

도메인 기반 프록시를 이용한 이동 에이전트 통신

송상훈

세종대학교 컴퓨터공학과

e-mail : song@sejong.ac.kr

Mobile Agents Communication using Domain-Based Proxy

Sanghoon Song

Dept. of Computer Engineering, Sejong University

요 약

메시지를 이동 에이전트에 전달하기 위해서는 이동 에이전트의 위치를 추적할 수 있는 기능이 있어야 한다. 이동 에이전트의 위치를 추적할 수 있는 정보를 저장하는 방법에 따라 위치 정보를 갱신하는 비용과 메시지 전송 비용이 정해진다. 본 논문은 이동 에이전트 시스템에서 도메인 기반의 프록시를 이용한 효율적인 위치 정보 추적 방법을 제안하였다. 이동 에이전트들이 이동 시에 무작위로 호스트를 결정하지 않고 같은 도메인에 있는 호스트들을 먼저 방문하는 특징을 이용하여 위치 정보 갱신 비용과 메시지 전송 비용을 최소화 하는 것이다.

1. 서론

이동 에이전트는 사용자를 대신하여 네트워크에 연결된 호스트들을 자발적으로 방문하여 필요한 정보를 찾거나, 정보 전달, 또는 최소 비용의 구매 및 예약 업무 등의 주어진 작업을 처리할 수 있는 소프트웨어를 뜻한다. 이동 에이전트 시스템은 분산 시스템에서 클라이언트/서버 방식의 여러 가지 문제점들을 해결할 수 있는 새로운 방식으로 온라인 쇼핑, 실시간 장치 제어, 분산처리 작업 등 여러 가지 분야에 응용할 수 있는 기술이다 [1,2,3,4].

이동 에이전트는 미리 정해진 경로 또는 이동 에이전트에 의해 현재 입수된 정보에 따라 동적으로 결정되는 경로를 따라 노드들을 방문하여 작업을 수행해 나간다. 직접 코드가 이동되므로 여러 가지 장점이 있다. 예를 들어 원격 호스트에 처리할 데이터의 크기가 아주 큰 경우에, 원격 호스트에 이동 에이전트를 보내어 처리한 결과만 전송하면 네트워크 부하를 감소 시킬 수 있다. 네트워크상에서 발생할 수 있는 불규칙적인 통신 지연은 원격 시스템을 실시간으로 처리하는 것을 어렵게 만든다. 하지만 이동 에이전트는 원격 시스템으로 이동하여 직접 실시간으로 제어를 할 수 있어 네트워크의 통신 지연 등에 의한 문제점을 해결할 수가 있다. 그리고 연결 상태가 자주 끊기는 이동 장치를 사용하는 응용

분야에도 적합하다.

이동 에이전트의 여러 가지 장점에도 불구하고 이동 에이전트 시스템은 보안 문제, 이동 에이전트의 이동성에 따른 통신 문제, 이동 에이전트의 위치 정보 관리 등의 해결해야 될 문제점들이 남아있다. 이동 에이전트를 위한 위치 정보 추적의 목표는 이동 에이전트에게 효율적으로 메시지 전달을 위해서 위치 정보를 갱신하는 비용과 메시지 전달 비용을 최소화하는 것이다 [5].

본 논문에서는 도메인 기반의 프록시라 불리는 효율적인 위치 정보 추적 방법을 제안한다. 여기서 도메인이란 구조적으로 노드간 거리가 가까워서 네트워크 지연이 작은 호스트들의 집합이라고 볼 수 있다. 이동 에이전트들은 이동 시에 무작위로 호스트를 결정하지 않고 같은 도메인에 있는 호스트들을 먼저 방문함으로써 전체 이동 경로를 줄일 수 있다. 제안한 방법은 이동 에이전트의 이런 특징을 이용하여 위치 정보 갱신 비용도 최소화하고 메시지 전송 비용도 최소화할 수 있는 효율적인 방법이다.

