

분산 가상 환경을 위한 확장성 있는 서브 영역 기반의 영역간 상호작용 관리

임민규, 이동만
한국정보통신대학원대학교

Scalable sub-region based inter-region interaction management for distributed virtual environments

Mingyu Lim (cats@icu.ac.kr), Dongman Lee (dlee@icu.ac.kr)
Information and Communications University

요 약

분산 가상 환경(DVE)이 대규모가 되어감에 따라, 고려해야 할 중요한 사항 중의 하나는 확장성이다. DVE에 확장성을 지원하기 위한 여러 접근 방법 중의 하나는 region 분할 방법이다. 대부분의 DVE 시스템에서는 region은 분리되어 있으며 이웃한 region의 사용자들 사이의 상호작용이 지원된다. 하지만 사용자들은 항상 자신이 관심을 가지고 있는 이웃 region들 안의 모든 사용자 상태 정보를 알아야 한다. 이것은 region간 상호작용을 하는 사용자들에게 통신에 따른 부하가 많이 걸리게 되며 따라서 시스템은 확장성이 떨어지게 된다. 본 연구에서는 region 관리자가 현재 region안의 사용자들에 대한 관심도가 높은 이웃 region안의 사용자들의 일부만 선택한다. 이를 통해 region안의 사용자들은 이웃 region으로부터 모든 갱신 메시지를 받지 않아도 된다. 본 연구를 통해 DVE 시스템은 확장성 있는 방법으로 region안에서의 상호작용 뿐만 아니라 region간 상호작용을 지원할 수 있다.

1 서 론

분산 가상 환경(DVE)에서 사용자의 수와 네트워크 지연이 증대됨에 따라, 고려해야 할 사항 중 가장 중요한 것은 상호작용의 성능을 위한 확장성에 있다 [11]. DVE가 확장성을 지원하도록 하기 위한 방법 중 하나는 region 분할 방법이다. 이 방법은 전체 가상 세계를 여러 개의 작은 region으로 나누거나 [1, 5, 6, 10], 가상 세계의 참여자들의 관심 영역을 제한하는 [2, 5] 두 가지 방법이 있으며 [3], 이를 통해 시스템이 관리하는 사용자의 수를 줄임으로써 시스템 사이에 교환되는 메시지의 수를 줄일 수 있다. 하지만, 가상 쇼핑 몰 같은 DVE 애플리케이션에서는 region안에서의 상호작용뿐만 아니라 region간 상호작용도 빈번히 발생한다. DIVE[5]나 WAVE[6,9]의 경우에는 이런 region간 상호작용이 지원되지 않는다. 반면 NPSNET[10,12], SPLINE[1, 14], MASSIVE[2,4]같은 DVE 시스템에서는 region은 분리되어 있고 인접한 region안의 사용자들 사이의 상호작용(region간 상호작용)을 지원한다. 하지만, 이런 인접 영역간 상호작용을 위해서는 인접한 영역내의 모든 사용자들과 갱신 메시지를 주고받아야 하며 여기에는 현재 사용자가 관심이 없는 메시지도 포함되어 시스템 전체의 확장성이 감소하게 된다.

본 연구에서는 더욱 확장성 있는 방법으로 이웃 region안의 사용

자들의 상호작용을 지원하는 새로운 region 관리 체계를 제안한다. 이 region 관리 체계에서는, region 관리자가 이웃 region안의 사용자중 일부만을 선택하는데, 이 선택된 사용자들은 특히 현재 region 안의 사용자와 상호작용할 가능성이 높은 사용자들이다. 이들 선택된 사용자들은 또 다른 멀티캐스트 그룹을 형성하여, region 안에 있는 사용자들로 하여금 이웃 region으로부터 모든 갱신 메시지를 받지 않아도 된다. 이들은 이웃 region안의 사용자들 중 자신이 관심도가 높은 사용자들과 관계된 메시지만을 받는다. 따라서, 제안하는 새로운 region 관리 체계는 확장성 있는 방법으로 LSVE(Large Scale Virtual Environments) 시스템들이 region 안에서의 상호작용 뿐만 아니라 region 간 상호작용을 지원하도록 해준다.

