

이동컴퓨팅 환경에서 QoS 보장을 위한 멀티캐스트 라우팅 알고리즘

Multicast Routing Algorithm to Guarantee QoS in Mobile Computing Environment

김미혜
충북대학교 전기전자컴퓨터공학부

Mi-Hye Kim (mhkim@chungbuk.ac.kr)
School of Electronic & Computer Eng., Chungbuk National University

원미란
충북대학교 컴퓨터공학과

Mei-Lan Yuan (yuanmelian@hotmail.com)
Dept. of Computer Eng., Chungbuk National University

중심어 : QoS, 멀티캐스트 라우팅 알고리즘

Keyword : QoS, Multicast Routing Algorithm

요약

무선 단말기를 이용하여 단순한 문자 및 음성 전송 뿐만 아니라 멀티미디어 트래픽을 전송하고자 하는 사용자가 증가하고 있다. 본 논문에서는 이동컴퓨팅 환경에서 QoS 보장을 위한 멀티캐스트 라우팅 알고리즘을 제안한다. 시뮬레이션 결과, 새로운 알고리즘은 이동컴퓨팅 환경에서 가장 절약한 대역폭으로 지연이 비교적 작은 멀티캐스트 트리를 구성할 수 있음을 보였다.

Abstract

In this paper, we propose multicast routing algorithm to guarantee QoS in mobile computing environment. Through simulations and comparing to another multicast algorithm, we reach a conclusion is that DQDMR can simply and dynamically adjusts the construction of multicast tree with little delay and the most reducible bandwidth resources.

I. 서론

차세대 인터넷은 유·무선이 혼합된 초고속의 네트워크 구조와 실시간 멀티미디어 중심의 서비스를 지향할 것으로 예상된다. 즉, 사용자에게 시간과 공간을 초월하여 실시간 멀티미디어 서비스를 제공하는 인터넷 환경으로 변화될 것이다.

이러한 환경을 조성하기 위해서는 인터넷상에서의 이동컴퓨팅 기술과 더불어 멀티캐스트 서비스의 지원이 요구된다.

현재 유선망의 IP 멀티캐스트에서 QoS 보장 방법으로는 RSVP(Resource Reservation Protocol)와 QDMR 알고리즘[1] 등이 제시되어 있다. RSVP[2],[3],[4]는 수신자-송신자 경로상에 위치하는 모든 노드들이 특정 RTP 연결이 요구하고 있는 QoS가 보장될 수 있을 경우에만 연결 설정을 허가하도록 한다. QDMR 알고리즘은 지연한계내의 최소비용 트리를 구성할 수 있다.

하지만 이동컴퓨팅 환경에서 멀티미디어 트래픽을 위한 자원 예약은 MN(Mobile Node)의 이동성으로 인해 기존의 유선

망에서 사용하던 기술들을 그대로 사용할 수 없다.

본 논문에서는 이러한 단점을 보완하기 위해 유선망에서 사용하던 RSVP와 QDMR 알고리즘을 바탕으로 노드의 이동성을 추가하여 이동컴퓨팅 환경에서 QoS 향상을 위한 DQDMR(Dynamic QoS Dependent Multicast Routing) 알고리즘을 제안하였다. 이 새로운 알고리즘에 따라서 각 수신자는 망 자원을 보다 효율적으로 활용하면서 일정한 지연을 보장 받을 수 있다.

본 논문에서는 제안한 알고리즘의 성능을 평가하기 위해 이미 제안된 KPP 알고리즘[5], CKMB 알고리즘[6], CAO 알고리즘[7]들과 대역폭 및 실행시간과 네트워크 사이즈의 관계를 비교할 것이다.

II. Qos 보장을 위한 멀티캐스트 라우팅 알고리즘

1. 핸드오프 과정

핸드오프 과정은 다음과 같은 가정을 전제로 한다.

