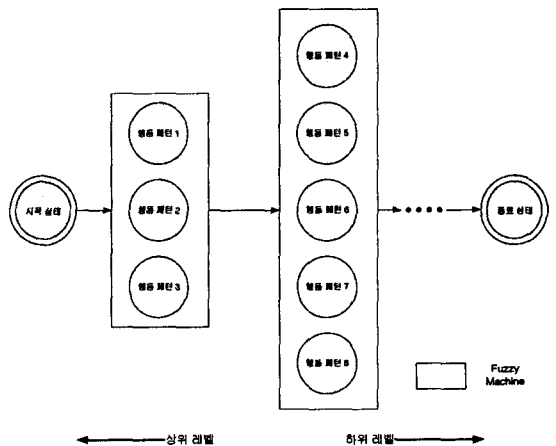
<표 1> 활용되고 있는 FSM의 종류

구분	설명	장·단점
FSM	그래프의 한 형태. 유한한 개수의 상태물 정의하고 각 상태들은 입력 조건에 따라 다른 상태로 천이가 이루어지고, 새로운 입력 상태값을 출력.	상태의 수가 많아짐에 따라 상태 천이를 위한 입력 루틴이 복잡해 짐. 다음 상태로의 예측이 쉬움.
Hierarchical FSM	'예측'과 '가정'을 기반으로 하여 상태들을 보다 체계적으로 표현. 상태 변화를 트리 구조로 나타냄.	FSM보다 다양한 행동 패턴을 만들 수 있다. 많은 상태들을 검색하지 않고 일부분을 검색하여 천이 하므로 천이가 빠르다. 한번 정하여진 천이 루틴을 바꿀 수 없다.
FuSM	상태기계와 Fuzzy이론이 더하여짐. 애매모호한 입력값을 받아 그에 따른 출력이 가능.	입력 조건을 다양화 할 수 있다. 보다 세분화된 천이를 할 수 있다.

3. Multiple FSM

Multiple FSM은 객체의 행동 천이의 다양화 뿐 아니라 상황에 따라서는 그 행동 패턴 자체가 변화 되는 행동 패턴 천이가 가능한 FSM이다.

본 논문에서 제시하는 Multiple FSM은 그룹 행동을 위한 Group FSM(GFSM)과 객체들의 개별 행동을 위한 Individual FSM(IFSM)으로 이루어져 있다. (그림 1)은 Multiple FSM의 구조를 보여준다.



(그림 1) Multiple FSM을 위한 FSM 구조

GFSM과 IFSM은 (그림 1)과 같은 구조를 가지며, 시작상태에서 하위 상태들로 내려가는 Hierarchical 구조를 가지며, 동일 레벨에서는 FuSM 방식을 적용하여 다양한 조건에서 다양한 천이가 가능하다. 또한 상위 레벨에서 하위 레벨로의 천이는 상위레벨에서 적용되지 않던 조건의 세분화에 따라 하위 레벨의 상태 패턴들로의 천이가 가능하다.

Fuzzy Machine은 FuSM을 적용시켜 다양한 조건을 가지고 알맞은 상태 패턴으로 천이가 이루어 지도록 한다.

또한 하위 레벨로의 천이도 FuSM방식을 적용한 Fuzzy Machine에서 다양한 조건들을 합하여 그에 따라 여러 상태로의 천이가 이루어 지도록 한다.

그룹 행동을 위한 행동 천이 테이블과 개별 행동을 위한 개별 행동 테이블을 유지하여 그룹 행동일 경우와 개별 행동을 구분하여 행동 패턴 천이가 이루어 진다.

이러한 조건의 세분화로 Hierarchical FSM의 단점인 트리의 한쪽 방향으로 상태가 천이되면, 다른 방향으로의 천이가 불가능 하였던 것을 보완할 수 있으며, FuSM 방식을 적용한 Fuzzy Machine을 이용하여 레벨별로 천이를 위한 다양한 조건의 세분화로 Hierarchical FSM 방식이 가능하고 동일 레벨에서의 상태 패턴 천이도 가능하다.

