

신뢰성 있는 무선 멀티캐스팅을 위한 ACK 전달 및 개선된 사전 전달 기법

임지영, 정태명

성균관 대학교 전기 전자 및 컴퓨터 공학부

jylim@rtlab.skku.ac.kr

tmchung@ece.skku.ac.kr

요 약

무선 멀티캐스팅에서 이동 호스트가 같은 멀티캐스트 그룹 기지국으로 이동할 때 새로운 기지국으로부터 원하는 데이터를 즉시 수신하기 위해서는 기지국들간에 데이터 전달에 대한 정보교환이 필요하다. 그러나 기존의 기법들은 정보 교환 시 소요되는 전달 시간과 오버헤드가 많아 비효율적이다. 또한 이동 호스트가 멀티캐스트에 참여하지 않는 기지국으로 이동할 때 전송지연을 피하기 위해서 기존의 기법에서는 현재 기지국이 주변 기지국들에게 데이터를 미리 전달하는 사전 전달 기법을 사용한다. 그러나 이동 호스트들이 짧은 시간 간격을 두고 연속 이동할 경우 현재 기지국이 같은 주변 기지국들에게 같은 데이터를 재전송 하게 되어 중복 데이터가 발생할 수 있다. 본 논문에서는 이와 같은 문제를 해결하기 위한 기법으로 새로운 알고리즘을 제안한다. 제안된 알고리즘에서는 멀티캐스트 그룹에 참여하는 기지국들이 국부적인 ACK 교환을 함으로써 필요한 시간과 오버헤드를 최소화하는 ACK 전달 기법과 이동 호스트의 연속적인 이동을 위해 주변 기지국들이 사전 전달 받은 데이터를 일정 기간 삭제해 보류함으로써 중복된 데이터 전송을 피할 수 있는 개선된 사전 전달 기법을 제공한다. 비용 산출과 시뮬레이션에 의해 기존 기법들과의 성능을 비교함으로써 제안된 기법의 성능을 확인한다.

1. 서론

이동 통신 2 세대의 주류인 디지털 셀룰러 이동 전화기, PCS 와 같은 개인용 이동 단말기 사용자의 급속한 증가는 이동 통신 환경이 일상 생활이 되도록 하였다.

사용자가 이동 시에도 지속적인 네트워크 서비스를 받을 수 있도록 지원하는 네트워크를 이동 컴퓨팅 환경이라고 한다[1,3]. 이동 컴퓨팅 환경에서 이동하는 송/수신 호스트를 MH(Mobile Host)라 하며 무선 채널을 통해 MH 의 지속적인 연결을 지원하는 고정 호스트를 기지국(BS:Base Station)이라 한다. 기지국이 관리하는 무선망 영역을 셀(cell)이라 하며 MH 가 셀 들간에 이동하게 되면 MH 를

관리하는 기지국이 바뀌게 된다.

MH 가 바뀐 새로운 기지국에 등록하는 과정을 핸드오프(handoff)라 하며 이러한 MH 의 동적인 특성으로 인해 무선망에서는 기존 네트워크 환경에서는 볼 수 없는 여러 가지 문제점들이 발생한다.

같은 데이터를 복사하여 다수의 수신자들에게 동시에 전달하는 전송 기법을 멀티캐스팅이라 하는데 기존의 멀티캐스트 기법을 이동 컴퓨팅 환경에 적용한다면 MH 의 이동으로 인해 발생하는 문제점과 기존 네트워크 환경에서 멀티캐스팅시 발생하는 문제가 혼합되어 새로운 문제를 발생시킨다[4].

본 논문에서는 이중에서 다음과 같이 MH 가 다른 기지국으로 이동시 기지국들간의 데

이터 포워딩에 관한 문제점들을 고려한다.

우선 새로운 기지국이 같은 멀티캐스트에 참여하는 경우 MH 가 도착하기 전에 새로운 기지국이 데이터를 이미 삭제하여 MH 가 원하는 데이터를 즉시 수신할 수 없다면 현재 기지국이나 소스로부터 필요한 데이터를 재수신해야 한다[1,2,4]. 이와 같은 데이터 재전송은 전송 지연과 대역폭의 낭비를 초래한다.

다음으로 새로운 기지국이 멀티캐스트에 참여하지 않는 경우이다. 이런 경우 현재 기지국에서 새로운 기지국으로의 전송 지연을 유발하기 때문에 기존 기법에서는 현재 기지국이 인접 기지국들에게 데이터를 미리 전송해두는 사전 전달 기법을 사용한다.

그러나 이와 같은 기존의 사전 전달 기법은 다른 MH 들이 짧은 시간 간격을 두고 연속적으로 이동할 경우 현재 기지국이 같은 인접 기지국들에게 중복된 데이터를 사전 전달 할 수 도 있다. 이것은 비효율적이며 대역폭의 낭비이다.

이러한 문제점을 위해 본 논문에서는 AES(Ack Exchange Scheme:ACK 교환 기법)와 EPS(Enhanced Pre-forwarding Scheme:향상된 사전 전달 기법)를 제안한다. 제안된 알고리즘에서는 기지국들을 통합 관리하는 상위 호스트를 둔다.

제안된 알고리즘 중 AES 는 ACK 교환 알고리즘으로 MH 가 같은 멀티캐스트 그룹에 속하는 기지국으로 이동 시를 고려하여 기지국들간에 ACK 를 교환하여 최소 ACK 이하의 데이터를 삭제하는 알고리즘이다.

AES 에서는 같은 상위 호스트내의 멀티캐스트 그룹 참여 기지국들은 해당 상위 호스트만을 통해 기지국들간에 ACK 를 교환한다. 다른 상위 호스트내의 같은 멀티캐스트 그룹 참여 기지국들은 인접한 기지국들간에만 ACK 를 교환한다.

