

신뢰성 있는 무선 다중 전송을 위한 기지국간의 정보 교환 기법

임지영, 정태명
실시간 시스템 연구실
성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부
e-mail:jylim@rtlab.skku.ac.kr

An Information Exchange Scheme among the base stations for reliable wireless Multicasting

Ji Y. Lim and Tai M Chung
School of Electrical & Computer Engineering,
SungKyunKwan University

요약

무선 멀티캐스팅에서 이동 호스트의 기지국간 이동은 멀티캐스트 그룹 내의 이동과 그룹 외의 이동에 따라 각기 다른 신뢰성 문제가 발생한다. 그룹내의 기지국으로 이동시에는 이동 호스트가 원하는 데이터를 해당 기지국이 이미 삭제한 상태라면 이전의 기지국에서 필요한 데이터를 재전송하여야 한다. 그룹 외의 기지국으로 이동시에도 역시 필요한 데이터를 포워딩해야한다. 이와 같은 데이터 재전송과 포워딩은 전송 지연과 대역폭의 낭비를 발생시킨다. 본 논문에서는 이와 같은 무선 멀티캐스팅에서의 신뢰성 문제를 해결하기 위한 기법으로 IES(Information Exchange Scheme)을 제안한다. 제안된 IES에서는 멀티캐스트 그룹 기지국간에 멤버쉽과 데이터 수신 정보를 교환함으로써 MH의 이동 범위에 상관없이 신속하고 정확한 전송을 기대할 수 있다. IES를 평가하기 위해 기존의 기법들과 비교 분석하였고 그 결과로 제안된 IES가 효과적인 기법임을 증명한다.

1. 서론

무선 멀티캐스팅에서는 MH(이동 호스트:Mobile Host)의 이동성 때문에 유선 환경에서는 볼 수 없는 문제점들이 있는데 그 중의 하나가 MH가 BS(기지국:Base Station)간에 이동시 이동해간 BS로부터의 신뢰성 있는 데이터 수신이다. BS가 멀티캐스트 그룹이 아닌 경우 이전의 BS는 새로운 BS에게 데이터를 포워딩해야 한다. 새로운 BS가 멀티캐스트 그룹인 경우라도 MH에게 전송해야할 데이터를 이미 삭제한 상태라면 이전의 BS로부터 데이터를 재수신해야한다[1,2]. 이와 같은 데이터 재전송 및 포워딩은 전송 지연과 대역폭의 낭비를 초래한다. 유선 환경에서 사용하던 기존의 프로토콜은 수신 노드의 이동성을 고려하지 않았기 때문에 무선 환경에 적용할 수 없다[3]. 이와 같은 무선 멀티캐스팅에서의 신뢰

성 문제를 해결하기 위해 여러 가지 기법들이 제안되었으나 여러 가지 문제점들이 내포되어있다.

본 논문에서는 무선망에서의 신뢰성 있는 멀티캐스팅 기법으로 멀티캐스트 그룹 BS간에 그룹 멤버쉽 정보와 데이터 수신 정보를 교환하는 IES(Information Exchange Scheme)를 제안한다. 제안된 IES에서는 인접 셀의 BS들간에 그룹 멤버쉽 정보를 교환하고 MSC를 통해 간접적으로 BS들간의 데이터 수신 정보를 교환함으로써 MH가 이동하는 BS가 그룹내외의 존재에 상관없이 신속하고 정확한 데이터 수신을 할 수 있게 한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 이후 2장에서는 관련된 연구기술하고 3장에서 제안된 IES를 소개한다. 4장에서는 제안된 IES에 대한 성능을 평가하고 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

