

통합 캐시 및 차별화된 핸드오프를 이용한 셀룰러 IP의 성능개선에 관한 연구

서정화*, 김남**

A Study on Performance Improvement in Cellular IP Using Combined Cache and Different Handoff

Jeong-Hwa Seo, Nam Kim

요약

셀룰러 IP 성능을 개선하기 위하여 기존에 제안된 페이징 및 루트 정보관리 캐시와 준-소프트 핸드오프 방식은 실시간 데이터 전송에 있어서 문제점을 가진다. 본 논문에서는 이에 대한 해결 방안으로 통합 캐시 (Combined Cache :CC)와 데이터에 따라 차별화된 핸드오프 방식의 운용을 제안하였다. 제안하는 통합 캐시는 MH에서 핸드오프-상태모드를 운용하지 않고, 아이들/액티브 상태만 운용하며, 핸드오프 방식은 데이터에 따라 차별화된 핸드오프 방식을 사용한다. 시뮬레이션 결과 제어패킷의 부하, 초기 수신시 데이터 패킷에 대한 트래픽 부하, 핸드오프 시 패킷의 도착시간을 CIP, PRC와 비교하여 제안한 방식이 실시간 데이터 전송에 성능이 우수함을 확인하였다.

Key Words : Cellular IP, Combined Cache, PRC, Realtime data, Handoff

ABSTRACT

There are some problems with the methods of paging and routing cache(PRC) and quasi soft handoff that are proposed to improve the performance for the transmission of real time data.

This paper proposed a reasonable solution of these problems by proposing a new method using a combined cache(CC) and applying a different handoff procedure according to each type of data. The combined cache dose not maintain the handoff state but the idle/active state. The simulation results in a better performance than the above methods in terms of the control packet traffic load, initial received data packet traffic load and arrival time of real time packet at the epoch of handoff.

I. 서론

최근 무선 이동망에 인터넷 서비스가 급격히 발전함에 따라, 네트워크 구조는 글로벌 인터넷 서비스와 증가하는 무선 사용자를 수용하기 위해 작은 셀로 구성되는 셀룰러 인터넷이 될 전망이다^[1]. 이러한 액세스 네트워크 내의 로컬 이동성을 지원하기 위한 IP 마이크로 이동성 관리기술로 HMIP(Hierarchical Mobile IP)^[2], CIP^[3-5] 및 HAWAII(Handoff Aware Wireless Access Internet Infrastructure)^[6] 프로토콜등

이 연구되고 있다.

특히, CIP 프로토콜은 액세스 네트워크 내에서의 마이크로 이동성에는 비교적 우수하나, 페이징 영역 단위의 위치추적 기능으로 인하여 각 이동 호스트에 대한 고속의 위치추적을 운용하기에는 어려움이 있다. 또한 CIP 캐시는 액세스 네트워크 내의 페이징 캐시(paging cache :PC)와 라우팅 캐시(routing cache :RC)를 사용하고 있는데 PC는 특정의 노드에만 선택적으로 사용되므로 초기 루트 설정시 PC를 이용할 경우 패킷의 브로드캐스팅을 필요로 하게 된다. 이에