2. 관련 연구

최근에 이동 에이전트 위치 추적에 관한 연구들이 진행되어 왔다. 공통된 개념은 변경된 위치 정보를

저장하는 릴레이 노드(relay node)를 이용하는 것으로 릴레이 노드가 고정된 한 곳에 있는 것, 릴레이 노드가 움직이는 것, 또는 릴레이들이 연결구조로 되어있는 것들로 나눌 수 있다 [3].

송신자는 이동 에이전트의 위치를 몰라도 이동 에이전트의 릴레이 노드에 메시지만 보내면 된다. 릴레이 노드는 이동 에이전트의 위치 정보를 가지고 있어서 송신자에게 투명한 메시지 전달 서비스를 한다. 이동 에이전트와 협력하여 작업을 하는 송신자들은 이동 에이전트의 홈을 알고 있다고 가정하고 홈 서버도 릴레이 노드로 간주한다. 송신자가 릴레이 노드를 통해서 얻은 위치 정보를 이용하여 이동 에이전트에 메시지를 직접 전달하는 것은 고려하지 않는다.

A. 홈 서버

이동 에이전트의 홈 서버는 현재 이동 에이전트의 위치를 저장하고 있고 송신자로부터 보내진 메시지를 이동 에이전트의 현 위치로 전달한다. 이동 에이전트가 새로운 장소로 움직일 때마다 현 위치를 홈 서버에 등록을 한다.

이 프로토콜은 간단하지만 위치 정보를 갱신하는 비용이 높다. 홈 서버에서 멀리 떨어진 경우에 위치 정보 갱신 비용이 커진다. 메시지 전달을 위해 다른 중간 릴레이를 이용하지 않으므로 메시지 전달 비용은 가장 작다.

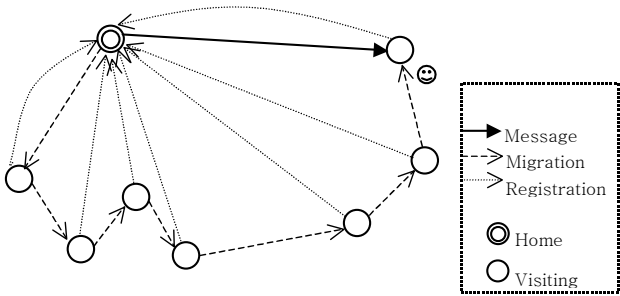


그림 1. 홈 서버

B. 포인터 체인

이동 에이전트가 방문하는 경로의 노드들은 경로상의 다음 노드 위치를 가리키는 포인터 정보를 가지고 있다. 이동 에이전트가 새로운 노드로 이동할 때마다 새로운 노드를 연결해줄 수 있는 포인터를 만들어 놓는다.

홈 서버는 포인터 체인의 첫번째 노드가 된다. 홈 서버에서 멀리 떨어진 도메인에 속하는 노드들 간에 이동이 있을 때 홈 서버 방식에 비하여 위치 정보 갱신 비용은 아주 작다. 그러나 이동한 경로들을 따라서 메시지가 전달이 되기 때문에 이동이 많이 된 후에 메시지 전달은 아주 비용이 높아진다.

