

대규모 가상공간에서 우선순위에 기반한 AOI 관리모델에 관한 연구

유 석 종[†]

요 약

DVE는 참여자들간의 협업을 목적으로 하는 가상공간으로 발생하는 이벤트의 공유를 위해 교환되는 메시지 트래픽의 효율적인 처리는 매우 중요하다. 이벤트 메시지는 중앙의 관리서버를 경유하여 타 참여자에게 전달되며 수신범위, 수신자의 수, 이벤트 발생 빈도에 따라 메시지 트래픽은 크게 영향을 받는다. AOI는 참여자 주변의 이벤트가 전달되는 공간적 범위로, 기존의 기법은 이벤트의 발생순서에만 의존하여 처리함으로써 이벤트의 중요도가 고려되지 못하는 문제점을 안고 있다. 본 연구에서는 기존의 AOI모델의 기능을 확장하고자 단일관심영역을 다중영역으로 분할하고, 각 영역별 우선순위를 부여하여 메시지 필터링의 효율성을 높일 수 있는 방법을 제안한다. 제안된 우선순위 AOI 모델은 중요 이벤트 메시지의 처리지연시간을 줄임으로써 결과적으로 시스템의 응답성을 향상하는 장점이 있다. 제안된 기법의 성능평가를 위하여 기존의 단일영역방법과의 메시지 트래픽 측정비교실험을 수행하였다.

A Study on an AOI Management in Virtual Environments Based on the Priority

Seokjong Yu[†]

ABSTRACT

This paper proposes a priority based AOI management model as a method to effectively process message traffic for collaboration in virtual environments. Where message traffic reaches the maximum capacity of the message replay server in DVE, some of the events might be delayed to be updated at the remote clients. Because existing AOI models depend only on the occurrence time of events, they have a problem that more important events in the context might be processed later than less serious ones. Close Interactions with other participants are relatively more important than simple events which happen at a distance from the participant. This study classifies the priorities of events according to the degree of interest, and proposes a method to reduce processing delay time of events highly interested by a user. The proposed model offers a way to effectively utilize limited capacity of a server using a priority queue mechanism, which is able to handle different kinds of events. To prevent from starvation of simple events and to give fairness to the proposed algorithm, event occurrence time is also considered as well as degree of interest when processing events.

Key words: Distributed Virtual Environment(분산가상환경), Area of Interest(관심영역), Event Message(이벤트메시지), Priority Queue(우선순위큐)

* 교신저자(Corresponding Author) : 유석종, 주소 : 서울 용산구 효창원길 52(140-742), 전화 : 02)710-9831, FAX : 02)710-9296, E-mail : yusjong@sookmyung.ac.kr
접수일 : 2005년 5월 23일, 완료일 : 2005년 9월 29일

[†] 정회원, 숙명여자대학교 컴퓨터과학과 조교수
※본 연구는 숙명여자대학교 2005년도 교내연구비 지원에 의해 수행되었음.

1. 서 론

분산가상환경(distributed virtual environment: DVE)은 분산된 다수의 참여자들간의 협업을 수행하는 환경으로 참여자의 행위 정보는 이벤트 메시지 형태로 통신망상에서 전달된다[1-4]. MMORPG (Massively Multiplayer Online Role-Playing Game)은 천명 이상의 동시접속자가 상호작용할 수 있는 대표적인 분산가상환경 응용 중의 하나이다 [5,6]. 참여자의 수가 대규모화 될수록 가상공간에서 참여자 및 데이터 트래픽에 대한 효율적인 관리기술은 더욱 중요해지고 있다. 가상공간에서 참여자는 자신의 분신인 아바타(avatar)를 통하여 시각적으로 참여자의 행동과 존재를 알려야 하므로 모든 참여자가 일관된 상태정보를 갖는 것은 필수적인 요소이다[7].

이벤트 메시지는 일반적으로 중앙의 관리서버를 경유하여 타 참여자에게 전달되며 서버에서는 시스템의 확장성과 안정성을 위하여 응용시스템에 적절한 필터링 메커니즘을 사용하여 메시지 트래픽을 제어할 수 있다. 메시지 필터링 방법 중의 하나인 관심영역(area of interest: AOI)기법[2,8,9]은 참여자가 현재 관심을 기울이고 있는 주변 영역의 이벤트만을 고려하여 통지해주는 방법을 사용한다. 기존의 관심영역과 중앙서버 모델에서 이벤트 전달방법의 문제점은 메시지 처리를 이벤트의 발생시간에만 의존하며 이벤트의 중요도는 고려하지 않아 사용자간 상호작용에서 발생하는 중요 이벤트의 처리가 지연될 수 있다는 점이다.

