

대규모 네트워크 가상 환경을 위한 확장성 있는 사용자 관심그룹기반 인지도 관리 기법

(Scalable Interest Management based on Interest Groups for Large Networked Virtual Environments)

한 승 현 * 임 민 규 * 이 동 만 **
(Seunghyun Han) (Mingyu Lim) (Dongman Lee)

요 약 네트워크 가상환경(NVE)의 사용자 수가 증대됨에 따라, 고려되어야 할 사항들 중 중요한 하나는 상호 작용 성능을 위한 확장성에 있다. NVE의 확장성을 지원하기 위한 방법들 중 하나는 사용자의 인지도 관리 기법이다. 기존의 인지도 관리 기법들은 사용자의 인지도를 일정한 공간으로 제한을 함으로써 사용자가 받는 메시지의 수를 줄이는 방법이다. 하지만 많은 사용자들이 근접한 곳에 운집한 경우, 사용자는 그 근접한 공간에서 발생하는 모든 메시지를 받아야만 한다. 이것은 사용자들에게 통신에 따른 많은 부하를 주게 되며, 시스템의 확장성은 떨어지게 된다. 본 연구에서는 각 사용자의 관심도에 따른 선택적인 메시지를 받게 한다. 이를 통하여 각 사용자는 자신과 근접한 공간에 있는 모든 다른 사용자들로부터 생성되는 모든 메시지를 받지 않아도 된다. 본 연구를 통하여 확장성 있는 방법으로 사용자간의 상호작용을 지원할 수 있다.

키워드 : 네트워크 가상환경, 인지도 관리기법, 사용자 관심도기반 그룹

Abstract As networked virtual environment (NVE) scales in terms of users and network latency, a key aspect to consider is scalability for interactive performance because a large number of objects likely impose heavy burden especially on the network and computational resources. To improve the scalability, various relevance-filtering mechanism have been proposed. However, the existing filtering mechanism do not scale well in terms of interactive performance as the number of users increase and crowds in a specific place. In this paper, we propose a new scalable filtering scheme which reduces the number of messages by dynamically grouping users based on their interests and distance. Within a group, members communicate with each other with high fidelity. However, a representative sends up-to-dated group information of members with low transmission frequency when they are not of immediate interest but are still within the interest area. The representative is elected from members of the group in distributed manner. The proposed scheme enhances the interactive performance scalability of large-scale NVE systems as much as 18% compared with the existing approach.

Key words : Networked virtual environments, Interest management, User interest-based group

1. 서 론

네트워크 가상환경(NVE)의 사용자 수와 네트워크 지연이 증가함에 따라 고려되어야 될 사항들 중 하나는 사용자들 간의 상호작용 성능 향상을 위한 확장성에 있다.

비록 컴퓨터의 계산 속도와 렌더링 속도는 비약적으로 발전하고 있는 반면 그에 반하여 네트워크 자원은 여전히 비싼 자원으로 남아 있다. 네트워크 자원의 제한을 극복하기 위하여, 여러 가지 관련성 필터링(relevant filtering) 기법들이 제안되어져 왔다. 필터링 기법들은 크게 가상 세계를 여러 개의 영역으로 분할하여 전송되는 메시지의 범위를 제한하는 영역기반 필터링기법, 가상세계에서 사용자가 물체를 인지할 수 있는 인지영역을 제한하는 인지영역기반 필터링기법, 가상세계의 물체를 클래스별로 구분하여 미리 등록된 클래스에 속한 객체들로

* 비 회 원 : 한국정보통신대학원대학교 공학부
dennis@icu.ac.kr
cats@icu.ac.kr

** 정 회 원 : 한국정보통신대학원대학교 공학부 교수
dlee@icu.ac.kr
논문접수 : 2001년 9월 4일
심사완료 : 2001년 12월 12일

부터 선택적인 메시지를 받는 클래스기반 필터링기법, 그리고 위의 필터링기법들을 혼합하여 사용하는 혼합 필터링기법으로 나눌 수 있다.

기존의 방식들은 주로 지리적 근접도나 물체의 타입을 기반으로 하고 있다. 기존의 방식들은 가상 쇼핑물과 같은 많은 사용자들이 좁은 영역에 밀집하여 상호작용하는 가상환경 시스템에는 사용자들의 상호작용 성능 향상을 위한 확장성을 충분히 제공하지 못한다. 지리적 근접도에 의한 필터링의 경우, 많은 사용자들이 좁은 공간에 군집할 경우 그 근접한 많은 다른 사용자들로부터 자신의 관심도에 관계없는 많은 메시지를 받게 된다. 클래스기반 필터링의 경우 가상쇼핑물에 참여하는 사용자들을 사전에 정의된 형식으로 분류하기 힘들다.

기존 필터링 방식들의 단점을 보완하기 위하여 본 연구에서는 지리적 근접도를 기반으로 하여 사용자 관심도에 따라 근접한 사용자들로부터 선택적인 메시지를 받게 함으로써 전송되는 네트워크 메시지의 수를 줄이는 사용자 관심그룹기반 필터링 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 실세계를 반영하였다. 실세계의 쇼핑물에서 사람들은 자신이 관심이 있는 곳에 모이는 경향이 있고, 관심이 서로 다른 사람들 보다 서로 관심이 유사한 사람들 간에 상호작용이 빈번히 일어난다. 제안하는 기법은 관심이 유사한 사용자들이 상호 위치적으로 가까워지면 동적으로 그룹을 생성하고, 그룹 안의 각 구성원들은 움직이거나 가상환경의 물체와 상호작용 할 때 위치정보와 상호작용 정보를 그룹 안의 구성원들에게 다중 전송한다. 그에 반하여 같은 관심을 공유하지 않는 가상환경의 사용자들이나 그룹에게는 구성원 각각이 직접 메시지를 전송하지 않고, 자신이 속한 그룹의 대표사용자가 낮은 밀집도의 데이터를 전송한다. 이 인지도기법은 특히 가상쇼핑물과 같이 관심도가 서로 다른 많은 사용자들이 좁은 지역에 밀집하여 상호작용 하는 대규모 네트워크 가상환경 시스템에서 효율적인 메시지 필터링을 제공한다.