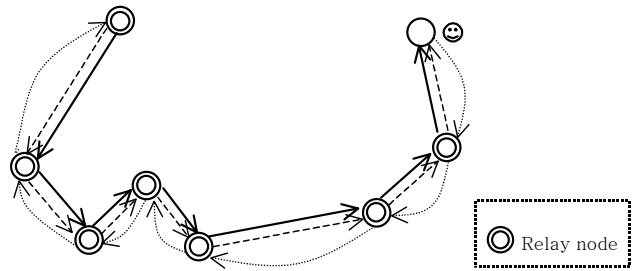


그림 2. 포인터 체인

C. 메일 박스

이동 에이전트 마다 메일 박스가 있어서 메시지 전달을 중계한다. 메일 박스는 이동 에이전트와 분리되어 있어 이동 에이전트와 다른 장소에 머물 수 있고 이동 에이전트가 이동한 경로를 따라 수동적으로 이동이 가능하다. 메일 박스가 이동하는 시기 및 노드에 관한 연구는 아직 발표되지 않고 있다. 단지 릴레이 노드 역할을 할 수 있는 것으로 이동 에이전트의 위치 정보를 저장하고 있고 현 메일 박스의 위치는 항상 홈 서버에 갱신되어야 한다. 메시지 송신은 홈 서버를 통하여 메일 박스, 그리고 이동 에이전트로 전달이 된다. 홈 서버 방식과 같이 이동 에이전트가 이동할 때마다 메일 박스에 위치 정보를 갱신하는 것은 똑같다. 메시지 전송 시에 송신자는 항상 홈 서버를 통해서 메일 박스의 위치를 알아야 하기 때문에 홈 서버를 사용하여 전달하는 것과 비용이 비슷하다고 볼 수 있다.

이동 에이전트에 대한 위치 추적 방법들은 공통적으로 릴레이 역할을 하는 호스트가 이동 에이전트의 현 위치들에 대한 정보를 가지고 있어서 메시지를 전달할 수 있게 한다. 홈 서버의 경우는 이동 에이전트의 위치가 홈 서버에서 멀어질수록 위치 정보 갱신하는 비용이 높아진다.

포인터 체인 방법은 현 노드에서 이동하기 전에 다음 이동할 노드의 주소를 알고 있기 때문에 위치 정보 갱신에 대한 비용이 아주 낮다. 하지만 메시지 전달에 대한 비용은 포인터 체인을 따라가면서 전달되기 때문에 비용이 아주 높게 된다.

3. 도메인 기반의 프록시

위치 정보 갱신의 비용을 줄이기 위해서 정보를 저장하는 릴레이 노드의 위치가 현 노드와 가까워야 되므로 호스트들을 물리적으로 가까운 도메인으로 나누어 도메인 마다 하나의 프록시에 의해서 서비스하게 한다. 이동 에이전트가 새로운 도메인으로 들어갈 때 방문하는 첫 노드가 프록시 역할을 하게 한다. 따라서 도메인 내에서 이동 에이전트에 대한 프록시는 동적으로 정해지고, 같은 도메인 내에서 이동 에이전트 마다 서로 다른 프록시 서비스를 받을 수 있다.

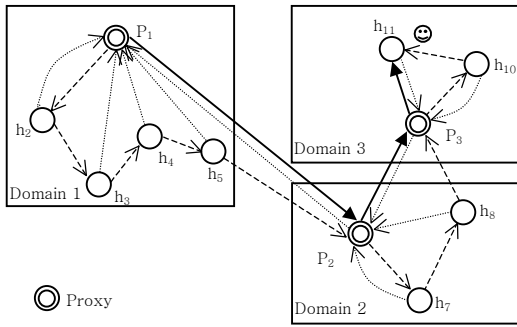


그림 3. 도메인 기반의 프록시 체인

위치 정보 갱신 비용은 프록시가 호스트와 가까이 있기 때문에 작다. 메시지 전달은 도메인들을 연결하는 프록시 체인을 통하여 이동 에이전트가 있는 도메인으로 전달되고 프록시에서 이동 에이전트로 전달된다.

