

모바일 인터넷환경에서의 확장성 있는 그룹 멤버쉽 서비스

김범호⁰ 남덕윤 이동만
한국정보통신대학원대학교
{bhkim, paichu, dlee}@icu.ac.kr

Scalable Group Membership Service for Mobile Internet

BumHo Kim⁰ Dukyun Nam Dongman Lee
Information and Communications University

요 약

그룹 통신 시스템은 결합 감내와 고 가용성을 향상시켜 주는 유용한 메커니즘이다. 그룹 통신 시스템을 모바일 인터넷 환경으로 확장하게 될 때 모바일 호스트의 이동성과 단절로 인한 일시적인 그룹 멤버쉽의 비일관성으로 인해 빈번한 그룹 뷰 변경이 발생하고 그룹 통신 시스템의 성능 저하를 야기시킨다. 본 논문에서는 이를 해결하고자 계층적 뷰 관리에 로컬 멤버 리스트와 일시적으로 단절된 멤버의 리스트를 추가하여 모바일 환경에서의 확장성 있는 그룹 멤버쉽 서비스를 제안한다.

1. 서론

그룹 통신 시스템은 결합 감내와 고 가용성을 향상시켜 주는 유용한 메커니즘으로 어플리케이션이 여러 개의 프로세스들을 하나의 프로세스 그룹으로 이용할 수 있도록 한다 [4, 5]. 그룹 통신 시스템의 중요한 역할은 그룹의 멤버들이 공유하고 있는 그룹 상태 정보의 일관성을 유지하는 것이다. 이것을 위해 그룹 통신 시스템은 현재 그룹을 구성하고 있는 정확한 멤버의 리스트인 뷰(view)를 관리하고 뷰가 변경될 때 마다 변경된 뷰를 어플리케이션에 알려주는 그룹 멤버쉽 서비스를 제공한다 [11]. 모바일 지원이 인터넷에서 보편화 됨에 따라 프로세스 그룹의 멤버에 모바일 호스트 (Mobile Host; MH) 가 포함될 것을 쉽게 예상할 수 있다. Relacs [2] 와 Keidar et al. [1, 8]의 알고리즘과 같이 인터넷 환경에서의 그룹 멤버쉽 서비스를 제공하기 위해 여러 그룹 통신 시스템들이 제안되었다. 하지만 MH를 멤버로 고려하지 않았기 때문에 핸드오프나 일시적인 통신 단절과 같은 MH의 행동에 불필요한 뷰 변경 과정이 일어나게 된다.

그룹 통신 시스템을 모바일 환경에 적용하는 데에는 다음과 같은 것들이 추가로 고려되어야 한다. 첫째, MH의 이동성을 다루어야 한다 [7, 10]. 만약 무선 네트워크가 모든 영역을 포함하지 못할 경우, MH들은 일정시간 그룹에서 사라졌다가 임의의 다른 셀에 재접속하게 된다. 이는 멤버쉽 변경을 일으킨다 [3]. 둘째, MH들은 전원 관리를 위해 그룹과 단절될 수 있다. 이는 멤버의 일반적인 가입/탈퇴 과정과 구분되어야 한다. 왜냐하면 전원 관리에 의해 그룹과

단절된 멤버는 잠시 후 그룹에 반드시 재접속 하기 때문이다 [3]. 마지막으로, MH들은 무선 통신의 비신뢰성 때문에 잠시동안 그룹과 단절될 수 있다. 이러한 특징들은 그룹 멤버쉽의 일시적인 비일관성을 야기시키고, 이를 해결하기 위해 그룹 뷰의 빈번한 변경이 필요하게 된다.

본 논문에서는 모바일 인터넷 환경에서 MH를 지원하기 위한 그룹 통신 시스템을 제안한다. 제안하는 방식은 우리의 이전 연구인 layered approach [9] 을 활용한다. 특히 MH의 이동성과 일시적 단절을 그룹 뷰에 영향을 미치지 않도록 하기 위해 계층적 뷰 관리에 로컬 멤버 리스트와 일시적으로 단절된 멤버의 리스트를 추가하여 확장성 있는 그룹 멤버쉽 서비스를 제공한다.