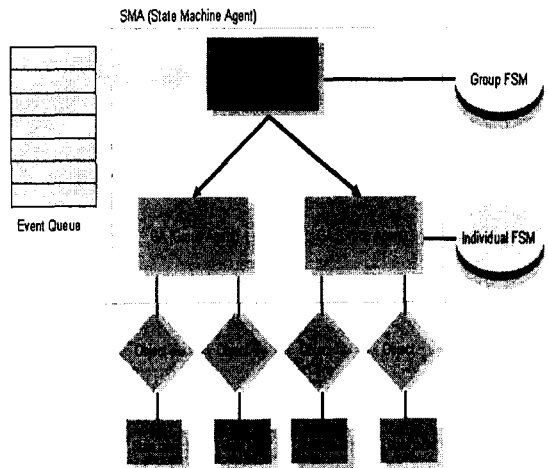
그룹 행동과 개별 행동을 위한 테이블들은 Multiple FSM을 위한 시스템에서 관리 및 유지하게 되며, 객체는 단 하나의 행동 패턴만을 테이블로 유지하게 된다. 객체 자신의 행동 패턴이 갱신되어야 하는 이벤트가 발생되면 객체는 상태 테이블을 갱신하기 위해 그룹 행동과 개별 행동을 관리하는 에이전트로 이벤트를 발생시켜 객체 자신의 상태 테이블을 갱신한다.

행동 패턴 FSM은 다양한 종류의 객체들에 맞게 팩토리 패턴을 이용한다. 팩토리 패턴은 하나의 단일한 클래스로 다양한 종류의 객체들을 생성할 수 있다. 때문에 여러 객체들의 상태 패턴을 위한 FSM 클래스를 팩토리 패턴을 이용하여 설계한다. 또한, 하나의 객체가 다양한 행동 패턴의 천이를 위해 퍼사드 패턴을 활용한다.

상태 천이와 상태 패턴 천이 등 모든 천이는 메시지 전달 방식으로 이벤트를 처리하게 된다.

모든 객체들은 상태 정보와 상태 테이블을 유지하여 자신의 상태를 천이하게 되며, 상태 테이블에 없는 상태로 천이가 발생되면 상태 테이블 갱신 이벤

트를 발생하게 된다. (그림 2)는 전체 시스템 구조를 나타낸다.



(그림 2) 상태 천이 이벤트 처리 시스템 구조

SMA(State machine Manage Agent)는 TA(Type Agent)와 GA(Group Agent)로 구성되며, 가상현실에서 일어나는 모든 이벤트를 전달 관리하며, 상태 패턴 천이를 위한 모든 상태들을 테이블로 유지한다.

TA는 여러 그룹들의 행동 패턴 천이 테이블을 관리하며, 그룹에 맞게 이벤트를 GA로 전달한다. GA는 그룹 내 객체들의 개별 행동 패턴 천이 테이블을 관리하고, 그룹 행동 패턴 테이블을 가지고서 그룹 내 객체들의 그룹 행동을 천이하게 된다.

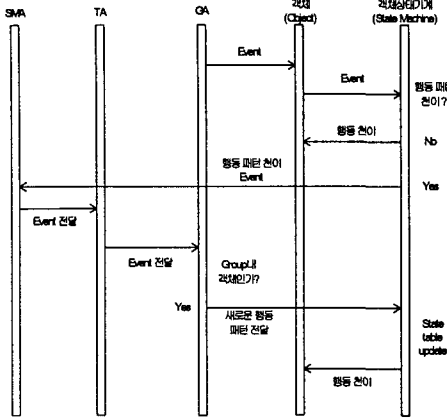
상태 테이블 갱신 이벤트가 발생하게 되면, TA는 그룹 행동 패턴 천이인지 아니면 개별 행동 패턴의 천이인지를 확인한후, 그룹 행동 패턴의 천이이면 자신의 GFSM에서 새로운 그룹 행동 패턴을 GA로 전달한다.

개별 행동 패턴 천이의 경우, TA는 GA로 이벤트를 전달하며, GA는 자신의 그룹 내에 속한 객체의 행동 패턴 천이이면, IFSM에서 새로운 행동 패턴을 해당 객체에 전달한다. 객체는 자신의 상태 테이블을 갱신하고, 새로운 행동 패턴에 맞게 천이가 이루어 진다.

