

# 확장 관심영역 모델을 이용한 가상공간 이벤트 메시지 처리기법

유 석 종<sup>†</sup>

## 요 약

가상환경에서 분산된 참여자들이 공동작업을 원활히 수행하기 위해서는 효율적인 이벤트 메시지의 처리 메커니즘이 필수적으로 제공되어야 한다. 관심영역을 이용한 메시지 필터링 기법은 이벤트가 전파될 범위를 참여자의 주변 영역으로 제한함으로써 효과적으로 메시지 트래픽을 감소시킬 수 있다. 기존의 관심영역기법은 영역을 크기를 고정시킴으로써 가상환경 시스템의 성능에 영향을 미칠 수 있는 참여자 수의 변화에 능동적으로 적용하기 어려운 단점을 가지고 있다. 본 연구에서는 기존 방법의 단점을 개선하고자 환경의 동적인 변화에 적응도가 높은 확장관심영역모델을 제안하고자 한다. 제안된 연구는 관심영역의 기능을 확장하여 다중영역과 차등화된 이벤트 처리 알고리즘을 제공함으로써 필터링의 효율성을 향상하고자 하였다. 제안된 기법은 분산가상환경, MMORPG와 같은 대규모 참여자 시스템에서 이벤트 처리 시스템으로 활용될 수 있으며, 성능평가를 위해 기존 방법과의 비교실험을 수행하였다.

## Event Message Processing in Virtual Environment Using the Extended Area of Interest Model

Seokjong Yu<sup>†</sup>

## ABSTRACT

How to process event message traffic efficiently is important to collaboration among multiple distributed users, and it is a key research issue in the virtual environment fields. AOI model is one of solutions for this problem; which reduces message traffic by restricting event propagation region into an area in which a user is interested. However, in previous systems, it is difficult to adapt to dynamic environment where changes in the number and movement of participants are frequent. This paper proposes a new event management model, called extended AOI model, which is helpful to improve flexibility and efficiency of traditional models, and is able to extend its functions by introducing multi-layered regions. The proposed model can be applied to DVE and MMORPG as an event filtering model.

**Key words:** Virtual Environment(가상환경), Event Message Filtering(이벤트 메시지 필터링), Area of Interest (관심영역)

## 1. 서 론

분산가상환경(distributed virtual environment: DVE)은 현실감이 나도록 가상으로 모델링 공간에서

분산된 참여자들간의 동기적인 협업을 지원하는 실시간 시스템으로 분산시뮬레이션, 가상 커뮤니티, 대규모 온라인게임 등에 다양한 분야에 활용되고 있다 [1-3]. DVE는 분산시스템, 가상현실, CSCW 분야가

※ 교신저자(Corresponding Author) : 유석종, 주소 : 서울 용산구 효창원길 54(140-742), 전화 : 02)710-9831, FAX : 02)710-9296, E-mail : yusjong@sookmyung.ac.kr  
접수일 : 2005년 7월 14일, 완료일 : 2005년 11월 29일

<sup>†</sup> 정회원, 숙명여자대학교 컴퓨터과학과  
※ 이 논문은 2005년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (KRF-2005-003-D00324)

복합된 시스템으로써 해결해야 할 문제도 다양하다. 대표적인 연구주제로는 확장가능한 시스템 구조기술(scalable architecture)[4,5], 참여자의 대리자인 아바타의 행위 제어 및 애니메이션기술[6], 다중사용자간 공동작업 제공기술(collaboration)이 있다. 본 연구는 첫 번째 주제인 확장가능한 DVE 설계를 위한 공간분할기법(spatial partitioning)에 초점을 맞추고 있다. 컴퓨터 성능 및 인터넷 대역폭의 향상으로 DVE시스템에 동시접속자가 급증하면서 확장가능한 분산시스템에 대한 중요성이 높아지고 있다. 확장가능한 시스템이란 참여자의 수가 증가하여도 제공되는 서비스의 질이 떨어지지 않는 시스템을 의미한다[7]. 이와 관련한 기술로는 다중분산서버를 이용하는 방법[4], 공간분할법(spatial partitioning)을 이용하는 방법[8,9], 데드레코닝(dead reckoning) 알고리즘을 이용한 경로 근사방법[10] 등이 있다.