2. 관련연구

몇몇 시스템들이 그룹 통신 시스템에서 MH들을 지원하기 위해 제안되었다. MH들의 이동성을 다루기 위해 MGCM (Mobile Group Communication Model) [6] 에서는 모바일 지원 스테이션 (Mobile Support Station; MSS) 에서 그룹 멤버쉽과 메시지의 전송을 담당한다. MH의 핸드오프 시, 새로운 셀의 MSS가 이전 셀의 MSS에게 MH에 대한 정보를 요청함으로써 메시지의 신뢰성 있는 전송을 보장한다. 하지만 MH의 이동성이나 전원관리, 또는 무선 네트워크의 비신뢰성으로 인한 일시적인 단절의 경우, 그룹 뷰 변경으로 그룹의 상태 일관성을 유지하게 됨으로 그룹 전체의 성능 저하를 야기하게 된다.

그룹 기반 멀티캐스트 [3] 는 그룹 뷰를 관리하는 하나의

멤버십 서버를 돕으로써 MH의 이동성을 지원한다. 각 셀은 MH와 이를 관리하는 게이트웨이 (Gateway) 로 구성되고 게이트웨이 중 하나가 조정자로 지정되어 그룹 뷰를 관리한다. 그룹 뷰를 하나의 멤버십 서버에서 관리하므로 MH의 핸드오프시 뷰 변경 없이 처리할 수 있다. 그러나 확장성이 떨어지고 정확한 그룹 뷰의 유지는 지원하지 못한다.

Relacs [2] 는 WAN환경의 그룹 통신 시스템으로써 멤버십 관리의 부담을 줄이기 위해 그룹 멤버의 역할을 core, client, sink로 나누어 그룹 멤버십 관리와 메시지 전송은 core에서 담당하도록 한다. 뷰 변경 시 오직 core 멤버들만 뷰 동의 과정에 참여하게 되므로 뷰 변경의 부담이 줄게 된다. 하지만 MH와 같은 멤버들의 이동성을 고려하지 않았기 때문에 무선환경에 적용하면 빈번한 뷰 변경에 의한 성능 저하를 야기시킨다.

Keidar의 연구 [1, 8] 에서는 WAN환경에서 보다 확장성을 높이기 위해 그룹 통신의 구성에서 그룹 멤버십 관리 부분 구분하고 멤버 중에서 몇몇 멤버를 멤버십 서버로 지정한다. 멤버십 서버에서는 그룹 뷰를 관리하고 뷰 변경 시 뷰 동의 과정에 참여한다. 또한 뷰 동의 과정 중에 다시 뷰 변경이 발생한 경우, 이전의 뷰 동의 과정은 무시하고 가장 최근의 뷰 변경에 대해서 멤버십 서버간의 동의 과정을 거치게 되므로 WAN 환경에서 일어날 수 있는 빈번한 뷰 변경의 부담을 줄여준다. 하지만 Relacs와 마찬가지로 MH를 멤버로 고려하지 않았기 때문에 MH의 이동성이나 일시적인 단절에 의한 뷰 변경의 부담을 가지게 된다.

3. 그룹 멤버십 서비스를 위한 제안

3.1. 고려사항

기존의 그룹 통신 시스템을 직접 모바일 인터넷 환경에 적용하면, MH의 이동성과 단절로 인한 그룹 뷰의 비일관성 때문에 빈번한 그룹 뷰 변경이 발생하게 된다. 그룹 뷰 변경은 많은 처리 시간과 메시지 교환을 야기시키고 뷰 동의 과정 중에 멤버들이 중단되게 된다. 그러므로 빈번한 멤버십 변경은 그룹의 확장성과 성능에 저하를 가져온다. 하지만 MH의 핸드오프는 멤버의 서버간 이동이기 때문에, 본 논문에서는 모바일 인터넷 환경에서의 확장성 있는 그룹 멤버십 서비스를 설계 위해 MH의 빈번한 핸드오프와 그룹과의 단절을 극복하는데 목적을 둔다.

3.2. 시스템 구조

우리의 이전 연구인 layered approach [9] 는 멤버십 서버를 따로 두고 그룹 뷰의 변경 시 멤버십 동의과정의 부담과 메시지 수를 줄이기 위해 멤버십 서버를 계층적 구조로 구성한다(그림 1).

