

# 분산 가상 환경을 위한 확장성 있는 사용자 관심도 기반의 인지도 관리 기법

한승현<sup>0</sup> 임민규 이동만  
한국 정보통신 대학원 대학교 분산시스템 랩  
{dennis, cats, dlee}@icu.ac.kr

## Scalable Interest Group Based Awareness Management For Large Networked Virtual Environments

SeungHyun Han<sup>0</sup> MinGu Lim DongMan Lee  
School of Engineering, Information and Communications University

### 요 약

분산 가상 환경(DVE)의 사용자 수가 증대됨에 따라, 고려해야 할 사항 중 가장 중요한 것들 중 하나는 상호작용의 성능을 위한 확장성에 있다. DVE의 확장성을 지원하기 위한 방법들 중 하나는 사용자 인지도 관리 기법이다. 기존의 인지도 관리 기법은 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 받아야 한다. 이것은 사용자들에게 통신에 따른 많은 부하가 걸리게 되며 따라서 시스템은 확장성이 떨어지게 된다. 본 연구에서는 각 사용자의 인지도 영역에 사용자가 관심 있는 사물의 타입을 표현하고 같은 관심을 가지고 있는 사용자들끼리 그룹을 생성하여 사용자의 관심도에 따른 선택적인 메시지를 받게 한다. 이를 통하여 각 사용자는 자신과 근접한 공간에 있는 모든 사용자로부터 생성되는 모든 메시지를 받지 않아도 된다. 본 연구를 통하여 확장성 있는 방법으로 사용자간의 상호 작용을 지원할 수 있다.

### 1. 서론

분산 가상 환경(DVE)에서 사용자의 수와 네트워크 지연이 증대됨에 따라, 고려해야 할 사항 중 가장 중요한 것은 상호작용의 성능을 위한 확장성에 있다. DVE 시스템의 확장성을 지원하기 위한 방법 중 하나는 사용자의 인지 영역을 제한하는 방법이다. 이 방법은 크게 가상 세계를 여러 개의 region으로 분할하여 region에 참여하는 모든 참여자들에게 그 region에서 발생하는 메시지를 보내는 방법과 가상 세계의 참여자의 관심 영역을 일정한 범위로 제한하는 방법이 있으며, 이 두 가지 방법을 혼합한 hybrid 방식이 존재한다. 이를 통하여 시스템이 관리하는 사용자의 숫자를 줄임으로써 사용자 사이에 교환되는 메시지의 수를 줄일 수 있다. 하지만 가상 소평물 같은 DVE 시스템에서는 특정 제한된 공간에 많은 사용자가 운집한다. 이 경우, 기존의 공간이나 거리를 기반으로 하는 필터링 방법으로는 좁은 공간에 있는 모든 사용자는 사용자 간에 발생하는 상호 작용 메시지를 모두 받아야 하며 여기에는 사용자가 관심이 없는 메시지의 수도 포함되어 있어 시스템의 전체 확장성이 감소하게 된다.

본 연구에서는 사용자의 관심(user interest)에 따른 인지도 관리 기법을 제안한다. 사용자의 관심을 기반으로 하는 인지도 관리 체계에서는 사용자가 관심을 자신의 인지 영역에 표현하고, 서로 관심이 같은 사용자간에 그룹을 생성함으로써, 관심이 같은 사용자간에는 충실도(fidelity)가 높은 상호 작용 메시지와 위치 정보를 주고 받

지만 관심이 없는 사용자들로부터는 충실도가 낮은 상호 작용 메시지와 위치 정보를 주고 받는다. 따라서 사용자들이 많이 밀집한 공간에서도 사용자가 자신의 인지 영역 안에서 자신의 관심에 따른 선택적인 메시지를 받게 함으로써 사용자가 받는 메시지의 수를 줄임으로써 가상 소평물 같은 대규모 DVE 시스템의 확장성을 증가시킬 수 있다.

### 2. 관련연구

DVE 시스템의 확장성을 증대 시키기 위해 여러 가지 인지도 관리 기법이 제안 되어 왔다. 인지도 관리기법은 공간적 거리를 기반으로 사용자의 인지 영역을 제한 하는 방법과 가상 세계에 존재하는 객체의 타입을 기반으로 하는 방법으로 크게 나누어 진다.