2. 확장성 있는 영역 관리 기법

2.1 서브 영역

인접한 region들 안에 있는 사용자들의 상호작용을 위해서는 각 사용자가 위치 정보 같은 이웃 region안의 다른 사용자들에 대한 상태를 주기적으로 알아야 한다. 사용자는 자신이 속한 region에 대해서는 높은 관심도를 가지고 있는 반면, 이웃 region에 대해서는 상대적으로 낮은 관심도를 가지고 있다. 본 연구에서는 사용자들 사이의 근접도를 기반으로 관심도의 차이를 나타내었다. 즉, 사용자

는 자신이 속한 region에 대해서는 region 전체에 관심이 있지만, 이웃 region에 대한 관심도는 사용자로부터의 거리가 멀어질수록 감소하는 것이다. 사용자가 region의 경계 쪽으로 이동한다는 것은 이웃 region의 상황에 대한 관심이 높아진다는 것을 나타낸다. 따라서, 사용자는 region에 참여하는 시점에 이웃 region에 대한 모든 데이터를 받지만, 항상 이웃 region안에 있는 모든 사용자의 갱신 정보는 받을 필요가 없다. 본 연구에서는 이를 지원하기 위해 region을 작은 sub region으로 나누었다.

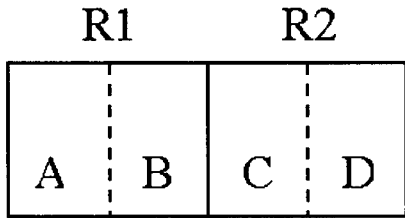


그림 1 영역간 상호작용 체계의 기본 구조

그림 1은 region R1과 R2를 보여주고 있다. 각 region은 두 개의 sub region으로 분리되어 있다. 이들 sub region을 이용하여 이웃 region안에 있는 사용자에게 대한 관심도가 구분된다. 즉, sub region은 이웃 region에 대한 상대적인 관심도의 차이를 나타내는 것이다. 이웃 region과 근접한 sub region안에 있는 사용자는 이웃 region과 멀리 떨어진 sub region안에 있는 사용자보다 이 이웃 region에 대한 관심도가 더 높다고 할 수 있다. 예를 들어, B안에 있는 사용자는 A에 있는 사용자 보다 R2에 있는 사용자와 상호작용할 가능성이 더 높다. A에 있는 사용자는 R1에 참여하는 시점에 R2에 대한 모든 데이터를 받지만, 갱신 메시지는 C안의 정보만을 받는다. B에 있는 사용자는 A에 있는 사용자보다 R2에 대한 관심도가 더 높기 때문에 C와 D에 있는 모든 사용자의 갱신 메시지를 받는다.

2.2 영역 내 상호 작용과 영역간 상호 작용 관리

이제 본 연구에서 수행한 region내에서의 상호작용과 region간 상호작용을 위한 그룹 통신 모델을 좀더 자세히 살펴보겠다. 그림 1에서의 sub region B와 C는 각각 R1과 R2의 경계 영역이라고 생각할 수 있다. Region간 상호작용을 지원하기 위해, 이들 sub region에 별도의 멀티캐스트 어드레스를 할당할 수 있다. 그림 2는 region과 sub region에 할당된 멀티캐스트 어드레스와 각 region안의 사용자들의 예를 나타내고 있다. 우선, R1과 R2는 region내에서의 상호작용을 위해 멀티캐스트 어드레스가 필요하다. 경계 영역 B와 C는 각각 이들에게 관심이 있는 사용자들과의 region간 상호작용을 위해 별도의 멀티캐스트 어드레스가 필요하다. 따라서 R1에는 멀티캐스트 어드레스 ma11, B에는 ma12, R2에는 ma21 그리고 C에 ma22가 할당되었다. ma12와 ma22는 region간 상호작용을 위해 할당된 것이다. Sub region A안의 사용자 U1과 U2는 R1과 C에 관심이 있기 때문에, region내 상호작용을 위해서는 ma11, region간 상호작용을 위해 ma22에 연결된다. U1과 U2는 ma22를

통하여 sub-region C내의 사용자들의 갱신 메시지를 받는다. 이 ma22는 U1 및 U2의 갱신 메시지를 보내는데는 사용되지 않는다는 사실에 주의해야 한다. 이것은 중복된 메시지 전송을 피하기 위해서인데, 만약 ma22로도 갱신 메시지를 보내게 되면 C의 사용자 U5와 U6은 ma11을 통해 받은 메시지를 ma22를 통해 중복해서 받게 된다. 따라서 본 연구에서는 region간 상호작용을 위해 메시지를 보낼 때와 받을 때를 구분하여 서로 다른 멀티캐스트 어드레스를 사용한다. 마찬가지로 D안에 있는 사용자 U7과 U8은 R2와 B에 관심이 있기 때문에 각각 ma12과 ma21에 연결된다.