- 전송되는 멀티캐스트 데이터는 손실되거나 중복, 또는 지

*교신저자 : 김미혜, e-mail : mhkim@chungbuk.ac.kr

- 연될 수 있으며, 순서 및 신뢰성을 보장하지 않는다.
- 멀티캐스트 라우팅 프로토콜은 특정 프로토콜에 의존하지 않으나, 라우팅 트리에 대한 가입 요청(Join/Graft)에 대해 명백한 응답 메시지를 수신한다고 가정한다.
- HA와 FA는 모두 이동하지 않는다고 가정하며, 만일 해당 네트워크가 멀티캐스트 기능을 지원할 경우, 멀티캐스트 라우팅 프로토콜의 지정된 라우터(Designated Router)가 HA 또는 FA의 기능을 담당한다고 가정한다.

핸드오프 과정은 그림 1과 같다. 그림 1의 MSR(Mobility Support Router)은 셀(Cell)이라는 일정 범위 지역을 관장하는 특정 라우터로서, 각 셀에 위치한 MH들과 무선으로 통신할 수 있으며, 고정 유선 네트워크 노드들과 연결되어 유선 네트워크의 라우터들과 같이 호스트간의 통신을 가능하도록 한다. 그림 2는 본 논문에서 제안하는 핸드오프 절차에 의해 송신자인 FH1로부터 MN에 이르는 멀티캐스트 데이터의 흐름 경로가 어떻게 변화되는지를 나타낸 것이다.

그림 1과 같이 이동 단말 MN이 홈 네트워크인 셀2에서 외부 네트워크 셀1로 이동한 이후의 절차를 보다 구체적으로 기술하면 다음과 같다.

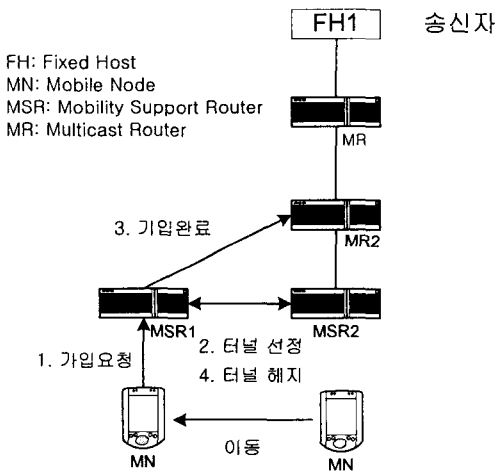


그림 1. 핸드오프 절차

① MN은 무선 이동성 지원 라우터인 MSR1을 찾아 가입 요청을 한다. MN측에서 MSR1을 찾는 절차는 IETF Mobile IP[7]에서의 에이전트 발견 절차(Agent Discovery)를 따른다. 가입 요청을 위한 메시지에는 MSR1이 MSR2와 MR2에 전달할 정보들을 포함한다. 또한 이 메시지에는 터널 등록만을

요청하는 플래그를 두어, MN이 라우팅 프로토콜의 특성과 관계없이 터널을 통해 멀티캐스트 데이터를 송신하고자 할 경우를 지원한다.

② MN로부터 가입 요청 메시지를 수신 받은 MSR1은 먼저 자신의 멀티캐스트 기능 지원 여부를 체크한다. 만일 멀티캐스트 기능을 지원하지 않는 경우이거나 터널 등록만을 요청하는 경우에는 MN의 HA인 MSR2에 터널 등록 요청을 한다. 이때 MSR1은 이동 단말들의 관리를 위해서 방문자 리스트를 유지하는데, 여기에 MN을 위한 방문자 항목을 생성하고, MSR2로부터 등록 요청에 대한 응답을 기다린다. MSR2로부터 등록 요청에 대한 응답이 도착하면, 터널 등록 절차가 완료되었음을 MN에게 통보한다. 이때 FH1로부터 데이터 흐름은 그림 2의 1단계에서 2단계로만 변화된다.

③ MSR1이 멀티캐스트 라우터이고, 멀티캐스트 그룹에 가입되어 있지 않은 경우에는 MN로부터 수신한 메시지의 정보를 이용하여 MSR2에 터널 등록 요청을 하는 동시에 MSR1의 멀티캐스트 라우팅 트리의 상위 라우터인 MR2에 가입(Join/Graft) 요청을 한다.

