

통합 캐시 및 개선된 적응형 세미소프트 핸드오프를 이용한 셀룰러 IP의 성능분석

Performance Analysis of Cellular IP using Combined Cache and Improved Adaptive Semi-soft Handoff Method

정승호*, 최정훈*, 김 남**

충북대학교 정보통신공학과*, 충북대학교 정보통신공학과 컴퓨터 정보통신 연구소**

Seung-Ho Jeong (shjeong@osp.chungbuk.ac.kr)*, Jung-Hun Choi (jhchoi@osp.chungbuk.ac.kr)*,
Nam Kim (namkim@chungbuk.ac.kr)**

요약

기존 셀룰러 IP는 많은 중복패킷으로 인하여 네트워크에 큰 트래픽 부하가 가중되고, 패킷 손실과 핸드 오프 지연이 발생한다. 본 논문에서는, 페이징 캐시와 라우팅 캐시를 결합한 통합 캐시와 중복 패킷 발생을 최소화하는 개선된 적응형 세미소프트 핸드오프를 함께 운용할 것을 제안하였다. 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 패킷 손실, 핸드오프 지연 및 네트워크 내 트래픽 부하 특성 등을 고찰하였다. 그 결과, 제안한 방식은 액세스 네트워크 내 노드와 이동 호스트의 수, 노드 내 다운링크의 수가 증가할수록 세미소프트 핸드오프를 적용한 기존의 셀룰러 IP와 비교하여 크게 개선되었다는 것을 확인하였다.

■ 중심어 : | 셀룰러 IP | 핸드오프 | 이동성 |

Abstract

Existing Cellular IP increases the network traffic load, packet loss and handoff latency because of duplicate packet. In this paper, we propose using a Combined Cache that unites a paging cache with a routing cache and a Improved Adaptive Semi-soft handoff that minimizes to occur the duplicate packet. As a computer simulation, we consider packet loss, handoff latency and traffic load in network. In proportion the number of nodes, mobile hosts and downlinks of node in access network increased, the proposed method is largely improved in comparison with existing Cellular IP that uses semi-soft handoff.

■ keyword : | Cellular IP | Handoff | Mobility |

1. 서론

최근 무선 이동망에 인터넷 서비스가 급격히 발전함에 따라 새로운 컴퓨팅 환경이 도입되면서 무선통신 기술을 이용하는 PDA(Personal Digital Assistant), 휴

대폰 등을 소유한 이동통신 이용자가 급증하고 있으며, 서비스에 대한 요구가 다양해지는 동시에 그 품질에 대한 요구 또한 높아지고 있다. IETF(Internet Engineering Task Force)는 이러한 이동 컴퓨팅 환경

을 위해 Mobile IP[1,2]를 제시하였다. Mobile IP는 단순하고, 확장성 있는 방법으로 전역 IP 이동성(global IP mobility)을 제공한다. 그러나 셀룰러 기반 무선 접속망에서의 잦은 핸드오프를 처리하는데 있어서, Mobile IP는 여러 가지 제한점을 갖는다. 핸드오프마다 새로운 주소를 얻어야 하고, 이를 멀리 떨어져 있는 홈 에이전트에 등록하여야 한다. 이로 인하여 Mobile IP는 핸드오프 시간을 증가시키고 전역 네트워크에 부담을 주며, 또한 이동 호스트들은 핸드오프 기간동안 심각한 서비스 품질저하를 겪는다. 이에 지역내 이동성에 대해 Hierarchical Mobile IP[3], 셀룰러 IP[4-8] 및 HAWAII(handoff access internet infrastructure)[9] 프로토콜 등이 연구되고 있다.

이중 셀룰러 IP 프로토콜은 액세스 네트워크 내에서의 마이크로 이동성에는 비교적 우수하나, 페이징 영역 단위의 위치추적 기능으로 인하여 각 이동 호스트(MH : mobile host)에 대한 고속의 위치추적을 수행하기에 어려움이 있다. 또한, 액세스 네트워크 내의 페이징과 라우팅을 관리하기 위해 각각 페이징 캐시(PC : paging cache)와 라우팅 캐시(RC : routing cache)를 사용하고 있는데, 페이징 캐시는 특정의 노드에만 선택적으로 사용되므로 초기 경로 설정시 페이징 캐시를 이용할 경우 패킷의 브로드캐스팅을 필요로 한다. 이에 따라 노드 내에 캐시 관리가 복잡하고 중복된 제어패킷이 다수 발생하여 네트워크 내 트래픽 부하를 더욱 가중시키게 된다. 한편, 셀룰러 IP에서 검토되고 있는 세미소프트 핸드오프는 새 기지국(BS : base station)으로의 라우팅 경로가 설정되었을 무렵에 핸드오프 하도록 한다. 그러므로 세미소프트 핸드오프는 핸드오프 이후에 새 라우팅 경로를 설정하는 하드 핸드오프보다 패킷 손실을 줄여 성능을 향상시킬 수 있다. 그러나 이동 호스트가 새로운 BS로 이동할 때 새로운 매핑과 이전의 매핑이 '루트-타임아웃' 시간동안 최근접 교차 노드의 캐시 내에 공존하므로, 교차 노드와 양 BS간에 전달되는 중복된 데이터 트래픽으로 인해 네트워크 내 부하가 증가되는 단점이 있으며, 수신되는 패킷의 타이밍이 어긋날 경우 패킷이 중복 수신되거나 손실될 수 있는 문제점이 있다[5,6].

