

오토마타의 기본 원리를 이용한 가상현실 객체의 행동 모델

김미경*, 엄기현
동국대학교 대학원 컴퓨터공학과

Action model of objects in Virtual Reality using basic concept of Automata

Mikyung Kim*, Kyhyun Um
Dept. of Computer Eng. Graduate school, Dongguk University

요 약

최근의 가상현실은 모든 컴퓨터 응용분야의 통합의 결과로 산출되고 있다. 이에따라 가상현실은 현실세계를 기본으로 하는 다양한 가상현실 객체들을 구성하고 표현한다. 그러나 획일적인 객체들의 속성정책으로는 다양한 가상현실 객체의 다양성을 표현하기에 적합하지 않다. 그러므로 본 논문에서는 가상현실 객체의 속성과 이벤트로 객체 행동을 결정하도록 하는 오토마타를 정의한다. 오토마타의 기본 개념은 단순한 상태의 수를 가지고 있는 객체일지라도 전이 함수로 복잡적이고 동적인 행동을 생성할 수 있다. 전이함수를 이용하여 가상현실 객체의 데이터 모델로 객체가 가지는 행동들을 다양하게 부여 할 수 있으며, 객체군집의 통일적인 행동까지 양산할 수 있는 가상현실 객체 오토마타를 제안한다.

1. 서론

가상현실은 기존의 단순 시뮬레이션과 게임의 차원을 넘어선 인간의 한계를 극복하고, 체험 공간을 확장하는데 큰 기여를 하고 있다. 가상현실 분야는 초기 군사 훈련을 목적으로 한 시뮬레이션 분야에서 시작하였으며, 현재는 사용자 즉, 가상현실 체험자의 오감을 만족시키고 신경기관까지 자극할 수 있을 정도의 수준에 도달해있다[1]. 그러나 가상현실의 비약적인 발전에도 불구하고 기본적인 가상현실의 개념과 초석이 될 수 있는 이론적 근거를 가지고 있지 못한 실정이다. 가상현실 분야의 발전 가능성은 어떠한 분야보다도 더 크다. 그러므로 본 논문에서는 가상현실의 정의와 요구분석 그리고 그에 따른 가상현실 객체의 데이터 모델링을 제안한다. 제안하는 가상현실 모델링 방법을 소개하기 위해 기존의 모델링 방법들을 소개하고, 가상현실을 충분히 표현할 수 있는 오토마타의 기본 원리를 이용한 모델링 방법을 제안한다.

본 논문에서는 관련연구와 함께 가상현실 객체 모델을 효과적으로 표현하기 위하여 가상현실에서 가져야만 하는 특성들을 분석하고, 가상현실 객체의 표현

방법과 가상현실 객체가 가지는 데이터를 분석한다.

2. 관련연구

가상현실 객체 데이터는 기존의 데이터 모델에서 말하는 데이터와는 차별적인 특징을 가지고 있다. 특히 가상현실 객체의 경우 동적인 상호작용(Interaction)을 고려했을 경우, 전통적인 데이터베이스에서 지향하는 정적이고, 텍스트 중심이며, 규정된 형식과는 차별성을 갖는다. 그러므로 이 장에서는 기존의 데이터 모델링 방법을 제시하고 가상현실 객체 데이터의 특징을 설명하여, 기존의 모델링으로 가상현실 객체 데이터를 표현하는데 가지는 제약들을 설명한다.

기존의 데이터 모델로는 개체-관계모델링(Entity-Relation Data Model)과 객체 지향 모델(Object-Oriented Data Model)방법을 들 수 있다[2]. 또한 가상현실 객체들의 다양성을 표현하기 상호작용 중심 모델(Interaction-Centric Model)방법을 소개한다[3]. 전통적인 데이터 모델링 방법으로 개체-관계모델링 방법은 실존의 모든 데이터는 개체와 관계로 연관 지을 수 있으며, 각 데이터들은 개체에 관련된 속성으로 포함된다. 개체는 튜플(Tuple)로 대응되고, 속성들

본 연구는 한국과학재단 특정기초연구
(과제 번호: R01-2002-000-00298-0) 내용의 일부임.