실험결과는 제안하는 인지도 관리기법이 기존의 혼합형식의 위치 근접도기반 필터링기법보다 가상환경의 사용자 수가 증가함에 따라 18%이상의 메시지 수를 줄이는 것을 보여 준다.

2장에서는 기존 네트워크 가상환경에서 사용된 기존의 인지도 관리기법들을 소개한다. 3장에서는 제안하는 사용자 관심그룹기반의 인지도 관리기법을 상세하게 설명한다. 4장에서는 제안하는 인지도 관리기법의 구현을 기술하고, 5장에서는 실험결과를 통하여 제안하는 인지도 기법의 효율성과 확장성을 분석한다. 마지막으로 향

후 연구과제로 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

대규모 네트워크 가상환경의 상호작용 성능향상과 확장성을 위한 여러 가지 접근방법들이 제안되어 왔다 [1, 2]. 그 중 한 가지 접근방법은 인지도 관리기법으로 가상환경 사용자들간의 일관적인 뷰(view)를 유지하기 위해 필요한 네트워크 메시지의 양을 시스템의 상호작용 성능을 저하시키지 않으면서 줄이는 것이다.

본 장에서는 기존 시스템에서 제공되고 있는 인지도 관리기법들을 소개한다.

2.1 지리적 근접도기반 필터링기법

지리적 근접도기반 필터링 기법은 크게 영역기반 필터링(Region-based filtering)기법과 인지영역기반 필터링(Aura-based filtering)기법으로 나뉜다. NPSNET [3, 4]과 Spline[5]은 영역기반 필터링기법을 사용하는 대표적인 시스템들이다. 이 기법은 가상 세계를 여러 개의 논리적인 영역(Region, Locale)으로 분할하여 각 영역에 서로 다른 다중 전송 주소를 할당한다. 한 영역 안에서 발생한 메시지들을 그 영역 안으로 제한하여 다른 영역에 존재하는 사용자들은 그 메시지들을 받지 못하게 제한함으로써 네트워크 메시지의 수를 줄인다. 그러나 발생한 메시지들은 영역 안에 존재하는 사용자들의 관심에 관계없이 그 영역 안의 모든 사용자들에게 전달된다. 따라서 한 영역 안에 사용자수가 증가함에 따라 불필요한 메시지의 수가 점점 증가한다. 이 기법은 가상 세계의 영역의 수와 크기가 시스템의 확장성을 결정짓는 요소로 작용한다.

인지영역기반 필터링기법은 가상세계에 참여하는 각 사용자는 자신이 인지할 수 있는 영역(Aura)을 가진다. 사용자들의 인지영역이 충돌할 때 그들 사이에 통신 채널이 생성되고, 그 채널을 통하여 상호 작용 메시지가 전달된다. MASSIVE[6, 7, 8, 9, 10]와 DIVE[11] 시스템은 이 기법을 사용하는 대표적 시스템이다. 하지만 사용자들의 인지영역이 서로 충돌할 경우 상호간에 관심을 공유하지 않더라도 채널이 생성되고 불필요한 메시지가 전송된다. 이 기법 또한 좁은 공간에 많은 사용자가 모여 있을 경우 많은 필터링 효과를 보기 힘들다.

2.2 클래스기반 필터링기법

클래스기반 필터링기법은 가상환경에 참여하는 모든 객체들의 타입(type)을 클래스(class)로 사전에 정의해 놓는다[12]. 객체들은 미리 정해진 타입에 의해 분류되며, 사용자들은 자신의 관심 타입들을 가상세계에 참여하기 전에 미리 등록한다. 사용자들은 가상환경에 참여

하여 자신이 등록한 타입에 속한 객체들로부터만 선택적인 메시지를 받는다. 이 기법은 또한 상속개념을 도입하여, 자신이 등록한 클래스의 자식클래스에 속한 객체들로부터도 메시지를 받도록 한다. High Level Architecture(HLA)[13]는 클래스기반 필터링기법을 지원하는 대표적인 프레임워크이다. 클래스기반 필터링기법은 사용자의 관심도가 동적으로 자주 바뀌고 미리 정해진 타입으로 사물을 분류할 수 없는 가상쇼핑볼과 같은 NVE 시스템에는 적합하지 않다.

2.3 혼합형식 필터링기법

기존의 몇 시스템들은 좀더 세밀한 필터링을 지원하기 위하여 두 개 이상의 필터링기법을 혼합하여 사용한다. 혼합형식 기법은 메시지의 세밀한 필터링과 계산비용 사이의 균형에 초점을 맞추고 있다. Three-tier Architecture[14, 15]는 혼합형식 필터링기법을 지원하는 대표적인 시스템이다. 이 시스템은 세 단계의 필터링을 계층적으로 제공한다. 첫 번째와 두 번째 단계는 위치기반 필터링기법(영역기반, 인지영역기반)을 계층적으로 제공한다. 세 번째 필터링 단계에서는 시스템에서 사용하는 어플리케이션레벨의 프로토콜 의존적인 필터링기법을 제공하도록 한다. 이 필터링단계는 Three-tier Architecture에서 제공하는 기법이 아닌, 특정 시스템 혹은 어플리케이션의 특징에 맞게 디자인되고 구현될 수 있다.