무선 멀티캐스팅에서 MH 이동시의 신뢰성 있는 전송 문제를 위해 기존에 제안된 기법들은 멀티캐스트 그룹의 구성에 따라 트리 기반과 링 기반으로 크게 나눌 수 있다. 트리 기반 기법으로 Supervisor Host 기법이 있다. Supervisor Host 기법에서는 멀티캐스트 그룹 노드를 논리적인 트리로 구성하고 기지국의 부하를 덜기 위해 기지국들을 통합 관리하는 Supervisor Host(이하 SH) 개념을 도입했다[2]. SH들의 집합을 Host Group이라 하며 소스 노드는 이동 단말기들의 상황을 직접 관리하지 않고 Host Group의 list를 관리한다. 소스 노드는 멀티캐스트 그룹의 모든 이동 단말기들이 데이터를 수신했다는 것을 SH들을 통해 알게되면 해당 데이터를 삭제하도록 SH들에게 명령한다. 이 기법은 소스 노드가 간접적으로 데이터 삭제를 지시하므로 소스 노드가 원거리에 위치할 경우 비효율적일 수 있다[4]. 1999년에 Nikolaidis가 제안한 Logical Ring 기법은 멀티캐스트 그룹 노드를 링 형태로 구성된 기법이다[4]. 이 기법은 링의 구성 노드인 기지국들간에 토큰을 전달하여 다른 기지국들의 최소 ACK에 대한 정보 교환을 한다. 데이터를 삭제할 수 있는 시점은 토큰 순회가 일단 이루어진 후 다시 순회 시 이전 순회과정에서 최소 ACK값을 토큰에 기록했던 기지국으로 토큰이 돌아온 순간부터이다. 이 기법의 장점은 데이터 삭제를 위한 정보 교환이 소스 노드가 개입되지 않고 기지국들간에만 이루어진다는 점이다. 그러나 토큰이 멀티캐스트 그룹의 전 기지국들간에 순회하므로 데이터 삭제가 신속히 이루어지지 않고 토큰의 순회가 일단 이루어져도 바로 데이터 삭제를 할 수 없다는 단점이 있다. 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.

3. IES

본 논문에서 제안된 IES에서 사용되는 멀티캐스트 그룹 모델은 3 level의 노드로 구성된다. 즉 최종 수신자인 MH들과 MH들과 무선 교신을 하는 BS, 다수 BS들을 유선을 통해 관리하는 MSC(Mobile Switching Center)가 구성노드이다. BS들과 상위 MSC간에는 트리 형태로 구성되고 MSC들간에는 링 형태로 구성된다. 트리 형태의 구성은 수신 단말

기의 이동 범위가 한 MSC내의 기지국들간으로 한정된다. 링 형태의 구성에서는 이동 단말기의 이동 범위가 다른 MSC내의 기지국간인 경우이다. BS는 MSC를 통해 간접적으로 데이터 수신 정보를 교환함으로써 MH가 그룹내의 BS로 이동할 경우에 바로 데이터 수신을 할 수 있다. 또한 인접 셀의 BS들간에 그룹 멤버십 정보를 교환함으로써 MH가 비그룹 BS로 이동시에 인접 셀의 BS로 데이터를 전달하는 과정에서 불필요한 데이터 전송을 피할 수 있다. IES는 다음과 같이 3 가지 동작으로 나눈다.

3.1 그룹 기지국들의 수신 정보 교환을 위한 동작
그림 1은 BS들간의 데이터 수신 정보 공유를 위한 알고리즘이다.

```

Leader_Tag=0;Leader_a=0;Token_amin=0;
Token_d=0; Another_a=0;
electing Leader;
For Leader
creating Token;
if(Leader_Tag==0){
    if(Leader_a < Token_amin)
        Token_amin = Leader_a;
    Leader_Tag=1;
    Next_MSC=Token;}
else {
    Token_d=Token_amin;
    Token_amin = Leader_a;
    delete(Token_d);
    Next_MSC=Token;}
For Another_MSC
If(Another_a < Token_amin)
    Token_amin = Another_a;
delete(Token_d);
Next_MSC=Token;
    
```

[그림 1] BS들간의 데이터 수신 정보 교환을 위한 알고리즘

그룹내 임의의 MSC들 중에서 리더 MSC가 선정되고 MSC들간에는 토큰이 순회한다. 이와 같이 MSC들간의 토큰 순회는 BS들의 부하를 덜어주고 멀티캐스트 그룹의 변동을 국부적으로 처리할 수 있다. 리더 MSC는 토큰을 발생시키고 삭제될 데이터를 지정한다. 동일한 MSC의 BS들은 수신 데이터에 대한 ACK를 MSC에게 전송한다. MSC는 BS들로부터 받은 ACK에서 최소값을 토큰에 기록하고 토큰은

링을 순회하여 최소의 ACK를 유지한다. 토큰의 최
 너어`조`ACK은`MSC를`충해`각`기지국들에게`전날`
 최소 ACK이하의 데이터를 삭제하도록 한다. 이와
 같은 방법으로 MH는 그룹내의 기지국간 이동시에
 바로 데이터를 수신할 수 있게된다. 리더 MSC는 토큰
 순회가 완료되면 제거해야할 데이터를 즉시 지정
 함으로써 BS들이 불필요한 데이터를 신속히 삭제할
 수 있다. 리더는 멀티캐스트 그룹에서 탈퇴 시에 다
 음 MSC에게 리더의 권한을 넘김으로써 삭제할 데
 이터를 계속 지정할 수 있도록 한다.