분산서버기술(distributed server architecture)은 DVE에서 발생하는 데이터를 다수의 서버에 분산하여 처리하고 관리하는 방법을 말한다. DVE공간을 분할한 단위 공간에 담당 서버를 할당하여 관리하도록 하고 서버간에 통신을 통해 일관성을 유지한다. 데드레코닝 알고리즘은 객체가 가상공간에서 이동할때 발생하는 정보를 근사적인 방법으로 전송함으로써 이벤트 메시지 트래픽을 줄이는데 효과적이다.

공간분할법은 일관된 상태로 유지하여야 하는 공간을 크기를 조절하여 데이터 트래픽을 조절하는 방법이다. 공간을 분할하는 방법으로는 고정크기분할(fixed size partition), 가변크기분할(variable size partition), 사용자중심 분할(user-centered partition)방법이 있다[7]. 기존의 공간분할방법과 데드레코닝 방법은 초기에 정의된 고정된 환경변수를 사용함으로써 참여자 수의 변화나 잦은 이동으로 인해 DVE가 동적으로 변화하는 경우 그 성능이 떨어지는 문제점을 포함하고 있다. 다시말해서 분할된 공간 내에 참여자의 수가 아무리 증가하여도 한번 정해진 영역의 크기나 임계값에 대해 시뮬레이션 수행 도중에는 변경이 불가능하여 효율성이 떨어질 수 있다. 기존 방식의 공통적인 문제점은 성능과 관련된 환경 변수들이 시스템의 설계시에 고정되어 참여자의 수, 밀집도, 움직임의 활성화도와 같은 동적인 환경 요소를 고려하지 못한다는 점이다. 공간분할방법인 관심영역(area of interest: AOI)[8,9]은 참여자 주변의 영역

을 의미하며 참여자는 자신의 AOI 내에서 발생하는 이벤트를 지속적으로 수신하여야 한다. 따라서 AOI에서 참여자의 밀집도(population density)는 메시지 트래픽에 직접적으로 영향을 미치게 된다. 참여자의 밀집도를 고려한 연구로 다중분산서버에 의한 부하분할법(load balancing)[4,5,11]이 있다.

본 논문에서는 기존의 대표적인 메시지 필터링 방법인 AOI과 데드레코닝 알고리즘의 동적인 기능을 향상하기 위하여 참여자의 밀집도 변화에 기반하여 능동적으로 환경에 적응가능한 메시지 필터링 방법을 제안하고자 한다. 제안된 모델은 기존의 AOI 모델의 기능을 확장한다는 의미로 '확장관심영역(extended area of interest: EAOI)'모델이라고 명명하였으며, AOI을 다중영역으로 분할하여 영역별로 차등화된 이벤트 공유 알고리즘을 적용하였다. 본 논문의 2장에서는 관련연구를 소개하고, 3장에서 확장관심영역 모델을 제안한다. 4장에서 제안된 모델의 성능평가를 위한 실험모델과 성능평가결과를 제시하고, 5장에서 논문의 결론을 맺는다.

## 2. 관련연구

### 2.1 분산가상환경

DVE[7,8,12]는 네트워크 상에 분산된 참여자가 하나의 일관된 가상공간을 공유되는 시스템으로 가상현실 인터페이스를 사용하여 여러 타참여자와 공동작업을 수행할 수 있다. DVE는 네트워크 가상환경(networked virtual environment), 공유가상환경(shared virtual environment), 협업가상환경(collaborative virtual environment) 등 여러가지 용어로 불리고 있다. DVE의 장점은 현실상황을 가상으로 대체함으로써 비용을 절감할 수 있으며 위험하거나 불가능한 상황을 가상공간에서 수행할 수 있다. DVE의 응용분야에는 DIS(distributed interactive simulation), MMORPG(massively multiplayer online role-playing game), 가상커뮤니티(virtual community) 등이 있다.

DVE는 여러가지 컴포넌트가 통합된 시스템으로써 관련된 연구주제분야에는 수백만명 이상의 대규모 동시참여자를 수용할 수 있는 확장가능한 서버구성기술[4,5,13], 3차원 가상공간의 모델링기술[14], 실감나는 아바타의 애니메이션 및 행동제어 기술[6],

인공지능을 통해 능동적인 판단과 행동이 가능한 자율객체(autonomous agent) 기술 등을 들 수 있다 [15]. 현재의 분산서버기술로는 백만명 단위 이상의 대규모 동시접속자는 지원하기 어려운 것으로 알려져 있다. 인터넷의 고속화와 사이버공간의 활용빈도가 높아짐에 따라 대규모 이용자를 효율적으로 관리할 수 있는 확장가능한 분산시스템 기술의 중요성은 더욱 커질 것으로 예상되고 있다.