이를 개선하기 위해, 본 논문에서는 새로운 통합 캐시(CC : combined cache)와 개선된 적응형 세미소프트 핸드오프(improved adaptive semi-soft handoff)를 제안하였다. 기존의 페이징 캐시와 라우팅 캐시를 통합하여 모든 노드에서 운용하는 통합 캐시에 홉카운터를 추가하여 핸드오프시 활용하였고, 교차 노드에서 네트워크의 상태에 따라 장치 지연시간을 능동적으로 결정하여 한 경로로만 데이터 패킷을 전송하는 개선된 적응형 세미소프트 핸드오프 방식을 결합하여 패킷 손실과 중복을 최소화하였다.

서론에 이어 II장에서는 기존의 셀룰러 IP의 구조와 세미소프트 핸드오프 방식에 대하여 설명하고, III장에서는 제안하는 통합 캐시와 개선된 적응형 세미소프트 핸드오프 방식에 대해 기술하였다. 그리고 IV장에서는 시뮬레이션을 통하여 성능을 검증하였고, V장에서 결론을 제시한다.

II. 셀룰러 IP의 구조와 세미소프트 핸드오프 방식

1. 셀룰러 IP의 구조

IETF는 이동 호스트의 잦은 핸드오프를 지원하고 이동 호스트가 이동 중에도 패킷 손실을 최소화하여 송신 및 수신 할 수 있도록 지역 네트워크에 적합한 셀룰러 IP를 제안하고 있다. 셀룰러 IP의 구조는 그림 1과 같다. 셀룰러 IP 노드인 BS는 상호연결 되어 있으며 이동 호스트의 위치정보 관리를 위해 페이징 캐시와 셀룰러 IP 네트워크 내에서 IP 패킷을 라우팅하기 위한 라우팅 캐시를 두고 있으며 무선 인터페이스를 통해 이동 호스트와 통신을 하게 된다. 게이트웨이(gateway)는 최소한 개의 인터페이스를 갖고 Mobile IP를 지원하는 인터넷에 연결되어 있으며 이동 호스트의 위치 및 라우팅을 관리한다. 이동 호스트는 셀룰러 IP 프로토콜을 구현한 것으로 BS로부터 비콘 신호(beacon signal)을 통해 의사주소(CoA : care of address)를 할당받으며 이동 호스트가 속한 셀을 식별하게 된다. 또한 셀룰러 IP 네트워크 내에 자신의 위치 등록 및 라우팅의 효율적 관

리를 위해 활성(active) 및 비활성(idle) 두 가지 상태를 가지고 주기적으로 업데이트 패킷을 BS 및 게이트웨이로 발송한다. 여기서 이동 호스트의 활성 상태는 송신 또는 수신 데이터가 있음을 나타내며 비활성이란 송신 및 수신 데이터가 전혀 없는 상태를 말한다. 페이징 캐시는 특정의 노드에만 선택적으로 사용되므로 초기 루트 설정시 페이징 캐시를 이용할 경우 패킷의 브로드캐스팅이 필요하다. 이 때문에 노드 내에 캐시 관리가 복잡해지고 중복된 제어 패킷이 다수 발생되어 네트워크 내 트래픽 부하를 더욱 증가시킨다.

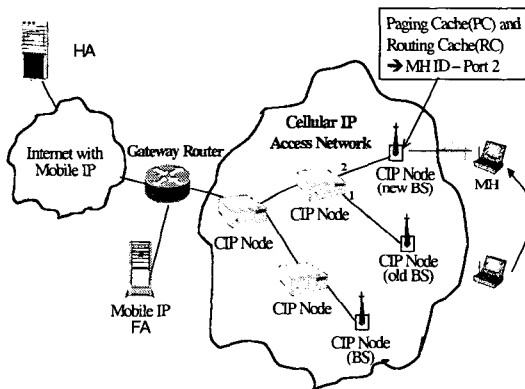


그림 1. 셀룰러 IP의 구조

2. 세미소프트 핸드오프 방식

셀룰러 IP의 핸드오프는 하드 핸드오프와 세미소프트 핸드오프 두 종류가 있다. 셀룰러 IP의 기본적인 핸드오프인 하드 핸드오프는 핸드오프 수행 이후에 새로운 라우팅 경로를 설정하는 방법으로 경로설정 기간동안 패킷 손실이 일어나 심각한 성능저하를 유발한다. 셀룰러 IP 프로토콜의 경량성을 유지하면서 패킷 손실로 인한 성능저하를 개선하기 위해 세미소프트 핸드오프 방법이 새로이 제안되었다.