본 연구에서는 AOI 모델의 효율성을 높이기 위하여 AOI 내에서 발생하는 이벤트를 중요도에 따라 차등화하고 우선순위를 부여하여 전체적인 시스템의 응답성을 높이는 방법을 제안한다. 제안된 우선순위 기반 AOI (priority-based AOI) 모델은 AOI내에서 발생하는 이벤트를 관심도(degree of interest: DOI)에 따라 분류하여 다중 큐에서 차등처리함으로써 시스템의 응답성과 메시지 필터링 효율을 높일 수 있다. 또한 우선순위가 낮은 이벤트의 무한대기(starvation)를 방지하기 위하여 우선순위 큐에서 이벤트의 중요도뿐만 아니라 발생순서를 함께 병행하여 고려하고자 하였다.

2장에서는 분산가상환경에 대한 개요를 소개하고, 3장에서 제안된 우선순위 AOI 모델에 대하여 기술하

였으며, 4장에서는 제안된 모델과 기존 모델과의 성능비교실험을 수행한 결과를 제시하였다.

2. 분산가상환경

2.1 개요 및 특징

DVE는 네트워크 상에 분산된 참여자들이 가상현실 인터페이스를 이용하여 공동작업(collaboration)을 수행하는 가상공간(virtual world)이다[1-4]. DVE는 지리적으로 떨어져 있는 참여자들간의 상호작용을 목적으로 하며 분산시뮬레이션, 가상 커뮤니티, MMORPG, 원격제어 등 다양한 분야에 응용되고 있다. 가상환경에 대한 주요 연구분야에는 분산서버 기술(distributed server architecture), 가상인간 기술(virtual human), 3차원 탐색항해기술(3D manipulation and navigation) 등이 있다[7,9-11]. 최근 가상환경에서는 동시접속자의 수가 대규모화되면서 확장가능한(scalable) DVE의 필요성이 높아지고 있다. DVE의 확장성(scalability)이란 참여자수 또는 가상공간의 크기가 확장되어도 시스템 성능이 저하되지 않고 안정적으로 유지되는 성질을 의미한다 [2-4]. 확장성 향상을 위한 방법으로는 다수의 서버를 이용하여 가상공간을 분할하여 관리하는 방법 [8,9]과 AOI기법을 이용한 메시지 전달 범위를 조절하는 방법[2,9], 데드레코닝을 이용하여 참여자의 움직임을 근사(approximation)하는 방법 등이 있다[11]. 가상환경에서 참여자는 대리자(agent)인 ‘아바타(avatar)’로 표현되어 참여자 자신의 행동, 존재, 감정을 타 참여자에게 전달하는 역할을 수행한다. 아바타 이외의 자율객체(autonomous object)인 NPC(non-player character)를 총칭하여 ‘가상인간(virtual human)’이라 부르며 실감나는 모델링과 애니메이션에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다[7].

2.2 확장가능한 가상환경 기술

(1) 메시지 전달 모델

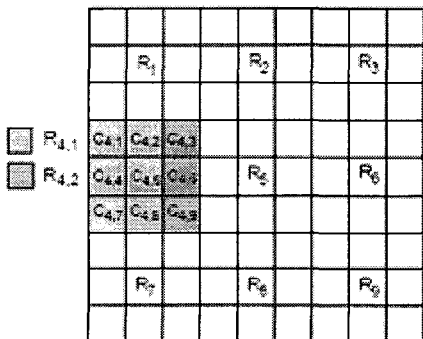
참여자의 행위로 인해 발생하는 이벤트를 즉시 타 참여자에게 전송되어야 하므로 메시지 전달모델은 온라인게임의 확장성에 직접적으로 영향을 미치는 요소이다. 클라이언트-서버(client-server)모델은 각 클라이언트 컴퓨터가 서버에 연결되고 중앙서버가

메시지 중계 및 필터링을 담당한다. 이 방식은 구현이 쉬운 반면 서버 병목현상(bottleneck)이 발생하거나 서버의 고장이 전체시스템의 실패로 이어지는 위험성을 앓고 있다.