## 2.2 이벤트 메시지 처리기법

### 2.2.1 이벤트 메시지 전달방식

DVE에서 원활한 협업을 위해서는 참여자의 행동으로 인해 발생하는 이벤트가 즉시 처리되어 관련된 타 참여자에게 전송되어야 한다. 이벤트 메시지 전달 방식은 시스템의 확장성에 직접적으로 영향을 미치는 요소이며, 클라이언트-서버(client-server) 방식, 피어-투-피어(peer-to-peer) 방식, 피어-서버(peer-server) 방식, 분산서버(distributed server) 방식이 있다[4,7,14].

클라이언트-서버(client-server)모델은 온라인 게임인 Quake와 Kali, 그리고 교육용 시스템인 VES에서 사용된 방식이다[7]. 이 모델에서는 각 클라이언트 컴퓨터가 서버에 연결되고 중앙의 서버가 메시지 중계 및 필터링을 담당한다. 이 방식은 구현이 쉬운 반면 중앙서버의 병목현상(bottleneck)이 발생하거나 서버의 다운이 전체 시스템의 실패로 이어질 위험성이 있다. 피어-투-피어(peer-to-peer) 방식은 피어에서 서버로 메시지를 전송하는 대신 피어간에 직접 전달하는 방식으로 NPSNET[14]에서 이 방식을 사용한다. 이 방식은 서버 경유로 인한 메시지 전달 지연(latency)은 적은 반면 동시참여자의 수를 늘리는 데 한계가 있는 구조이다. 피어-서버(peer-server)방식은 ATLAS[2]에서 사용된 것으로 멀티캐스트(multicast) 메시지를 사용하여 정보 트래픽을 줄일 수 있으나, 이 방식은 멀티캐스트 프로토콜을 완전히 지원하는 통신망 환경에서만 사용 가능하다는 제약점(constraint)을 가지고 있다. 서버-네트워크(server-network), 또는 분산 서버(distributed server)방식은 확장가능한 DVE시스템에서 사실상의 DVE 표준이 되고 있다. 이 방식은 가상공간의 시뮬레이션 제어가 다수의 분산서버들간의 통신에 의하여 수행된다. 클라이언트가 자신의 아바타를 움직

이게 되면 일단 자신이 연결된 서버로 메시지가 전송되고 이 메시지는 또다시 그 서버에 연결된 다른 서버에 전송된다. 클라이언트는 메시지 처리에 대한 부담을 줄일 수 있고 분산서버를 통하여 단일 중앙서버 방식을 단점을 보완할 수 있다.

### 2.2.2 공간분할법

공간분할법은 DVE의 확장성을 높이기 위하여 DVE를 다수의 지역(region)으로 분할하고 인접된 지역에서만 이벤트 정보를 갱신함으로써 이벤트 필터링 효과를 낼 수 있다. 각 지역은 더 작은 단위인 셀(cell)로 세분화되며 인접한 셀들을 그룹화하여 AOI로 정의한다[8,9]. NPSNET은 군사훈련용 시뮬레이션 시스템으로 전체공간을 Hexagon형태의 셀로 분할하고 참여자와 그 주변으로 셀로 AOI를 정의하였다[5,11]. 이 모델에서도 셀 내부에 들어올 수 있는 객체의 수에 대해 제한을 하지 않는다.

MASSIVE[8]에서 사용된 오라(Aura)는 참여자 주변의 원형 영역을 AOI로 설정하여 참여자가 이동도 AOI로 함께 이동하는 아바타 중심형 모델(avatar-centered model)이다. Aura에서는 그 크기를 조절하여 AOI내 참여자의 수를 조절하는 기능을 허용하고 있다. SPLINE[9]의 로케일(Locale)은 전체공간을 연관된 지역별로 불규칙하게 분할하며 Locale내에 참여자 수를 제한하는 기능은 제공하지 않는다.

### 2.2.3 데드레코닝 알고리즘

데드레코닝 알고리즘[7,11]은 DIS, NPSNET과 같은 군사훈련용 DVE에서 엔티티(entity)의 공간적 위치정보를 효율적으로 공유하기 위하여 사용된 방법이다. 데드레코닝 알고리즘은 엔티티 A의 이동경로를 B에게 전송하기 위하여 A의 현재 위치, 이동방향, 속도정보를 B에게 전달하고, B는 A로부터 받은 공간 정보를 이용하여 A의 이동경로를 근사적으로 표현한다. A의 이동 경로가 변경되는 경우 A는 B가 알고 있는 예측경로(dead reckoned path)와 자신의 실제 경로와의 거리 오차를 계산하여 이것이 허용오차(threshold)를 벗어나는 경우만 새로운 정보를 전송하여 갱신해준다. 데드레코닝 알고리즘은 이동경로상의 약간의 변화는 무시함으로써 메시지 트래픽을 효과적으로 감소시키는 장점이 있는 반면 허용오차 값에 비례하여 경

로 오차가 증가하는 특성이 있다.