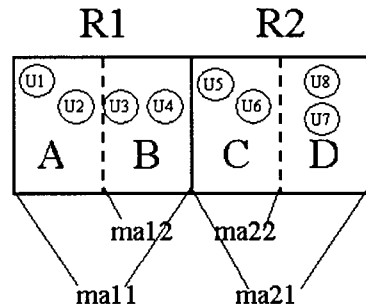


그림 2 영역의 멀티캐스트 어드레스 할당

R1의 sub region B안의 사용자 U3, U4는 region R1과 R2 전체에 관심이 있기 때문에, ma11과 ma21을 통해 갱신 메시지를 받는다. 또한 ma12를 통해 U3, U4에게 관심이 있는 D안의 사용자 U7, U8에게 갱신 메시지를 보낸다. 같은 방법으로 sub region C안의 사용자 U5, U6은 region내 상호작용을 위해 ma21에 연결된다. 이들은 또한 region간 상호작용을 위해 R1내의 갱신 메시지를 받기 위해 ma11에, 그리고 자신에게 관심이 있는 A내의 사용자 U1, U2에 갱신 메시지를 보내기 위해 ma22를 사용한다. 이렇게 별도의 멀티캐스트 어드레스를 사용함으로써, region간 상호작용시에 교환되는 메시지의 수를 줄일 수 있다.

예를 들어, sub region A 안의 사용자 U1, U2는 R1안의 사용자들과의 region 내 상호작용을 위해 ma11을 사용한다. 이들은 sub region C안의 사용자 U5, U6과의 region간 상호작용을 위해서는 ma11과 ma22를 사용한다. U5와 U6의 갱신 메시지는 ma22를 통해서 받는 대신, 자신들의 갱신 메시지는 ma11을 통해 U5, U6으로 보낸다.

앞서 제시한 region 관리기법은 더 일반적인 모델로 확장할 수 있다. 수평으로 인접한 두 개의 region만이 아니라 수직으로 인접한 region도 생각할 수 있는데 수직 관계에 있는 region 간 상호작용 역시 수평 관계의 region간 상호작용과 마찬가지로 지원될 수 있다.

3. 성능 분석

이 장에서는, 본 연구에서 제안한 region 관리 기법의 확장성을 Open Community같은 기존의 시스템과 비교하여 region내 상호작용 및 region간 상호작용시에 교환되는 메시지의 수의 관점에서 분

석하였다. 그림 2에서 sub region A, B, C, D안의 사용자의 수를 각각 순서대로 m_1 , m_2 , n_1 , n_2 라고 가정한다. 기존 연구에서는, R1안의 사용자는 R1, R2안의 모든 사용자들에게 자신의 갱신 메시지를 보내야 하기 때문에 R1안의 사용자들이 보내는 총 메시지의 양의 합은 $2(m_1+m_2)$ 이다. 즉, 한 번은 region내 상호작용을 위해, 다른 한 번은 region간 상호작용을 위해 필요한 것이다. R1안의 사용자들 각각은 $(m_1+m_2+n_1+n_2)$ 의 메시지를 받게 된다. 이것 역시 m_1+m_2 는 region내 상호작용시에 받는 메시지의 양이고, n_1+n_2 는 R2와의 region간 상호작용시에 받는 메시지의 양이다.

반면, 본 연구에서 제안한 확장성 있는 관리 기법이 사용되는 경우에는 R1안의 사용자들이 보내는 총 메시지의 양의 합은 (m_1+2m_2) 이다. Sub region A에 있는 사용자들은 R1안의 사용자들과의 region내 상호작용과 sub region C안의 사용자들과의 region간 상호작용을 위해 자신의 갱신 메시지를 한 번만 보낸다. Sub region B안에 있는 사용자들은 두 개의 멀티캐스트 어드레스를 통해 갱신 메시지를 보낸다. 한 번은 R1안의 사용자들과의 region내 상호작용을 위해서고, 다른 한 번은 sub region D안에 있는 사용자들과의 region간 상호작용을 위해서이다. R1안의 사용자들이 받는 메시지의 양은 자신이 속한 sub region에 따라 다르다. A에 속한 사용자들이 받는 메시지의 양은 $(m_1+m_2+n_1)$ 이다. 수신자 그룹의 일원으로써 이들은 region내 상호작용을 위해 R1안의 사용자들로부터 (m_1+m_2) 개의 메시지를 받고, region간 상호작용을 위해서는 sub region C안의 사용자들로부터 n_1 개의 메시지를 받는다. Sub region B안의 사용자가 받는 총 메시지의 양은 기존 연구에서와 마찬가지로 $(m_1+m_2+n_1+n_2)$ 이다. Region내 상호작용을 위해 받는 메시지의 양이 (m_1+m_2) 이고, region간 상호작용을 위해 받는 메시지의 양이 (n_1+n_2) 이다.

결론적으로, 본 연구에서 수행한 region관리 기법은 기존 연구의 방법보다 교환되는 메시지의 양을 줄여 통신 부하를 줄인다.