그림 3에서 보는 것처럼 메시지는 프록시 P₁, P₂, 그리고 P₃를 거쳐서 이동 에이전트에 전달된다. 따라서 그림 2의 포인터 체인에 비하여 프록시 체인은 경로가 짧아지게 된다. 도메인 1과 도메인 2의 거리가 먼 경우에 홈 서버 방식의 경우는 도메인 2에 속하는 h₇, h₈에서의 위치 정보 갱신 비용은 높다. 그림 3에서 h₆은 프록시 P₂으로 동작하고, h₉은 프록시 P₃로 동작한다. 도메인 2의 프록시 P₂에 도착했을 때의 위치정보 갱신 비용은 홈 서버 방식에서의 비용과 같다. 하지만 h₇, h₈으로 이동 시에 위치 정보 갱신 비용은 프록시와 호스트와의 거리가 멀지 않기 때문에 위치 정보 갱신 비용은 크지 않다. 그리고 포인터 체인 방식에 비하여 메시지 전달되는 경로의 길이가 짧기 때문에 메시지 전달 비용이 낮지만, 홈 서버 방식보다는 크다.

동적으로 프록시가 정해지고, 프록시 체인이 만들어지려면, 에이전트가 이동 시에 현 도메인과 현 프록시 정보를 가지고 이동하면 된다. 한 이동 에이전트가 다른 도메인의 호스트로 이동할 경우에, 처음 방문하는 호스트가 새로운 도메인에서 이 이동 에이전트에 대한 프록시 역할을 하게 된다. 같은 도메인에서 여러 개의 프록시가 동시에 존재할 수 있다. 각 프록시는 서로 다른 이동 에이전트에 대한 프록시 역할을 하게 된다. 따라서 프록시는 동적으로 도메인 내에서 정해지고, 같은 도메인 내에서도 서로 다른 이동 에이전트 들은 다른 프록시의 서비스를 받게 될 수 있다. 한 이동 에이전트가 한 도메인에서 다른 도메인으로 갔다가 다시 돌아오는 경우에 하나의 도메인을 두 번 방문하게 되는데 첫 번째 프록시와 다른 프록시 서비스를 받을 수 있게 된다.

4. 시뮬레이션 결과 및 고찰

네트워크 연결은 그리드 형태로 이루어져 있고, 각 호스트의 위치는 2차원 평면 그리드의 (x,y) 좌표로 나타낼 수 있다고 가정한다. 도메인은 그리드 내의

서브 그리드로 이루어져 있다. 두 호스트 간의 거리는 두 좌표간의 거리로 나타낸다. 위치 정보 갱신과 메시지 전달 비용은 두 노드간의 거리와 데이터 크기에 비례하는데, 위치 정보 갱신을 위한 데이터는 메시지 크기의 1/4 로 가정하였다. 위치 정보 갱신은 등록 (register), 등록 취소 (deregister), 그리고 확인 (ACK) 메시지로 구성된다 [6].

시뮬레이션은 하나의 이동 에이전트가 네트워크의 호스트들을 이동하면서 필요한 위치 정보 갱신 비용과 메시지 전달 비용을 계산한다. 임의로 선택된 홈에서부터 시작하여 한 도메인 내에서 매개변수로 정해진 수 만큼의 호스트들을 방문한 후에 다른 도메인으로 옮겨가면서 이동을 계속한다.

에이전트가 이동하는 도메인의 위치는 임의로 선택되고, 도메인 내의 호스트들도 임의로 선택된다. 시뮬레이션은 도메인 수, 도메인 내의 호스트 수, 그리고 메시지 수를 변화하면서 위치 정보 갱신과 메시지 전달에 대한 비용을 계산한다. 네트워크 과부하에 의한 추가되는 통신 지연은 없다고 가정한다.

그림 4는 도메인 수가 20 일 때, 도메인 내에서 평균 방문한 호스트 수에 따른 위치 정보 변경 비용을 나타낸다.