### 2.3 참여자 밀집도와 메시지 트래픽

그림 2는 DVE에서 나타날 수 있는 참여자의 분포 유형[5]의 예를 나타낸 것이다. 그림 2와 같이 참여자의 AOI가 자신이 있는 중앙 1개 셀과 주변의 8개 셀로 구성되고, 발생한 이벤트는 AOI내 참여자에게만 전송된다고 가정하다.

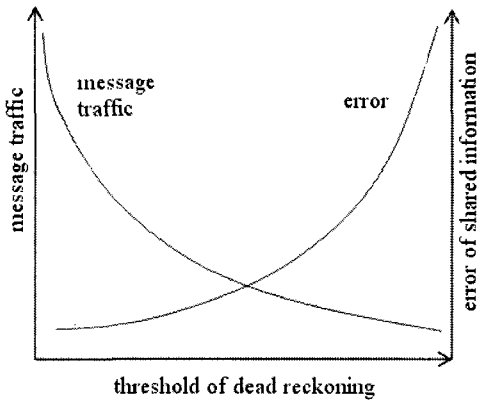


그림 1. 데드레코닝 알고리즘의 특성

10	10	10	10	10	0	0	0	0	0
10	10	10	10	10	0	20	30	30	0
10	10	10	10	10	0	30	30	30	0
10	10	10	10	10	0	30	30	20	0
10	10	10	10	10	0	0	0	0	0

(a) (b)

그림 2. 가상공간 참여자의 분포: (a) uniform distribution, (b) skewed distribution

AOI 내 참여자의 수가 n명이고 발생한 이벤트의 수가 e개일 때 처리해주어야 하는 메시지 트래픽은  $O(n*e)$ 에 수렴한다. 그림 2(a)와 같이 중앙의 9개 셀에서 각각 이벤트가 발생하였을 경우, 참여자의 분포가 균일한 경우(uniform)와 (b)번과 같이 편중된(skewed) 경우에 발생하는 메시지 트래픽을 비교하면 각각 다음과 같다. 하나의 셀( $U_0$ )에서 발생한 이벤트 전송을 위해 필요한 메시지 트래픽(M)은 자신을 제외한 나머지 참여자의 수와 주변 8개의 셀( $U_i$ )의

모든 참여자에게 메시지가 전달되어야 하므로 다음과 같이 계산된다.

$$M = (U_0 - 1) + \sum_{i=1}^8 U_i \tag{2.1}$$

그림 2(a)와 (b)에서 중앙의 9개의 셀에서 1회씩 이벤트가 발생되었다고 가정할 때 발생하는 총 메시지 트래픽은 각각 다음과 같다.

(a)  $(9 \text{ users} * 1 \text{ cell} + 10 \text{ users} * 8 \text{ cells}) * 9 = 801 \text{ messages}$

(b)  $(19+20*3)*2+(29+30*4+20)*4+(29+30*3)*2+(29+30*5+20*2) = 1351 \text{ messages}$

위의 예와 같이 전체 참여자의 수가 같더라도 참여자가 중앙에 밀집되어 있는 (b)의 경우에 메시지 트래픽이 많이 발생한다는 것을 알 수 있다. 즉, 참여자의 분포유형은 메시지 트래픽에 밀접한 영향을 미치기 때문에 분포유형에 따른 차별화된 메시지 필터링 정책이 요구된다. 고정된 매개변수에 의존하는 기존의 필터링 방식은 참여자들이 (a)번과 같은 균일하게 분포하는 경우에는 효과적일 수 있으나, (b)와 같이 밀집된 상황에서는 필터링 성능이 떨어지는 특성을 보인다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해서는 본 논문의 배경에서 서술한 바와 같이 AOI모델이 동적으로 변화하는 환경에 적응할 수 있도록 가변적인 메커니즘을 제공할 필요가 있다.