* 충북대학교 정보통신공학과, **충북대학교 전기전자컴퓨터공학부교수
 논문번호 : 030166-0418, 접수일자 : 2003년 4월 18일

따라 노드 내에 캐시 관리가 복잡해지고 중복된 제어 패킷이 다수 발생되어 네트워크 내 트래픽 부하를 더욱 증가시키게 된다. 뿐만 아니라 CIP는 빠르고 smooth한 핸드오프를 지원하지만 핸드오프 중에 액세스 망 내 중복 경로가 발생되어 네트워크 트래픽이 가중된다. 이를 개선하기 위해 제안된 준-소프트(quasi-soft) 핸드오프 매커니즘과 PRC는 액세스 네트워크 내의 페이지ング과 루트를 관리하기 위해 사용하였던 PC와 RC를 PRC 캐시 하나로 통합 관리하고, 모든 노드에서 운용하도록 하였다. 또한 여기에, MH(Mobile Host)의 핸드오프 상태를 관리할 수 있도록 MH에 핸드오프-상태모드를 추가하고, 각 노드에서 관련 기능을 운용하도록 준-소프트 핸드오프 매커니즘을 제안하였다. 이 매커니즘은 MH가 액세스 네트워크 내에서 이동할 경우 “핸드오프-상태(handoff-state) 패킷”과 “이전-경로-종단(old-path-end)패킷”을 사용하였다⁷⁾. 이는 PRC 동작모드에서 PC와 RC 이외에 핸드오프 상태도 관리해야 하므로 네트워크 부하에 영향을 미칠 수 있으며, 데이터 서비스 형태의 구분 없이 핸드오프를 실행하므로 실시 시간을 원하는 데이터 전송에 영향을 미친다.

따라서 본 논문에서는 준-소프트 핸드오프 매커니즘과 PRC에서 제안한 모든 노드에 PC와 RC를 통합한 캐시를 운용하되 MH의 핸드오프-상태모드를 분리하여 운용하지 않고, 실시간 데이터 전송을 위해 데이터에 따라 차별화된 핸드오프를 운용하며, 통합 캐시의 명칭을 PRC에서 CC로 한다. PRC와 CC의 차이점은 PRC에서는 MH의 핸드오프 상태 패킷에 대한 관리가 필요했던 반면, CC에서는 MH의 핸드오프-상태모드를 관리하지 않으므로 기존의 방식보다 네트워크에 부하를 감소시킬 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 기존에 제안하였던 통합 캐시 PRC를 개선한 통합 캐시 CC와 실시간 서비스를 제공하기 위한 방안을 제시한다. 제 3장에서는 제안한 방안이 기존에 사용하고 있는 방안보다 우수함을 보인다. 마지막으로 제4장에서는 결론을 맺었다.

II. CIP에서 실시간 데이터 전송을 위한 방안.

2.1 새롭게 제안한 통합 캐시(CC : Combine Cache = PC+RC)

CIP에서는 아이들 MH에 대한 페이지잉이 네트워크

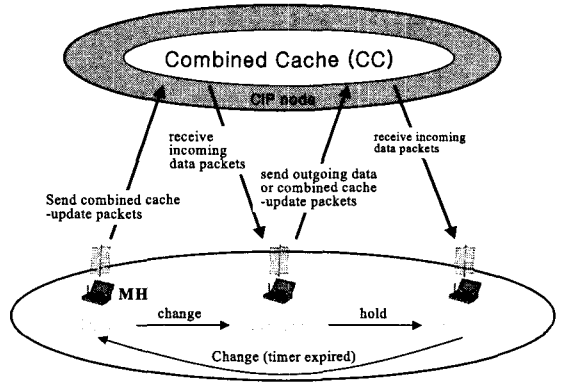


그림 1. 통합캐시의 운용

내의 특정 노드에서만 관리되므로, PC가 없는 노드에서는 외부로부터 데이터 패킷을 수신할 경로 설정을 위해 노드 내 모든 다운링크로 브로드캐스팅 한다. 이를 개선하기 위해 제안된 방안이 PRC이다. PRC는 캐시 하나로 통합 운용하고 네트워크 내 모든 노드에 구성하여 운용하도록 하였다.

CIP에서 PC와 RC 2개의 캐시가 사용되고 PC가 특정의 노드에만 제한적으로 구성되어 있던 것과는 달리 모든 노드에 PRC 하나로만 구성되어 운용하며 아이들 및 액티브 상태 이외에 핸드오프-상태모드를 추가하여 PRC에서 핸드오프-상태모드를 관리하는 새로운 준-소프트핸드오프를 제안하였다. 이는 핸드오프-상태 패킷이 네트워크 트래픽 부하에 영향을 미칠수 있으며, 데이터의 구분없이 핸드오프를 실행하므로 실시 시간을 원하는 데이터 전송에 영향을 미치게 된다. 이에 PRC를 개선한 통합 캐시의 방안은 PC와 RC를 모든 노드에서 운용하되 핸드오프-상태모드를 따로 운용하지 않고, 데이터의 실시간 서비스를 위하여 데이터의 형태에 따라 핸드오프 방식을 차별화한다. 그림1은 CIP에서 MH의 상태모드와 CC 상호 동작 관계를 나타낸 것이다.