이와 같은 방법으로 MH 가 같은 멀티캐스트에 참여하는 기지국으로 이동시에 바로 원하는 데이터를 수신할 수 있다. 또한 같은 상위 호스트내의 기지국들간에 제어 정보 전달이 국부적으로 이루어지기 때문에 멀티캐스트 참여 기지국들이 산재 되어 있는 경우에도 동작의 효율이 떨어지지 않고 기지국의 메모리 사용 효율도 높아진다.

다음으로 EPS 알고리즘은 MH 가 같은 멀티

캐스트에 참여하지 않는 기지국으로 이동하는 경우 전송 지연을 막기 위해 기지국은 주변 기지국들에게 데이터를 사전 전달하는데 기존의 기법과는 달리 새로운 기지국이 결정된 이후에도 주변 기지국들은 수신한 데이터를 바로 삭제하지 않고 일정기간 보유함으로써 다른 MH 들의 연속적인 이동 시 중복 데이터 전송을 방지한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 이후 2 장에서는 관련된 연구를 기술하고 3 장에서 제안된 기법들을 소개한다. 4 장에서는 제안된 기법들에 대한 성능을 평가하고 5 장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

2.1. 기존의 ACK 전달 기법

MH 가 같은 멀티캐스트 그룹에 참여하는 기지국으로 이동 시 새로운 기지국에서 바로 데이터를 수신하도록 하기 위한 방법으로 제안된 기존의 기법들은 기지국들간에 MH 들의 ACK 를 공유하도록 한다.

즉 멀티캐스트 그룹에 참여하는 모든 기지국들은 전체 MH 들의 ACK 를 수집하여 최소 ACK 를 산출한 후 그 이하의 데이터를 삭제함으로써 MH 가 이동 후 바로 데이터를 수신하도록 하고 있다.

처음으로 제안된 Host View 기법은 대표 기지국이 선정되어 다른 기지국들로부터 ACK 를 전달 받는다[1]. 그리고 최소 ACK 를 산출하여 다른 기지국들에게 전달한다. 그러나 이 기법은 멀티캐스트 그룹 구성이 자주 변경되는 경우를 고려하지 않은 단점이 있다.

이러한 단점을 개선한 기법으로 SH 가 제안되었다. SH 는 기지국의 부하를 덜기 위해 기지국들을 통합 관리하는 Supervisor Host(SH)를 두고 소스로부터 MH 까지를 트리로 구성했다[2].

SH 들의 집합을 Host Group 이라 하며 소스 노드는 이동 단말기들의 상황을 Host Group 을 통해 간접적으로 관리한다. 소스 노드는 멀티캐스트 그룹의 모든 MH 들이 데이터를 수신했다는 것을 SH 들을 통해 알게 되면 해당 데이터를 삭제하도록 SH 들에게 명령한다. 이 기법은 소스 노드가 원거리에 위치하거나 기지국들이 산재해 있는 경우에는 비효

울적이다[4,6].

최근에 제안된 Logical Ring(LR) 기법은 멀티캐스트 그룹 기지국들을 링 형태로 구성한 기법이다[4]. 이 기법은 링을 구성하는 기지국들간에 토큰을 전달하여 최소 ACK에 대한 정보 교환을 한다. 데이터를 삭제할 수 있는 시점은 두 번째 순회 시 이전 순회과정에서 최소 ACK 값을 기록했던 기지국으로 토큰이 돌아온 순간부터이다.

이 기법의 장점은 기지국들간의 데이터 수신 정보 교환이 소스 노드가 개입되지 않고 기지국들간에만 이루어진다는 점이다. 그러나 토큰이 멀티캐스트 그룹의 전 기지국들간에 순회하므로 데이터 삭제가 신속히 이루어지지 않는다. 또한 토큰에 최소 값을 기록했던 기지국이 토큰을 다시 받기 전에 멀티캐스트 그룹에서 탈퇴한다면 이후부터는 토큰에 데이터 삭제 정보를 기록할 수 없어 더 이상의 데이터 삭제가 불가능해진다.

2.2. 기존의 사전 전달 기법

MH가 멀티캐스트 그룹에 참여하지 않는 기지국으로 이동할 때 MH가 새로운 기지국으로부터 데이터 수신 지연을 최소화하는 기법으로 제안된 것이 Pre-join 기법이다[3].

이 기법에서는 MH가 이동하여 현재 기지국에서 멀어지면 현재 기지국은 새로운 기지국이 결정되기 전에 자신의 이웃 기지국들에게 데이터를 사전 전달한다. 새로운 기지국이 결정된 후에 이웃 기지국들은 현재 기지국으로부터 받았던 데이터를 삭제한다.

그러나 같은 현재 기지국 셀 내의 다른 MH들의 연속적인 이동 시 현재 기지국이 같은 이웃 기지국들에게 같은 데이터를 중복 전송할 수 있으므로 대역폭의 낭비가 발생한다.

3. 제안된 알고리즘

3.1 멀티캐스트 환경

제안된 알고리즘에서는 기지국의 상위 호스트로 SCH(Super Control Host)를 두어 그림 1과 같이 멀티캐스트 그룹 구성을 3단계로 한다. 즉 MH, 기지국, 그리고 SCH가 구성 노드이다. 본 논문에서는 하나의 소스가 다수의 수신자들에게 멀티캐스트하는 경우를

가정한다. MH의 이동성을 지원하는 멀티캐스팅 기법은 표준 IETF의 원격가입 기법에 기준한다고 가정한다. 표준 IETF에서는 MH의 이동성을 지원하고 MH에게 데이터를 전달하는 역할을 하는 것이 외부 에이전트(FA : Foreign Agent)인데 본 논문에서는 기지국이 그 역할을 담당한다. 기지국과 MH간의 신뢰성 제공을 위해 트리 기반 ACK 방식에 기반하여 같은 기지국의 MH들은 수신 데이터에 대한 ACK를 기지국에게 전달한다[7]. MH와 기지국간에는 비콘(beacon)신호가 존재하며 MH가 해당 현재의 기지국 셀에서 멀어지고 있는 경우 신호의 세기가 약해진다[3].