3. 사용자 관심그룹기반 인지도 관리기법

3.1 디자인 고려 사항

본 연구에서는 확장성 있는 인지도 관리기법 디자인을 위해 실세계를 반영하였다. 실세계에서 사람들은 자신에게서 멀리 떨어져 있는 사물보다는 자신과 가까이 있는 사물들을 더 잘 인지한다. 사람들은 또한 자신의 관심도가 낮은 사물보다는 관심도가 높은 사물에 더 집중을 하는 경향이 있다. 마지막으로 사람들은 관심을 공유하지 않는 사람보다는 관심을 서로 공유하는 사람들과 보다 더 많은 상호작용을 한다. 더욱이, 쇼핑볼과 같은 특정한 곳을 살펴보면, 사람들은 쇼핑이라는 특별한 목적을 가지고 쇼핑볼에 가며, 자신이 원하는 물건이 진열되어 있는 장소나 슝으로 이동하는 경향이 있다.

위의 경향들을 제안하는 필터링기법에 응용하였다. 첫 번째 경향으로부터, 제안하는 필터링기법은 가상세계에서의 사용자 인지영역을 일정한 공간이나 지역으로 제한하였다. 두 번째 경향으로부터 한 사용자는 자신이 관심을 가지는 사물이나 사람들에게서는 충실도(fidelity)가 높은 데이터를 받고 자신이 관심을 가지지 않은 사

물이나 사람들로부터는 충실도가 낮은 데이터를 받도록 하였다. 세 번째 경향으로부터, 가상세계에서도 실세계와 마찬가지로 같은 관심을 갖는 사용자들은 관심'서로 다른 사용자들에 비해 좀 더 많은 상호작용을 한다고 가정하였다. 두 번째와 세 번째 경향을 좀더 이용하기 위하여 사용자들 사이의 거리와 관심도를 기반으로 하여 동적으로 그룹을 생성하고, 생성된 그룹 내에서는 충실도가 높은 데이터를 서로 전송하며, 서로 관심이 다른 사용자들 사이에서는 충실도가 낮은 데이터를 전송하도록 하였다.

제안하는 필터링기법은 세 단계의 혼합형식 필터링기법을 지원한다. 첫 번째와 두 번째의 필터링은 지리적 근접도기반의 필터링 기법을 사용하였다. 사용자 관심도기반의 필터링은 사용자가 자신의 관심도를 자신의 관심영역에 표현하고 자신과 관심을 공유하는 다른 사용자들과는 높은 밀집도로 서로 통신하고 자신과 관심을 공유하지 않는 사용자들과는 낮은 밀집도로 서로 메시지를 주고받도록 하였다. 이 기법은 자신과 관심을 공유하지 않는 많은 사용자들이 자신의 주위에 군집해 있을 경우에 많은 메시지를 필터링 할 수 있다. 더욱이, 사용자 각각이 밀집도가 낮은 데이터를 보내는 것 보다 관심이 같은 사용자들 사이에 그룹을 생성하여 대표자가 낮은 밀집도의 데이터를 보내게 함으로써 더욱 메시지의 수를 줄일 수 있다.

높은 밀집도나 낮은 밀집도에 대해 정확한 정의가 존재하지 않는다[15]. 본 연구에서는 낮은 밀집도의 정보와 높은 밀집도의 구분을 메시지의 전송 비율로 정의하였다.

본 필터링기법은 단지 네트워크의 부담을 줄이는 것 뿐만 아니라 인지영역기반 필터링기법의 사용으로 인한 서버의 부담을 줄이기 위해서 peer-server 구조로 설계되었다. 서버들은 영역관리와 그룹의 멤버십 관리를 하고 인지영역 충돌 감지나 메시지의 전송은 서버를 통하지 않고 클라이언트에서 직접 하도록 하였다.

3.2 사용자 관심기반 그룹

사용자의 관심(Interest)은 가상세계의 물체들, 다른 사용자들, 혹은 한 영역의 특정한 장소로 표현될 수 있다. 실세계를 반영하여 같은 종류의 객체들이 같은 관심을 갖고 있다면 그들은 서로 높은 관심을 가진다고 가정하였다. 가상환경에 참여하는 모든 사용자는 자신의 관심영역을 가지고 있고, 관심영역은 사용자들 중심으로 구조를 표현된다. 사용자는 관심을 자신의 관심영역에 표현한다. 사용자들은 관심영역(Interest Area, IA)에 표현된 관심에 의거하여 다른 사용자들로부터 선택적인

메시지를 전송 받게 된다.

사용자 그룹의 생성은 기본적으로 지리적 근접도와 사용자의 관심에 의해 이루어진다. 사용자가 가상세계에서 움직일 때 서로 관심이 같은 사용자들이 서로의 관심영역에 포함되면 높은 밀집도(High fidelity)의 메시지를 받게 되고 그룹을 생성하게 되며 그 사용자들은 그 그룹의 구성원이 된다. 그룹은 생성시 일정한 범위를 가지게 되는데 이것을 대표그룹 영역(Representative Group Area, RGA)라 한다. 그림 1은 관심을 공유하는 가상세계의 두 사용자가 그룹을 생성하는 것을 보여 준다.