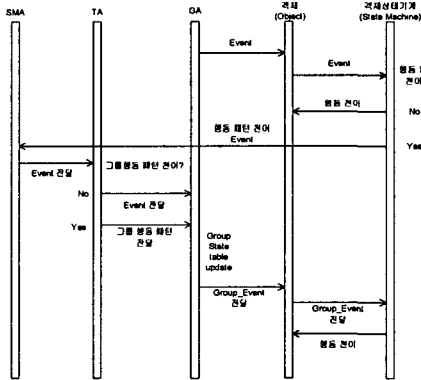
TA에서는 GFSM을 가지고 각각의 그룹 행동만을 관리하게 되며, SMA로부터 가상현실에서 발생하는 모든 이벤트를 전달받는다. GA는 IFSM을 가지고 그룹내 객체들의 개별 행동을 관리하고, 그룹행동

상태 테이블을 유지하여 그룹 행동이 이루어 지도록 한다.

(그림 3)과 (그림 4)는 그룹 행동 및 개별 행동 패턴의 천이 이벤트를 처리 과정을 보여준다.



(그림 3) 개별 행동 패턴 천이 과정



(그림 4) 그룹 행동 패턴 천이 과정

4. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 여러 행동 패턴을 정의하고 정의된 행동 패턴들간에 천이가 이루어져 객체의 행동을 다양화 시키는 Multiple FSM과, 이를 위해 Hierarchical 구조와 FuSM을 적용하였다. 또한 패턴 간의 효율적인 천이와 관리를 위해 에이전트 시스템을 제시하였다. 향후 이를 위한 객체 정보 메시지와 이벤트 메시지를 정의하여 보다 효율적인 이벤트 관

리와 상태 테이블을 관리한다.

향후 하나의 객체가 여러 그룹에 속하였을 경우, 발생되어지는 중복 소속으로 인한 충돌 문제를 해결하는 방법을 제시한다.

5. 참고 문헌

- [1] 유석종의 2명, "공유가상공간에서 다중경로샘플링을 이용한 동적 이벤트 필터링 기법", 정보과학회논문지, 제 26권, 11호, pp.1306-1313, 1999.
- [2] Sandeep Singhal, Michael Zyda, "Networked Virtual Environments", Addison-Wesley, 2001.
- [3] 이만재, "게임에서의 인공지능 기술", 한국정보처리학회지, 9권 3호 p.69-p.76, 2002.
- [4] Peter Linz, 장직현 외3인 공역, "형식언어와 오토마타", 사이텍미디어, 2001.
- [5] Alain Girult, Bilung Lee, Edward A. Lee, "Hierarchical Finite State Machines with Multiple Concurrency Models", IEEE, Transactions on computer-aided design of integrated circuits and systems, Vol.18, No.6, pp.742-760, 1999.
- [6] Mark Everson, "The Clash of Civilizations AI Model", <http://clash.apolyton.net/models/Model-AI.shtml>, 2002.
- [7] Dave C. Pottinger, John E. Laird, "GAME AI: THE STATE OF THE INDUSTRY, PART TWO", http://www.gamasutra.com/features/20001108/laird_pfv.htm, November 8, 2000.
- [8] John Funge, "AI for Games and Animation: A Cognitive Modeling Approach", http://www.gamasutra.com/features/19991206/funge_02.htm, December 6, 1999.
- [10] Alain Girult, Bilung Lee, Edward A. Lee, "Hierarchical Finite State Machines with Multiple Concurrency Models", IEEE, Transactions on computer-aided design of integrated circuits and systems, Vol.18, No.6, pp.742-760, 1999.
- [11] Marc S. Atkin, Gary W.King, "Some Issues in AI Engine Design", AAI, 0000136896권, pp. 1-5, 2000.
- [12] Michael Mateas, Andrew Stern, "Architecture, Authorial Idioms and early Observations of the Interactive Drama Façade", School of Computer Science Carnegie Mellon University, CMU-CS-02-198, 2002.