④ MR2에 가입 요청을 한 상태에서 MSR2와의 터널 등록 절차가 먼저 완료될 경우에는 MN측에 터널 등록이 완료되었음을 알리고, 이후 MR2로의 라우팅 트리에 대한 가입절차가 완료될 때까지 설정된 터널을 이용하여 멀티캐스트 데이터를 중계한다.

만일 가입 요청에 대해 MR2로부터 계속 응답이 없을 경우에는 가입 실패로 간주하고 MN이 셀에 머무르는 동안 등록된 터널을 사용한다.

만일 MR2로부터의 응답에 의해 가입 절차가 완료되고 나면, 일시적으로 등록되었던 터널을 해지시키며, 해당 방문자 항목 및 관련 정보들을 모두 삭제한다. 또한 MN에도 가입 요청이 성공적으로 수행되었음을 알린다. 이 EO의 멀티캐스트 데이터 흐름은 그림 2의 1단계에서 2단계를 거쳐 3단계로 변화된다.

⑤ MR2에 가입 요청을 한 상태에서, 터널 등록 절차보다 라우팅 트리의 가입 절차가 먼저 완료되면, 진행 중이던 터널 등록을 취소시키며, 해당 방문자 항목 및 관련 정보들을 모두 삭제한다. 또한 MN에도 가입 요청이 성공적으로 수행되었음을 알린다. 라우팅 트리의 상위 라우터로부터 멀티캐스트 데이터를 수신하여 MN에게 전달한다. 이는 터널 설정으로 인한 지연 시간이 멀티캐스트 라우팅 프로토콜에 의한 가입 지연 시간보다 길 경우를 의미한다. 이때 데이터 흐름은 그림 2의 1단계에서 2단계를 거치지 않고 바로 3단계로 변화된다.

④ 만일 MSR1이 멀티캐스트 라우터이고, 해당 그룹에 이미 가입되어 있는 경우, MN로부터 가입 요청 메시지를 수신하면, 핸드오프를 위한 별도의 절차를 수행하지 않으며, MN에는 가입이 성공적으로 수행되었음을 알린다. 그림 2에서는 2 단계를 거치지 않고 1단계에서 3단계로 변화된다.

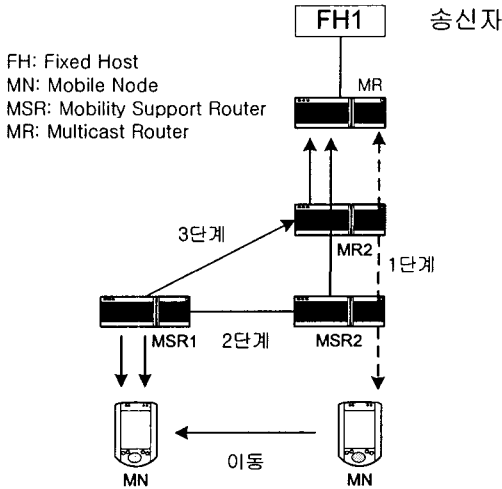


그림 2. MN 이동에 따른 데이터 흐름 경로 변화

2. Tree의 생성

출발지로부터 트리상의 각 노드로의 지연은 쉽게 유지되기 때문에 새로운 알고리즘은 간단한 지시함수 $I_D(\mu)$ 를 이용하여 표시할 수 있다.

$$I_D(\mu) = 1; \quad \text{if } \mu \in R$$

$$I_D(\mu) = \infty; \quad \text{if } \mu \notin R$$

다음은 새로운 알고리즘을 이용한 트리의 생성 과정을 나타내었다.