3.2 인접 기지국들간의 멤버 쉽 교환을 위한 동작
 BS는 멀티캐스트 그룹에 가입하거나 탈퇴 시 인접
 셀의 BS들에게 알린다.

3.3 MH 이동시 동작
 MH가 이동할 조짐이 보이면 해당 BS는 MH로부터
 후보 BS들의 명세서를 받는다. 명세서의 BS들 중
 에서 그룹에 소속된 BS가 아닌 BS들에게만 자신의
 버퍼에 있는 데이터를 미리 포워딩한다. MH가 임의
 의 BS로 이동이 완료된 후 다른 BS들은 포워딩된
 데이터를 바로 삭제하지 않고 보류함으로써 이후의
 또 다른 MH의 이동으로 인한 데이터 재포워딩을
 예방한다. 이와 같은 방법으로 비 그룹의 BS로 이
 동시 최소의 전송 지연으로 MH는 데이터를 수신할
 수 있다.

4. IES 성능 평가

시뮬레이션과 분석을 통해 IES의 성능을 평가한다.

4.1 특성 비교

표 1은 기존의 기법들과 IES의 특성 비교이다.
 트리 기반의 Supervisor Host 기법에 비해 프로토콜
 의 동작에 소스가 개입되지 않아 효율적이라는 점은
 제안 기법을 비롯한 링 기반 기법의 공통된 장점이다.
 IES는 MSC들간에 링을 구성하므로 토큰의 이동
 경로가 기존의 Logical Ring 기법에 비해 단순하고
 멀티캐스트 그룹 관리가 용이하다. 데이터 삭제를
 리더 노드가 지시하고 멀티캐스트 그룹에서 탈퇴하
 기 전에 다른 노드를 리더로 지정함으로써 기존의
 Logical Ring 기법과는 달리 멀티캐스트 그룹에서 탈
 퇴 이후에도 데이터 삭제를 계속 진행할 수 있다.
 기지국간에 이동시 IES에서는 비 멀티캐스트 그룹의
 기지국에만 데이터를 미리 포워딩함으로써 대역폭의

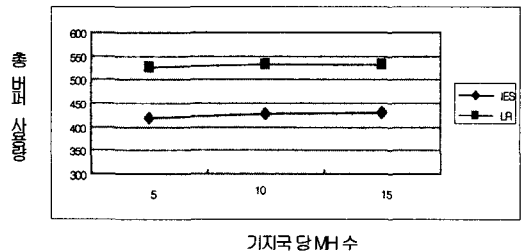
표 1. 기법 특성 비교

	Supervisor Host(SH)	Logical Ring	제안 기법
모델 구성 노드	소스, SH, 기지국,	기지국	MSC, 기지국
기반모델	Tree-based	Ring-based	혼합
데이터 삭제 지시 노드	소스	토큰 회전 시 최소 ACK를 기록한 기지국	리더 MSC
기지국의 업무	1. 데이터 및 ACK 전달	1. 데이터 전달 및 ACK 전달 2. 토큰 전달	1. 데이터 및 ACK 전달 2. 인접 셀의 그룹 기지국간의 ID교환
기지국의 그룹 변경 관리	소속 SH의해 부분적으로 관리된다.	전체 그룹의 구성에 영향을 준다.	소속 MSC에 의해 부분적으로 관리된다.
그룹 가입	특이사항 없음	특이 사항 없음	그룹에 가입한 기지국은 인접 셀의 기지국들에게 자신의 ID를 알린다.
그룹 탈퇴	특이사항 없음	데이터 삭제를 지시할 기지국이 멀티캐스트 그룹에서 탈퇴하면 이후의 대역연급 없음	리더 MSC는 다음 MSC에게 리더 권한을 넘기고 탈퇴한다.

낭비를 최소화하면서 연속적인 데이터 수신을 할 수 있다.