거리를 기반으로 하는 기법은 가상 세계를 여러 개의 region으로 나누고 region에 참여하는 모든 참여자로부터 발생하는 메시지를 그 region안으로 제안 하는 region-based 필터링 기법(NPSNET [6], SPLINE[2])과 가상 세계의 참여자의 관심 영역을 일정한 범위로 제한하여 사용자의 인지 영역의 충돌이 발생하였을 경우 사용자간의 통신이 가능한 aura-based 필터링 기법(MASSIVE[3, 4, 7], DIVE[5])이 있다.

가상 세계에 참여하는 객체의 타입을 기반으로 하는 class-based(or organization-based) 기법(PARADISE [8], HLA [10])은 가상 세계에 참여하는 객체의 클래스를 미리 정해 놓고 자신이 원하는

클래스의 객체들로부터 선택적인 메시지를 받는 방법으로써 주로 근사 시뮬레이션에 많이 사용되고 있다.

또한 위의 열거한 방법들을 혼합한 hybrid기법(Three-tiered architecture [1])이 존재를 한다.

### 3. 사용자 관심도에 따른 인지도 관리 기법

#### 3.1 개요

본 연구에서는 확장성 있는 인지도 관리 기법을 설계하기 위하여 실제계를 반영하고자 하였다. 실제계를 살펴 보면, 사람들은 자신과 멀리 떨어져 있는 사물 보다는 자신과 근접한 사물을 더 잘 인식할 수 있다. 둘째, 사람들은 자신의 관심도가 높은 사물에 보다 많이 초점을 맞춘다. 마지막으로, 사람들은 자신과 관심도가 유사한 사람들과 좀더 자주 상호작용을 하는 경향이 있다. 더욱이, 좀더 한정된 세계를, 예를 들면 쇼핑몰, 살펴 보면 사람들은 쇼핑몰에 몰린을 사러 가며, 자신의 관심 있는 물건이 있는 상점이나 장소에 모인다.

제안하는 방법은 이러한 발견 사항들을 가상환경의 인지도 관리 기법에 이용하였다. 이 인지도 관리 기법은 기존의 거리 기반의 기법 중 region 기반 필터링 방법과 aura 기반의 필터링 기법을 혼합한 hybrid 기법에 사용자의 관심을 기반으로 하는 그룹핑 메커니즘을 결합한 사용자 관심 기반의 필터링이다.

사용자 관심 기반의 필터링 방법은 거리를 기반의 필터링 방법을 더 효율적으로 증폭시킨다. 사용자 관심 기반 필터링은 사용자가 자신의 관심을 자신의 인지 영역에 표현하고 자신과 관심이 같은 사용자들로부터는 충실도가 높은 데이터를 받고 관심이 다른 사용자들로부터는 충실도가 낮은 데이터를 받는다. 더욱이, 관심이 다른 사용자들 각각으로부터 데이터를 받는 것보다, 관심이 낮은 사용자들을 관심도에 따라 그룹을 만들어 그룹의 대표자로부터 충실도가 낮은 데이터를 받는 것이 더 효율적이다. 하지만 아직 데이터의 충실도(fidelity)에 대한 명확한 정의가 존재 하지 않는다[1]. 따라서 본 연구에서는 높은 충실도(high fidelity)를 높은 전송 비율의 상호 작용 및 위치 정보 메시지로 정의 하고, 낮은 충실도(low fidelity)를 단지 집합체 뷰(aggregated view)가 아닌 그룹의 멤버들로부터 보내진 최신의 정보를 낮은 전송 비율로 전송하는 것으로 정의 하였다.

#### 3.2 사용자 관심도에 따른 그룹 생성

사용자가 한 영역 안에 들어 오면 그 사용자는 그 영역에 참여 하고 있는 사용자들의 주소, 참여 그룹 그리고 관심도에 관한 정보를 받는다. 사용자의 관심은 가상세계에 존재하는 모든 종류의 사물로, 예를 들면 가상세계 물체, 다른 사용자 또는 특정한 장소등, 표현 될 수 있다. 본 연구에서는 실제계를 반영하기 위해, 같은 종류의 사물에 관심을 가지고 있는 사용자들은 서로에 대해 관심이 있다고 가정을 하였다.