피어-투-피어(peer-to-peer) 방식[11]에서는 서버를 경유하여 메시지가 전송되는 대신 피어 컴퓨터 간에 메시지가 직접 전달된다. 이 방식은 메시지 전달 지연시간(latency)이 적은 반면 참여자의 수를 늘리는 데 한계가 있는 구조이다. 피어-서버(peer-server)방식은 ATLAS[3]에서 사용된 것으로 멀티캐스트 메시지를 사용하여 정보의 양을 줄이는 방식이다. 이 방식은 멀티캐스트 프로토콜을 완전히 지원하는 인터넷 환경에서만 가능하다는 제약조건(constraint)을 가지고 있다. 분산 서버-네트워크(server-network)방식[10,12]은 가상공간에서 사실상 표준으로 자리잡아 가고 있는 구조로, 클라이언트가 아바타를 움직이게 되면 일단 자신이 연결된 지역 서버로 메시지가 전송된후 그 지역서버에 연결된 또 다른 지역서버에 전송된다. 이 방식에서는 클라이언트는 메시지 처리에 대한 부담을 줄일 수 있고 분산 서버를 통하여 단일중앙서버 구조의 단점을 보완할 수 있다.

(2) 공간분할법

공간분할법(spatial partitioning)은 DVE에서 시스템의 확장성을 높이기 위하여 널리 사용되는 필터링 방법 중의 하나로 그림 1 [8]과 같이 DVE를 여러 개의 지역(zone)으로 분할하여 각각의 담당서버에 의하여 관리하도록 한다. 하나의 지역(zone)은 또다



(R : Region, C : Cell)

그림 1. 공간분할법

시 더 작은 셀(cell)로 세분화되며 여러 개의 셀을 묶어 AOI로 정의한다. AOI는 AOI 자체의 이동여부에 따라 고정형(fixed type) 과 이동형(moving type)으로 나누고, AOI의 형태에 따라 Hexagonal, Rectangle, Circle형, 불규칙형로 나뉜다[1-4,9]. Hexagon 셀을 사용한 AOI모델로는 군사훈련용 분산시뮬레이션 시스템인 NPSNET이 있다[4].

2.3 참여자 분포도

DVE에서 아바타의 분포유형은 균일분포형(uniform distribution), 편중분포형(skewed distribution), 클러스터형(clustered distribution)으로 구분할 수 있다[9]. 균일분포형은 참여자의 분포가 균일한 경우로 이상적인 분포에 속한다. 편중분포형은 한 곳의 특정 지역을 중심으로 아바타가 몰려 분포하는 경우를 말하며, 클러스터형은 편중된 지역이 다수 분포하는 경우이다. DVE에서 참여자는 이러한 세가지 유형들이 혼재되어 분포한다. 기존의 AOI기법들에서는 AOI의 공간적 크기를 통하여 필터링 수준을 조절하려는 경향이 강하였다. 그러나 실제적인 필터링 성능은 정적인 거리정보 이외에 영역 내에 존재하는 참여자의 수, 즉 참여자 밀집도(population density)와 밀접한 관련성을 가지고 있다. 참여자 밀집도와 관련된 연구로는 관심영역 축소 방법[2]과 분산서버간의 부하 균등화 방법(load balancing)[4,8,12]이 있다. 관심영역을 축소하는 방법은 참여자간 상호작용성이 감소되는 문제점을 앓고 있다. 공간분할된 영역간에 참여자가 이동하는 경우 갑작스럽게 아바타가 출현하는 현상이 발생하는데 이에 대한 해결책으로 경계영역을 공유하는 방법이 제안되었다[10]. 이 방법은 공유영역에서 아바타의 정보가 중복 저장되어 공유영역에 아바타의 수가 많거나 경계간 이동이 잦은 경우 서버간의 통신량이 증가되어 전체 가상공간의 효율성을 떨어뜨릴 수 있다.

3. 우선순위 기반 AOI 모델

기존 AOI모델은 AOI 내에서 발생하는 이벤트에 대하여 발생순서만을 고려하고 있으며 이벤트에 대한 참여자의 DOI를 필터링 요소로 반영하고 있지 않다. AOI는 참여자 주변의 영역으로 타 참여자와 상호작용이 발생하는 곳이다. AOI내의 이벤트 처리하