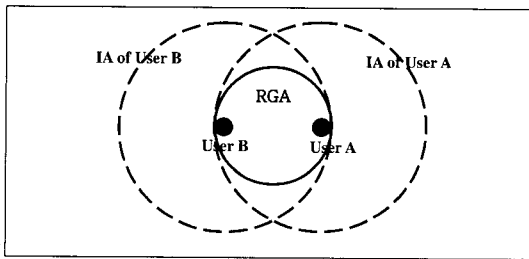


그림 1 대표그룹 생성

구성원들 사이에 통신되고 있는 밀집도가 높은 데이터는 그룹과 관심을 공유하지 않는 다른 사용자들이나 그룹에 전송될 밀집도가 낮은 데이터(Low fidelity data)를 만드는데 사용되기 때문에 대표그룹 영역은 항상 그룹의 구성원들의 관심영역에 포함되어야만 한다. 이것은 구성원들로부터 별도의 메시지를 주고받지 않고 낮은 밀집도의 데이터를 만들 수 있게 한다. 대표그룹 영역은 가상세계의 독립적인 객체가 아니라 그룹의 멤버의 한 속성으로 존재하며, 대표그룹 영역의 최대 크기는 그룹의 멤버들의 인지영역 중 가장 작은 것의 반이 된다. 만일 대표그룹 영역의 크기가 최대 크기를 초과하게 되면 그룹 구성원들의 정확한 정보를 모을 수 없

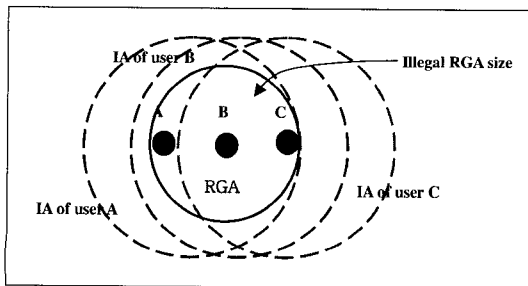


그림 2 대표그룹 영역 크기 문제

게 된다. 그림 2는 이러한 경우를 보여준다.

한 대표그룹 영역의 구성원들인 사용자 C와 사용자 A는 서로의 인지영역 밖에 존재함으로써 밀집도가 높은 정보를 받을 수 없다.

3.3 다중 관심의 사용자

사용자들은 여러 개의 관심을 자신의 관심영역에 기술할 수 있지만 동시에 여러 개의 그룹에 참여(join)할 수는 없다. 왜냐하면 한 사용자가 여러 개의 그룹에 동시 참여시 사용자 표현(user representation)의 중복성을 초래할 수 있을 뿐만 아니라, 불필요한 데이터의 전송을 초래한다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 각각의 관심에 중요도를 부여한다. 사용자는 그 중요도에 의거하여 그룹에 참여하거나 그룹 생성한다. 사용자가 현재 포함되어 있는 그룹보다 더 높은 중요도의 대표그룹 영역에 포함이 되면 그 사용자는 현재의 그룹에서 탈퇴하고 관심의 중요도가 높은 그룹에 새로 참여한다. 그림 3은 대표그룹 영역 c의 구성원인 A가 관심의 중요도가 더 높은 대표그룹 영역 a로의 멤버십 변경을 보여준다.

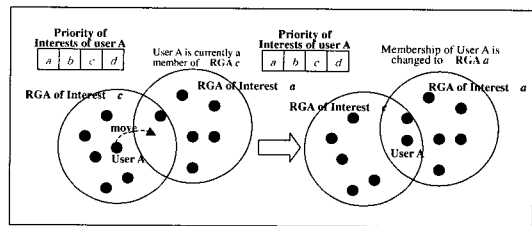


그림 3 사용자 대표그룹 변경

3.4 대표사용자 선출

새로운 대표그룹 영역이 생성되거나 현재의 대표자가 그룹의 영역을 벗어났을 경우, 새로운 대표사용자(Representative User, RU)를 선출한다. 대표사용자의 가장 큰 역할은 자신의 그룹에 관심이 없는 다른 사용자들에게 대표그룹 영역 구성원들의 현재 정보를 낮은 밀집도로 전송하는 것이다. 대표그룹 영역은 분산방식에 의해 생성된다. 따라서 대표자 선출을 위한 사용자들 사이의 협상이 이루어져야 한다. 협상은 두 사용자가 새로운 대표그룹 영역을 생성할 때 시작된다. 하지만 협상은 그 두 사용자 사이의 추가적인 메시지의 전송을 의미하는 것은 아니다. 협상에 필요한 기본적인 정보는 두 사용자가 서로의 인지영역에 포함되어 채널이 생성되고 밀집도가 높은 데이터의 전송 시에 얻어진다. 대표사용자는 그룹 안에 존재한 기간이나 사용자의 ID와 같은 구성원의 중요도에 의하여 결정된다.

그림 4는 같은 관심을 가지는 세 사용자 A, B, C의 대표그룹 영역과 사용자 각각의 관심영역을 나타내고 있다. 사용자 D는 사용자 A, B, C와 같은 관심을 공유하고 있으며, 사용자 F, G, H, I는 다른 관심을 가지고 있다. 이 그림에서 대표사용자 선출을 위해 사용되는 중요도는 사용자의 ID에 의하여 결정된다. 대표그룹의 구성원들(A, B, C)은 높은 밀집도로 서로 통신을 한다. 사용자 C는 자신의 관심영역 안에 존재하면서 같은 관심을 공유하는 사용자 D로부터도 높은 밀집도로 데이터를 받지만, 자신의 관심영역 안에 존재하지만 같은 관심을 공유하지 않는 사용자 E, F로부터는 낮은 밀집도로 데이터를 전송 받는다.