### 3. 확장관심영역 모델

선행연구[15]에서는 AOI에서의 참여자혼잡도 정보를 셀 단위로 측정하고 상태 공유에 필요한 자원비용을 계산하는 모델을 제시하였다. 본 연구에서는 기존 관심영역 방법에서 단일 영역의 사용으로 점진적인 상태정보갱신이 불가능한 문제점을 개선하기 위하여 다중 분할영역을 도입하여 시스템 부하에 기반한 확장관심영역(extended AOI : EAOI)모델을 제안한다.

#### 3.1 확장관심영역 모델 개요

EAOI 모델의 목표는 메시지 부하에 기반한 동적인 정보필터링 기능이며 이를 실현하기 위하여 다중 분할영역 방법과 영역별로 차등화된 공유 알고리즘을 도입하였다. 기본 원리는 관심도(degree of inter-

est: DOI)에 따라 AOI를 다중으로 분할하고 각 영역 별로 차등화된 허용오차를 사용하여 가변 데드레코닝(variable dead reckoning)을 적용하는 것이다. 즉 DOI가 높은 영역일수록 허용오차를 낮추어 상태정보의 공유수준을 높이는 방법을 이용한다. 데드레코닝 알고리즘은 허용오차를 높이면 필터링 성능은 개선되지만 이에 비례하여 전송된 상태정보의 오차도 증가하는 특성이 있다. 따라서 관심도가 다른 분할영역 간에 허용오차가 이산적으로(discretely) 급격히 변화하는 것보다는 연속적으로(continuously) 변화시킴으로써 참여자가 영역간에 이동하는 경우 부자연스러운 현상을 방지하는 것이 바람직하다. 기존의 방법과 제안된 방법의 큰 차이점은 메시지 필터링의 수준이 모든 AOI에서 일정한 것이 아니라 참여자 밀집도와 같은 동적 변화상황에 대해 영역별로 공유수준을 조절 가능하다는 점이다. 제안하는 EAOI 모델을 필터링이 적용되는 단계에 따라 매크로 메시지 필터링(macro message filtering)과 마이크로 메시지 필터링(micro message filtering)으로 구분하여 정의하였다.

• 매크로 메시지 필터링

매크로 메시지 필터링은 참여자의 밀집도에 대응하여 메시지 필터링의 수준을 결정하는 것을 의미한다. 가상공간의 서버는 국지적으로 존재하는 밀집된 참여자 그룹에 의해 처리해야할 메시지 트래픽에 영향을 받는다. 매크로 메시지 필터링은 그림 3(a)와 같이 참여자가 존재하는 지역의 밀집도를 실시간으로 분석하여 밀집도가 높은 지역일수록 메시지 트래픽이 급격히 증가되지 않도록 데드레코닝 알고리즘을 가변적으로 적용한다.

• 마이크로 메시지 필터링

마이크로 메시지 필터링은 그림 3(b)의 경우로 참여자가 가지고 있는 DOI에 따라 주변 영역에 대한 메시지 전송율을 차등화하는 것을 의미한다. 그림 3(b)에서  $I_h, I_m, I_l$ 은 분할영역별 DOI를 의미하고  $T_h, T_m, T_l$ 은 해당영역의 허용오차를 의미한다. 기존의 방법과는 달리 AOI 내에서 다중 수준의 이벤트 전송율을 적용하여 메시지 트래픽을 최소화하는데 효과적이다.

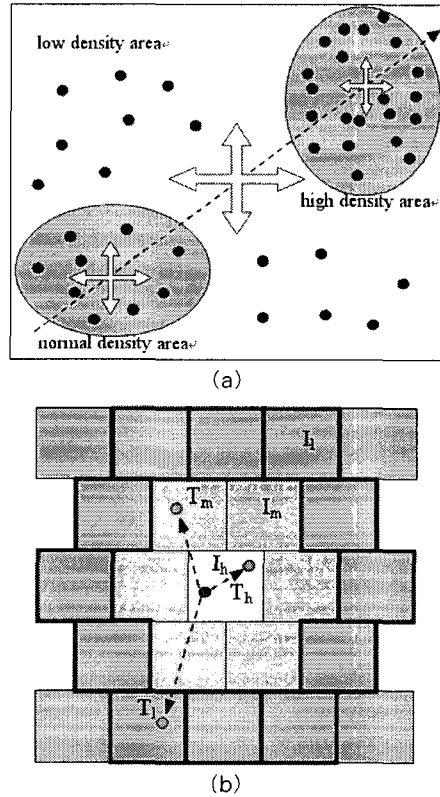


그림 3. 매크로/마이크로 메시지 필터링 모델 : (a) macro message filtering, (b) micro message filtering

3.2 부하에 기반한 이벤트 메시지 필터링

데드레코닝 알고리즘은 허용오차의 조절을 통하여 부하량(workload)에 기반한 메시지 필터링을 구현하는데 적합하다. 기존의 데드레코닝 알고리즘은 단일 고정 허용오차를 사용하여 발생하는 부하의 변화에 따라 알고리즘의 성능 편차가 큰 단점이 있다. 뿐만아니라 필터링 성능과 오차율 간의 비례 특성 때문에 적절한 단일 허용오차값을 설정하는 것은 매우 어려운 일이다.