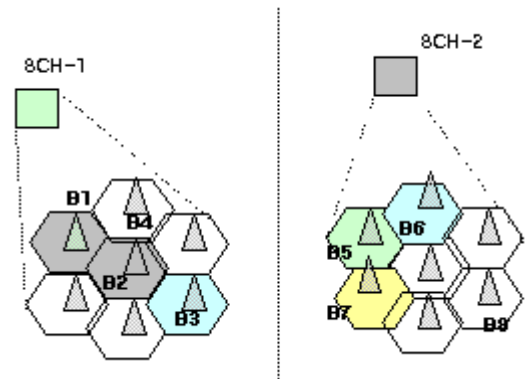


그림 1. 멀티캐스트 환경

3.2 개요

제안된 알고리즘에서는 두 가지 기법을 사용하는데 멀티캐스트 그룹에 참여하고 있는 기지국들간에 ACK 교환 방법을 국부적으로 하도록 하는 기법은 AES(ACK Exchange Scheme)이다.

AES에서는 같은 SCH에서 멀티캐스트 그룹에 참여하는 기지국들은 SCH를 통해 기지국들간의 데이터 수신 정보를 교환하여 최소 ACK 이하의 데이터를 삭제한다. 다른 SCH의 기지국들 중에서 같은 멀티캐스트 그룹에 참여하는 기지국들은 인접한 기지국들간에만 ACK를 교환하여 최소 ACK 이하의 데이터를 삭제한다.

이와 같은 방법으로 MH가 같은 멀티캐스트 그룹에 참여하는 기지국들간에 이동 시에는 즉시 데이터를 수신할 수 있으면서 가입과 탈퇴에 의한 멀티캐스트 그룹의 잦은 변동의 영향을 최소화 한다.

다음으로 개선된 데이터 사전 전달 기법

인 EPS(Enhanced Pre-forwarding Scheme)에서는 MH가 이동시 멀티캐스트 그룹에 참여하지 않는 기지국으로 이동할 것을 예상하여 BS가 전송 지연을 막기 위해 인접 기지국들에게 데이터를 사전 전달하도록 하는데 기존의 기법과는 달리 새로운 기지국이 결정된 이후에도 인접 기지국들은 수신 받은 데이터를 바로 삭제하지 않고 일정기간 보유하도록 함으로써 연속된 MH의 이동으로 인한 중복 데이터 전송을 방지한다.

본 논문에서 필요한 가정은 다음과 같다.

- i) 유선 네트워크에서 데이터는 신뢰성 있게 전송된다.
- ii) 하나의 MH는 하나의 멀티캐스트 그룹에만 참여한다.

3.3 동작 알고리즘

3.3.1. AES(ACK Exchange Scheme)

1) 기지국이 같은 SCH에 있는 경우

그림 2는 멀티캐스트 그룹에 참여하는 기지국들이 같은 SCH내에 있는 경우 AES의 흐름도이다.

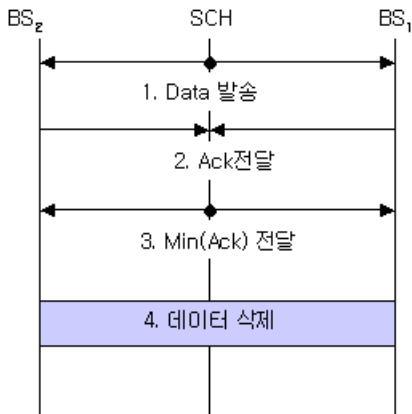


그림 2. 같은 SCH에서의 흐름도

같은 SCH의 기지국인 경우에는 SCH가 직접 기지국들에게 최소 ACK를 전달함으로써 데이터 삭제를 지시한다. SCH는 기지국들로부터 ACK를 수집하여 최소값 Min(Ack)을 산출하고 이것을 각 기지국들에게 전달하면서 그 이하를 삭제할 것을 지시한다. 지시를 받은 같은 SCH내의 각 기지국들은 Min(Ack)이

하의 데이터를 삭제한다.

다른 SCH들도 각자 이와 같은 방법으로 자신의 기지국들에게 데이터 삭제를 지시하며 SCH들끼리 ACK를 교환하는 일은 없다.

2) 인접 기지국들이 다른 SCH에 있는 경우

그림 3는 멀티캐스트 기지국들이 다른 SCH내에 있는 경우의 동작 흐름도이다.

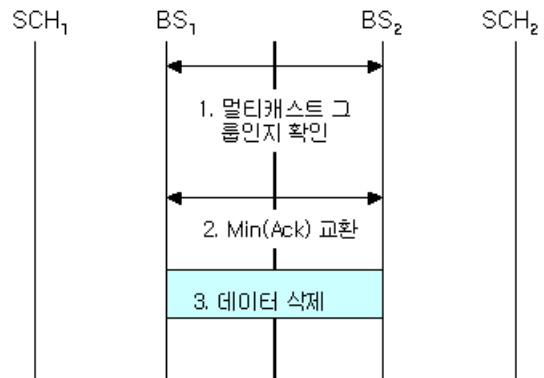


그림 3. 다른 SCH에서의 흐름도

다른 SCH에서 같은 멀티캐스트 그룹에 참여하는 기지국들은 각기 다른 SCH로부터 데이터 삭제 지시를 받으므로 다른 SCH소속이면서 위치 상으로 인접 기지국들인 경우에만 인접 기지국들간에 ACK를 교환한다. 이를 위해 MH가 최초 이동시에는 두 기지국들간에 데이터 수신 정보를 교환하기 전이므로 기지국들간의 ACK 차이를 감수하며 차이만큼의 기지국 버퍼 데이터가 이동될 수 있다.