4. 결론

본 연구에서는, 대규모 분산 가상 환경에서 좀더 확장성 있는 방법으로 이웃한 region안에 있는 참여자들 사이의 상호작용을 가능하게 하는 강화된 region 관리 기법을 제안하였다. 주된 아이디어는 하나의 region을 여러 개의 sub region으로 나누어 참여자들의 일부를 그룹으로 생성하고 별도의 멀티캐스트 어드레스를 할당하여 메시지를 보낼 때와 받을 때를 구분하여 서로 다른 어드레스를 사용하는 것이다. 이를 통해 region간 상호작용의 통신 부하를 줄임으로써 확장성이 지원되는 것이다.

Sub region에 별도의 멀티캐스트 어드레스를 할당하는 것이 비용이 많이 든다고 생각할 수도 있지만, 멀티캐스트 어드레스는 IP version 5가 광범위하게 사용될 것으로 기대되는 인터넷 환경에서는 결코 비용이 많이 드는 자원이 아니다 [7].

본 연구에서 수행한 region관리 체계의 구현은 KAIST에서 개발한 CVRAT 시스템을 기반으로 진행중에 있다. 현재는 region안의 사용자의 수에 따라 통신 부하를 최대한 줄일 수 있는 경계 영역의 최적 범위를 찾는 연구를 시뮬레이션을 통해 수행중이다.

제안된 region 관리 체계는 대규모 분산 가상 환경을 위한 네트워크 프레임워크인 ATLAS [8]의 일부분이며 CVRAT [13]을 통해 시험적인 분산 가상 환경으로 구현되고 있다.

참고문헌

- [1] Barrus, J.W., Waters, R.C., and Anderson D.B. Locales: Supporting Large Multiuser Virtual Environments. IEEE Computer Graphics and Applications, November, 1996, 16(6):50-57
- [2] Benford, S., and Greenhalgh, C. Introducing Third Party Objects into the Spatial Model of Interaction. Fifth European Conference on Computer Supported Cooperative Work (ECSCW'97), Lancaster, 8-10 September, 1997.
- [3] Greenhalgh, C.M., and Benford, S.D. Boundaries, Awareness and Interaction in Collaborative Virtual Environments. in the proceedings of the 6th International Workshop on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises (WET-ICE), Cambridge, Massachusetts, USA, 18-20 June, 1997.
- [4] Greenhalgh, C.M., and Benford, S.D. Virtual Reality Teleconferencing: Implementation and Experience. Proc. ECSCW'95, Stockholm, North-Holland, September, 1995.
- [5] Hagsnad, O. Interactive Multiuser VEs in the DIVE system. IEEE Multimedia, Spring 1996.
- [6] Hagsand, O., Lea, R., and Stenius, M. Using Spatial Techniques to Decrease Message Passing in a Distributed VE System. VRML 97, Monterey CA USA.
- [7] Lee, D.C., Lough, D.L., Midkiff, S.F., Davis IV, N.J., and Benchoff, P.E. The Next Generation of the Internet: Aspects of the Internet Protocol Version 6. IEEE Network, 1998.
- [8] Lee D. et al, ATLAS: Scalable network framework for large distributed virtual environments, Project Report, June, 1999.
- [9] Lea, R., Honda, Y., Matsuda, K., Hagsand, O., and Stenius, M. Issues in the design of a scalable shared virtual environment for the internet. HICSS-30, Hawaii, Jan, 1997.
- [10] Macedonia, M., Zyda, M., Pratt, D., Brutzman, D., and Barham, P. Exploiting Reality with Multicast Groups. IEEE Computer Graphics & Applications, September, 1995, 38-45.
- [11] Macedonia, M.R., and Zyda, M.J. A Taxonomy for Networked Virtual Environments. IEEE Multimedia, 4(1), Jan-Mar, 1997, 48-56.
- [12] Macedonia, M.R., Zyda, M.J., Pratt, D., David, R., Barham, P.T., and Zeswitz, S. NPSNET: A Network Software Architecture for Large Scale Virtual Environments. Presence, Vol. 3, No. 4, Fall 1994, 265-287.
- [13] Sung, J., Sim, J., and Wohn, K. A heterogeneous multicast communication for the network virtual reality system. Korea Simulation Conference, Vol 7, 1998, 1-14.
- [14] Waters, R.C., Anderson, D.B., Barrus, J.W., Brogan, D.C., Casey, M.A., McKeown, S.G., Nitta, T., Sterns, I.B., and Yerazunis, W.S. Diamond Park and Spline: A Social Virtual Reality System with 3D Animation, Spoken Interaction, and Runtime Modifiability. Technical report 96-02, MERL Cambridge MA, January, 1996.