제안하는 가변 데드레코닝 알고리즘에서 적용할 허용오차는 그림 4의 그래프와 같이 나타난다. x축은 메시지 트래픽을 의미하고, 왼쪽 y축은 허용오차이며 최소(min)~최대(max)의 범위 안에서 상황에 따라 동적으로 결정된다. 오른쪽 y축은 참여자의 DOI를 의미한다. 참여자가 관심을 갖는 영역에 따라 높음(high), 보통(medium), 낮음(low)으로 구분한다. 그래프에서 나타난 것과 같이 상태정보 공유수준을 영

역별로 차등화하기 위하여 영역별 허용오차 결정 그래프,  $G_l$ ,  $G_m$ ,  $G_h$  가 각각 존재한다.  $G_h$ 는 상호작용이 발생하는 DOI가 가장 높은 영역에 대한 그래프로써 부하에 관계없이 변동되지 않는다.  $G_m$ 은 중간수준의 AOI를 위한 그래프로 부하 증가에 따라 선형적으로 증가한다.  $G_l$ 은 관심도가 낮은 영역에 대한 것으로 허용오차의 증가속도가 빠르며 최소한의 수준으로 이벤트 정보가 공유된다. 기존의 테드레코닝 알고리즘의 허용오차 그래프( $G_l$ )는 전구간에서 일정하다. workload가  $k$ 에서 각 AOI별 허용오차는 각각  $G_h(k)$ ,  $G_m(k)$ ,  $G_l(k)$ 이며, 관심영역별 허용오차  $T$ 는 식 (3.1) 과 같이 결정된다.

$$T_I(k) = G_I(k) \tag{3.1}$$

where  $I \in \{h, m, l, f\}$ , and  $0 \leq k \leq limit$ .

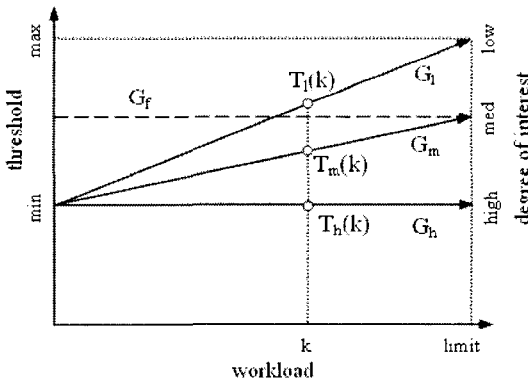


그림 4. threshold decision graph

#### 4. 실험 및 평가

기존의 단일 AOI모델[8, 9]과 제안된 EAOI모델의 성능을 평가하기 위하여 다음과 같이 실험모델을 설정하였다. 이벤트 메시지는 각 AOI에서 포아송 분포(Poisson distribution)로 랜덤하게 발생하는 것으로 가정하였으며, 성능평가를 위한 요소로 메시지 트래픽과 평균전송오차(transmission error)를 측정하였다. 허용오차는 최소 1.0에서 최대 5.0까지 변동되도록 하였다. 기존 AOI 모델의 허용오차는 아래의 공식을 적용하여 최소값과 최대값의 평균인 3.0을 사용하였다.

$$T_I(w) = G_I(w) = \frac{Min(T_I) + Max(T_I)}{2} \tag{4.1}$$

1단위의 workload는 서버에서 처리를 위해 대기중인 하나의 이벤트 메시지를 의미한다. 본 실험에서는 workload가 10단위(최소)~500단위(최대) 사이에서 변동된다고 가정하였다. 서버가 처리할 수 있는 최대 용량을 넘어서는 경우 두 방법 모두 고정된 공유기법이 적용되므로 성능의 차이가 없다고 할 수 있다.