MH가 이동하면 현재 기지국의 SCH는 새로운 기지국이 멀티캐스트 그룹에 등록된 기지국인지 확인하여 미등록 기지국이라면 해당 기지국의 SCH에게 같은 멀티캐스트 그룹에 참여하는지 묻는다. 이것을 수신한 새로운 기지국의 SCH는 자신이 참여하는 멀티캐스트 그룹 ID를 송신 SCH로 피드백한다.

이렇게 교환된 메시지로 상대 기지국이 같은 멀티캐스트 그룹임을 알게 되면 상대 기지국의 주소를 등록한다. 이후로 두 기지

국은 자신의 SCH 를 통해 자신의 소속 SCH 로 부터 받은 Min(Ack)를 인접 기지국에게 전달 하고 해당 인접 기지국으로부터 역시 해당되는 Min(Ack)를 받는다. 이러한 두 개의 Min(Ack)중 최소 ACK 를 산출하여 그 이하의 데이터를 삭제한다.

3.3.2. EPS(Exchange Pre-forwarding Scheme)

그림 3 은 EPS 의 흐름도 이다. MH 가 이동하여 현재 기지국에서 멀어지면 현재 기지국은 MH 로부터 인접 기지국들의 리스트를 받는다.

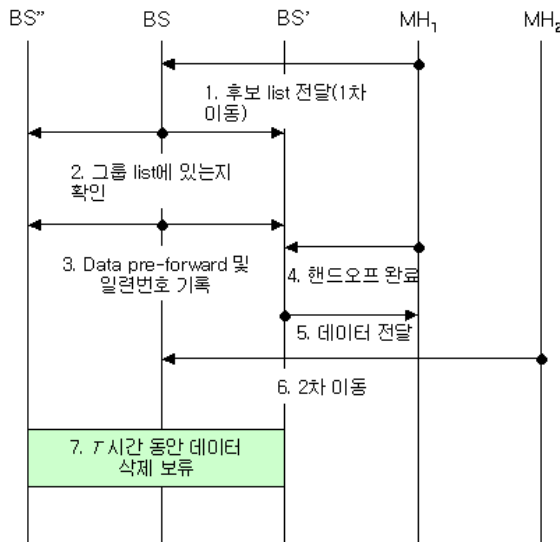


그림 4. EPS 흐름도

BS 는 리스트의 기지국들 중에서 그룹에 소속된 기지국이 아닌 기지국들에게만 자신의 버퍼에 있는 데이터를 사전 전달하고 동시에 일정시간 T 를 함께 전달한다. 일정시간 T 는 주변 기지국들이 사전 전달받은 데이터를 보유하는 기간이다.

현재 기지국은 전달한 데이터 량과 데이터의 수신 그룹 ID 및 데이터를 받은 인접 기지국들의 주소를 기록한다. 주변 기지국들은 핸드오프에 의해 새로운 기지국이 결정된

후에도 사전 전달받은 데이터를 바로 삭제하지 않고 일정 시간 T 동안 보유한다. 현재 기지국은 또 다른 MH 들의 연속적인 이동이 새로운 기지국이 결정된 직후나 혹은 사전 전달 중에 발생하면 MH 들의 그룹 ID 와 1 차 사전 전달하던 데이터의 수신 그룹 ID 와 비교하여 같은 경우라면 2 차 사전 전달 시 그 이후의 데이터를 전송한다.

이와 같이 멀티캐스트 그룹에 참여하지 않는 기지국으로 이동시 최소의 전송 지연만으로 MH 는 데이터를 수신하면서 현재 기지국은 데이터의 중복 전송을 피할 수 있다.

4. 성능 평가

4.1. Cost 산출

본 절에서는 멀티캐스트 그룹 참여 기지국들간의 ACK 전달을 위한 기존의 기법들과 AES 를 실행하는데 각각 소요되는 비용을 산출하여 오버헤드를 비교한다. 비교되는 기존의 기법들은 SH 과 LR 이며 SH 에서의 Supervisor Host 는 AES 에서의 SCH 와 같은 개념이고 LR 에서도 기지국을 관리하는 SCH 와 같은 고정 호스트가 존재한다고 가정한다.

비용 산출의 기준은 각 기법에서 필요한 제어 정보 교환시 사용되는 대역폭이다. 비용 산출을 위해 다음과 같은 파라미터가 사용된다.

- C : 제어 메시지 크기
- M : SCH 의 수
- B : SCH 당 기지국 수
- B_B : 다른 SCH 내에 인접 기지국이면서 그룹 참여 기지국들의 수($B_B < B$)
- P_B : 그룹 기지국간의 평균 홉 수
- P_M : 그룹 SCH 간의 평균 홉 수
- P_S : 소스에서 SCH 까지의 기지국간의 평균 홉 수
- N : 기지국의 가입 및 탈퇴 횟수

MH 의 이동에 의한 멀티캐스트 그룹 관리 및 기지국간의 제어 정보 전달시 추가로 비용이 발생하는 과정은 다음과 같다.

- 1) 기지국들간의 정보 전달을 위한 구성비용
 - SH 및 AES : 기지국간의 최소 ACK 전달 방식이 트리 기반이므로 별도의 구성비용이 필요 없다.
 - LR : 기지국간의 링 구성을 위해 다음과 같은 제어 메시지 전달이 필요하다.
 - i) 소스가 각 SCH 에게 *predecessor* 와 *successor* SCH 들의 주소를 전달한다. : $C*M$
 - ii) SCH 들간에 기지국 ID 에 대한 메시지 교환 : $C*M*2$
 - iii) SCH 가 각 기지국에게 *predecessor* 와 *successor* 기지국들의 ID 를 전달한다. : $C*B*M$

2) 핸드오프시의 멀티캐스트 그룹 관리
 기지국간의 이동시 핸드오프 절차에서 각 기법들을 적용시 추가로 비용이 발생하는 경우는 다음과 같다.