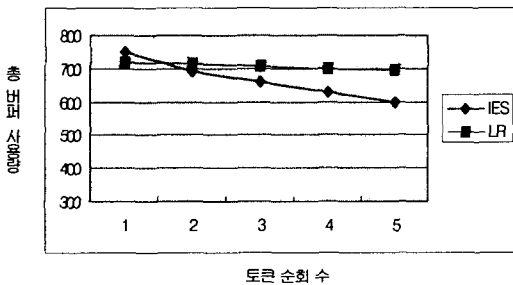
4.2 시뮬레이션 결과

MH가 멀티캐스트 그룹 내에서 이동한다고 가정하고 기지국 버퍼 사용량의 변화를 Logical Ring기법과 비교하였다. 시뮬레이션을 위해 총 MSC는 3개, 기지국은 각 MSC당 5개씩, MH수는 각 기지국당 5,10,15개인 경우로 구성하였다. 데이터 전송에 사용되는 초기 버퍼량은 기지국당 50으로 정하였다. 그림 2는 MH수 증가에 대한 기지국 버퍼 사용량을 측정 한 결과이다.



[그림 2] MH 수 증가에 대한 기지국 버퍼 사용량 [2]에서와 같이 기지국 버퍼의 사용량은 MH수 증가에 비례하는데 제안된 IES의 버퍼 사용량이 기존의

Logical Ring에 비해 적응을 알 수 있다. 다음의 그림 3은 토큰 순회 수 증가에 대한 기지국 버퍼 사용량의 비교이다. 토큰 회전수가 증가할수록 삭제되는 데이터량이 많으므로 총 버퍼 사용량은 감소한다. 그림 3과 같이 Logical Ring기법에 비해 제안된 IES가 데이터 삭제가 더 신속히 이루어짐을 알 수 있다.



[그림 3] 토큰 순회 증가에 대한 기지국 버퍼 사용량

4.3 cost 비교

제안된 IES와 기존 기법들의 cost를 비교하기 위해 다음과 같은 파라미터를 설정하였다.

- t : 노드간의 1홉 거리 전송 시간
- n : 송신 노드에서 MSC까지의 노드 수
- b : MSC 당 기지국의 수
- m : MSC의 수
- f : 1회당 삭제되는 데이터 량

표 2는 이와 같은 파라미터를 사용한 cost 비교이다.

표 2. cost 비교

		SuperVisor Host	Logical Ring	IES
기지국 이동시 데이터 수신 시간	그룹 내	t	t	t
	그룹 외	$2t$	$2t$	$t + a$
전체 기지국에 삭제 명령이 전달되는 시간		$t(n+1)$	$(2mb+a-1)t$	$(2m-1)t$
단위 시간당 삭제 명령이 사용하는 대역폭		$mbf/t + \beta$	f/t	$(b+1)f/t$
단위 시간당 사용되는 전체 기지국 메모리 량		$1 - (dmb/t(n+1))$	$1 - (d/t)$	$1 - (db/t)$

표 2와 같이 제안된 IES는 기존의 기법들에 비해 비 그룹의 기지국으로 이동시 데이터 수신시간과 총 메모리 사용량이 감소될 것으로 기대된다.

5. 결론

본 논문에서는 멀티캐스팅시 MH의 이동 범위에 상관없이 신속하고 정확한 전송을 하기 위한 기법으로 기지국간에 멀티캐스트 그룹 멤버쉽과 수신 정보를 교환하도록 하는 기법인 IES를 제안하였다. 제안된 IES를 평가하기 위해 기존의 기법들과 비교 분석하였고 그 결과로 제안된 기법이 효과적인 기법임을 알 수 있다. 이동 단말기 가입자가 증가하고 단말기를 통해 인터넷이 제공하는 멀티캐스팅 서비스가 다양해지는 향후에는 제안된 기법이 좋은 효과를 보일 것으로 기대된다. 앞으로는 IES의 객관적인 평가를 위해 다양한 환경에서의 실험이 필요하며 IES 동작시 발생하는 오버헤드를 줄이기 위한 프로토콜 보완 작업이 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] Upkar Varshney and Samir Chatterjee, "Architectural Issues to Support Multicasting over Wireless and Mobile Networks", *IEEE WCNC Vol.1*, pp.41-45, 1999.
- [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] Dave Kosiur, *IP Multicasting: The Complete Guide to Interactive Corporate Networks*, Wiley Computer Pub., 1997.
- [6] 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.