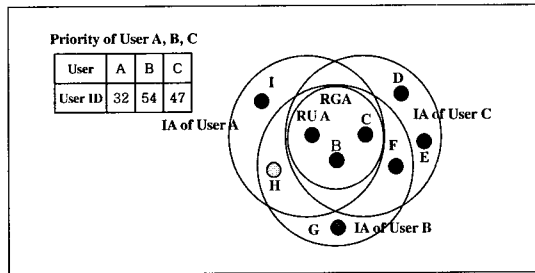


그림 4 사용자 대표그룹 변경

WAN환경에서의 메시지의 전송이 모든 클라이언트에 같은 순서로 전송되는 것이 아니기 때문에 대표사용자의 선출은 명시적으로 이루어져야 한다. 그림 5는 대표사용자의 분산 선출 시에 발생하는 불일치 상황이 발생하는 것을 보여 준다. 그림 5-(a)는 세 사용자 A, B, C가 가상세계에서 움직이면서 서로 가까워지는 것을 나타낸다. 그림 5-(b)는 사용자 A가 사용자 B의 위치정보를 사용자 C의 위치정보를 받기 전에 받아 대표그룹 영역을 생성하고 사용자 A가 대표사용자가 되고 사용자 B는 그 대표그룹 영역의 구성원이 된다. 그림 5-(c)는 사용자 C의 경우를 나타내는 것이다. 사용자 C는 A와 B의 대표그룹 영역 생성 정보를 받기 전에 사용자 A와 사용자 B의 위치정보를 받아서 새로운 대표그룹 영역을 생성하는 것을 나타낸다. 이것은 분산 방식으로 대표그룹 영역 생성시의 불일치성을 나타내는 것이다. 이 불일치성의 문제는 영역 관리자(Region Manager)가 해결해 주어야 한다. 영역관리자는 대표그룹 영역의 그룹목록을 가지고 있다. 새로운 그룹의 생성시, 대표사용자 후보자는 영역관리자에게 그룹 생성의 문의를 한다. 영역관리자는 그룹목록을 살펴본 후에 요구가 유효하다면 그 그

룹을 그룹목록에 추가한 후 그룹생성 허가를 해 준다. 만일 그 요구가 유효하지 않다면 그룹생성 불가 메시지를 보낸다. 현재의 대표사용자가 그룹을 떠날 때, 그 대표사용자는 새로운 대표사용자를 지목하며 그 지목된 사용자에게 그룹의 정보를 보내주며 그룹의 구성원들과 영역관리자에게 대표사용자의 변경을 통보한다.

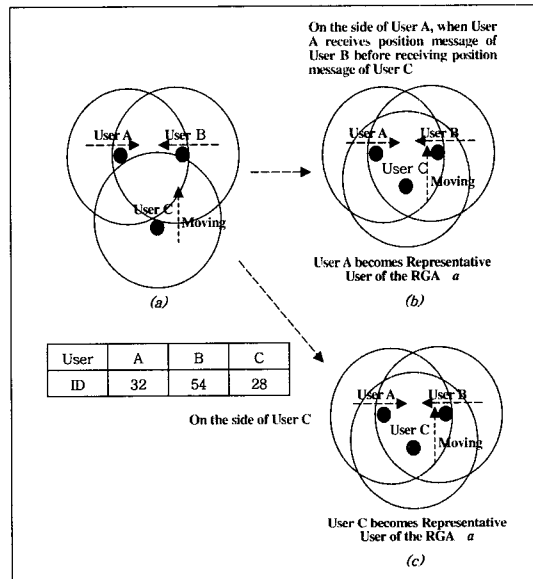


그림 5 그룹 생성시 불일치성

3.5 데이터 전송

대표사용자의 역할은 그룹 구성원들의 현재 정보를 모아 관심을 공유하지 않는 다른 사용자에게 낮은 밀집도로 메시지를 전송하는 것이다. 그룹 내에서 구성원들의 통신은 높은 밀집도의 데이터로 통신을 함으로써 좀더 자세한 표현을 가능케 한다. 만일 사용자 A가 관심을 공유하지 않는 사용자 B의 인지영역에 포함되게 되면 사용자 B는 사용자 A의 대표사용자의 다중전송 채널에 조인을 하여 낮은 밀집도의 데이터를 받는다. 서로 관심을 공유하지 않는 사용자들 사이에서는 낮은 밀집도의 데이터의 통신만으로도 가상세계서 그 사용자에게 대한 표현에 충분하다.

그림 6은 사용자 관심그룹기반 필터링 기법을 사용한 사용자의 데이터 통신을 나타낸다. 그림에서 사용자 A, B, C는 같은 관심을 공유하고 있고, 사용자 D, E, F는 같은 관심을 소유하고 있고 그룹(RGA a)을 생성하고 있으며 사용자 G, H, I 또한 그룹(RGA b)을 생성하고

있다. 사용자 A는 같은 관심을 공유하고 있고 자신의 인지영역에 들어온 사용자 B, C로부터 높은 밀집도의 데이터를 전송 받는다. 그러나 그룹 a, b에 속한 사용자들은 사용자 A의 인지영역에 들어있지만, 관심도를 서로 공유하지 않기 때문에 대표사용자 D, G로부터 낮은 밀집도의 정보를 받는다. 그룹 a의 경우 사용자 A의 인지영역에 들어와 있지 않지만 그 그룹의 구성원들이 사용자 A의 인지영역에 들어와 있음으로 사용자 A는 그룹 a의 대표사용자인 사용자 D의 대중전송 채널에 접속하여 밀집도가 낮은 정보를 받는다.