은 애트리뷰트(Attribute)로 대응된다. 그러나 개체-관계모델의 경우 개체에 부여된 속성은 새로운 데이터 타입을 추가할 수 없으며, 만일 추가하기 위해서는 모든 데이터들의 속성이 한꺼번에 바뀌어야 하는 제약 사항을 갖고 있다. 객체 지향 모델링방법은 복합 객체를 표현하기 위한 대안으로 제안되었으며 현재 많은 응용분야에서 적용하고 있는 모델링 방법이다. 객체 지향모델링 방법은 객체와 메소드로 구성되고 데이터의 흐름은 메시지 루프를 통하여 정의한다. 객체들은 클래스라는 개념으로 그 속성을 정의할 수 있으며 계층화를 통하여 부모 클래스의 특성을 자식 클래스에서 상속받을 수 있으며, 자식클래스에서 새로운 속성을 정의 할 수 있는 장점을 가질 수 있다. 최근 연구에서는 제안한 가상현실 모델링 방법의 하나는 상호작용 중심 모델링 방법이다. 이 방법의 경우 객체지향 모델링 방법을 중심으로 하고 있으나 메시지를 통한 객체들의 관계를 규정하는 것이 아닌 객체간의 상호작용에 초점을 맞추어 서술한다. 객체들은 미리 선언된 클래스들의 조합으로 객체의 다양한 속성을 표현할 수 있다. 또한 객체들이 가지는 속성들을 세분화하여 동일한 모양을 가진 객체일지라도 속성을 다른 속성의 표현이 가능하므로 다양하고 동적인 객체를 모델을 구성하는데 효과적이다. 그러나 기존의 데이터 모델 방법들은 텍스트 의존적인 모델링 방법이거나 또는 객체의 속성과 모든 메소드에 대한 예측을 하고 있어야하므로, 동적이고 객체 독립적인 가상현실 객체들의 특성을 뒷받침하기엔 충분하지 못하다. 그러므로 다음 장에서는 가상현실 객체의 특성을 설명하고 가상현실 객체들을 적절하게 표현하기 위한 모델 표현 방법을 제안한다.

3. 객체 모델을 위한 가상현실의 분석

3.1 가상현실의 개념

가상현실이란 컴퓨터와 복합 객체와의 상호작용을 인간에게 가시화시키는 방법이며[4], 인공적으로 창조된 세계에 몰입됨으로써 자신이 바로 그 공간에 있는 듯한 착각을 느끼게 되는 가상 공간을 일컫는다. 가상현실은 실제 세계를 반영하고 또한 초월적인 세계를 의미하기도 한다.

3.2 가상현실 객체의 표현 방법

가상현실 객체는 실제 가상현실 객체를 표현하기 위한 그래픽적인 요소와 부수적인 특징을 나타내는 속성으로 표현가능하다. 실제 객체를 구성하기 위한 물리적인 요소와 객체를 인식하기 위한 개념적인 요

소로 나눌 수 있다. 물리적인 요소는 가상현실 객체를 구성하는 점과 같은 버텍스(Vertex), 메쉬(Mesh), 텍스처(Texture), 음향 및 효과음과 같은 실제 객체를 디스플레이하기 위한 요소들이다. 또한 개념적인 요소는 객체가 실제 세계를 대변하는 사물과 같이 객체의 이름이나 소속 또는 행동 패턴이나 양식이 이에 속한다. 두 가지 요소를 객체가 가지는 속성으로 정의한다. 결론적으로 말하면, 가상현실 객체의 속성은 물리적인 데이터와 개념적인 데이터로 나누어지며, 두 데이터 중 개념적인 데이터로 객체의 특징을 효과적으로 표현할 수 있다[6][7][8][9].