표 1. CC의 동작

Classification	아이들, 액티브 상태
Refreshed by	데이터 패킷, 통합 캐시 업데이트 패킷
Update	통합 캐시 - 업데이트 패킷
Update when	새로운 셀로 이동, 통합 캐시- 업데이트 시간
Purpose	이동관리, 라우트 다운링크

표 1은 CC의 동작을 나타낸 것이다. 통합 캐시를 사용함으로써 네트워크 내 트래픽 부하의 감소와, 패

킷 처리 시간이 매우 감소하게 될 것이다.

2.2 제안하는 통합 캐시의 알고리즘

액세스 네트워크 내 각 CIP 노드들은 전송되는 업링크 및 다운링크 패킷들에 대한 라우팅을 실시해야 한다. 셀룰러 IP 노드 내에 업링크 라우팅 알고리즘은 그림 2와 같다. 먼저 CIP 노드 내에 업링크로 패킷이 수신되면 패킷 여부를 검사하여 실시간 데이터이면 CC내 'SA = IFP_c' 매핑 타이머를 리셋 시킨 후 CC 내에 매핑된 업링크로 패킷을 전달한다. 그러나 데이터 패킷이 아닐 경우, CC 내에 SA 매핑의 존재 여부를 검사하여 SA 매핑이 존재하지 않으면 CC 내에 'SA = IFP_c' 매핑을 생성하는 단계부터 계속 수행한다. 반대로 CC 내에 SA 매핑이 존재할 경우에는 패킷이 입력되었던 이전 포트와 현재 포트를 비교한다. 즉, 'IFP_p = IFP_c' 여부를 검사하고 동일하지 않을 경우 핸드오프가 발생되었을 때 CoN 노드에 해당되며, 이 경우 이전 경로로 통합 캐시 갱신 패킷을 전송하고, 새로운 경로로 세미 - 소프트 루트 갱신 패킷을 전송한다. 'IFP_p = IFP_c' 여부를 검사하여 동일한 때에는 핸드오프가 발생되지 않는 일반 노드에 해당되며, 이 경우 CC 내의 매핑을 계속 유지하기 위해 매핑 타이머를 리셋 시켜, 이후 CC 내에 매핑된 업링크로 패킷을 전달한다. 위의 동작과정은 실시한 데이터일 경우에 해당되며, 비 실시간 데이터일 경우에는 핸드오프 동작모드에서 하드 핸드오프로 동작한다.

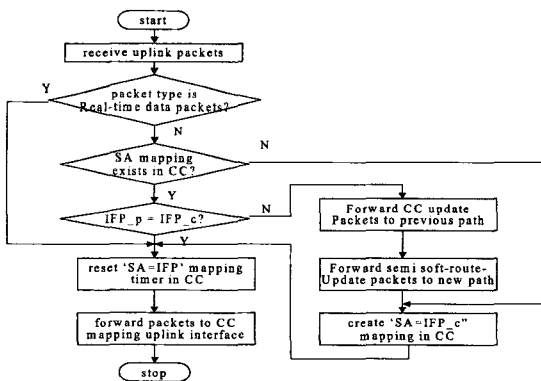


그림 2. CIP의 업링크 라우팅 알고리즘 <실시간 데이터일 경우>

한편, CIP 노드 내에 다운링크 라우팅 알고리즘은 그림 3과 같다. 다운링크로 패킷이 수신될 경우 CC 내에 DA 매핑의 존재 여부를 검사한다. 만일, 매핑이

존재하지 않으면 수신될 패킷을 폐기하고, 반대로 매핑이 존재하면 CC내에 매핑된 다운링크로 인터페이스 패킷을 전달한다.