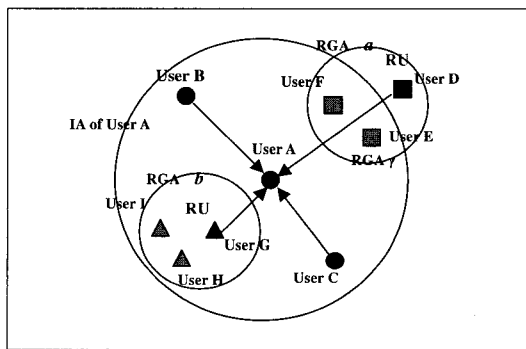


그림 6 사용자간 데이터 전송

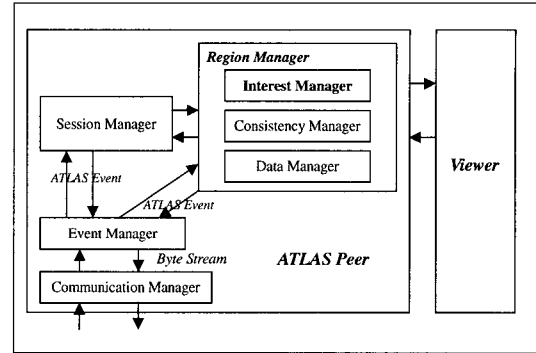


그림 7 ATLAS System의 Peer 구조

가상세계는 여러 개의 논리적인 영역으로 분할이 되고, 각각의 영역은 영역관리자에 의해 관리된다. 각각의 영역관리모듈은 인지도관리모듈, 일관성 및 동시성관리모듈, 데이터 분산관리 모듈을 가지고 있다. 사용자 관심그룹기반 인지도관리 기법은 인지도관리모듈이 지원하는 필터링 기법들 중 하나이다. 한 영역 안에 존재하는 사용자들에 대한 정보는 그 영역을 관리하는 영역관리모듈이 관리를 하며, 사용자의 위치 정보는 영역관리모듈을 통하여 인지도관리모듈로 전해진다. 인지도관리모듈은 인지영역관리 클래스와 사용자 관심그룹기반 인지도관리 클래스의 메소드(method)를 차례로 호출을 하여 사용자 관심그룹기반 필터링을 수행한다.

4.2 사용자 관심그룹기반 인지도 관리기법 구현

사용자 관심그룹기반 인지도 관리기법은 기존의 영역기반, 사용자 인지도기반 필터링 기법을 기반으로 하는 3단계 필터링 방법이다. 이벤트관리자에 의해 영역관리자에 전달된 이벤트는 영역관리자의 인지도관리모듈에 의해 사용자인지도기반, 사용자관심그룹기반 필터링이 수행된다.

그림 8은 인지도관리모듈이 사용자관심그룹기반 인지도관리기법을 수행하는 전체적인 흐름도(flowchart)를 간략하게 도식화 한 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 제안하는 기법을 지원하기 위해서 인지도관리모듈은 크게 두개의 클래스로 - *CAtlasAuraBasedFiltering*, *CAtlasUserInterestBasedFiltering* - 지원된다.

영역관리자에 의해 전달된 이벤트는 *CAtlasAuraBasedFiltering* 클래스를 통하여 먼저 사용자 인지도기반 필터링이 수행된다. 사용자관심그룹기반 필터링기법은 사용자 인지도기반 필터링기법(*CAtlasUIGBFiltering*)과 연동되어 마지막 3단계 필터링을 수행하게 된다. 인지도관리모듈에 의해 필터링 된 사용자의 상태 정보를 영역

4. 구현

4.1 시스템 구조

사용자 관심그룹기반 인지도관리기법은 Java, C++ 라이브러리로 구현되어 ATLAS[16]에 통합되었다. ATLAS는 대규모 네트워크 가상환경을 위한 확장성 있는 네트워크 프레임워크를 목표로 하는 연구 프로젝트이다. ATLAS는 크게 세션관리(Session Manager), 영역관리(Region Manager), 일관성 및 동시성 제어(Consistency Manager), 인지도관리(Interest Manager), 데이터 분산관리(Data Distribution), 이벤트관리(Event Manager), 통신관리(Communication Manager)모듈로 구성된다. 통신관리모듈은 서버나 peer간의 통신 채널의 list를 관리하며 소켓의 생성, 소멸을 관리한다. 이벤트관리모듈은 다른 peer나 서버에서 받은 메시지를 ATLAS 이벤트로 바꾸어 다른 관리모듈로 이벤트를 전달하거나, 다른 관리모듈에서 받은 이벤트를 통신관리모듈로 넘겨주는 역할을 한다. 그림 7은 사용자 관심그룹기반 인지도 관리기법을 지원하는 ATLAS peer-server 구조 중 peer를 그림으로 나타낸 것이다.

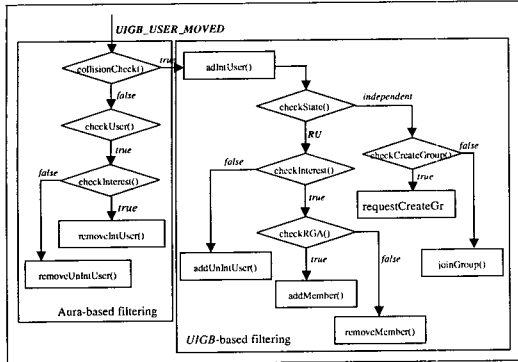


그림 8 사용자관심도그룹기반 필터링기법 흐름도

관리자에게 넘겨주게 되며 영역관리자는 그 정보를 이용하여 다른 사용자나 서버에게 이벤트를 전달하게 된다.

5. 성능 평가

이장에서는 사용자 관심그룹기반 인지도 관리기법의 확장성을 실험을 통해 기존의 위치 근접도기반의 혼합형식 필터링 기법과 메시지 전송량과 계산 비용을 비교해 보았다.