세미소프트 핸드오프는 실제 핸드오프를 수행하기 이전에 이동 호스트가 새 BS에 새 경로설정을 위하여 세미소프트 경로갱신 패킷을 전송한다. 전송된 패킷의 목적지 필드는 게이트웨이 라우터이며, 소스 필드는 이동 호스트의 IP 주소이다. 세미소프트 경로갱신 패킷은 새

로운 BS와 기존 BS의 교차 노드까지 전송된다. 새로운 BS와 교차 노드간 경로상의 모든 노드들은 세미소프트 경로갱신 패킷이 지나갈 때, 자신의 라우팅 캐시에 이동 호스트에 대한 새로운 경로정보를 추가한다. 교차 노드가 세미소프트 경로갱신 패킷을 받으면 자신의 라우팅 캐시에 해당 이동 호스트에 대한 새 경로정보를 추가한다. 이 때, 이동 호스트에 대한 경로 매핑은 기존경로와 새로운 BS로의 경로가 동시에 존재한다. 그러므로 이동 호스트로 전송중인 패킷들은 교차 노드에서부터 새로운 BS와 기존 BS쪽으로 중복되어 전송된다. 이 때 새로운 경로로 전송되는 패킷은 링크계층 핸드오프 시간과 망 상태에 따른 패킷유실 등을 고려하여, 교차 노드에서 지연장치를 통과하여 전송한다. 이동 호스트는 새로운 BS으로 세미소프트 경로갱신 패킷을 보낸 후 미리 설정된 세미소프트 지연이 지난 후 실제 핸드오프를 수행한다.

이동 호스트는 실제 핸드오프 이후에 게이트웨이로 경로갱신 패킷을 보내서, 교차 노드로 하여금 지연장치에 저장된 패킷들과 그 이후의 패킷들은 새로운 BS으로 전송하게 한다. 이후에 이전 BS로의 경로는 경로갱신 패킷이 전송되지 않으므로 갱신시간 후 경로설정이 취소된다.

2.1. 세미소프트 핸드오프 방법의 문제점

이동 호스트는 실제 핸드오프를 수행한 이후, 망 형상에 따라서 패킷의 손실과 중복이 일어날 수 있다. 새로운 경로가 이전 경로보다 짧은 경우에는 패킷 손실이 일어나고, 반대로 길 경우에는 패킷을 중복 수신하게 된다. 대부분의 경우 패킷 손실이 더 큰 문제가 되므로 교차 노드에서 새로운 BS으로 보내는 데이터 패킷을 지연 전송하게 되는데 이 경우 더 많은 중복 패킷이 발생하여 실시간 어플리케이션의 품질을 저하시키고, 네트워크 트래픽 부하도 가중된다. 또한, 새 경로가 더 짧은 경우에는 패킷 손실을 완전히 막을 수도 없다.

셀룰러 IP의 세미소프트 지연값은 시스템 차원에서 미리 설정되는데 교차 노드가 게이트웨이 라우터인 최악의 경우를 기준으로 설정한다. 그러나 대부분의 경우 핸드오프로 인한 IP 라우팅의 변경은 최하위 노드인 BS 주변에 국한되므로 세미소프트 지연값은 최적의 핸

드오프 시작시간을 늦추게 된다. 결과적으로 핸드오프 이전에 교차 노드 지연장치를 빠져나온 패킷들은 모두 유실되어 실시간 트래픽의 성능을 저하시키게 된다.

III. 통합 캐시와 개선된 적응형 세미소프트 핸드오프의 결합

1. 통합 캐시의 구성

셀룰러 IP에서 비활성 이동 호스트의 위치정보 관리를 위한 페이징 캐시는 네트워크 내 특정 노드에서만 관리되므로, 페이징 캐시를 가지지 않는 노드에서는 외부로부터 데이터 패킷을 수신할 경우 노드 내 모든 다운링크 경로로 브로드캐스팅 한다. 이 때 많은 제어패킷이 발생되어 네트워크 트래픽을 가중시키며, 이를 개선하기 위해 페이징 캐시와 라우팅 캐시를 모든 노드에서 운용하는 통합 캐시 방식이 제안되었다. 그림 2는 셀룰러 IP에서 이동 호스트의 상태모드와 통합 캐시의 상호 동작 관계를 나타낸 것이다.

통합 캐시는 비활성 상태를 갖는 이동 호스트를 위해서는 고속 위치관리용으로 사용되고, 활성 상태를 갖는 이동 호스트를 위해서는 라우팅 목적으로 사용된다. 또한 시간간격이 비교적 긴 통합 캐시 갱신주기로 통합 캐시 갱신 패킷을 전송하여 통합 캐시를 갱신한다.