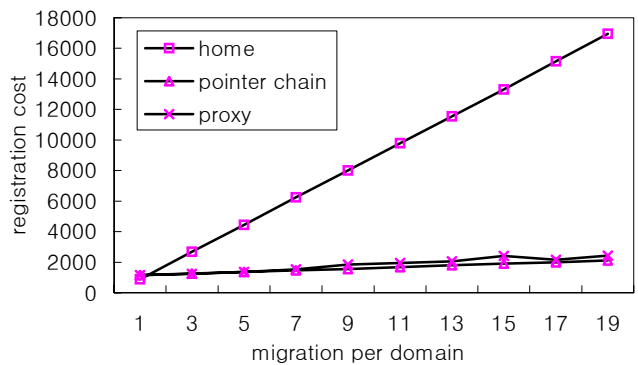


그림 4. 위치 정보 갱신 비용

홈 서버 방식은 위치정보 갱신 비용이 포인터 체인 방식과 도메인 기반의 프록시 방법에 비하여 도메인 내에서 방문한 호스트 수가 커지면서 훨씬 커지는 것을 보여준다. 홈 서버에서 멀리 떨어진 도메인의 호스트들에서 위치 정보 갱신 비용이 크기 때문이다. 하지만 도메인 내의 프록시를 통한 위치 정보를 갱신하는 도메인 기반 프록시 방법은 위치 정보 갱신 비용이 포인터 체인 방식 보다 약간 크지만 큰 차이가 없음을 알 수 있다. 도메인 기반 프록시의 장점을 보여주는 것이다.

그림 5는 홈 서버에서 최종 호스트까지의 한 개의 메시지 전달 비용을 나타낸다. 홈 서버 방식은 현재 이동 에이전트의 위치에 다른 릴레이 노드 없이 직접 전달하기 때문에 비용이 가장 작다. 포인터 체인 방식은 방문한 모든 호스트들이 릴레이 역할을 하여 도메인 당 방문한 노드가 증가 함에 따라 선형적으로 증가함을 보여준다.

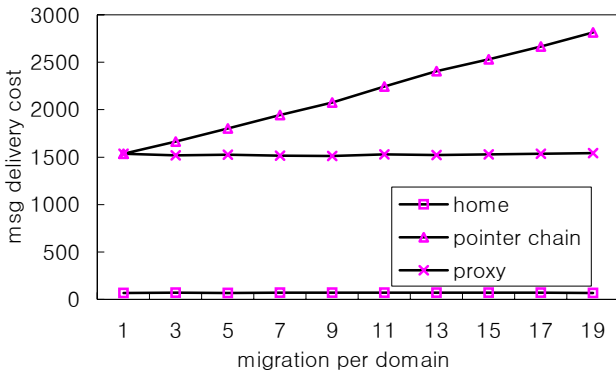


그림 5. 메시지 전달 비용

도메인 기반 프록시 방법은 도메인 당 방문한 노드가 한 개이면 포인터 체인 방식과 같게 되는 것을 확인할 수 있다. 그러나 도메인 당 방문한 노드 수가 증가함에 따라 포인터 체인 방식은 체인의 길이가 늘어나 선형 적으로 증가하게 된다. 도메인 기반의 프록시는 프록시 체인의 길이가 포인터 방식과 달리 도메인 내의 방문한 노드 수와 관계가 없기 때문에 증가하지 않는 것을 알 수 있다.