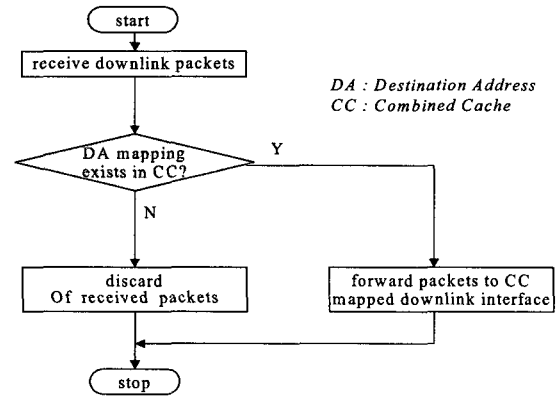


그림 3. CIP의 다운링크 라우팅 알고리즘

2.3 MH 내의 상태모드 운용 알고리즘

그림 4는 MH의 아이들-상태모드 동작 알고리즘을 나타낸 것이다. 아이들 - 상태모드에서는 “통합 캐시 - 갱신 패킷”을 전달하고 데이터 패킷의 수신 여부를 기다린 후 데이터 패킷의 수신 여부에 따라 액티브 - 상태모드로 전환되거나, 또는 아이들 - 상태모드로 유지한다.

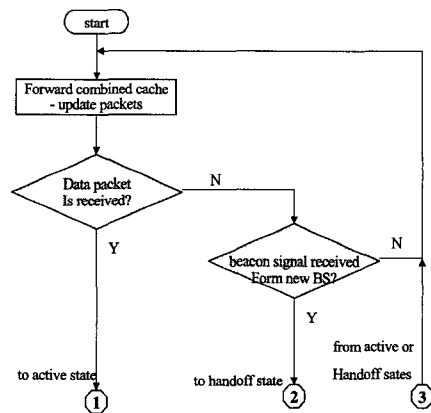


그림 4. 아이들 - 상태모드 동작 알고리즘

그림5는 MH가 전송할 데이터가 실시간 데이터일 경우의 액티브 - 상태모드 동작 알고리즘을 나타낸 것이다. 액티브 - 상태모드가 되면, 데이터 패킷을 수신하고, “액티브 - 상태 - 타이머”를 리셋 시킨 후, MH가 전송할 데이터 패킷이 있는 경우 해당 데이터 패킷을 전달한다. 더 이상 전송할 데이터 패킷이 없

거나 “액티브 - 상태 - 타이머”가 타임아웃 되었으면 아이들 - 상태모드로 전환되고, 그렇지 않으면 새로운 BS로부터 비콘 신호가 수신되었는가를 검사한다. 만일 비콘 신호가 수신되었으면 데이터 패킷의 전달 중에 핸드오프가 발생된 것이다. 그러나 MH가 전송할 데이터 패킷이 없으면 “통합 캐시 갱신 타이머” 여부를 확인하고 “통합 캐시 갱신시간” 주기로 “통합 캐시 갱신 패킷”을 전송한다. MH가 전송할 데이터가 있는 경우 이전 경로로 통합 캐시 갱신 패킷을 전송하고, 새로운 경로로 세미 - 소프트 패킷을 전달하며, MH는 액티브 - 상태모드로 복귀된다.