EAOI모델의 허용오차는 식(4.2)에 의하여 결정된다. 최소 허용오차와 최대 허용오차간의 차이에 발생된 부하율(workload ratio)을 곱하여 계산하였다.

$$T_I(w_k) = G_I(w_k) = \{Max(T_I) - Min(T_I)\} \times \frac{W_k}{W_{limit}} \tag{4.2}$$

표 1. 실험모델에서 사용된 매개변수

DOI	Threshold (EAOI)	Threshold (fixed AOI)	Weight for error	Error <sub>max</sub> (EAOI)	Error <sub>max</sub> (fixed AOI)
$I_h$	1.0	3.0	3	3.0	9.0
$I_m$	1.0~3.0	3.0	2	2.0~6.0	6.0
$I_l$	1.0~5.0	3.0	1	1.0~5.0	3.0

EAOI모델의 성능평가를 위한 성능지수(performance index)는 발생하는 메시지 트래픽과 전송된 데이터의 오차에 각각 반비례하므로 식(4.3)과 같이 정의하여 비교하였다.

$$Performance = \frac{1}{message\ traffic * error\ of\ shared\ information} \tag{4.3}$$

메시지 트래픽 측정결과 EAOI 모델은 workload가 10~100단위(25%미만) 구간에서 트래픽이 65% 증가, workload가 100~250 단위(25~50%) 구간에서 트래픽이 42% 증가, 250~500단위(50%이상) 구간에서 17%의 트래픽을 더 발생시켰다. 평균적으로는 기존 방법보다 34.6%의 메시지 트래픽이 증가된 것으로 측정되었다. 이것은 제안된 방법은 workload가 적은 구간에서는 낮은 허용오차 값을 적용하여 공유수준을 높기 때문에 발생하는 현상이다. 반면 오차율에 있어서 제안된 방법은 기존 방법보다 위와 동일한 구간에서 각각 93%, 82%, 47%의 오차를 감소시켰으며, 평균적으로 67%의 오차가 감소한 것으로 측정되었다. 제안된 방법은 부하의 변동에 따라 허용오차를 점진적으로 증가시켜 적용하기 때문에

오차율이 매우 낮은 것을 알 수 있다. 전체적인 성능은 메시지 트래픽과 오차율에 반비례하는 성능지수에 의하여 판단할 수 있다. 지수가 높을수록 성능을 좋다는 나타내며 제안한 모델이 2.57, 기존 모델이 1.13이며 제안된 모델이 약 2.27배(=2.57/1.13)의 성능향상이 있는 것으로 확인할 수 있다.