- 2.1) 멀티캐스트 그룹이 아닌 경우
 - SH, AES : 별도의 발생 비용은 없다.
 - LR : 다음과 같이 링에 가입하는 비용이 별도로 필요하다.
 - i) SCH 로부터 각 기지국에게 *predecessor* 와 *successor* 기지국들의 ID 를 전달한다. : $C*N*3$

- 2.2) 그룹에서 탈퇴 시
 - SH, AES 의 경우 : 별도의 발생 비용은 없다.
 - LR 의 경우 : 다음과 같이 링에서 탈퇴하는 비용이 별도로 필요하다.
 - i) 탈퇴하려는 기지국은 SCH 에게 탈퇴요청 메시지를 전달한다. : $C*N$

ii) *predecessor* 와 *successor* 기지국들에게 탈퇴를 알린다. : $C*N*2$

- 3) 데이터 삭제 지시 전달
 - SH : 데이터 삭제를 소스가 지시하므로 소스의 위치에 따라 비용이 달라진다.
 - i) 소스에서 SCH 까지의 메시지 전달 : $C*P_S*M$
 - ii) SCH 에서 기지국까지의 메시지 전달(1 홉이라고 가정) : $C*B*M$
 - LR : 데이터 삭제 지시는 토큰에 의해 최소 ACK 와 함께 전체 기지국들에게 전달되므로 기지국들이 산재 되어 있으면 비용이 커진다.
 - i) 그룹의 전 기지국들간에 토큰 전달 : $C*B*P_B$

• AES : 데이터 삭제 지시는 SCH 별로 국부적으로 기지국에게 전달되므로 멀티캐스트 참여 기지국이 산재 되어 있는 경우에도 효율적이다.
 i) SCH 에서 기지국까지의 메시지 전달 : $C*B*M$

- 4) 기지국들간의 최소 ACK 전달 메시지
 - SH : 기지국에서 소스까지의 다중 전달이 필요하다.
 - i) 기지국에서 SCH 까지의 메시지 전달 : $C*B*M$
 - ii) SCH 에서 소스까지의 메시지 전달 : $C*P_S*M$

• LR : 별도의 메시지를 사용하는 것이 아니고 삭제 전달 메시지와 같은 토큰을 사용하므로 별도의 추가비용이 들지 않는다.
 • AES : 다음과 같은 두 가지의 메시지 전달

과정이 필요하다.

i) 기지국에서 SCH 까지의 메시지 전달 : $C*B*M$

ii) 다른 SCH 내에 인접 기지국들간에 그룹 참여 확인 메시지 전달 : $C*B_B$

위의 발생 비용을 종합해보면 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다. 우선 MH의 이동에 의한 멀티캐스트 그룹 관리에 대해 SH과 AES는 트리 기반 멀티캐스트 구성을 하기 때문에 가입과 탈퇴시의 별도 비용이 소요되지 않는 반면 LR은 기지국간에 링 구성을 해야 하므로 별도 비용이 발생하여 오버헤드가 커진다.

기지국들간의 최소 ACK 전달 데이터 삭제 지시 전달에 대해 SH은 기지국에서 소스까지의 제어 메시지 전달이 필요하므로 다른 기법들에 비해 오버헤드가 더 커지며 LR은 삭제 지시와 최소 ACK 전달을 같은 토큰으로 동시에 전달하기 때문에 오버헤드 발생은 기지국의 분포형태에 달려있다. 기지국들이 밀집되어 있다면 오버헤드는 적을 것이고 산재되어 있다면 오버헤드는 커진다. 또한 MH의 이동이 잦으면 가입 및 탈퇴에 따른 링 구성의 변경 때문에 발생하는 오버헤드가 크다.

AES는 다른 SCH의 인접 기지국들간에 교환되는 메시지로 인해 약간의 오버헤드가 있으나 모든 정보 전달이 각 SCH별로 국부적으로 이루어지므로 기법의 성능이 기지국의 분포나 소스의 위치의 영향을 받지 않는다.

4.2 시뮬레이션

본 논문에서는 제안된 알고리즘의 성능을 평가하기 위하여 Visual C++ v6.0 환경에서 C언어를 사용하여 시뮬레이터를 작성하였다. 본 절에서는 우선 ACK 전달 기법에 대해 AES와 LR 및 SH를 사용시 멀티캐스트 그룹에 참여하는 전체 기지국들의 메모리 사용량을

여러 가지 조건에서 실험 결과를 통해 비교한다.

다음으로 사전 전달 기법에 대해 EPS와 달리 데이터 삭제를 보유하지 않는 Pre-join 기법을 사용했을 때 사전 데이터 전달 시 중복 전송되는 데이터량을 실험을 통해 측정해 본다. 또한 EPS에서 주변 기지국들의 데이터 삭제 보유 시 보유기간을 결정하는 요인들에 대한 실험을 해본다. 두 경우의 시뮬레이션에서 공통적으로 멀티캐스트 데이터는 소스에서 발생되어 MH에게 전달된다.

4.2.1. 시뮬레이션 환경

(1) AES 시뮬레이션 환경

ACK 전달 기법에서 성능 평가 기준이 기지국 버퍼 사용량은 기지국에서 MH로 데이터를 송신할 때 기지국이 최소한 보유해야 하는 버퍼량이며 이것은 소속 MH들의 수신 데이터 값을 기준으로 하였다. 즉 임의의 기지국에서 최대 수신 데이터를 가진 MH의 데이터 프레임 수를 소속 기지국의 최대 버퍼 사용량으로 하고 여기에서 최소 수신 데이터를 가진 MH의 프레임 수를 이하를 뺀 값을 실제 기지국 버퍼 사용량으로 하였다.

이를 위해 기지국에서 MH로의 전송을 포아송 분포로 하고 $\lambda=10.0$ 으로 하였다. 이는 기지국에서 MH간의 전송 속도를 10MB로 한 것이다. AES의 시뮬레이션을 위해 설정된 환경 모델은 그림 5와 같다.