가상 환경에 참여 하는 모든 사용자들은 각각 구(sphere)로 표현 되는 사물이나 다른 사용자를 인지할 수 있는 인지 영역(IA)을 가지고 있다. 사용자는 자신의 인지영역에 자신의 관심도를 표현함으로써 다른 사용자들로부터 관심도에 따른 선택된 메시지를 받을 수 있다. 본 연구에서 제안하는 그룹 생성 방법은 사용자의 관심도와 공간적 근접도에 의거하고 있다.

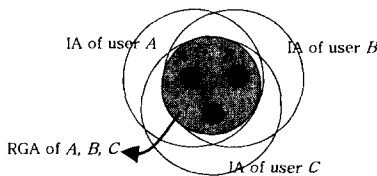


그림 1. 그룹의 생성

같은 관심을 가지고 있는 사용자들이 각각 사용자의 관심영역에 포함되면 그룹이 생성이 되고 사용자들은 그 그룹의 멤버가 된다. 이것을 대표 그룹 영역(Representative Group Area, RGA)이라 하였다. RGA는 항상 모든 멤버의 인지 영역 안에 포함된다. 그림 1.은 세 사용자의 RGA 생성을 보여 주고 있다. RGA의 크기는 RGA의 멤버의 IA들 중 가장 작은 것의 절반이 된다.

#### 3.3 다중관심의 사용자

가상 세계에 참여 하는 사용자들은 여러 종류의 사물에 관심이 있을 수 있다. 이런 경우 사용자는 자신의 관심 영역(IA)에 여러 개의 관심을 표현할 수는 있으나 그 관심도에 따라 여러 개의 다른 그룹에 참여를 할 수는 없다. 왜냐하면 여러 개의 그룹에의 참여는 사용자 표현의 중복이나 불필요한 메시지 전송을 초래 하기 때문이다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 본 연구에서는 사용자의 관심에 우선순위를 두어 그 우선순위에 따라 그룹 참여를 하도록 하였다. 사용자가 한 그룹에 포함되어 있다면 자신의 관심도 중에 우선순위가 높은 그룹에 포함되게 되면 그 사용자는 기존의 그룹에서 탈퇴를 하고 새로운 그룹에 참여를 하게 된다.

#### 3.4 사용자 대표 선출

새로운 그룹이 생성시 항상 그 그룹의 대표 사용자(Representative User, RU)를 선출해야만 한다. 대표 사용자의 가장 큰 역할은 그룹 멤버로부터 받은 상호작용 정보를 그 그룹에 관심도가 적은 사용자들에게 충실도가 적은 메시지를 전달 하는 것이다. 대표 사용자(RU) 선출은 분산 방식(distributed manner)으로 이루어 진다. RU는 사용자 ID나 그룹에 포함되어 있던 시간 등의 멤버의 우선 순위에 의해 결정이 된다. RU가 그룹의 범위를 벗어나게 되면 새로운 RU를 선출 해야 한다. RU가 벗어 날 때, 새로운 RU의 정보를 그 그룹의 멤버들 및 후보자(Candidate)에게 정보를 보내게 되고 그 메시지를 받은 후보자는 그 그룹의 RU의 변경을 확인 하는 메시지를 영역 안에 보내게 된다. RU 선출에 사용되는 정보나 사용자 정보는, 예를 들면 사용자 ID, 포함되어 있는 영역의 멀티캐스트 주소로 보내지고 있는 전송 비율이 낮은 위치 정보 메시지에 포함되어 보내지게 됨으로 부가적인 메시지 전송을 막는다.