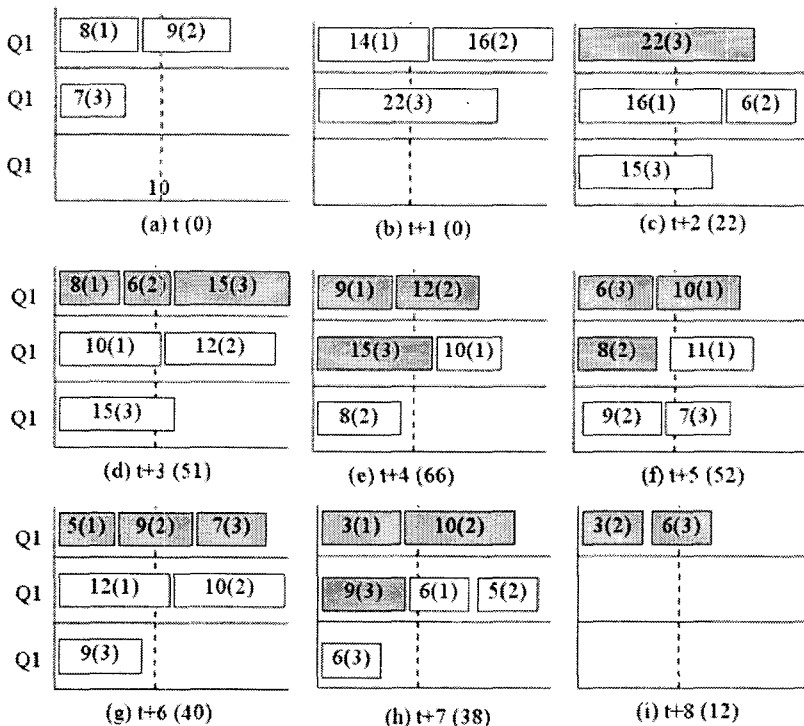
는데 시간지연이 전혀 없다면 이벤트는 발생순서대로 처리하는 것이 가장 합리적이다. 그러나 가상환경에서는 참여자 수가 증가되거나 국지적으로 밀집되는 경우가 빈번하기 때문에 이벤트의 처리지연은 불가피한 상황이다. 기존의 AOI모델은 가상공간의 참여자가 급격히 증가하는 경우 단순히 AOI영역의 크기를 줄이는 방법으로 처리할 데이터 트래픽을 조절하였다[2].

AOI내에서 발생하는 이벤트는 그 종류에 따라 중요도(priority)를 다르게 분류할 수 있다. 즉 참여자 주변에서 상호작용시에 발생하는 이벤트는 공동작업의 성능을 결정하는 중요한 경우인 반면, AOI내이지만 참여자로부터 떨어진 곳에서 발생한 이벤트는 전송에 대한 우선순위가 상대적으로 낮다고 할 수 있다. 이벤트의 중요도를 DOI를 통하여 표현할 수 있으며 제안된 기법에서는 참여자의 DOI 정보에 기반하여 차등적으로 우선순위를 결정하였다. 그러나 이벤트의 발생순서 또한 환경 공유에 있어서 기본적인 중요한 기준이므로 이벤트의 처리과정에 함께 반영

될 수 있도록 하였다.

3.1 단일 메시지 큐 모델

그림 2는 기존의 AOI모델에서 메시지 트래픽을 처리하는 과정을 도식한 것이다. 기존의 AOI모델은 모든 이벤트는 발생하는 순서에 따라 대기큐에 삽입되고 그 순서대로 처리된다[2,8,9]. 따라서 서버의 처리용량을 초과하는 메시지 트래픽이 발생하는 경우 초과되는 메시지는 다음 사이클에 처리될 때까지 지연이 불가피하다. 그림 2에서 셋으로 분할된 각 큐가 우선순위를 의미하는 것은 아니며 이벤트는 도착순서에 따라 최상위 큐에서 하위큐의 순서로 삽입되어 처리된다. 그림 2(a)에서 8(1), 9(2), 7(3)은 전체 AOI들에서 발생된 이벤트를 'workload(level)'의 표기법으로 나타낸 것으로 중요도가 각각 level₁, level₂, level₃인 이벤트의 처리량(workload)이 각각 8, 9, 7이라는 의미이다. 한 사이클에 서버의 한계처리용량을 30 단위라고 가정할때 대기 중인 모든 이벤트는 첫번