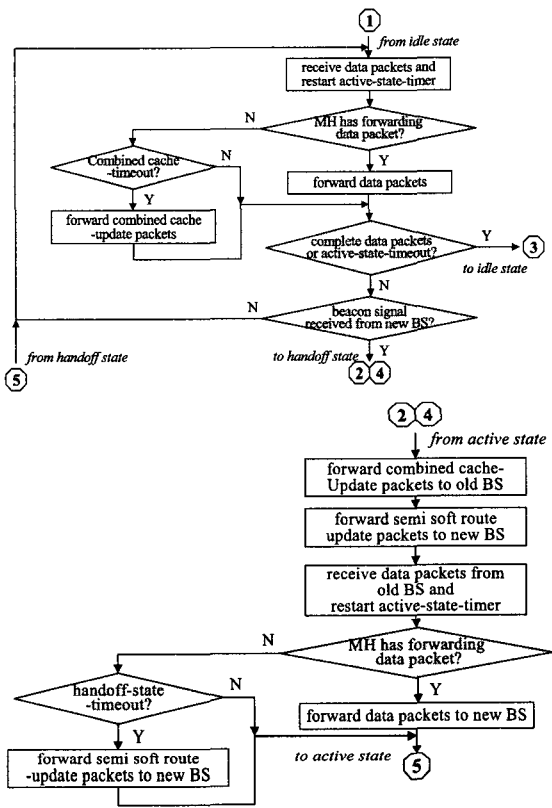


그림 5. 액티브 - 상태모드의 동작 알고리즘

2.4 셀룰라 IP에서 실시간 차별화 된 실시간 데이터 서비스 방안

CIP는 빠르고 smooth한 핸드오프를 지원하지만, 핸드오프 중에 액세스망 내 중복 경로가 발생되어 네트워크 트래픽이 기증된다⁸⁾⁹⁾. 이를 개선하기 위해 제안된 준 - 소프트 핸드오프 방식은 핸드오프 지연

이 감소되고, 네트워크 내 트래픽 부하를 줄일 수 있지만, 데이터 서비스 구분 없이 동일한 핸드오프 방식을 운용한다⁷⁾. 이에 실시간 서비스를 지원하기 위해 통합 캐시의 구성과 데이터 형태에 따라 핸드오프를 차별화하여 운용한다. 즉, Voice Application과 같은 실시간 데이터를 원하는 경우에는 세미 - 소프트 핸드오프 방식을 운용하고, e-mail과 같은 비 실시간 서비스일 경우에는 하드 핸드오프 방식을 운용한다. 하드 핸드오프 시 데이터 손실이 있을 수도 있으나 실시간을 요구하지 않으므로 새로운 지역으로 이동후 재 전송을 받아도 크게 문제되지 않는다⁸⁾¹⁰⁾¹¹⁾.

그림 6은 통합 캐시 갱신 패킷의 형식이다. 이것은 셀룰라 IP에서 사용되는 제어 메시지(ICMP)의 형태이다⁸⁾. 셀룰라 IP에서 사용되는 제어 메시지의 기본 형태에 H 플래그를 추가한다. H 플래그는 하드 핸드오프를 나타내게 되는데, 실시간 데이터일 경우 S 플래그는 “1”로 세트하고, H 플래그는 “0”으로 세트한다. 비 실시간 데이터인 경우 S 플래그는 “0”으로 세트하고, H 플래그는 “1”로 세트한다.

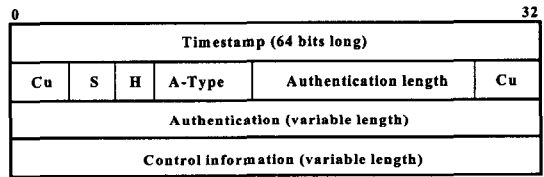


그림 6. 통합 캐시 갱신 패킷의 형식

III. 실험결과

제안된 방안의 성능 평가를 위해 기존의 CIP와 PRC 및 준 - 소프트 핸드오프를 사용한 방안과 본 논문에서 제안하는 CC 및 차별화 된 핸드오프 방안에 대해 각각 통합 캐시 사용에 따른 제어 패킷의 부하 특성, 초기 수신 데이터 패킷에 대한 트래픽 부하 특성, Packet Loss vs. Packet Inter - arrival Time에 대해 성능을 평가하였다. PRC와 CC의 성능 비교는 기존의 PRC 성능 측정을 위해 사용하였던 파라미터를 사용하였다. 시뮬레이션 환경으로는 ns-II 네트워크 시뮬레이터¹²⁾를 사용하였다.