- ① /* Tree의 구성 */
- ① if Bandwidth(max) < 요구된 대역폭 값
/* Bandwidth(max) : 링크의 최대 대역폭 값 */
- ② Return Failed /* 실행할 수 있는 tree가 없다 */
- ③ Bandwidth ← 0 ; Delay(s) ← 0
u ≠ s 때 Bandwidth ← ∞ ; Delay(u) ← ∞
- ④ T ← ∅ , Q ← V /* V: 모든 링크들의 집합 */
- ⑤ while Q ≠ ∅ and Min(Q) ≥ 요구된 대역폭 값 do

- ⑥ u ← Min(Q) /* next node를 선택한다 */
- ⑦ T ← T ∪ {u}
- ⑧ for each top v ∈ Adj[u] /* for each 인접된 node */
- ⑨ if Bandwidth(u, v) ≥ 요구된 대역폭 값 and v ∉ T
- ⑩ if Delay[v] > $I_D(u) \text{ Delay}(u) + \text{Delay}(u, v)$
/* node-v는 Tree에 속하지 않고 tree에 신청하고자한 node */
- ⑪ Delay(v) ← $I_D(u) \text{ Delay}(u) + \text{Delay}(u, v)$
- ⑫ 부모 node ← u /* u는 부모 node가 된다 */

3. 동적 트리 유지 및 관리

트리에 가입할 때 기본 연산은 아래와 같다.

- JoinRequest (NewMember-id, TTL) :
자신의 id정보(IP Address, Port No.)와 TTL 정보 등을 이용하여 그룹에 참여.

- JoinAccept (Group-id, LGroupHeader-id, Receiver-id, TTL, (Parent-id, TTLp)) :
지역 그룹 대표자(LGroupHeader) 정보와 TTL 정보를 포함하며, 대표자의 부모 노드의 정보(Parent-id, TTLp) 등을 제공하여 지역 Tree에 참여.

새로운 노드가 그룹에 참여하고자 할 때는 자신의 지역 그룹 대표자를 찾기 위하여 TTL 값을 1부터 증가시키며 참여 요청 메시지를 멀티캐스트 한다. 이 때 그룹 대표자는 좀 더 멀리 떨어져 있고 이미 그룹에 참여한 일반 수신자가 해당 메시지를 수신했다면 해당 영역의 지역 그룹 대표자 정보(IP 주소, TTLp)를 송신한다. 새로운 노드는 수신 받은 지역 그룹 대표자 정보를 이용해 곧바로 유니캐스트 참여 요청을 한다. 만일 요청에 대해 여러 개의 지역 그룹 대표자에 대한 정보를 수신한다면 TTL 값이 가장 작은 대표자를 선정한다. 다음은 이 과정을 알고리즘으로 나타낸다.

A member want to join a active group

TTL= 1

while TTL <= 255 or receive JoinAccept

multicast JoinRequest

if a LGH receives it

if N(LG) < Mthresh // N(LG):지역그룹 수신자수

send JoinAccept

if a Receiver receives it

send LGH_id, TTLg // LGH :지역그룹대표자

제안한 DQDMR 알고리즘과 기존의 QDMR 알고리즘의 차이점은 다음과 같이 3가지로 정리할 수 있다.

첫째는 DQDMR 알고리즘은 유선환경에서 뿐만 아니고 이동 컴퓨팅 환경까지 확장해서 사용할 수 있으며, 이동 노드가 다른 네트워크로 이동하였을 때 실행 중이던 어플리케이션의 중단 없이 사용할 수 있다. DQDMR 알고리즘은 FA내에 존재하는 두 가지 버퍼(Storage_Buffer 및 Provisional_Buffer)를 이용하여 패킷의 손실에 대한 문제를 해결한다.

둘째로 DQDMR 알고리즘을 통해서 멀티캐스트의 구조를 조절하는 경우는 다음과 같다. 새로운 노드가 트리에 가입 신청할 때 그룹 관리자에게 가입신청 패킷(Join_Request)을 전송한다. 전송할 때 자신의 ID정보 즉, IP주소, Port_Number 및 TTL(Time To Live) 정보를 함께 전송한다. 그룹 관리자는 가입신청 패킷을 수신 후 만약 가입신청을 동의하면 가입신청자에게 가입신청허가 패킷(Join_Accept)을 전송한다. 전송할 때 자신의 정보와 TTL정보를 포함하여, 관리자의 부모노드의 정보 즉, ID주소와 TTL등을 신청자에게 제공하여 새로운 신청노드가 멀티캐스트 트리에 참여할 수 있다. 멀티캐스트 트리를 구성할 경우 동적으로 트리의 구조를 조절 할 수 있고 처리방법이 간단하다. 반면 QDMR 알고리즘을 사용할 경우 동적으로 트리의 구조를 조절 할 때 처리과정이 복잡하다.