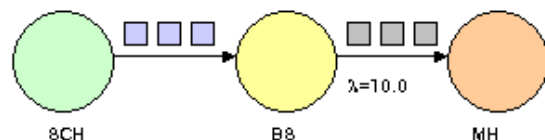


그림 5. AES 시뮬레이션 모델

(2) EPS 시뮬레이션 환경

EPS 시뮬레이션에서 성능 평가 기준이 되는 기존 사전 전달 기법의 데이터 중복량을 측정하기 위해 그림 6 과 같은 모델을 사용한다.

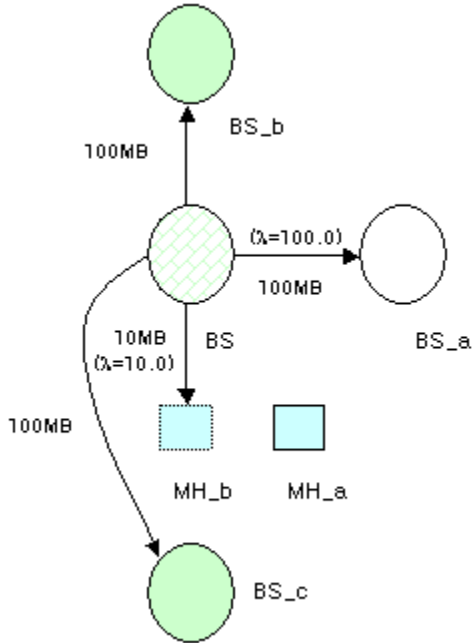


그림 6. EPS 시뮬레이션 모델

BS 는 현재 기지국이고 BS_a, BS_b 와 BS_c는 주변 기지국이다. MH_a는 처음 이동하는 MH 이고 임의의 시간 간격을 두고 MH_b가 이동한다. MH_a가 핸드오프 요청을 하면서 주변의 후보 기지국들의 리스트를 BS 에게 전달하면 BS 는 새로운 기지국이 완전히 결정되기 전에 핸드오프 진행시간 동안 주변 기지국들에게 데이터를 사전 전달한다.

이때 MH_b 는 핸드오프 요청하기 전까지 현재의 기지국 BS 로부터 일정량의 데이터를 수신하는데 이와 같이 수신된 데이터 량을 이전에 사전 전달 데이터 량에서 제외한 나머지 데이터 량이 중복 데이터 량이 된다.

사전 전달 량을 측정하기 위해 BS 에서 주변 기지국으로의 데이터 전송을 포아송 분포로 하고 λ 값을 100.0 으로 하였다. BS 에서 MH_b 로 전달되는 데이터도 포아송 분포로

전송되며 λ 값을 10.0 으로 하였다..

4.2.2. 시뮬레이션 결과

(1) AES 시뮬레이션 결과

그림 7 은 SCH 당 기지국 수 증가에 대한 기지국 전체의 버퍼 사용량을 보여주고 있다.

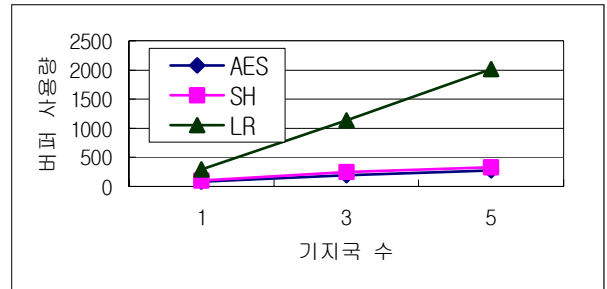


그림 7. 기지국 수에 대한 버퍼 사용

두 기법 모두 기지국 수가 증가함에 따라 버퍼 사용량도 함께 증가한다. AES 에서는 SCH 에서 삭제 지시를 받고 거의 동시에 모든 기지국들이 불필요한 데이터를 삭제하기 때문에 버퍼 사용량이 크게 늘어나지 않고 거의 일정한 양상을 보이고 있다.

반면 LR 에서는 토큰이 모든 기지국들간에 순회하면서 한번에 한 기지국만이 데이터를 삭제할 수 있으므로 버퍼 사용량이 매우 빠르게 증가한다.

그림 8 은 소스와 SCH 간의 거리를 여러 가지 홉 수로 하였을 때 버퍼 사용량의 변화이다.

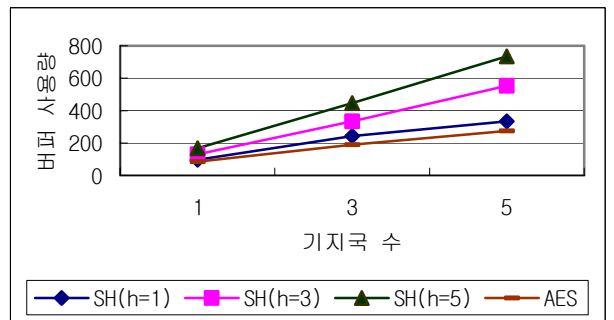


그림 8. 홉 수별 기지국 수에 대한 버퍼 사용

그림 8 에서 보듯이 소스와 SCH 간의 거

리가 멀수록 SH 에서의 기지국 버퍼 사용량은 점점 증가한다. AES 에서는 홉 수에 관계 없이 버퍼 사용량이 일정하다.

(2) EPS 시뮬레이션 결과

그림 9 는 MH 가 멀티캐스트 그룹에 참여하지 않는 기지국으로 이동할 때 전송지연을 방지하기 위해 주변 기지국으로 데이터 사전 전달로 인해 발생하는 실험 결과이다.