3.3 가상현실 객체 데이터 분석

가상현실 객체는 객체지향 개념에서 설명하는 것과 같이 메시지 루프를 통한 객체들의 상호작용을 나타내는 것이 아니고 이벤트에 의하여 객체의 행동이 그에 따른 출력으로 나타난다. 가상현실 객체는 특정상황에 대한 이벤트를 받고 그에 따른 결과물로 행동의 변화를 생성해낸다. 여기서 객체의 이벤트란 객체의 속성을 변하게 하는 조건이나 요인을 의미한다. 이벤트의 종류는 능동적인 이벤트와 수동적인 이벤트로 나눌 수 있으며, 능동적인 이벤트의 경우 실제 가상현실 객체를 대리로 삼고 있는 사용자가 직접 특정 명령에 의한 이벤트를 의미한다. 수동적인 이벤트는 가상현실내의 시간제약에 의한 이벤트와 객체 행동에 대한 조건부 행동양식으로 말할 수 있다. 또한 객체가 이벤트에 의해 객체의 일련의 행동을 결정할 경우 특정한 행동 결정 양식을 갖는다. 마지막으로 가상현실 객체는 객체들과의 상호작용을 한다. 가상현실 객체의 상호작용이란 객체가 가지고 있는 고유의 목표를 갖고 있으며, 그 목표를 달성하기 위하여 다른 객체들의 상태를 고려하는 것을 의미한다. 가상현실 상호작용은 크게 몇 가지로 나타낼 수 있다. 첫째, 객체들 간의 충돌체크를 들 수 있다. 객체들은 항상 주변의 객체들과 충돌체크를 하며, 충돌을 항상 감지하고 있어야 한다. 단순히 거리에 대한 상호작용을 이벤트로 볼 경우 객체들은 거리가 가까워질수록 출력물로 나오는 행동의 변화를 갖게 된다. 둘째, 객체의 행동을 결정하기 위한 상황판단으로서의 상호작용이 있다. 객체간의 충돌체크와 달리 객체 간 행동에 대해서 대응되는 행동을 보인다거나 또는 그에 따른 해결책으로서의 행동을 하기 위한 상호작용을 할 수 있다. 셋째, 동질 객체간의 군집을 위한 상호작용을 들 수 있다. 위와 같은 가상현실의 개념과 객체의 분석을 통하여 다음 장에서는 가상현실 객체의 종류와 오토마타의 개념을 이용

한 객체 모델 표현 방법을 제안한다.

4. 가상현실 객체 모델

4.1 가상현실 객체의 종류

가상현실 객체는 가상현실이 현실 세계를 반영한다는 가정아래 정의한다. 그러므로 실세계의 캐릭터인 자아를 가상현실 캐릭터로, 공간을 가상현실 공간으로 규정한다. 가상현실 공간은 지형과 건물로 나누어진다. 사물은 가상공간을 구성하는 아이템으로 정의할 수 있다. 실세계의 소리를 가상현실내의 음향과 효과음으로 표현이 가능하다.

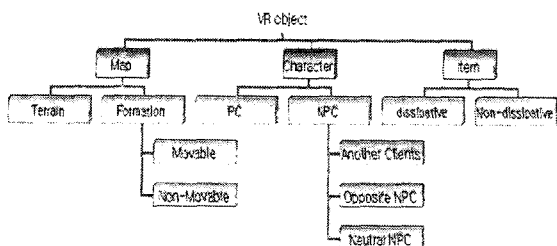


그림 1 가상현실 객체의 클래스 구조도

그림1과 같이 가상현실 객체들을 나눌 수 있으며, 클라이언트 서버개념의 캐릭터도 함께 도입하였다.