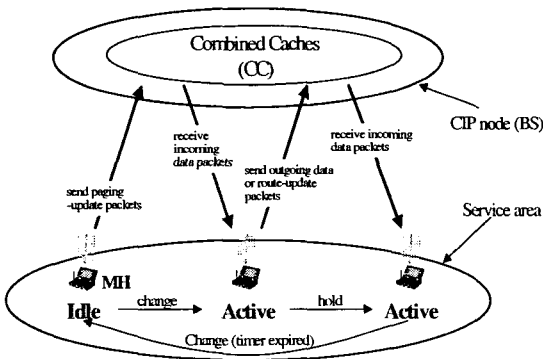


그림 2. 통합 캐시의 운용

표 1은 통합 캐시의 동작을 설명한 것이다. 통합 캐시

를 사용함으로써 네트워크 내 트래픽 부하의 감소와 대역폭 증대를 가져올 수 있으며, 노드에서 캐시 관리가 용이하고 메모리 용량과 패킷 처리시간이 매우 감소될 것이다. 또한 모든 노드에서 페이징 기능을 수행하고 있기 때문에 고속 페이징이 가능하여, 실시간 멀티미디어 서비스를 쉽게 수용할 수 있을 것이다.

표 1. 통합 캐시의 동작

Classification	Operation of CC
Refreshed by	Data packet paging-route-update packets
Update by	paging-route-update packets
Update when	Moving to a new cell, or after paging-route-update-time
Purpose	Inter-mobility

1.1 제안하는 통합 캐시 방식과 알고리즘

본 논문에서 제안하는 통합 캐시는 기존의 통합 캐시 갱신 패킷에 홉카운터 정보필드를 더한다. 이 홉카운터 정보필드는 개선된 적응형 세미소프트 핸드오프 방식에 사용된다.

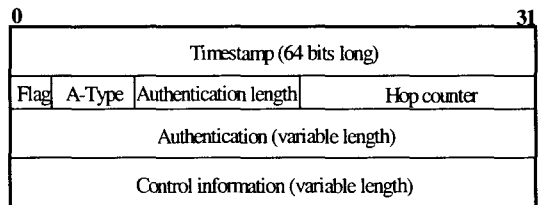


그림 3. 통합 캐시 갱신 패킷의 형식

그림 3은 제안하는 통합 캐시 방식의 통합 캐시 갱신 패킷의 형식을 나타낸 것이다. 표 2는 각 필드에 대한 설명이다.

Flag가 0인 패킷은 일반 활성 상태의 통합 캐시 갱신 패킷으로 홉카운터 필드의 정보가 변하지 않는다. 만약 Flag가 1인 패킷은 핸드오프 상태의 통합 캐시 갱신 패킷으로 홉카운터 필드의 값이 노드를 하나씩 거칠 때마다 1씩 증가한다. 교차 노드에 도착하게 되면 홉카운터 값을 더 이상 증가 시키지 않는다.

표 2. 통합 캐시 갱신 패킷의 각 필드에 대한 설명

필드	내용
Timestamp	갱신 패킷의 순서를 구분
Flag	상태를 표시
A-type	인증 방법을 표시
Authentication length	인증 정보의 byte수
Hop counter	핸드오프시 사용
Authentication	인증 정보
Control information	"Type-Length-Value" 형식으로 부호화

2. 제안하는 개선된 적응형 세미소프트 핸드오프 방식

제안하는 개선된 적응형 세미소프트 핸드오프 방식은 간단하지만, 장치 지연시간(T_{DD})와 세미소프트 지연값(T_{SS})를 능동적으로 계산하는 효율적인 구조를 갖는다. 개선된 적응형 세미소프트 핸드오프 방식은 핸드오프시 네트워크의 상태에 근거하여 장치 지연시간과 세미소프트 지연값을 결정하게 되므로, 세미소프트 핸드오프 방식과 비교할 때 핸드오프 트래픽을 훨씬 감소시킬 수 있다.

제안하는 방식은 먼저 노드와 바로 상위 또는 하위 노드까지의 전송지연이 일정하다고 가정한다. 셀룰러 IP의 노드는 계층적 구조를 가지므로 이 가정은 문제가 되지 않을 것이다. 이동 호스트가 새로운 BS로부터 비콘신호를 수신하게 되면, 홉카운터(hop counter)를 포함한 통합 캐시 갱신 패킷을 새로운 BS와 기존의 BS 양쪽으로 전송한다. 만약 두 BS가 같은 채널에서 동작한다면, 통합 캐시 갱신 패킷을 두 BS에 브로드캐스팅하면 되고, 다른 채널에서 동작한다면 먼저 새로운 BS에 통합 캐시 갱신 패킷을 보낸 후에 기존의 BS에 보낸다. 패킷에 포함된 홉카운터 값은 교차 노드에 도착할 때 까지 하나의 노드를 지날 때 마다 1씩 증가한다. 교차 노드는 홉카운터 값을 비교하여 전송할 패킷의 T_{DD} 를 결정한다. 교차 노드가 새로운 BS로부터 통합 캐시 갱신 패킷(P_{new})을 받으면, 이전 BS로부터 패킷(P_{old})이 도착했는지 확인한다. 만약 도착하지 않았다면 이전 경로의 지연이 새 경로의 지연보다 크다는 것이다. 즉, 이전 경로가 더 많은 노드를 포함하고 있다는 것이다. 이후에 P_{old} 이 도착하면 P_{old} 의 홉카운터 값(H_{old})에서 P_{new}