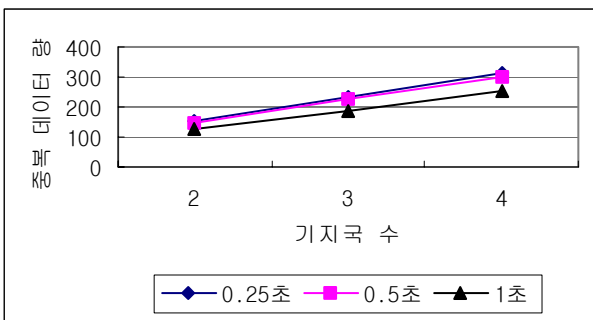


그림 9. 핸드오프 간격별 기지국 수에 대한 중복량

그림 9 에서 범례는 MH 들간의 이동시간 간격이다. AES 에서는 인접한 주변 기지국들이 새로운 기지국이 결정된 후 에도 사전 전달 받은 데이터를 바로 삭제하지 않고 보류함으로써 연속적인 MH 의 이동에 따른 중복 전송 데이터가 발생하지 않는다.

Pre-join 에서는 기지국수가 많을수록 그리고 MH 들간의 이동시간 간격이 짧을수록 중복되는 데이터도 많아진다.

4.2.3. 효율 측정

(1) AES 효율

SH 와 LR 의 효율성을 AES 와 비교하며 효율성 Eff_{AES} 를 구하는 식은 (1)과 같다.

$$Eff_{AES} = [1 - \frac{(l-d) - d/k}{l}] \times 100 \quad (1)$$

식 (1)에서 l 은 데이터 삭제 전의 기지국 버퍼 사용량이며 d 는 각 기법에서 삭제되

는 데이터 량이다. 그러므로 실제 기지국의 버퍼 사용량은 $l-d$ 이며 이것은 각 기법의 ACK 전달 방법에 따라 달라진다. k 는 ACK 전달 기법 적용시 제어 메시지 전달 시 소요되는 오버헤드이다. 본 논문에서 효율성 측정시 k 에 적용된 비용은 기지국 버퍼 사용에 직접적인 관련이 있는 그룹 구성 비용, ACK 전달 비용, 데이터 삭제 지시 전달 비용이다.

그림 10 은 세 기법들의 전체적인 효율의 변화이다.

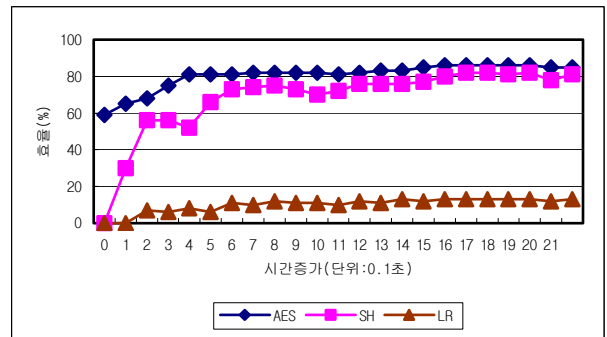


그림 10. 시간에 대한 효율

LR 은 버퍼 사용량이 많고 로직 링 구성 비용이 추가되어 세 기법들 중 가장 낮은 효율을 보이고 있다. SH 는 초반에 급격하게 효율이 증가하다가 점차 같은 효율값을 유지하고 있다.

SH 가 시작 단계에서 효율이 매우 낮은 것은 데이터 삭제 지시를 다단계를 거쳐서 하기 때문에 데이터 삭제량에 비해 오버헤드가 크기 때문이다.

AES 는 초반에 효율이 약간의 상승세를 보이다가 역시 같은 효율을 유지한다. AES 는 SH 가 소스와 SCH 간의 홉 수가 1 인 경우 비슷한 오버헤드가 소요되지만 버퍼 사용량이 적으므로 세 기법들 중 가장 좋은 효율을 보이고 있다.

(2) EPS 효율

기존의 사전 전달 기법인 Pre-join 에서

는 기지국수가 많을수록 그리고 MH 들간의 핸드오프 간격이 짧을수록 중복되는 데이터도 많아진다.

이와는 달리 EPS 는 중복 데이터를 전송하지 않으며 사전 전달될 수 있는 최대 데이터량과 기지국에서 MH 로의 시간당 데이터 전송량에 따라 효율성이 달라진다. EPS 에서 중복 전송을 피하기 위한 주변 기지국에서의 사전 전달된 데이터의 삭제 보유기간은 다음과 같은 식 (2)로 나타낸 EPS 의 효율식에서 추정해 볼 수 있다.

$$Eff_{EPS} = \left(\frac{PM - h_0 \times M}{PM} \right) \times 100 \quad (2)$$

위의 식 (2)에서 PM 과 M 은 각각 최대 사전 전달 량 및 기지국에서 MH 로의 시간당 최대 데이터 전송량을 나타낸다. h_0 는 두 MH 간의 핸드오프 시간 간격이다.

그림 11 은 삭제 보유 기간 추정을 위한 EPS 효율 측정이다.

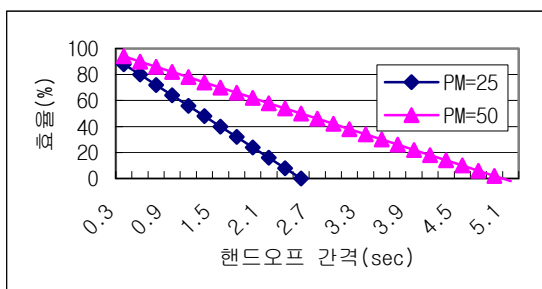


그림 11. 핸드오프 간격에 대한 효율

이 그림은 사전 전달될 수 있는 최대 데이터 량을 두 가지로 달리하여 핸드오프 간격 별로 효율을 측정한 것이다.

PM 은 사전 전달될 수 있는 최대 데이터 량이며 25MB 인 경우와 50MB 인 경우 가정하였다. 기지국에서 MH 로의 데이터 전송 속도는 10MB 로 가정하였다. 이 그림에서 보듯이 EPS 의 효율 Eff_{EPS} 는 핸드오프 간격이 커질수

록 낮아진다. 낮아지는 정도는 사전 전달 량에 비례하여 달라지며 이와 같은 그래프를 통해 사전 전달된 데이터를 유지해야 하는 기간을 예측할 수 있다.