3.1 통합 캐시에 사용에 따른 제어 패킷의 부하 특성

페이징 및 루트 정보 관리를 위하여 하나의 통합 캐시 사용에 따른 네트워크 내 트래픽 부하 특성을 알아보기 위해, 통합캐시를 사용하지 않는 CIP와 통

합 캐시를 사용한 CC와 PRC를 비교하였다.

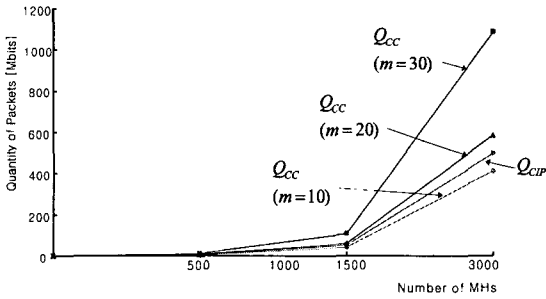


그림 7. MH 및 m 변화에 따른 액세스 네트워크 내 제어 패킷량

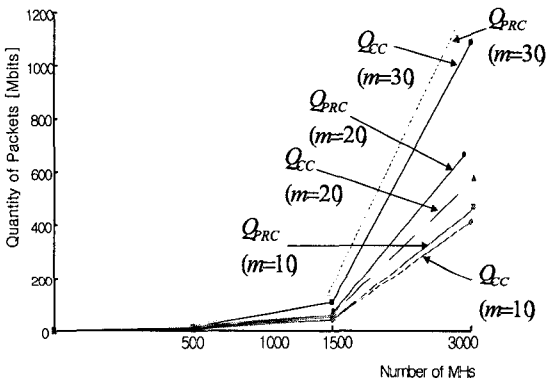


그림 8. MH 및 m 변화에 따른 액세스 네트워크 내 제어 패킷량

그림 7,8은 CIP와 PRC, CC 모두에서 MH의 수가 증가할수록 제어 패킷량이 증가한다는 것을 보여주고 있다. CIP는 m(셀의 수)에 관계가 없지만, PRC와 CC는 m의 수에 따라 각각 다른 값을 보인다. 셀의 수가 약 20개 이하일 경우에는 PRC와 CC의 제어 패킷을 더 적게 사용함을 확인하였다. 셀의 수에 따른 PRC와 CC의 값의 차이는 PRC는 MH에서 핸드오프 시 핸드오프 상태 패킷을 사용하여 제어 패킷량을 증가시키지만, CC는 핸드오프 시 통합 캐시 패킷을 사용하므로 PRC 보다 더 적은 제어 패킷을 사용한다. 이는 MH의 핸드오프 상태 패킷이 네트워크 부하에 영향을 줄 수 있음을 나타낸다.

3.2 초기 수신 데이터 패킷에 대한 트래픽 부하 특성

초기 수신 데이터 패킷에 대한 트래픽 부하 특성을 알아보기 위해 통합 캐시를 사용하지 않는 CIP와 통합 캐시를 사용한 CC와 PRC를 비교하였다. 여기서, Q_a 는 첫 번째 데이터 패킷 수신시 네트워크의 데이터 패킷량을 의미하며, S_a 는 초기 데이터 패킷의 크기,

N_N 는 액세스 네트워크 내 전체 노드 수, N_D 는 노드 내에 다운 링크의 평균 개수를 나타낸다. 그리고 c는 액세스 네트워크 내 전체 노드에 PC를 가지고 있지 않는 노드의 비율을 나타낸다.

그림 9는 셀룰러 IP와 CC, PRC에서 N_D 의 변화에 따른 액세스 네트워크 내 첫 번째 수신 데이터 패킷의 양이 증가하며, CC와 PRC에 비해 셀룰러 IP의 패킷량이 급격하게 증가한다. 이것은 셀룰러 IP의 경우, PC가 특정 노드에만 선택적으로 사용되므로 초기 루트 설정 시 PC가 없는 노드에서 제어패킷을 브로드캐스팅 함을 나타낸다.