의 홉카운터 값(H_{new})을 빼준다. 이 값에 노드간 전송 지연시간을 곱해서 T_{DD} 를 결정한다. 만약 P_{new} 이 도착했을 때 P_{old} 이 이미 도착해 있다면 새 경로가 더 많은 노드를 포함한다는 것이므로 장치 지연이 필요하지 않다. 따라서, T_{DD} 를 0으로 결정한다. T_{DD} 가 0이 아닌 경우 교차 노드는 응답패킷을 이전 경로를 통하여 이동 호스트로 보내고 데이터 패킷을 이전 경로로 보내는 것을 중지하고 T_{DD} 만큼 지연시킨다. 이동 호스트는 응답 패킷을 받으면 바로 새로운 BS으로 이동한다. 그 후 교차 노드에서 지연시킨 데이터 패킷이 새 경로를 통해 이동 호스트로 전송되고 핸드오프 수행을 마친다. T_{DD} 가 0이라면 세미소프트 핸드오프를 수행한다.

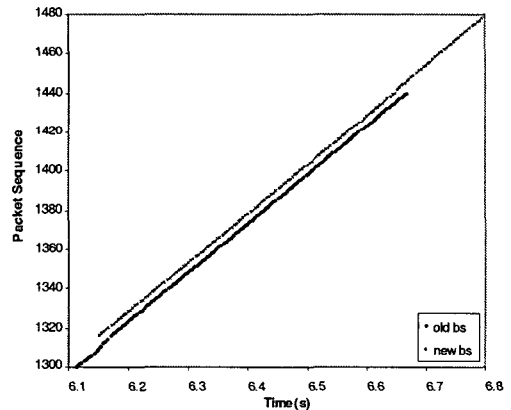


그림 4. 세미소프트 핸드오프의 패킷 손실과 중복 특성

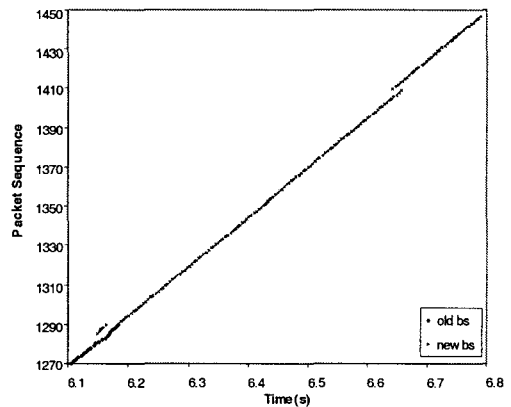


그림 5. 개선된 적응형 세미소프트 핸드오프의 패킷 손실과 중복 특성

그림 4와 그림 5는 세미소프트 핸드오프와 개선된 적용형 세미소프트 핸드오프에서의 패킷 손실과 중복 특성을 나타낸다. 세미소프트 핸드오프는 새로운 경로로 데이터 패킷이 전송되는 시점부터 중복패킷이 발생하는데 반하여 개선된 적용형 세미소프트 핸드오프는 중복 패킷이 거의 발생하지 않는다.

3. 업링크 및 다운링크 알고리즘

액세스 네트워크 내 각 셀룰러 IP 노드들은 전송되는 업링크 및 다운링크 패킷들에 대한 라우팅을 하여야 한다. 셀룰러 IP 노드 내의 업링크 라우팅 알고리즘은 그림 6과 같다. 노드내에 업링크로 패킷이 수신되면 통합 캐시 내에 SA 매핑의 존재 여부를 검사하여 존재하지 않는다면 통합 캐시 내에 'SA = IFP_c' 매핑을 생성한다. 반대로 존재한다면 패킷이 입력되었던 이전 인터페이스 포트번호와 현재 인터페이스 포트번호를 비교하여 동일하지 않을 경우 핸드오프가 발생되었을 때의 교차 노드에 해당되며, 이 경우 핸드오프 수행을 거친다. 이전과 현재의 포트번호가 동일하다면 핸드오프와 상관없는 일반 노드에 해당되며, 이 경우 통합 캐시 내의 매핑을 계속 유지하기 위해 매핑 타이머를 리셋시켜, 이후 통합 캐시 내에 매핑된 업링크로 패킷을 전달한다.

또한, 셀룰러 IP 노드 내의 다운링크 알고리즘은 그림 7과 같다. 다운링크로 패킷이 수신될 경우 통합 캐시 내에 DA 매핑의 존재 여부를 검사한 후, 매핑이 존재하지 않으면 패킷을 폐기하고, 존재하면 통합 캐시 내에 매핑된 다운링크로 패킷을 전달한다. 핸드오프 수행시의 다운링크 알고리즘은 그림 8과 같다.