### 5. 결 론

DVE의 궁극적인 목표는 제한된 자원을 효율적으

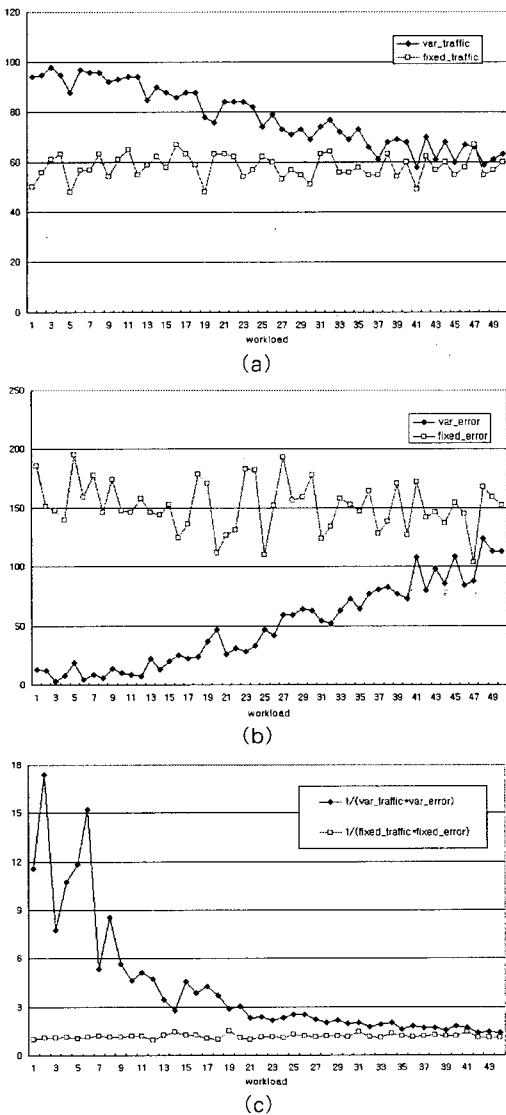


그림 5. 실험측정결과 : (a) message traffic, (b) shared data error, (c) performance index

로 활용하여 다수 참여자간에 안정적인 협업을 지원하는 것이라고 할 수 있다. 최근 동시접속자가 급증하고 있는 MMORPG 분야의 상황에서와 같이 확장 가능한 DVE의 설계기술은 시급히 확보하여야 할 주요기술 중의 하나이다. 이러한 수요에 대비하기 위하여 본 연구에서는 기존의 AOI의 성능을 개선한 EAOI 모델을 제안하였다. 이 방법의 장점은 사용자의 DOI와 부하량을 기반으로 하여 메시지 트래픽과 오차율을 효과적으로 조절하는 기능을 제공한다는 점이다. 또한 성능평가 실험에서 측정된 메시지 트래픽과 오차율을 비교해 본 결과, 제안된 모델의 성능지수가 기존 방법에 비하여 개선된 것으로 확인되었다. EAOI모델은 DVE 개념을 응용하고 있는 MMORPG, DIS, 가상커뮤니티 등의 시스템에서 이벤트 메시지를 처리하는 모델로 활용될 수 있을 것이다.

### 참 고 문 헌

- [ 1 ] Lineage. <http://www.lineage.com/>.
- [ 2 ] D. Lee, M. Lim, S. Han, "ATLAS : A Scalable Network Framework for Distributed Virtual Environments," *Proceedings of ACM Collaborative Virtual Environment*, Bonn, Germany, pp. 47-54, Sep-Oct 2002.
- [ 3 ] S. Pekkola, M. Robinson, M. O. Saarinen, J. Korhonen, S. Hujala, T. Toivonen, "Collaborative Virtual Environments in the Year of the Dragon," *Proceedings of ACM international conference on Collaborative virtual environments*, pp. 11-18, 2000.
- [ 4 ] E. Léty, T. Turletti, F. Baccelli, "SCORE: A Scalable Communication Protocol for Large-scale Virtual Environments," *IEEE/ACM Transactions on Networking*, Vol. 12, No. 2, pp. 247-260, 2004.
- [ 5 ] C.S. John, M. Lui, 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, Mar 2002.
- [ 6 ] S. D. Benford, J. M. Bowers, L. E. Fahlen, C. M. Greenhalgh, D. N. Snowden, "Embodim-

- ents, Avatars, Clones, and Agents for Multi-user,” *Multi-sensory Virtual Worlds. Multimedia Systems*, Vol. 5, No. 2, pp. 93-104, 1997.
- [7] S. Singhal, M. Zyda, *Networked Virtual Environments*, ACM Press, New York, 1999.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] S. Rak, and H.D. Van, “Evaluation of Grid-based Relevance Filtering for Multi-casting Group Assignment,” *Proceeding of DIS Workshop on Standard for the Interoperability of Distributed Simulation, Institute for Simulation and Training*, Orlando, pp. 739-737, 1996.
- [11] J. Huang, Y. Du, and C. Wang, “Design of the Server Cluster to Support Avatar Migration,” *IEEE VR2003*, Los Angeles, USA, pp. 7-14, March 2003.
- [12] C. Bouras, D. Fotakis, A. Philopoulos, “A Distributed Virtual Learning Centre in Cyberspace,” *Proceedings of the 4th international Conference on Virtual Systems and Multimedia*, Gifu-Japan, Nov 1998.
- [13] P. T. Tam, “Communication Cost Optimization and Analysis in Distributed Virtual Environment,” *Technical Report RM1026-TR98-0412*, Dept. of Computer Science & Engineering, The Chinese University of Hong Kong, 1998.
- [14] D. Bauer, S. Rooney, and P. Scotton, “Network Infrastructure for Massively Distributed Games,” *Proceedings of the 1st Workshop on Network and System Support for Games*, pp. 36-43, Apr 2002.
- [15] Seokjong Yu, “Congestion Control Method of Area of Interest in Distributed Virtual Environment,” *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 7, No. 4. pp. 550-558, Apr 2004.



유 석 중

1994년 연세대학교 전산과학과 학사

1996년 연세대학교 대학원 컴퓨터과학과 석사

2001년 연세대학교 대학원 컴퓨터과학과 공학박사

2001년 6월~2002년 12월 University of Ottawa, Postdoctoral fellow

2003년 1월~2005년 2월 국립한밭대학교 정보통신컴퓨터공학부 전임강사

2005년 3월~현재 숙명여자대학교 컴퓨터과학과 조교수  
관심분야 : 컴퓨터그래픽스, 가상현실, 온라인게임