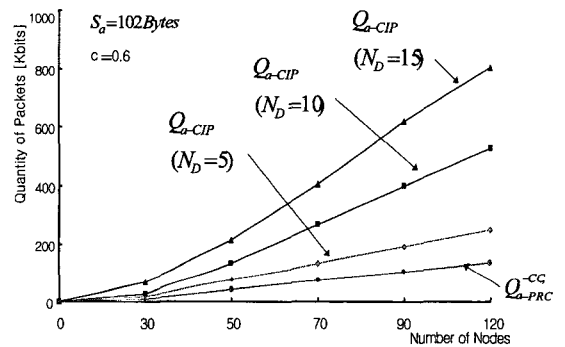


그림 9. 노드 및 N_D 의 변화에 따른 액세스 네트워크 내 초기 수신데이터 패킷의 양

그림 10은 셀룰러 IP와 CC, PRC에서 c의 변화에 따른 액세스 네트워크 내 첫 번째 수신 데이터 패킷의 양을 나타낸 것이다. 노드의 수가 증가할수록 모든 경우에 대해서 패킷의 양이 증가하며, CC와 PRC에 비해 셀룰러 IP의 패킷량이 급격하게 증가한다. 이는 그림 9와 같은 결과로 셀룰러 IP의 경우, PC와 특정 노드에서만 선택적으로 사용되므로, 초기 루트 설정 시 PC가 없는 노드에서 제어 패킷을 브로드캐스팅 함을 나타낸다. 반면에, CC와 PRC를 사용함으로써 첫 번째 수신되는 데이터 패킷을 위한 라우팅을 수행할 때, 제어 패킷이나 데이터 패킷의 브로드 캐스팅이 불필요함으로 네트워크 내에 트래픽 부하가 대폭 감소한다.

3.3 Packet Loss vs. Packet Inter-arrival Time

본 실험은 패킷 수신 시 데이터 (실시간 데이터)에 따른 패킷 손실과 패킷 도착시간에 대한 것으로 실시간 데이터는 Voice를, 비 실시간 데이터는 e-mail로 설정하였다. CIP와 PRC 및 준-소프트 핸드오프의 경우에는 제어 메시지에 실시간 서비스에 관한 표시

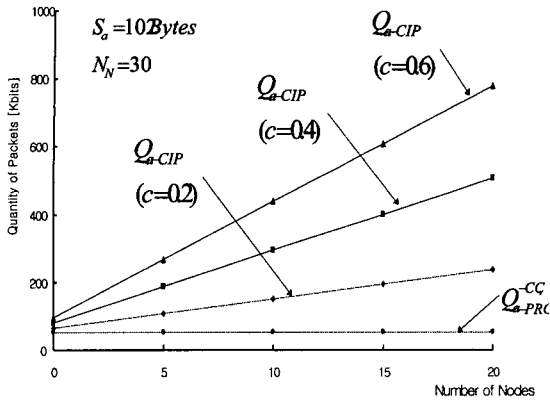


그림 10. 노드 및 c의 변화에 따른 액세스 네트워크 내 초기 수신데이터 패킷의 양

가 없으므로 실시간 데이터와 비 실시간 데이터 모두 동일한 핸드오프를 운용하지만, 제한하는 방식은 실시간을 원하는 데이터의 경우 CC와 세미-소프트 핸드오프를 운용하고, 비 실시간 데이터인 경우 CC와 하드 핸드오프를 운용한다.