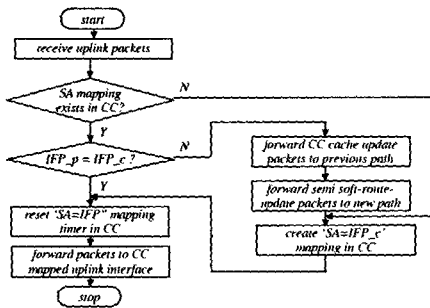


그림 6. 업링크 라우팅 알고리즘

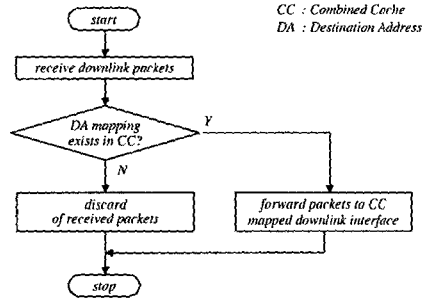


그림 7. 다운링크 알고리즘

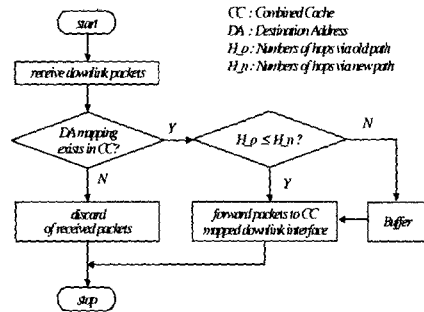


그림 8. 핸드오프시 다운링크 알고리즘

IV. 시뮬레이션 결과 및 분석

성능측정을 위해서 NS2(Network Smulartor 2)로 시뮬레이션을 수행하였다. 네트워크 모델은 그림 9와 같다. 모든 링크의 전송지연을 동일하게 5ms 설정하였다.

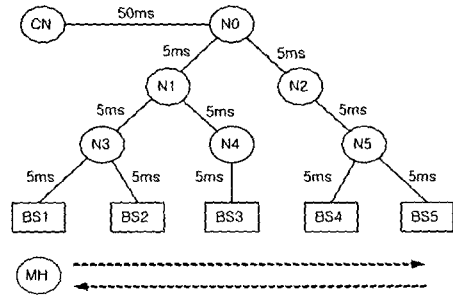


그림 9. 시뮬레이션 네트워크 모델

1. 초기 수신 데이터 패킷에 대한 트래픽 부하 특성

기존의 셀룰러 IP와 통합 캐시를 사용하는 경우의 이동 호스트가 비활성 상태에서 게이트웨이 라우터로부터 첫 번째 데이터 패킷을 수신시 네트워크 내에 데이터 패킷량(Q_{INP})을 비교했다. 기존 셀룰러 IP에서의 Q_{INP} 는 페이징 캐시가 없는 노드에서 발생되는 데이터 패킷량과 페이징 캐시를 가지고 있는 노드에서 발생되는 데이터 패킷량의 합으로 나타낼 수 있다.

그림 10은 기존의 셀룰러 IP와 통합 캐시를 사용한 셀룰러 IP에서 네트워크 내 전체 노드수의 변화에 따른 액세스 네트워크 내 첫 번째 수신 데이터 패킷의 양을 나타낸 것이다. 여기서 S_{INP} 는 초기 데이터 패킷의 크기이고, N_{DL} 은 노드 내에 다운로드의 평균 개수를 나타낸다. 액세스 네트워크 내에 노드의 수가 증가할 수록 모든 경우에 대해서 패킷의 양이 증가한다. 그러나 통합 캐시를 사용한 경우 N_{DL} 에 영향을 받지 않는데 반하여, 기존의 셀룰러 IP에서는 N_{DL} 에 증가에 따라 패킷의 양이 급격하게 증가함을 확인할 수 있다. 이는 기존의 셀룰러 IP를 사용하는 액세스 네트워크 내에 페이징 캐시가 없는 노드에서 제어패킷을 브로드캐스팅하기 때문이다.

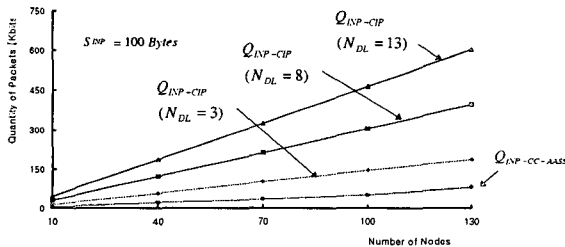


그림 10. 노드 및 N_{DL} 의 변화에 따른 액세스 네트워크 내 초기 수신데이터 패킷의 양

2. 핸드오프 중의 네트워크 트래픽 부하 특성

이 절에서는 핸드오프가 진행되는 동안에 세미소프트 핸드오프를 사용한 기존의 셀룰러 IP와 본 논문에서 제안하는 개선된 적응형 세미소프트 핸드오프를 사용한 경우 각각에 대해서 네트워크 내 트래픽 부하의 변화

특성을 고찰한다.