#### 3.5 상호 작용 데이터 전송

제안 하는 방식에서는, 한 사용자의 관심영역 안에 자신이 관심 있는 사용자가 포함이 되어 있으면 그 사용자에게 충실도가 높은 위치 정보와 상호 작용 메시지를 보내지만, 관심도가 낮은 사용자들에게는 그 사용자가 포함되어 있는 그룹의 RU가 사용자를 대신 하여 충실도가 낮은 정보를 낮은 전송비율로 보낸다. 예를 들어 관심도가 낮은 사용자 A가 다른 사용자 B의 인지 영역 안에 들어왔지만 A가 포함되어 있는 RGA의 RU는 아직 B 사용자의 인지 영역 안에 들어왔다고 가정을 하면, 제안하는 방식에서는 사용자 B는 사용자 A가 포함되어 있는 RGA의 중앙이 사용자 A의 인지 영역 안에 들어오기 전까지 상호작용 데이터를 받지 않고, RGA의 중앙이 사용자 A의 인지 영역 안에 들어오게 되면 사용자 A는 사용자 B가 속해 있는 그룹의 RU로부터 충실도가 낮은 정보를 낮은 전송 비율로 받게 된다.

그림 2.는 한 사용자가 자신의 인지영역에 포함되어 있는 다른 사용자들로부터 선택적인 메시지를 받는 것을 보여 주는 것이다. 사용자 A는 원으로 표시된 관심 있는 사용자들로부터 충실도가 높은 데이터를 받고, 삼각형이나 사각형으로 표시된 사용자들의 경우, 각 그룹의 RU로부터 충실도가 낮은 데이터를 받게 된다.

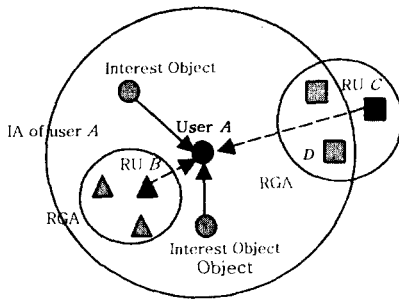


그림 2. 관심도에 따른 사용자의 상호작용 데이터 전송

4. 성능 분석

이 장에서는, 제안하는 방법을 시뮬레이션을 통해 기존의 영역기반과 Aura기반의 필터링 기법을 혼합한 hybrid방법과 확장성을 비교해 보고자 한다. 시뮬레이션 프로그램은 JDK1.2.2를 사용하여 구현 되었고, 10Mbps로 연결된 Pentium II 350MHz의 Windows 2000 Professional 환경에서 실행 되었다.

그림 3은 한 사용자가 한 영역 안에서 움직일 때마다 받는 메시지의 양을 보여 준다. 제안하는 방식을 사용하는 경우, 영역 안에 참여하는 사용자의 수가 증가하더라도 기존의 방식보다 메시지수의 증가 폭이 적은 것을 볼 수 있다. 이것은 사용자의 관심도가 적은 사용자가 IA안에 많은 경우 모든 IA안에 포함되어 있는 모든 사용자가 메시지를 보내는 것이 아니라 단지 포함된 사용자들의 RU가 낮은 전송 비율로 메시지를 전송하기 때문이다.

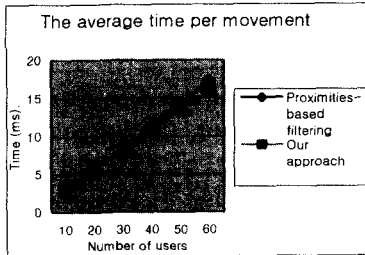


그림 3. 사용자가 받는 상호 작용 메시지 비교

두 번째 시뮬레이션에서는 영역 안에서 한 사용자가 위치 데이터와 상호 작용 데이터를 받고 그룹핑을 하는 계산 비용을 측정 하였다.

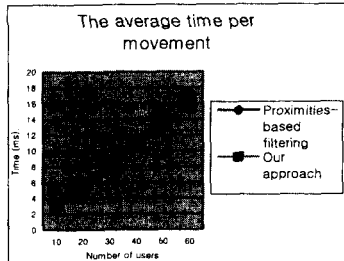


그림 4. 거리 기반 기법과의 계산 비용 비교

그림 4는 한 영역 안에 참여하는 사용자의 숫자가 증가함에 따라 더 적은 양의 계산 비용이 드는 것을 보여 준다. 이것은 영역 안에 참여하는 사용자의 숫자가 증가하면서 기존의 방식은 받는 상호 작용 메시지의 양이 많아 지고 이 메시지들을 처리하는 계산 비용이

제안하는 방식의 그룹핑을 하는 방식에 비해 많이 드는 것을 보여 준다.