그림 11은 실시간 패킷 도착 시간 간격의 변화에 따른 패킷 손실량을 나타낸다. 그림 11에 의하면 CIP_{CC-Semisof handoff}, CIP_{PRC-quisoif handoff}, CIP_{semisoif handoff}는 패킷 도착 시간이 증가함에 따라 패킷량이 증가한다. 새로 제안한 CIP_{CC-Semisof handoff} 방식이 기존의 CIP_{PRC-quisoif handoff}, CIP_{semisoif handoff} 방식보다 패킷 도착 시간과 패킷 손실이 감소하였으며, 0.003일 경우 패킷 손실이 기존의 방식에 비해 각각 1/2, 1/3배로 감소하였다. 이는 준-소프트 핸드오프 방식이 세미-소프트 핸드오프 방식에 비해 액세스 망 내의 중복 패킷이 발생되지 않아 네트워크 내 트래픽 부하를 줄일 수는 있지만, PRC와 함께 운용될 경우 MH의 핸드오프 상태 패킷이 네트워크 내 부하에 영향을 주기 때문에, CC와 세미-소프트 핸드오프 방식을 함께 운용하는 것이 실시간 데이터 전송에 더 적합한 것으로 해석할 수 있다.

그림 12는 비 실시간 데이터의 패킷 도착 시간 간격 변화에 따른 패킷 손실량을 나타낸 것이다. 준-소프트 핸드오프 메커니즘과 PRC를 사용한 방식이 패킷 도착 시간과 패킷 손실량에서 우수한 성능을 보이고 있다. CC와 하드 핸드오프 방식을 사용한 방식이 다른 방식보다 패킷 도착 시간이 늦음을 알 수 있다. 그러나 e-mail과 같은 비 실시간 데이터는 실시간 서비스를 요구하지 않으므로 새로운 지역으로 이동 후 재전송을 받아도 크게 문제되지 않아 그림 12결과에 대해서 크게 영향을 받지 않는다.

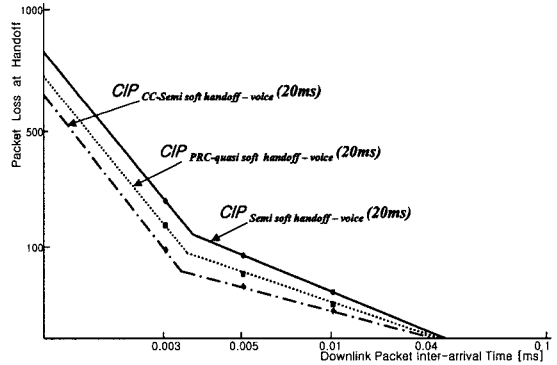


그림 11. 실시간 패킷도착 시간 간격의 변화에 따른 패킷 손실량

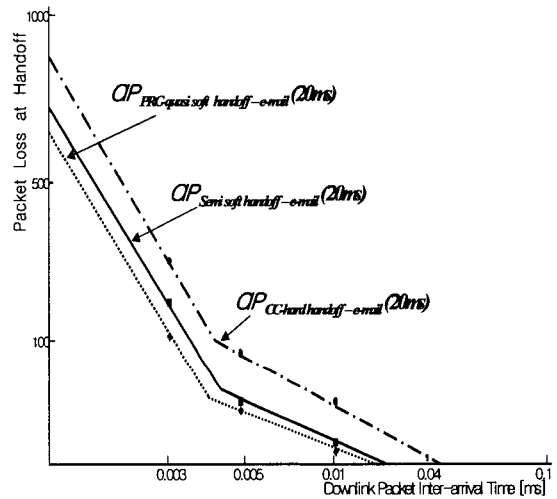


그림 12. 비 실시간 패킷도착 시간 간격의 변화에 따른 패킷 손실량

IV. 결론

CIP 프로토콜에서는 아이들 MH에 대한 페이징이 네트워크 내의 특정 노드에서만 관리되므로, PC가 없는 노드에서는 외부로부터 데이터 패킷을 수신할 때, 경로 설정을 위해 노드 내 모든 다운링크로 패킷을 브로드캐스팅 해야한다. 이러한 문제점 해결을 위해 제안된 PRC 방식을 개선한 CC를 모든 노드에 구성하였으며, 데이터에 따라 서로 다른 핸드오프 방식을 운용하였다. 실험 1의 경우 셀이 약 20개 이하인 곳에서는 PRC와 CC가 우수한 성능을 보였으나, 셀이 20개 이상일 경우에는 기존의 CIP가 더욱더 우수한