만일 T 시간동안 하나의 이동 호스트에 핸드오프가 발생할 경우, 이전의 경로로 전달되는 패킷의 양 Q_{O-T} 는 1회 핸드오프 시에 이전의 경로로 전달되는 패킷의 양 Q_O 에, 시간 T 동안에 핸드오프 발생 회수 N를 곱함으로써 얻어질 수 있다. 기존의 셀룰러 IP에서는 핸드오프 시에 이전의 경로를 통해 중복되어 전송되는 패킷의 양이 루트 타임아웃 시간에 비례하여 크게 증대되지만, 개선된 적응형 세미소프트 핸드오프 방식은 중복되는 패킷의 양이 전혀 없으므로 네트워크 내 트래픽 부하와 패킷 손실 면에서 크게 개선될 수 있다.

활성 상태에 있는 하나의 이동 호스트가 T 시간동안에 핸드오프로 인하여 발생하는 네트워크내 전체 패킷 양 Q_{HO} 은 경로갱신 패킷의 양 Q_{RUP} 과 핸드오프 시에 발생하는 이전 경로의 데이터 패킷양 Q_{O-T} 의 합으로 나타낼 수 있다.

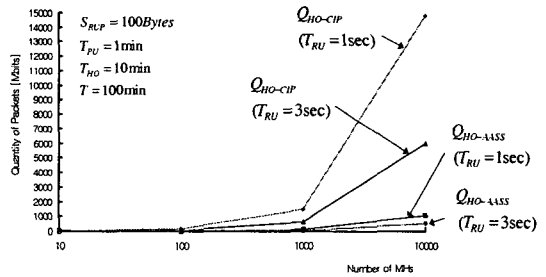


그림 11. 이동 호스트의 수와 경로갱신 시간의 변화에 따른 패킷의 양

그림 11은 액세스 네트워크 내에서 이동 호스트의 수와 경로갱신 시간의 변화에 따른 기존의 셀룰러 IP와 제안하는 개선된 적응형 핸드오프 방식을 사용하는 경우의 핸드오프 시에 발생하는 패킷양을 나타낸 것이다. 여기서 S_{RUP} 는 경로갱신 패킷의 크기이고, T_{RU} 는 경로갱신 시간, T_{PU} 는 페이징갱신 시간을 나타낸다. 제안하는 방식이 기존의 셀룰러 IP와 비교해서 액세스 네트워크 내의 트래픽이 현저하게 낮아짐을 확인할 수 있다. 특히 이동 호스트의 수가 증가할수록 두 경우 모두 패

킷양이 증가하지만, 그 정도는 기존의 셀룰러 IP에서 월등하게 크다. 또한 경로갱신 시간에 따라 패킷의 양이 변화됨을 알 수 있는데, 그 이유는 이 값이 작을수록 빈번한 경로갱신으로 인하여 제어패킷의 양이 증가되기 때문이다.

3. 패킷 도착시간 간격의 변화에 따른 네트워크 부하 특성

그림 12는 핸드오프가 발생할 경우에 패킷도착 시간 간격의 변화에 따른 네트워크 내 중복 패킷량을 나타낸 것이다. 기존의 세미소프트 핸드오프 방식을 사용한 셀룰러 IP에서는 패킷도착 시간간격이 증가함에 따라 중복 패킷량이 감소하였지만, 제안하는 개선된 적응형 세미소프트 핸드오프 방식을 사용한 경우 패킷도착 시간 간격의 영향을 받지 않고 중복 패킷량이 거의 존재하지 않음을 알 수 있다. 이것은 개선된 적응형 세미소프트 핸드오프 방식을 사용할 경우, 교차 노드에서 이전 경로에 대한 통합 캐시 매핑을 무시하고 새로운 경로로만 패킷을 전송하기 때문이다.

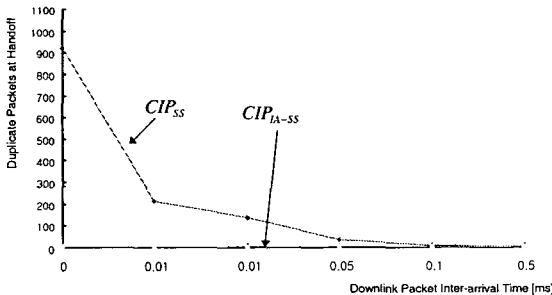


그림 12. 패킷도착 시간의 변화에 따른 중복 패킷의 양

V. 결론

본 논문에서는 무선 액세스 네트워크 내에서 트래픽 부하를 줄일 수 있는 통합 캐시와 개선된 적응형 세미소프트 핸드오프를 결합한 방식을 새롭게 제안하였다. 제안한 방식은 페이징 및 경로 정보관리 캐시를 하나로 통합하였고 이를 모든 노드에서 운용하였으며, 핸드오

프시 기존의 세미소프트 핸드오프가 수많은 중복패킷을 발생시켜 네트워크 내 트래픽 부하를 가중시키는 것을 해결하기 위해 개선된 적응형 세미소프트 핸드오프를 적용토록 하였다.