$$(M_{limit} = 30, Q_{Taverage} = 281/9=31.2)$$

그림 2. 단일 큐 AOI 모델

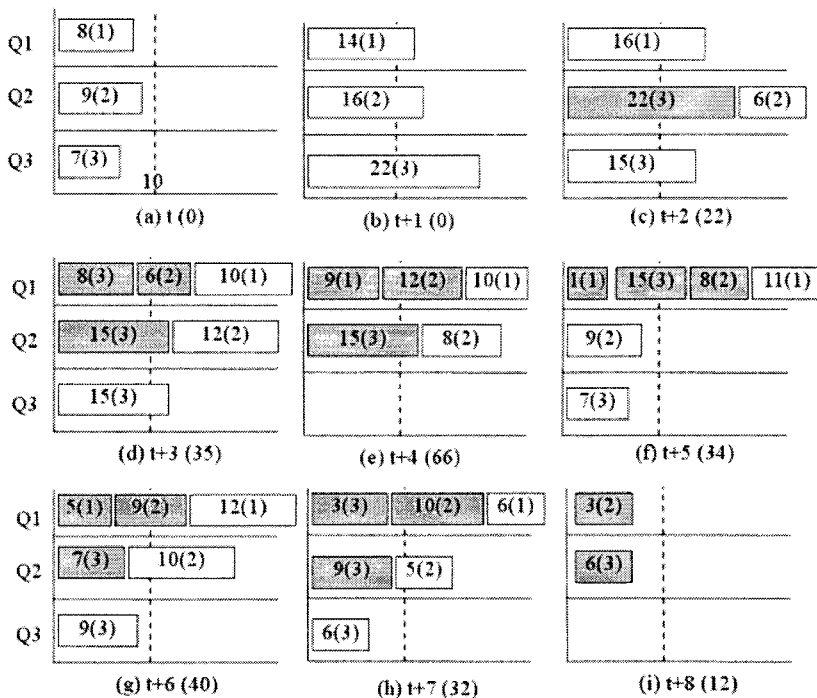
째 사이클에 처리된다. (b)에서 새로운 이벤트의 workload으로 각 우선순위별로 14(1), 16(2), 22(3)가 삽입되었으며, 30 단위의 workload만이 처리되고 사이클 t+1에 발생한 이벤트 중 22(3)가 남게 된다. 사이클 t+2에서는 t+1에서 처리되지 못한 22(3)와 새로운 workload인 16(1), 6(2), 15(3)가 처리되어야 한다. t+2에서 30단위를 처리하고 나면 t+3에서는 같은 방식으로 t+2의 workload으로 8(1), 6(2), 15(3)와 새롭게 발생한 workload 10(1), 12(2), 15(3)가 대기하게 된다. 이러한 식으로 발생하는 이벤트가 처리되고 처리용량보다 이벤트의 발생량이 많으면 메시지들의 처리지연시간은 증가할 수 밖에 없다. 단일 대기큐를 사용하는 기존의 AOI모델에 대하여 예로 발생한 이벤트를 처리하였을 경우 t+8 사이클 경과 후 대기큐에서의 이벤트의 평균대기시간은 31.2(=281/9)가 된다.

3.2 우선순위 메시지 큐 모델

제안된 우선순위 AOI모델은 이벤트를 중요도에

따라 분류하기 위하여 참여자의 DOI정보를 사용하며 참여자간 거리와 방향의 차에 의하여 결정된다. 이벤트를 중요도에 따라 분류하기 위해서는 이벤트의 종류, 발생요인 등을 모두 고려하여야 하나 본 연구에서는 거리와 방향 정보에만 국한하기로 한다. 기존의 AOI모델에서는 AOI내 모든 이벤트는 발생하는 순서에 따라 단일 이벤트 대기 큐에 삽입된다. 우선순위 AOI모델에서 이벤트는 발생한 공간적 위치와 방향에 따라 참여자로 부터의 DOI가 결정되고 이에 따라 서로 다른 우선순위를 갖는 대기 큐에 삽입된다. 이벤트의 우선순위는 가장 높은 단계 level₁에서 중간단계 level₂, 낮은 단계 level₃로 분류하였다. 서버는 level₁에서 level₃의 방향으로 이벤트를 먼저 처리한다.

우선순위 AOI모델의 처리과정은 그림 3과 같다. 이 AOI모델에서 서버가 한 사이클(t) 동안 처리할 수 있는 메시지 트래픽을 M_{limit}로 정의한다. 즉 발생한 메시지 트래픽이 M_{limit}보다 많을 경우 일부 메시지에서 처리지연이 발생한다. 우선순위 AOI모델에



(M_{limit} = 30, Q_{Taverage}=241/9=26.7)

그림 3. 제안된 우선순위 큐 AOI 모델

서 서버는 우선순위가 높은 큐에 대기중인 처리량을 먼저 처리하고 낮은 큐 방향으로 M_{limit} 에 도달할 때까지 메시지를 처리한다. 처리되지 못하고 남은 메시지는 다음 처리사이클 $t+1$ 로 처리가 지연되는데, 우선순위가 낮은 이벤트의 처리지연시간이 무한히 증가하는 현상(starvation)을 방지하기 위하여 큐에서 대기한 시간이 한 사이클이 경과할 때마다 대기중인 이벤트는 한단계 상위의 큐로 이동한다($Q_1 \rightarrow Q_1, Q_2 \rightarrow Q_1, Q_3 \rightarrow Q_2$). 다음 사이클에서 서버는 동일한 방식으로 상위큐에서 하위큐의 방향으로 M_{limit} 만큼 이벤트를 처리하고 남은 이벤트에 대하여 같은 규칙을 적용한다.