다중 사용자 환경을 에뮬레이션 하기 위하여 computer-generated avatar를 생성하였다. 아바타(Avatar)는 일정한 움직임 패턴을 가지고 가상환경에서 동시에 움직이도록 설계되었다. 인지도 관리기법의 확장성을 위한 고려 사항은 크게 전송되는 메시지의 수와 그에 따른 계산비용이다. 실험은 10 Mbps LAN으로 연결된 Window기반의 PC에서 수행을 하였다.

실험 모델은 다음과 같이 가정을 하였다.

1. 한 영역의 크기는 1000 * 1000 pixel로 정하고, computer-generated avatar의 초기 위치는 무작위로 지정되었다.
2. 평균적으로 같은 관심을 공유하는 사용자는 10명 정도이고, 자신이 관심 있는 객체방향으로 이동한다고 가정하였다.
3. 낮은 밀집도의 데이터는 높은 밀집도의 데이터의 30%정도의 주기로 데이터를 전송한다고 가정하였다.
4. 한 사용자의 움직임은 한번에 5 pixel로 고정하였다. 실험에는 IP 다중전송을 사용하였고, 사용자 각각이 자신의 다중전송 주소를 가지고 있다고 가정하였다.

5.1 메시지 전송량 비교

메시지 전송량은 네트워크 가상환경 시스템의 확장성 고려 사항에 중요한 요소가 된다. 기존의 위치근접도 기

반의 필터링 기법 중 영역기반 필터링과 인지영역기반 필터링 기법을 혼합 형식의 필터링기법과 사용자 관심그룹기반의 인지도 관리기법의 메시지 전송량을 비교하였다. 그림 9는 메시지 전송량 비교 실험의 결과를 보여주고 있다. 가상환경 내의 사용자 수가 10명일 경우에는 제안하는 필터링 기법이 약간 더 많은 메시지 전송을 보여 준다. 이것은 그룹의 생성 유지를 위한 관리 메시지가 필요하기 때문이다. 하지만, 가상환경의 사용자들이 증가함에 따라 사용자 관심그룹기반 인지도 관리 기법이 더 많은 양의 메시지를 필터링 하는 것을 보여준다.

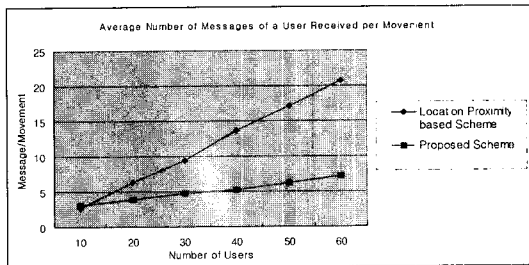


그림 9 메시지 전송량 비교

5.2 계산 비용 비교

두 번째 실험에서는 위치 정보 메시지를 받아서 처리하는 비용과 그룹 유지 계산 비용과 기존의 방식의 계산 비용을 비교하였다. 사용자 관심그룹 기반의 필터링 기법이 메시지 전송량은 현격하게 줄일 수 있으나 그에 반하여 그룹 유지를 위한 계산 비용이 더 많이 들것처럼 보인다. 그러나 제안하는 방식은 메시지를 보내거나 받아서 처리하는 marshal과 unmarshal 등의 메시지 처리비용이 메시지를 덜 받는 만큼 줄어들게 된다.

그림 10은 한 사용자의 평균적인 로컬 계산 비용의 차이를 보여준다. 결과는 제안하는 필터링 방법이 기존의 위치근접도 혼합방식의 필터링기법보다 사용자가 20명 정도일 때까지 더 많이 드는 것을 보여준다. 그러나

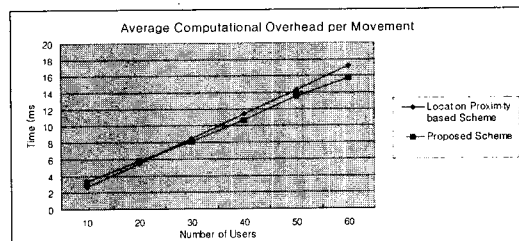


그림 10 계산 비용 비교

더 많은 사용자들이 영역에 참가함에 따라 제안하는 방식의 계산 비용이 더 조금 드는 것을 보여준다. 이것은 한 영역 안에 사용자의 숫자가 증가함에 따라 제안하는 방식의 그룹 유지를 위한 계산비용보다 메시지를 처리하는 비용이 더 드는 것을 의미한다.

결론적으로 한 영역 안에 많은 사용자들이 군집하는 경우, 사용자 관심그룹기반 필터링기법이 메시지 필터링이나 계산 비용에 있어서 위치 근접도기반의 혼합형식의 필터링기법보다 더 적은 양의 네트워크 자원과 계산 자원을 소모한다.

6. 결론

가상 쇼핑몰과 같이 많은 사용자가 특정한 목적을 가지고 좁은 공간에서 상호작용을 하는 대규모 네트워크 가상환경에서는 기존에 제안되어온 필터링 기법들(위치 근접도기반, 클래스기반)은 근접해있는 모든 다른 사용자들로부터 발생하는 자신의 관심과 무관한 모든 메시지를 받게 됨으로 시스템의 확장성을 지원하는데 한계가 있다.