시뮬레이션을 통해 통합 캐시를 사용하는 경우 페이징 캐시와 라우팅 캐시를 따로 운용하는 경우보다 노드 내 다운링크의 개수에 상관없이 훨씬 적은 제어패킷을 발생시키는 것을 확인하였고, 핸드오프시 세미소프트 핸드오프보다 개선된 적응형 세미소프트 핸드오프가 더 적은 중복패킷을 발생시키는 것을 확인하였다. 따라서, 기존의 셀룰러 IP 프로토콜보다 제안하는 통합 캐시와 개선된 적응형 세미소프트 핸드오프를 결합한 방식이 네트워크 내 트래픽 부하를 크게 줄여 준다는 것을 알 수 있다.

이와 같이 제안하는 방식은 기존의 셀룰러 IP와 비교하여 우수한 성능 특성을 보였으며, 향후 셀룰러 인터넷에 적극 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

참고 문헌

- [1] C. Perkins, "IP mobility support," Internet Draft RFC 2002, Oct., 1996.
- [2] D. B. Johnson and C. Perkins, "Mobility support in IPv6," Internet Draft, draft-ietf-mobileip-ipv6-12.txt, Apr. 2000.
- [3] E. Gustavsson, A. Jonsson, and C. Perkins, "Mobile IP regional registration," Internet Draft, work in progress, Mar. 2001.
- [4] A. T. Campbell, J. Gomez, S. Kim, A. G. Valko, and C. Wan, "Design, implementation, and evaluation of Cellular IP," IEEE Personal Communication, Vol.7, No.4, pp. 42-49, Aug. 2000.
- [5] A. G. Valko, "Cellular IP : a new approach to internet host mobility," ACM Computer Communication Review, Jan. 1999.
- [6] A. G. Valko, "On the analysis of Cellular IP

access networks," IFIP Fifth International Workshop on Protocols For High-Speed Networks(PFHSN), 1999.

- [7] A. Campbell, J. Gomez, C. Wan, Z. Turanyi, and A. Valko, "Cellular IP," Internet Draft, draft-ietf-mobileip-cellular ip-00.txt, Dec. 1999.
- [8] Z. D. Shelby, D. Gatzounas, A. Campbell, and C. Wan, "Cellular IPv6," Internet Draft, draft-shelby-seamoby-cellularip6-00.txt, Nov. 2000.
- [9] R. Ramjee, T. La Porta, S. Thuel, K. Varadhan, and S. Wang, "HAWAII : a domain-based approach for supporting mobility in wide-area wireless networks," International Conference on Network Protocols(ICNP), 1999.
- [10] 김덕환, 김대영, "핸드오프-상태모드를 갖는 개선된 셀룰러 IP 프로토콜 설계 및 특성 분석", 한국통신학회논문지, 제26권, 제10호, pp. 1665-1705, 2001.
- [11] 서정화, 한태영, 김남, "실시간 데이터를 지원하는 통합 캐시 및 차별화된 핸드오프를 이용한 셀룰러 IP의 성능분석", 한국콘텐츠학회논문지, 제3권, 제2호, pp. 65-72, 2003.
- [12] J. Lee, "Advanced semisoft handoff method of Cellular IP access networks," 18th International Conference on Advanced Information Networking and Applications, Vol.2, pp. 407-412, 2004.
- [13] <http://www.comet.columbia.edu/cellularip/spec.htm>
- [14] <http://www.comet.columbia.edu/micromobility/software.htm>

저 자 소 개

정 승 호(Sung-Ho Jeong)

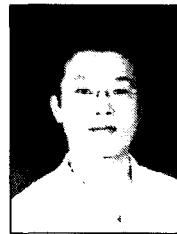
준회원



- 2003년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과 졸업(공학사)
- 2003년 3월~현재 : 충북대학교 정보통신공학과 석사과정
- <관심분야> : Micro Mobility, Cellular IP

최 정 훈(Jung-Hun Choi)

준회원



- 2000년 2월 : 대전대학교 정보시스템공학과(학사)
- 2004년 8월 : 충북대학교 정보통신공학과(석사)
- <관심분야> : UWB, OFDM, MIMO

김 남(Nam Kim)

정회원



- 1981년 : 연세대학교 전자공학과(공학사)
- 1983년 : 연세대학교 전자공학과(공학석사)
- 1988년 : 연세대학교 전자공학과(공학박사)
- 1992년~1993년 : 미 Stanford 대학 방문교수
- 2001년~2002년 : 미 California Technology Institute 방문교수
- 1989년~현재 : 충북대학교 전기전자컴퓨터공학부 교수
- <관심분야> : 디지털 이동통신, 이동통신, 무선시스템, 전자파해석, EMI/EMC, Diffractive Optics, WDM Optical Filter & DEMUX Optical Memory, Holography Application