그림 2와 3에서 제시된 것과 같이 두 모델에서 측정된 평균 대기시간은 각각 31.2와 26.7로 제안된 우선순위 AOI모델의 경우에 약 14.42%정도 큐 상에서의 대기시간이 감소된 것을 알 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{Reduced rate of } QT_{\text{average}} &= (\text{단일큐 } QT - \text{우선순위} \\ &\quad \text{큐 } QT) / \text{단일큐 } QT \\ &= (31.2 - 26.7) / (31.2) \\ &= 14.42\% \end{aligned} \quad (1)$$

그림 4는 우선순위 AOI 모델의 수행알고리즘과 관련된 매개변수를 나타낸 것이다.

<p>Algorithm (Priority AOI) M_{limit} : max number of messages processed by the server during a time interval v. $n(t)$: number of AOI at time t. AOI_i : an AOI group which is composed of a set of receivers from an avatar i. $DOI(s,t) = w_1d(s,t) * w_2o(s,t)$, where d and o are distance and orientation. w_1, w_2 are weights, s and t are participants who collided each other. $L_{i,1}, L_{i,2}, L_{i,3}$: sub-layers of AOI_i, $L_{i,1}$ and $L_{i,3}$ are the highest and the lowest priority layers, respectively. $M_{i,1}, M_{i,2}, M_{i,3}$: number of messages which have been occurred in the layers $L_{i,1}, L_{i,2},$ and $L_{i,3}$. $M_{aj}(t) = \sum M_{ij}(t)$: message traffic at time t, for $1 \leq i \leq n(t)$ and $1 < j < 3$. Q_1, Q_2, Q_3 : priority queues.</p> <pre> while (1) { for (j=1; j<=3; j++) add $M_{aj}(t)$ into Q_j. Process messages as much as M_{limit} in the order from Q_1 to Q_3 at cycle t. Move remaining messages to one higher level queue as ($Q_1 \rightarrow Q_1, Q_2 \rightarrow Q_1, Q_3 \rightarrow Q_2$) } </pre>

그림 4. Priority AOI 수행알고리즘

4. 성능평가 실험

제안된 기법의 성능을 평가하기 위하여 가상의 이벤트를 발생시키고 기존의 단일큐 AOI 모델과 제안된 우선순위 AOI 모델을 각각 적용하여 대기큐에서 workload의 평균대기시간(QT_{average})을 측정 비교하였다. 실험에서 사용한 단일 이벤트 큐 방식은 거의 모든 기존의 AOI모델에서 사용하는 것으로 제안된 방법의 성능을 비교하는데 가장 적합한 비교 대상모델이다. 기존의 AOI 모델은 발생된 이벤트를 우선순위 개념없이 단일 이벤트 큐 상에서 처리하는 데 비하여 제한된 모델은 이벤트를 DOI에 따라 3단계로 분류하여 다중 우선순위 큐 상에서 처리한다. 각 큐는 대기하는 workload에 대하여 처리시간이 지연될 때마다 차등화된 queuing time weight를 부여한다. 즉 관심도가 높은 중요한 이벤트일수록 처리지연에 대하여 높은 weight(penalty)를 부여하였다. 표 1은 두 실험모델의 특성을 비교한 것이다.

전체공간에서 메시지처리를 위해 큐에서의 총대기시간은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$QT_{\text{total}} = \sum_{i=1}^n (QT_1(t)w_1 + QT_2(t)w_2 + QT_3(t)w_3) \quad (2)$$

n 은 AOI 그룹의 수이며, w_1, w_2, w_3 은 각각 layer 1, 2, 3에 대한 대기시간 weights, QT 는 대기시간을 의미한다.

표 2는 효과적인 실험을 위하여 메시지 트래픽 포화비율(workload/ M_{limit})을 조절하여 큐에서의 평균 대기시간(QT_{average})을 측정한 결과이다. 총 AOI그룹의 수는 10으로 설정하였으며, 메시지 트래픽 대 서버의 처리용량(W/M_{limit})의 비율은 120%, 150%, 180%로 설정하여 각각 수행하였다. 참여자 분포 유형이 균일한 경우에 대해서만 실험을 수행하였으나 Skewed나 clustered 분포의 경우에도 유사한 실험 결과의 예측이 가능하다.