사용자 관심그룹기반 인지도 관리기법은 가상세계에서 다른 사용자들로부터 선택적인 메시지를 받게 함으로써 시스템의 확장성을 증대시킬 수 있다. 주된 아이디어는 같은 관심을 가지고 있으면서 서로의 인지영역 안에 존재하는 사용자들 사이에 동적으로 그룹을 생성하여 관심을 공유하는 사용자들 사이에서는 높은 밀집도의 데이터로 통신한다. 그룹 내에서 구성원들 사이의 우선 순위로 대표 사용자를 선출하여 관심을 공유하지 않는 다른 사용자들에게 그룹에 대한 정보를 낮은 밀집도로 보내 준다. 낮은 밀집도의 데이터를 만드는데 구성원들간의 추가적인 메시지의 전송이 필요한 것이 아니라, 그룹의 구성원들 사이에 통신되는 높은 밀집도의 데이터를 이용한다. 사용자 관심그룹기반 인지도 관리기법은 사용자의 통신부하를 줄임으로써 시스템의 확장성을 지원한다. 실험 결과는 제안하는 인지도 관리기법이 기존의 위치 근접도기반 혼합기법보다 18%이상의 메시지를 줄이는 것을 보여 준다. 또한 peer-server구조를 취하고 있음으로 서버의 영역관리자는 단지 관심그룹 명부를 관리함으로써 서버의 부담을 줄인다.

제안한 기법은 라이브러리 형식으로 구현되었고, 현재 진행중인 대규모 네트워크 가상환경 프레임워크인 ATLAS의 관심도 관리모듈이 지원하는 필터링 기법으로 추가되었다.

현재는 그룹 멤버의 수의 증가에 따라 발생하는 대표

사용자의 부담을 줄일 수 있는 방법에 대한 연구를 수행 중이다.

참고 문헌

- [1] Van Hook, J., Rak, S.J. and Calvin, J.O., "Approaches to Relevance Filtering," The 11th DIS workshop, September, 1994.
- [2] Singhal, S.K., and Zyda, M., *Networked Virtual Environments, Design and Implementation*, Addison-Wesley, 1999.
- [3] Macedonia, M.R., Zyda, M., Pratt, D., Brutzman, P., and Barham, P., "Exploiting Reality with Multicast Groups: A Network Architecture for Large-scale Virtual Environments," Proc. Of the 1995 IEEE Virtual Reality Annual Symposium, pp. 2-10, March, 1995.
- [4] Macedonia, M.R., M.J. Zyda, D.R. Pratt, P.T. Barham, and S. Zeswitz, "NPSNET: A Network Software Architecture For Large Scale Virtual Environments," Presence, Vol. 3, No. 4, pp. 265-287, Fall, 1994.
- [5] Barrus, J.W., Waters, R.C., and Anderson, D.B., "Locale and Beacons: Efficient and Precise Support for Large Multi-User Virtual Environments," MERL, TR95-16a, August, 1996.
- [6] Benford, S., Greenhalgh, C. and Lloyd, D. "Crowded Collaborative Virtual Environments," ACM Transactions on Computer Human Interaction, 1997.
- [7] Benford, S., and Greenhalgh, C., "Introducing Third Party Objects into the Spatial Model of Interaction," 5th European Conference on Computer Supported Cooperative Work, pp. 198-204, September, 1997.
- [8] Greenhalgh, C. and Benford, S., "MASSIVE: A Collaborative Virtual Environment for Teleconferencing," ACM Transactions on Computer Human Interaction, Vol2, No. 3, pp. 239-261, September, 1995.
- [9] Greenhalgh, C., "Spacital Scope and Multicast in Large Virtual Environments," TR Nottcs-tr-96-7.
- [10] Purbrick, J. and Greenhalgh, C., "Extending Locales: Awareness Management in MASSIVE-3," IEEE Virtual Reality 2000, pp. 18-22, March, 2000.
- [11] Hagsand, O., "Interactive Multiuser VEs in DIVE System," IEEE Multimedia Magazine, Vol 3, No. 1, pp. 30-39, 1996.
- [12] Singhal, S.K., and Cheriton, D.R., "Using Projection Aggregations to Support Scalability in Distributed Simulation," Proc. of the 16th ICDCS, pp. 196-206, 1996.
- [13] Defense Modeling and Simulation Office, High

- Level Architecture Interface Specification, Version 1.3. U.S. DoD. <http://hla.dmsomil/tech/ifspec.html>.
- [14] Abrams, H.A., Watsen, K. and Zyda, M., "Three-tiered interest management for large-scale virtual environments," Proc. ACM symposium on Virtual Reality Software and Technology, pp. 125-129, 1998.
- [15] Abrams, H.A., "Extensible Interest Management For Scalable Persistent Distributed Virtual Environments," Ph.D Thesis, Naval Postgraduate School, Monterey, California, 1999.
- [16] Lee, D. et al., ATLAS: Scalable network framework for large distributed virtual environments, Project Report, August 1999.



한 승 현

1992년 ~ 1999년 동국대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사). 1999년 ~ 2001년 한국정보통신대학원대학교(ICU) 공학부 졸업(석사). 2001년 ~ 현재 한국정보통신대학원대학교(ICU) 공학부 박사과정



임 민 규

1994년 ~ 1998년 KAIST 전산학과(학사). 1998년 ~ 2000년 한국정보통신대학원대학교(ICU) 공학부(석사). 2000년 ~ 현재 한국정보통신대학원대학교(ICU) 공학부 박사과정



이 동 만

1982년 2월 서울대학교 컴퓨터공학 학사. 1984년 2월 KAIST 전산학 석사. 1987년 2월 KAIST 전산학 박사. 1987년 3월 ~ 1988년 3월 KAIST post doc. 1988년 4월 ~ 1997. 9월 Hewlett-Packard 책임연구원. 1997년 10월 ~ 현재 ICU 부교수. 관심분야는 네트워크 및 분산 시스템, scalable network architecture for distributed virtual environment, reliable multicast protocol, fault-tolerant group communication, layered multimedia multicast, web caching, collaborative computing framework