4.2 가상현실 객체의 군집

가상현실 객체들은 동일한 물리적 속성을 가진 객체라 할지라도 복합적이고, 동적인 속성에 의하여 개념적 속성을 다르게 가진다. 이것은 곧 겉보기가 같은 객체일지라도 다른 객체로 간주되어야 한다는 의미이다. 또한 객체들은 동일객체 또는 상이객체끼리 군집을 생성할 수 있다. 군집이란 객체들이 임의로 같은 목표를 갖게 되는 것을 의미하며, 단일 객체들의 목표와 동시에 군집의 목표를 모두 만족시키는 것을 의미한다. 군집을 이룬 객체들은 군집의 크기에 따라서 그 목표에 대한 우선순위를 가지고 있으며, 군집의 수가 적을수록 우선순위는 낮아진다. 또한 군집의 목표를 가장 큰 우선순위를 두고 채택하고, 최후에 단일 객체의 목표를 수행하게 된다. 그러므로 예를 들어 그림2에서와 같이 군집들의 우선순위와 군집의 개념을 간단하게 표현하였다.

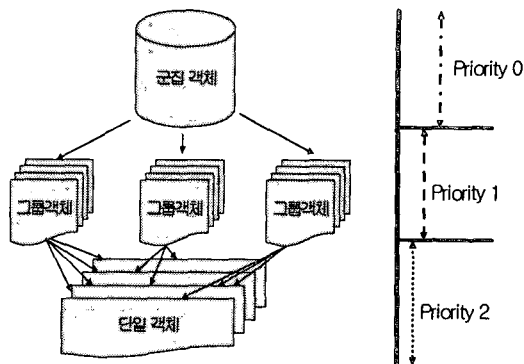


그림 2 객체의 군집과 우선순위

4.3 오토마타의 기본 개념을 이용한 가상현실 객체 행동 표현 모델

그림1과 같이 가상현실 객체를 정의하고, 객체들이 각 이벤트에 의하여 행동을 결정하고, 행동결정에 특정 알고리즘을 적용하기 위하여 오토마타의 기본개념을 적용하였다. 가상현실 데이터 모델링을 위한 오토마타는 다음과 같은 다섯 가지 요소를 정의한다.

$$VR Automata M = (Q, \Sigma, \Delta, P(Q), F) \text{ (정의1)}$$

- Q 는 가상현실내의 모든 객체의 집합을 의미한다. 또한 $q \in Q, Q \subset P(Q)$ 의 조건을 갖는다.
- Σ 는 가상현실에서 일어날 수 있는 모든 이벤트의 집합을 의미하고, $\sigma \in \Sigma, \Sigma \subset P(\Sigma)$ 의 조건을 갖는다.
- Δ 는 가상현실 객체의 행동전이를 유발하는 모든 전이함수의 집합을 의미하며, $\delta \in \Delta, \Delta \subset P(\Delta)$ 의 조건을 갖는다. 여기서 전이 함수의 역할을 나타내면 (정의2)와 같다.

$$\delta: Q \times \Sigma \rightarrow F \text{ (정의2)}$$

전이 함수는 객체들의 속성에 따라 달리 표현할 수 있으며, 최근의 동향에 비추어 볼 때, A* 알고리즘, Fuzzy, Neural, Genetic, Knowledge Based와 같은 방법을 사용한다. 때에 따라서 미리 선행된 확률값에 의하여 전이 함수를 적용하는데 이 같은 방법은 FSM에 의한 확률적 추론 알고리즘을 채택한다.

- $P(Q)$ 는 초기 가상현실에서 로딩되는 객체들의 집합을 의미한다. 이는 가상현실 객체의 멱집합을 의미하며, 초기 로딩되는 가상현실 객체의 수는 동일객체의 다중 생성을 고려하였을 경우 가상현실 (정의3)과 같이 객체의 조합수와 같다.

$$P(Q) \geq_Q C_{P(Q)} = \frac{Q!}{P(Q)!(Q-P(Q))!} \text{ (정의 3)}$$

- F 는 가상현실 객체가 가는 모든 상태의 집합을 의미한다. 여기서 $f \in F, F \subset P(F)$ 의 조건을 가지며, 객체의 출력으로 행동의 변화 모든 속성의 변화를 포함한다.

$$M = (Q, \Sigma, fuzzy_Ctrl, 2^Q, F)$$

$$fuzzy_Ctrl : Q \times \Sigma \rightarrow F \quad (예1)$$

위에서 보는(예1)과 같이 가상현실 오토마타를 규정하고, 각 요소들을 다음과 같이 규정할 수 있다.