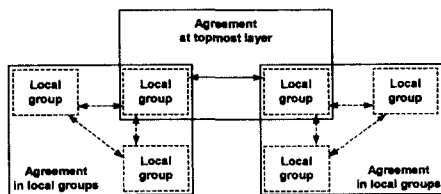


그림 1. Layered approach의 멤버십 서비스.

뷰 변경 시 하위계층부터 각 계층의 멤버십 서버간의 점진적 동의 과정을 거쳐 최상위의 계층에서 그룹 뷰를 결정해 다시 하위 계층으로 통보한다. 멤버십 서버의 계층적 구조와 점진적 동의과정을 이용해 뷰 변경 시 뷰 동의과정에서 필요한 메시지 수와 뷰 동의 과정의 부담을 줄일 수 있게 된다.

본 논문에서 제안하는 그룹 멤버십 서비스는 확장성을 높이기 위해 layered approach를 모바일 인터넷 환경에 적용한다. 그림 2은 layered approach가 모바일 인터넷 환경에 적용된 모습을 보여준다. 모바일 네트워크는 유선망과 무선망으로 구성되고 무선망의 각 셀은 layered approach의 로컬 그룹에 매핑된다. 각 셀의 MSS은 서버의 역할을 하면서 그룹 멤버십과 메시지 전송을 담당한다. 그룹 멤버인 MH는 항상 MSS을 통해 통신한다.

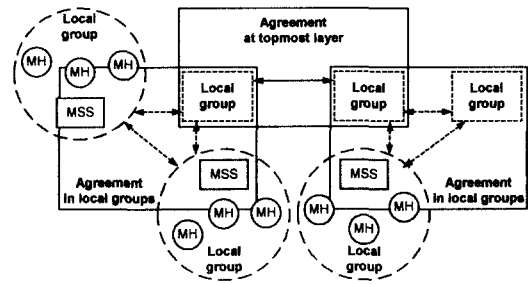


그림 2. 시스템 구조.

3.3. Operational Model

MH의 이동이나 일시적 단절로 인한 그룹 뷰의 비일관성을 감추기 위해 계층적 뷰 관리를 제안한다. 각 MSS는 다음과 같은 자료구조를 가진다.

- global_view: 모든 멤버의 리스트
- local_view: 현재 그룹에 속해있는 로컬 멤버의 리스트
- suspect_view: 그룹과 단절된 로컬멤버의 리스트

MSS는 그룹 멤버의 리스트 (global_view) 뿐만 아니라 자신의 셀에 속해있는 MH의 리스트 (local_view) 와 일시적으로 그룹과 단절된 멤버의 리스트 (suspect_view) 도 함께 관리한다.

3.3.1. MH의 핸드오프

MH가 새로운 셀로 이동 해 핸드오프를 일으키면, 새로운 셀의 MSS는 이전 셀의 MSS에게 noti_handoff 메시지를 보내 로컬 멤버의 핸드오프를 알린다. 메시지를 받은 이전 셀의 MSS는 자신의 로컬 멤버에게 뷰 이벤트가 일어났음을 알린 후 local view에서 핸드오프 일어난 멤버를 삭제하고 ack_handoff 메시지를 새로운 셀의 MSS에게 보낸다. Ack_handoff 메시지를 받은 새로운 셀의 MSS는 자신의 local_view에 핸드오프를 일으킨 MH를 추가한다. 그림 3는 MSS의 자료구조와 MH의 핸드오프를 처리하는 알고리즘을 pseudo 코드로 나타낸 것이다.

Data Structure in each MSS

```
global_view, global_view_ID
local_view, local_view_ID
suspected_view, suspected_view_ID
state ∈ {normal, view_event}
```

Procedure Handoff(process p, old_MSS t)

```
state <- view_event
send noti_handoff message to old_MSS t
wait until receiving ack_handoff message from t
local_view <- p
local_view_ID <- local_view_ID + 1
state <- normal
```

Procedure Noti_handoff (process p, new_MSS t)

```
state <- view_event
delete p from local_view
local_view.ID <- local_view.ID + 1
send ack_handoff message to new_MSS t
state <- normal
```

그림 3. 핸드오프 알고리즘.