표 1. 단일큐 AOI모델과 우선순위 AOI모델의 특성 비교

	ordinary AOI	priority AOI
# of layers	3	3
event processing criteria	발생시간	발생시간 + DOI
# of event queues	1	3
QT weight per layer	3:2:1	3:2:1

표 2. 처리지연시간 감소율 측정결과

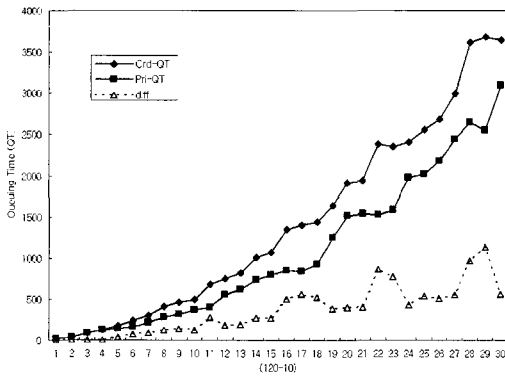
메시지 트래픽 포화비율	$\frac{W}{M_{limit}}$	120%	150%	180%
처리지연 감소율	$\frac{QT_{ordinary} - QT_{priority}}{QT_{ordinary}}$	25.5%	16.7%	13.6%

그림 5은 기존의 단일큐 AOI 모델과 제안된 우선 순위 AOI모델을 적용하여 메시지 트래픽의 처리지연시간을 측정 비교한 결과이다. 그림 5(a)는 M_{limit} 대비 120%의 메시지 트래픽을 발생시킨 후 실험결과이며, (b), (c)는 각각 150%, 180%의 초과 메시지 트래픽이 적용된 결과이다. M_{limit} 보다 초과된 메시지 트래픽이 발생하여 시간이 경과할수록 처리해야 할 workload가 증가하였으며 이벤트 처리대기시간도 증가하는 것을 확인할 수 있다. W/M_{limit} 비율이 120%인 경우 우선순위 AOI모델에서 약 25.5% 정도의 처리 대기시간이 감소하는 결과를 보여주었다. 또한 처

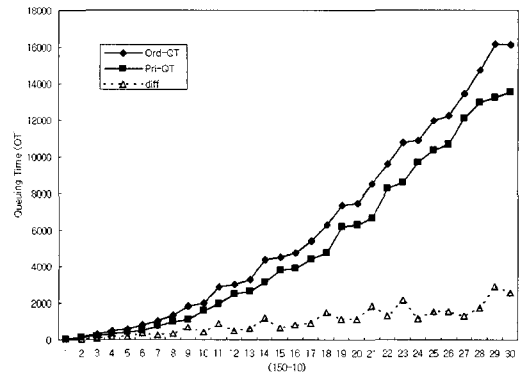
리용량비율이 150%인 경우 16.7%의 대기시간이 감소되었으며, 180%인 경우 13.6%정도가 감소되었다. W/M_{limit} 비율이 높아질수록 처리대기시간의 차이가 줄어드는 것을 알 수 있다. 3회의 QT 측정 실험을 통하여 제안된 우선순위기반 AOI 모델이 평균적으로 18.6%정도 이벤트 처리지연시간이 감소되는 효과가 있음을 확인하였다. 본 실험결과가 나타난 이유는 다음과 같이 설명할 수 있다. 제안된 방법은 우선 순위가 높은 이벤트를 우선적으로 처리하기 때문에 전체적인 처리지연시간이 감소하는 반면 기존의 단일 이벤트 방법은 이벤트 발생시간만을 고려하기 때문에 높은 페널티를 받는 이벤트의 처리지연시간이 증가된 결과라고 볼 수 있다.

5. 결 론

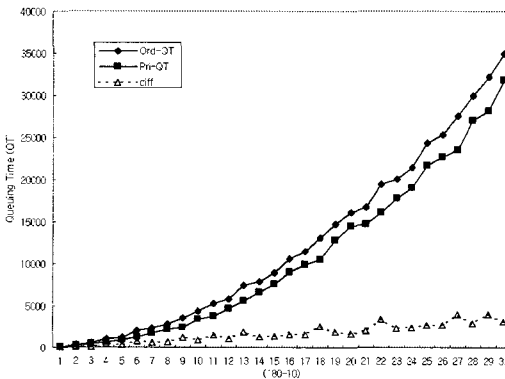
가상환경은 네트워크 대역폭, CPU 처리시간과 같



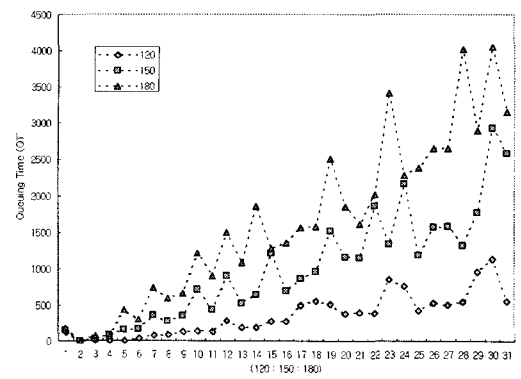
(a) workload/ M_{limit} = 120%



(b) workload/ M_{limit} = 150%



(c) workload/ M_{limit} = 180%



(d) M_{diff} (120:150:180)