<p>Q -가상현실의 모든 객체 set -$q \in Q, Q \subset P(Q)$ -$P(Q)$는 가상현실 객체가 초기 로딩될 때의 객체를 의미 -(Character, NPC)</p> <p>Σ -가상현실에서 일어날 수 있는 모든 이벤트의 set -$\sigma \in \Sigma, \Sigma \subset P(\Sigma)$ -거리를 중심으로 한 이벤트</p> <p>Δ -가상현실 객체의 행동 전이를 유발하는 모든 전이 함수의 set -$\delta \in \Delta, \Delta \subset P(\Delta)$ -Fuzzy control로 지정 -이벤트에 의해 적절한 전이함수의 선택이 중요. 최근의 동향에서는 유전알고리즘과 신경망 알고리즘을 많이 채택하고 있음. -코움스 방법채택 - 코움스 방법이란 객체가 가지는 속성에 의하여 폭발적인 규칙 생성최소한의 규칙 생성에 장점</p> <p>F -가상현실 객체가 갖는 모든 action의 set -$f \in F, F \subset P(F)$ -{escape, attack, defense }</p>
--

가상현실 객체들이 가지는 동적이고 복합적인 속성을 나타내기 위하여 전이 함수를 적용하였다. 전이 함수의 다양성으로 인하여 가상현실 객체는 객체들의 특성을 잘 반영할 수 있으며, 객체들의 행동 변화를 설명하기에 적합하다. 그러나 본 논문에서는 각 객체들에 따라 전이함수의 적용이 불가능하므로 단일 객체마다 다른 전이 함수를 적용할 수 있는 오토마타의 고안이 필요하다. 그 다음연구로는 제시한 가상현실 오토마타에 시간 개념과, 공간 개념을 적용하여 좀더 세분화한 객체의 상태를 정의해야 한다[10].

[참고문헌]

[1] Gun A. Lee Gerard Jounghyun Kim Chan-mo Park, Modeling Virtual Object Behavior within Virtual Environment, ACM, 2002

[2] Object Oriented Database, David Maier

[3] Francois Bernier Denis Poussart Denis Laurendeau Martin Sinoneau, Interaction-Centric Modeling for Interactive Virtual Worlds : the APIA Approach, Dept. of ECE, Canada

[4] Jouni Smed, Timo Kaukoranta, Harri Hakonen, Aspects of Networking in Multiplayer Computer, TUCS

[5] Tamer F.Rabie, "Autonomous Perception System for Dynamic Virtual Environments",2002 IEEE

[6] C.Geiger, M.Latzel, Prototyping of Complex Plan Based Behavior For 3D Actors, ACM 2000

[7] Manolya Kavakli, Jason R.Thorne, Protocol Analysis in Modelling Autonomously Reactive Agents in Computer Games, Technical report : RGAI-01-02

[8] 김미경, 조경은, 엄기현, 가상현실에서 시간 기반 비결정적 오토마타를 이용한 데이터 모델, 2004 동계 게임학회

[9] 문찬일, 조경은, 엄기현, 조형제, 메시지 전파가 가능한 동적 군중 NPC의 행동 패턴 제어 기법, 2004 동계 게임학회

[10] Simon Gibbs, Christian Breiteneder, Dennis Tsichritzis, "Data Modeling of Time-Based Media",ACM SIGMOD RECORD Proc.,1994

5. 결론 및 향후과제

가상현실 모델은 개념과 그에 따른 특성을 잘 설명할 수 있어야 한다. 그러므로 본 논문에서는 가상현실의 개념과 객체의 특성을 분석하고 객체들의 종류를 분류하였다 또한 오토마타의 기본 개념을 이용하여