셋째로 DQDMR 알고리즘을 통해서 멀티캐스트 트리를 생성할 때 망 자원을 절약할 수 있다. 즉, DQDMR 알고리즘을 통해서 멀티캐스트 트리를 생성할 때 송신자와 각 지역그룹 대표자가 모든 대표 노드들에 대한 정보를 관리하는데 요구되는 많은 양의 정보 처리와 복잡성을 감소시킨다.

III. 실험 및 결과분석

1. 실험환경

본 논문에서 제안한 DQDMR 알고리즘의 성능을 평가하기 위해 이미 제안된 KPP 알고리즘, CKMB 알고리즘, CAO 알고리즘들과 성능을 비교하였다. 성능 비교는 트리를 생성할 때 대역폭 사용량 및 실행시간과 네트워크 사이즈의 관계 (Group size = 10, delay bound = 30ms)를 분석하였으며 각각의 알고리즘과 제안한 DQDMR 알고리즘을 비교하여 그래프로 나타내었다.

2. 결과분석

첫 번째 실험은 Group size = 10, delay bound = 30ms로 가정하였다. 그림 3과 그림 4에서는 트리를 생성 할 때 대역

폭사용량 및 실행시간과 변화한 네트워크 사이즈를 비교한 결과이다. 그림 4를 보면 DQDMR 알고리즘을 통해서 생성된 트리의 대역폭 사용량은 네트워크 사이즈의 증가량에 따라서 천천히 증가하며 대역폭 사용량이 제일 절약되며 그 다음은 CAO < CKMB < KPP의 순서로 나타난다.

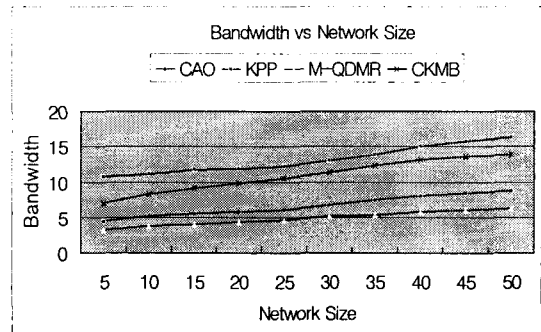


그림 3. Bandwidth vs Network Size

그림 4는 네트워크 사이즈의 증가에 따라 DAQDMR 알고리즘의 실행시간이 가장 빠르고 그 다음은 CKMB < CAO < KPP의 순서로 나타난다. 따라서 대규모 네트워크와 멀티캐스트 그룹에 대해서는 DQDMR 알고리즘이 매우 유용하며 이를 통해서 매우 빠른 속도로 멀티캐스트 트리를 생성할 수 있다.

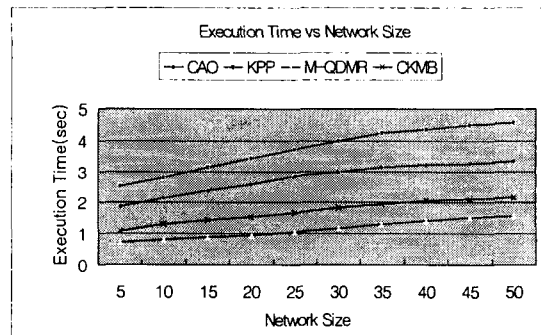


그림 4. 실행시간 vs Network Size

그림 5와 그림 6은 network size = 50node, group size = 15로 가정하였을 때 대역폭 사용량 및 실행시간과 지연현계를 변화시킨 결과를 보이고 있다. 그림 5는 모든 알고리즘들의 대역폭 사용량이 지연현계의 영향을 거의 받지 않으며 DQDMR 알고리즘의 대역폭 사용량이 가장 절약되며 그 다음은 CAO < CKMB < KPP의 순서로 나타난다.