결론적으로 한 영역에 참여하는 사용자의 숫자가 많아지고 사용자들이 특정 장소에 많이 모이는 현상이 발생하게 될 경우 제안하는 방식이 기존의 방식에 비해 전송되는 메시지의 숫자와 계산 비용이 더 적게 든다고 할 수 있다.

5. 결론

가상 쇼핑물과 같은 분산 가상 환경에서 사용자들은 자신이 관심 있는 물체가 있는 곳에 밀집된다. 기존의 필터링 방법들은 사용자 주변에 있는 관심이 없는 다른 사용자들이 발생시키는 메시지들을 모두 받아야 함으로 확장성이 떨어진다고 할 수 있다.

본 논문에서는 사용자들로 하여금 사용자들의 관심도에 따라 선택적인 메시지를 받게 함으로써 가상환경 안에서 사용자들이 받는 메시지의 수를 줄이는 인지도 관리 기법을 제안 하였다. 주된 아이디어는 서로가 사용자들의 인지영역에 존재하고 관심이 같은 사용자들을 다이나믹하게 그룹을 생성하여 그 사용자들에 관심이 없는 다른 사용자들에게 그룹의 대표 사용자 (RU)가 낮은 전송 비율로 그룹에서 일어나는 상호작용 메시지를 보내 줌으로써, 불필요한 메시지의 전송을 줄임으로써, 분산 가상환경의 확장성을 증대 시킨다. 시뮬레이션 결과는 제안된 방식이 기존의 공간을 기반으로 하는 기법과 비교하여 18%의 메시지 수를 줄이는 것을 보여 준다.

제안된 방식에서 그룹의 멤버의 숫자가 증가함에 따라서 관심도가 적은 다른 사용자들에게 보내 지는 충실도가 적은 메시지의 크기가 증가하게 된다. 이것은 메시지 전송이나 계산 비용을 증가시킬 수 있다. 현재는 그룹 멤버의 수에 따라 통신 부하를 최대한 줄일 수 있는 방법을 시뮬레이션을 통해 수행중이다.

5. 참고 문헌

- [1] H. A. Abrams, K. Watson, and M. J. Zyda, "Three-tiered interest management for large-scale virtual environments," Proc. ACM symposium on Virtual reality software and technology, 1998, PP. 125-129.
- [2] J. W. Barrus, R. C., Waters, and D. B. Anderson, "Locale and Beacons: Efficient and Precise Support for Large Multi-User Virtual Environments," August, 1996, MERL TR95-16a.
- [3] S. Benford, C. Greenhalgh, and D. Lloyd, "Crowded Collaborative Virtual Environments," ACM Transactions on Computer-Human Interaction, 1997.
- [4] S. Benford and C. Greenhalgh, "Introducing Third Party Objects into the Spatial Model of Interaction," 5th European Conference on Computer Supported Cooperative Work, September, 1997, PP. 198-204.
- [5] O. Hagsand, "Interactive Multiuser VEs in the DIVE System," IEEE Multimedia Magazine, 1996, Vol 3, No. 1, PP. 30-39.
- [6] M. R. Macedonia, M. J. Zyda, D. R. Pratt, D. P. Brutzman, and P. T. Barham, "Exploiting Reality with Multicast Groups: A Network Architecture for Large-scale Virtual Environments," Proc. of the 1995 IEEE Virtual Reality Annual Symposium, March, 1995, PP. 2-10.
- [7] J. Purbrick and C. Greenhalgh, "Extending Locales: Awareness Management in MASSIVE-3," IEEE Virtual Reality 2000, March, 2000, PP. 18 -22.
- [8] S. K. Singhal, and D. R. Cheriton, "Using Projection Aggregations to Support Scalability in Distributed Simulation," Proc. of the 16th ICDCS, 1996, PP. 196-206.
- [9] D. Snowdon, C. Greenhalgh, S. Benford, A. Bullock, and C. Brown, "Review of Distributed Architectures for Networked Virtual Reality," Virtual Reality, 1996, Vol. 2, No. 1, 155-175.
- [10] Defense Modeling and Simulation Office, High Level Architecture Interface Specification. Version 1.3. U.S. Department of Defense. <http://hla.dmsomil/tech/ifspec.html>