그림 5. 메시지 처리지연시간 측정결과

은 유한한 자원을 효과적으로 활용하여 다수의 참여자간에 원활한 상호작용성(interactivity)을 제공하는 것이 기본적인 목표라고 할 수 있다. 대부분의 시스템에서는 메시지 필터링 기법을 통하여 자원의 소비를 최소화하려는 노력을 하고 있으며 AOI모델은 대표적인 방법 중의 하나이다. 기존의 AOI모델은 이벤트를 발생순서에 의해서만 일률적으로 처리함으로써 참여자의 수 또는 지역적인 밀집도의 증가로 인해 이벤트 발생량이 서버의 처리용량을 초과하는 경우 중요 상호작용 이벤트의 처리가 지연되는 문제점을 갖고 있다. 본 연구에서는 기존 AOI모델의 문제점을 개선하고자 우선순위 AOI모델을 제안하였으며 구체적으로 다음과 같은 장점을 얻을 수 있다. 첫째, 우선순위 큐를 통한 이벤트 처리 메커니즘을 도입하여 중요도가 높은 이벤트의 처리대기시간을 최소화함으로써 시스템 응답성을 높일 수 있다. 둘째, DOI와 이벤트 발생시간을 함께 고려하기 위하여 처리대기시간 경과에 따라 workload의 큐간 이동이 가능하도록 하였으며 중요도가 낮은 이벤트의 대기시간이 무한히 증가하는 문제점을 방지하였다. 제안된 모델의 성능평가실험에서 측정된 메시지 처리 대기시간을 비교한 결과 기존 AOI방법에 비하여 13~26% 정도의 대기시간 감소효과가 있음을 확인하였다. 본 연구의 평가실험에서는 다루어지지 않았지만 다른 참여자 분포도에서도 유사한 결과가 나타날 것이라 판단된다.

참 고 문 헌

[1] J.W. Barrus, R.C. Waters, and D.B. Anderson, "Locales and Beacons: Efficient and Precise Support for Large Multi-User Virtual Environments," *Proceedings of the IEEE Virtual Reality Annual International Symposium*, pp. 204-213, 1996.

[2] C. M. Greenhalgh and S. D. Benford, "MASSIVE: A Distributed Virtual Reality System Incorporating Spatial Trading," *Proceedings of 15th International Conference on Distributed Computing Systems*, Los Alamitos CA, ACM Press, pp. 27-34, 1995.

[3] D. Lee, M. Lim and S. Han, "ATLAS A

Scalable Network Framework for Distributed Virtual Environments," *ACM Collaborative Virtual Environment*, Bonn Germany, pp. 47-54, 2002.

[4] S. Singhal and M. Zyda, "Networked Virtual Environments," *ACM Press*, New York, 1999.

[5] Lineage. <http://www.lineage.com/>.

[6] Ultima online. <http://www.uo.com/>.

[7] T. K. Capin, I. S. Pandzic, N. Magnenat-Thalmann, and D. Thalmann, "Networking Data for Virtual Humans," *Avatars in Networked Virtual Environments*, Wiley, 1999.

[8] C.S. John, M. Lui, and F. Chan, "An Efficient Partitioning Algorithm for Distributed Virtual Environment Systems," *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, Vol. 13, No. 3, pp. 193-211, 2002.

[9] J. Huang, Y. Du, and C. Wang, "Design of the Server Cluster to Support Avatar Migration," *IEEE VR2003*, Los Angeles, USA, pp. 7-14, 2003.

[10] E. F. Churchill and D. Snowdon, "Collaborative Virtual Environments: An Introductory Review of Issues and Systems," *Virtual Reality*, Vol. 3, No. 1, Springer-Verlag, pp. 3-15, 1998.

[11] B. Ng, A. Si, R. W.H. Lau, and F. W.B. Li, "A Multi-Server Architecture for Distributed Virtual Walkthrough," *Proceedings of the ACM symposium on Virtual Reality Software and Technology*, pp. 163-170, 2002.



유 석 중

1994년 연세대학교 전산과학과 학사
 1996년 연세대학교 대학원 컴퓨터과학과 석사
 2001년 연세대학교 대학원 컴퓨터과학과 공학박사
 2001년 6월~2002년 12월

Univ. of Ottawa, Postdoctoral fellow
 2003년 1월~2005년 2월 국립한밭대학교 정보통신컴퓨터공학부 전임강사
 2005년 3월~현재 숙명여자대학교 컴퓨터과학과 조교수
 관심분야 : 컴퓨터그래픽스, 가상현실, 온라인게임