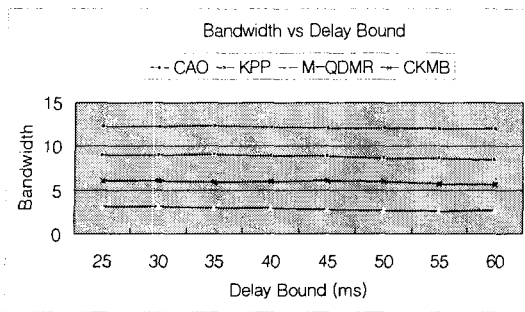


그림 5. Bandwidth vs Delay bound

그림 6은 지연한계의 증가에 따라 DQDMR 알고리즘의 실행시간이 가장 빠르고 그 다음은 CKMB < CAO < KPP의 순서로 나타난다.

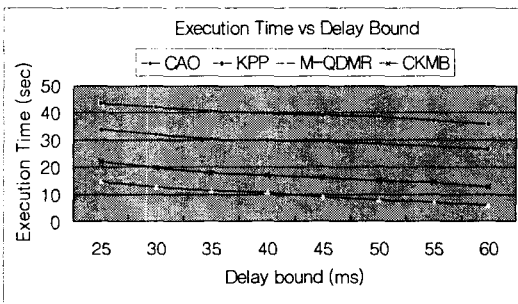


그림 6. 실행시간 vs Delay bound

IV. 결론

본 논문에서는 이동컴퓨팅 환경에서 QoS를 향상하기 위한 해결안으로 DQDMR 알고리즘을 제안하였다.

새로운 알고리즘은 이동컴퓨팅 환경에서 QoS를 향상하기 위한 효과적인 트리를 구축하여 멀티캐스트 라우팅을 실행할 수 있다. DQDMR 알고리즘은 새로운 노드가 그룹에 참여할 때 지역 대표자뿐만 아니라 지역 그룹 내에서 새로운 노드와 가장 가까운 일반 수신자들도 지역 대표자에 대한 정보를 전송해 줌으로써 그룹 내의 메시지 오버헤드를 줄일 수 있도록 하였다.

시뮬레이션 결과 새로운 알고리즘은 가장 최소의 대역폭으로 지연이 비교적 적은 멀티캐스트 트리를 구성할 수 있어 대규모 네트워크 상에서 QoS를 향상시킬 수 있는 효과적인 멀티캐스트 라우팅 프로토콜임을 증명하였다.

참고 문헌

- [1] Liang Guo and Ibrahim Matta. "QDMR: An efficient QoS dependent multicast routing algorithm," Proc. Fifth IEEE Real-Time Technology and Applications Symposium.
- [2] Izzo Paul, Gigabit networks, John Wiley and Sons Inc., 2000.
- [3] 한국전자통신연구원, ATM상의 인터넷 서비스 기술개론, 진한도서, 1999.
- [4] 안상현, "인터넷 Qos 기술", Telecommunication Review, 제 13권 2호, pp. 180-181, 2003년 4월.
- [5] 유재필, 김기천, "유무선 통합망의 Mobile Qos 적용 기술", Telecommunication Review, 제 13권 2호, p. 203, 2003.
- [6] Q. Sun and H. Langendoerfer. An Efficient Delay Constrained Multicast Routing Algorithm. Technical Report Internal Report, Institute of Operating Systems and Computer Networks, TU Braunschweig, Bueltenweg 74/75, 38106, Braunschweig, Germany, January 1997.
- [7] A.Shaikh and K.Shin. Destination-Driven Routing for Low-Cost Multicast. IEEE J. Select. Areas Commun., 15:373-3 81, April 1997.

김 마 혜(Mi-Hye Kim)

종신회원



1992년 2월 : 충북대학교 수학과 (이학사)
 1994년 2월 : 충북대학교 수학과 (이학석사)
 2001년 2월 : 충북대학교 수학과 (이학박사)

2001년 4월 ~ 현재 : 충북대학교 전기전자컴퓨터공학부 초빙교수

<관심분야> : 퍼지이론, 정보이론, 금융수학

원 미 란(Mei-Lan Yuan)

정회원

현재 : 충북대학교 컴퓨터공학과 대학원(석사 과정)

<관심분야> : 멀티미디어통신, QoS, VPN