효율이 0 %일 때가 사전 전달된 데이터를 삭제해야 하는 순간이므로 PM 이 25 이면 데이터 보유기간이 2.5(sec)일 것이고 PM 이 50 이면 5(sec)이상이어야 할 것이다. 효율이 낮아지는 비율이 사전 전달량에 비례한다는 것은 사전 전달된 데이터가 많을수록 2 차 핸드오프를 하는 MH 에게 유효한 데이터가 많아짐을 뜻한다.

5. 결론

본 논문에서는 무선 멀티캐스팅시 MH 가 새로운 기지국으로 이동할 때 발생하는 문제점을 논의하고 해결안으로 AES 와 EPS 를 제안하였다.

AES 에서는 멀티캐스트 그룹에 참여하는 기지국으로 이동할 때는 원하는 데이터를 즉시 수신할 수 있도록 같은 SCH 의 기지국들은 SCH 를 통해서, 다른 SCH 에 있는 기지국들은 인접한 기지국들 간에만 최소 ACK 를 교환하여 최소 ACK 이상의 데이터를 유지하도록 하였다.

이와 같은 방법은 기지국들간의 제어 정보를 국부적으로 교환함으로써 기존의 기법들과는 기지국들이 밀집되어 있거나 산재되어 있더라도 달리 동작의 효율이 떨어지지 않는다.

EPS 에서는 그룹에 참여하지 않는 기지국으로 이동시에는 전송 지연을 최소화하기 위해 주변 기지국들에게 데이터를 사전 전달하는데 기존의 기법과는 달리 주변 기지국들이 사전 전달 받은 데이터를 유지하도록 하여 연속적인 MH 의 이동에도 데이터의 중복 전송이 발생하지 않도록 하였다.

EPS 에서 주변 기지국들이 삭제 보유하는

동안 버퍼 사용이 증가할 수 있으나 2 차 핸드오프가 발생할 일정 기간동안만 보유하는 것이므로 기존의 사전 전달 기법에 비해 오버헤드를 고려할 필요는 없을 것이다.

시뮬레이션을 통해 제안된 기법에서 기지국 메모리와 대역폭 사용량이 적음을 확인하였고 비용 산출을 통해 동작 오버헤드가 적음을 확인하였다.

현재 인터넷 서비스 보급이 확장됨에 따라 무선 멀티캐스트 역시 인터넷 멀티캐스트 기술을 중심으로 다양한 응용 서비스 보급을 더욱 촉진시킬 것으로 전망되므로 제안된 알고리즘은 향후 더욱 좋은 효과를 나타낼 것으로 기대된다[7].

이 밖에도 제안된 알고리즘의 객관적인 평가를 위해 다양한 환경에서의 실험이 필요하며 기존의 신뢰성 있는 멀티캐스트 기법과의 연동 방법에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] A.Acharya and B.R. Bardrinath, "A framework for delivering multicast messages in networks with mobile hosts", *Mobile Networks and Applications*, Vol.1, No.2, 1996, pp.199-209.
- [2] K.Brown and Singh, "RelM:Reliable Multicast for Mobile Networks", *Journal of Computer Communications*, Vol.21, No.16, 1998, pp.1379-1400.
- [3] Ki-seon Ryu, Joong-Bae Kim, Young-Ik Eom, "An Effective Multicasting using Pre-join Technique in Mobile Computing Environments", *KISS*, Vol.27, NO 1, March, 2000.
- [4] Ioanis Nikolaidis and Janelle J. Harms, "A Logical Ring Reliable Multicast Protocol for Mobile Nodes", *Proceedings of the International Conference on Network Protocols*, pp. 106-113, 1999.
- [5] Pil-Youg Kang, Yong-Tae Shin, "An Extended FA-based Multicast Routing for Mobile IP-based Multicasting", *The KIPS Transactions VOL.7, NO 11*, pp.3490-3499, November 2000.
- [6] Ji Y. Lim, Tai M Chung, "An Information Exchange Scheme among the base stations for reliable wireless Multicasting", *Proceedings of the 15th KIPS Spring Conference, VOL.8, No 1*, pp.503-506, 2001.
- [7] 고석주, 강신각, "멀티캐스트 신뢰전송 기술 및 표준화 동향", "<http://pec.etri.re.kr/~sjkoh/pub/2000-focus.htm>
- [8] C-K Toh, *Wireless ATM and AD-HOC Networks*, Kluwer Academic Pub., 1997.
- [9] Upkar Varshney and Samir Chatterjee, "*Architectural Issues to Support Multicasting over Wireless and Mobile Networks*", *IEEE WCNC Vol.1*, pp.41-45, 1999.
- [10] Tim G. Harrison, Garey L. Williamson Wayne L. Mackrell and Richard B. Bunt, "*Mobile Multicast Protocol*", *Proceedings of the MOBICOM'97*, Sep. pp. 151-160, 1997.
- [11] Dave Kosiur, *IP Multicasting: The Complete Guide to Interactive Corporate Networks*, Wiley Computer Pub., 1997.



임지영

1990년 2월 : 성균관대학교
정보공학과(학사)

1990~1997년 : 대우통신 선임
연구원

1997년 8월 : 서강대학교 정
보처리학과(석사)

2000년 2월 : 성균관대학교 전기전자 및 컴
퓨터 공학부 대학원 박사과정 수료

<관심분야> 무선 ATM, 이동 IP, 무선 멀티캐
스팅



정태명

1981년 연세대학교 전기공
학과 학사

1984년 University of Illinois
Chicago, 전자계산학과 학
사

1987년 University of Illinois
Chicago, 컴퓨터공학과 석
사

사

1995년 Purdue University, 컴퓨터공학 박사

1985년-1987년 Waldner and Co. ,System
Engineer.

1987년-1990년 Bolt Bernek and Newman Labs.,
Staff Scientist

현재 성균관대학교 교수

관심분야 : 실시간시스템, 네트워크 관리, 보
안관리.