3.3.2. MH의 단절/재접속

MH의 단절시 MSS는 단절된 MH를 local_view에서 삭제하고 suspect_view에 추가한다.

단절되었던 MH가 다시 그룹에 재접속 할 경우, 새로운 셀의 MSS는 MH가 이전에 속해있던 셀의 MSS에게 noti_reconnection 메시지를 보낸다. Noti_reconnection 메시지를 받은 이전 MSS는 suspect_view에서 MH를 삭제한 후 ack_reconnection 메시지를 새로운 MSS에게 보낸다. Ack_reconnection 메시지를 받은 MSS는 MH를 local_view에 추가한다. 그림 4은 MH의 단절/재접속을 처리하는 알고리즘을 pseudo 코드로 나타낸 것이다.

Procedure Disconnection(process p)

```
state <- view_event
delete p from local_view
suspected_view <- p
local_view_ID <- local_view_ID + 1
state <- normal
```

Procedure Reconnection(process p, old_MSS t)

```
state <- view_event
send noti_reconnection message to old_MSS t
wait until receiving ack_reconnection message from t
local_view <- p
local_view_ID <- local_view_ID + 1
state <- normal
```

Procedure Noti_reconnection(process p, new_MSS t)

```
state <- view_event
send ack_reconnection message to new_MSS t
delete p from suspected_view
local_view.ID <- local_view.ID + 1
state <- normal
```

그림 4. 단절/재접속 알고리즘.

5. 결론

본 논문에서 우리는 기존 연구인 layered approach를 활용하여 모바일 환경에서 확장성 있는 그룹 통신 서비스를 지원하도록 하였다. 특히 MH의 이동성과 일시적 단절이 그룹 뷰에 영향을 미치지 않도록 하기 위해, 계층적 뷰 관리를 제안하였다. 각 셀의 MSS가 모든 멤버의 리스트뿐만 아니라 자신의 로컬 멤버 리스트와 그룹에서 일시적으로 단절된 멤버의 리스트도 함께 관리함으로써, MH의 이동성이나 일시적 단절에 의해 뷰 변경 과정이 수행되지 않도록 했다.

5. 참고 문헌

- [1] T. Anker, et al., "Scalable Group Membership Services for Novel Applications," *Networks in Distributed Computing*, pp. 23-42, 1998.
- [2] O. Babaoglu and Andre Schiper, "On Group Communication in Large-Scale Distributed Systems," *ACM Operating Systems Review*, 29(1), pp. 62-76, Jan. 1995.
- [3] A. Bartoli, "Group-based Multicast and Dynamic Membership in Wireless Networks with Incomplete Spatial Coverage," *ACM/Baltzer Mobile Networks and Applications*, 3(2), pp. 175-188, June 1998.
- [4] K. Birman, "The Process Group Approach to Reliable Distributed Computing," *Communications of the ACM*, 36(12), pp. 37-53, Dec. 1993.
- [5] K. Birman, "A Review of Experiences with Reliable Multicast," *Software-Practice and Experience*, 29(9), pp. 741-774, July 1999.
- [6] M.A. El-Gendy, H. Baraka, and A.H. Fahmy, "Migrating Group Communication Protocols to Networks with Mobile Hosts," *IEEE MWSCAS*, pp. 74 -77, Aug. 1999.
- [7] G. Forman and J. Zahorjan, "The Challenges of Mobile Computing," *IEEE Computer*, pp. 39-47, Apr. 1994.
- [8] I. Keidar, et al., "A Client-Server Oriented Algorithm for Virtually Synchronous Group Membership in WANs," *ICDCS*, pp. 356-365, Apr. 2000.
- [9] H.J. Kim, D. Lee, and H.Y. Youn, "A Scalable Membership Service for Group Communication in WANs," *IEEE PRDC*, Dec. 2000.
- [10] R. Prakash and R. Baldoni, "Architecture for Group Communication in Mobile Systems," *IEEE SRDS*, pp. 235-242, Oct. 1998.
- [11] R. Vitenberg, et al., "Group Communication Specifications: A Comprehensive Study," *MIT Technical Report MIT-LCS-TR-790*, Sep. 1999.