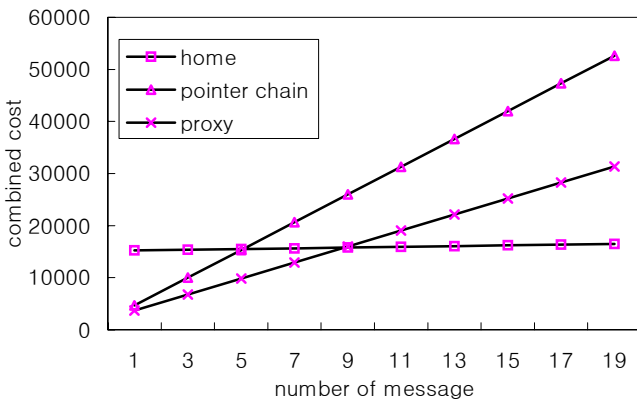


그림 6. 전체 비용

그림 6은 도메인 당 방문한 노드를 13으로 고정시키고 방문한 도메인 수가 20일 때, 메시지 수에 따른 전체 비용의 변화를 보여준다. 프록시 체인의 길이는 방문한 도메인 수에 의해 20으로 정해진다. 메시지 수가 증가함에 따라 프록시 방법과 포인터 체인 방식에서 메시지 전달 비용은 등록 비용을 압도하게 되어 전체 비용을 좌우한다. 포인터 체인의 길이가 프록시 체인 보다 길기 때문에 비용 증가율은 더욱 심하다. 홈 서버 방식은 여전히 등록 비용이 메시지 전달 비용을 압도하기 때문에 비용 증가율은 아주 낮다. 따라서 메시지 수가 작을 때는 프록시 방법이 효율적이지만 메시지 수가 증가함에 따라 전체 비용이 증가하므로 메시지 수가 많아지면, 프록시 체인을 압축해서 메시지 전달 비용을 줄여야 한다.

5. 결론

본 논문은 이동 에이전트 시스템에서 도메인 기반의 프록시를 이용한 효율적인 위치 정보 추적 방법을 제안하였다. 이동 에이전트들이 이동 시에 무작위로 호스트를 결정하지 않고 같은 도메인에 있는 호스트들을 먼저 방문하는 특징을 이용하여 위치 정보 갱신 비용과 메시지 전송 비용을 최소화하는 것이다. 도메인 내의 프록시는 이동 에이전트가 처음 도메인으로 이동할 때에 동적으로 결정된다. 도메인 내의 이동은 해당 프록시에 위치 정보 등록을 함으로써 위치 정보 갱신 비용이 작아지고 체인의 길이를 줄임으로써 메시지 전송 비용을 줄일 수 있다. 메시지 수가 작을 때는 프록시 방법이 효율적이지만 메시지 수가 증가함에 따라 전체 비용이 증가하므로 메시지 수가 많아지면, 프록시 체인을 압축해서 메시지 전달 비용을 줄이는 방법을 이용해야 한다.

참고문헌

- [1] D.B.Lange, and M.Oshima, "Seven Good Reasons for Mobile Agents", *Communication of the ACM*, Vol.42, No.3, March 1999, pp.88-89.
- [2] D.B.Lange and M.Oshima, *Programming and deploying Java mobile agents with Aglets*, Addison-Wesley, 1998
- [3] J.Cao, X.Feng, and S.K.Das, "Mailbox-Based Scheme for Mobile Agent Communications", *IEEE Computer*, September. 2002, pp. 54-60.
- [4] J. Baumann and K. Rothermel, "The Shadow Approach: An Orphan Detection Protocol for Mobile Agents," Springer-Verlag, Berlin, Germany, vol. 1477, 1998, pp. 2-13.
- [5] A.Murphy and G.P.Picco, "Reliable Communication for Highly Mobile Agents", *Agent Systems and Architectures/ Mobile Agents (ASA/MA)'99*, October 1999, pp.141-150.
- [6] Jiannong Cao, Xinyu Feng, Jian Lü, Henry Chan, and Sajal K. Das, "Reliable Message Delivery for Mobile Agents: Push or Pull", *ICPADS 2002*, December 2002, Taiwan, ROC., pp. 314-320
- [7] Objectspace, "Objectspace Voyager Core Technology", <http://www.objectspace.com>
- [8] A.Pharm, and A.Karmouch, "Mobile Software Agents: An Overview", *IEEE Communications magazine*, Vol.36, No.7, July 1998, pp.26-37.
- [9] G..Kunito, Y.Okumura, K.Aizawa, and M.Hatori, "Tracking Agent: A New Way of Communication in a Multi-Agent Environment", *Proc. of IEEE 6th Int'l Conf. on Universal Personal Comm.*, Vol.2, 1997, pp.903-907.
- [10] T. K. Shih, "Agent Communication Network -A Mobile Agent Computation Model for Internet Applications", *Proc. 1999 IEEE Int'l Symp on Computers and Communications*, 1999, pp.425-431.