

---

# Cellular-IP/PRC에서 핸드오프 상태 머신에 의한 QoS 개선

김동현\*

Improving QoS using Cellular-IP/PRC in Wireless Internet Environment

Dong-Hyun Kim\*

## 요 약

무선 인터넷 환경에서 호 수락 방식과 보다 적은 범위 셀 환경에서 QoS를 보장하기 위해 통합된 페이지링과 루프 정보 관리 캐시를 사용하는 Cellular IP 특성을 가진 Cellular-IP/PRC 네트워크를 제안한다. 제안한 호 수락 방식은, 이동 노드의 홈 기지국 용량이 충분하고, 인접 셀 이동 노드가 홈 기지국에서 호가 수락되었다고 가정할 경우 받을 간섭의 증가량을 고려해 통화 품질이 보장될 때, 홈 기지국은 새로운 호를 이동 노드의 송신 전력 예측에 기반을 둔 호 수락 방식이다. 무선 인터넷 네트워크 내의 페이지링과 라우터를 관리하기 위해 사용되었던 PC(Paging Cache)와 RC(Routing Cache)를 하나의 PRC(Paging Router Cache)로 통합 관리하고, 모든 노드 내에 구성하여 운용토록 하고, 이동 노드의 핸드오프 및 로밍 상태를 효율적으로 관리할 수 있도록 이동 노드에 핸드오프 상태 머신을 추가하며, 노드에서 관련 기능을 수행하도록 연구한다.

시스템 환경에서 통화량에 영향을 주는 인자를 분석하고 각 링크 통화권 및 불균형 정도를 예측하여, 방향링크에 의해 통화권이 제한되었는지를 판단하여 호를 수락 또는 차단하는 알고리즘 이용 총 송수신 전력을 기반으로 제안한 알고리즘을 응용해서 QoS에서 가장 밀접하고 중요한 호 차단 확률과 호 탈락 확률, GoS(Grade of Service), 셀 용량의 효율을 예측 처리하여 QoS 성능 개선을 나타낸다.

## ABSTRACT

Propose Cellular-IP/PRC network with united paging and Cellular IP special quality that use roof information administration cache to secure lake acceptance method in wireless Internet environment and QoS in lesser extent cell environment. When speech quality is secured considering increment of interference to receive in case of suppose that proposed acceptance method grooves base radio station capacity of transfer node is plenty, and moat of contiguity cell transfer node was accepted at groove base radio station with a blow, groove base radio station new trench lake acceptance method based on transmission of a message electric power estimate of transfer node be. Do it so that may apply composing PC(Paging Cache) and RC(Routing Cache) that was used to manage paging and router in radio Internet network in integral management and all nodes as one PRC(Paging Router Cache), and add hand off state machine in transfer node so that can manage hand off of transfer node and Roaming state efficiently, and studies so that achieve connection function at node. Analyze benevolent person who influence on telephone traffic in system environment and forecasts each link currency rank and imbalance degree, forecast most close and important lake interception probability and lake falling off probability, GoS(Grade of Service), efficiency of cell capacity in QoS because applies algorithm proposing based on algorithm use gun send-receive electric power that judge by looking downward link whether currency book was limited and accepts or intercept lake and handles and displays QoS performance improvement.

## 키워드

Cellular-IP, PC, RC, PRC, QoS, GoS

## I. 서론

무선 인터넷 전송을 고도화하기 위하여 백본망과 액세스를 다양한 인터넷 서비스 응용 기술 개발에 초점을 맞추어 연구되고, 또 다양한 단말 장치를 이용하여 유·무선 가입자망에 관계없이 인터넷에 접근하여 여러 종류의 응용 서비스의 고도화는 기존의 유선 통신망, 이동 통신망, 인터넷, CATV 망 등의 가용 자원을 최대한 활용하고, 기술 진보에 따른 서비스의 발전 및 통합을 효과적으로 수용하면서 가입자 요구에 부응할 수 있는 구조의 유·무선 통합 망이 필요하다 [1,2]. 본 연구에서는 이러한 새로운 호 수락 방식과 보다 적은 범위 셀 환경에서 QoS를 보장하기 위해 통합된 페이징과 루프 정보 관리 캐시를 사용하며 Cellular IP 특성을 가진 Cellular-IP/PRC 네트워크를 제안한다. 그리고 핸드오프 상태를 실시간, 비실시간 상태로 구분하고 이러한 핸드오프 상태에 따라 자동화된 QoS 핸드오프 동작이 이루어지게 해서 네트워크 내의 트래픽 부하가 줄어들게 하고, 노드 기능을 간략화와 단일화가 가능하게 하여 모든 노드에서 페이징 기능을 수행해서 단말의 고속 페이징이 실시간 멀티미디어 서비스가 되도록 한다.

## II. 무선 인터넷 네트워크

### 1. 모바일 IP 구조

가입자 단말기들이 고정되지 않은 상태로 네트워크에 접속되어 항상 모든 컴퓨터가 통신할 수 있는 상태를 유지하여야 하므로 Mobile IP 방법은 인터넷 프로토콜을 IETF에서 Mobile IP 권고안 RFC2002를 참고한다[3,4].

그림 1에서 Mobile IP가 이동 노드로 인터넷에 접속되는 링크를 바꾸어도 다른 노드들과의 통신을 지속적으로 유지한다. IP 주소를 계속 사용하여 IP 프로토콜만 가지고 있는 기존의 노드들과 상호 작용없이 자동적으로 필요한 재 연결이 일어나도록 하는 IP 기반의 이동성 제공 방안인 Mobile IP이다[4,5,6]. Mobile IP 기반의 이동 노드 정보가 등록되는 에이전트를 HA라 한다. 이동 단말기가 자신의 정보를 등록한 HA가 있는 망을 떠나 다른 망으로 이동하여 자신의 위치 정

보를 새로 등록하는 에이전트를 FA라 한다. Mobile IP의 기본적인 구성 요소 홈 네트워크 HA(Home Agent), 포린 네트워크 FA(Foreign Agent), MN(Mobile Node)와 CN(Correspondence Node)로 나타내었다[7].

Mobile IP는 HA와 FA를 이용하여 CN과 이동 노드 간에 패킷 전달을 지원한다. HA와 FA간에 패킷 전달은 터널링을 통해 이루어진다[8]. HA와 FA 사이에 가상의 터널을 만들어서 데이터를 전달시키는 방법이다. 등록 과정을 거친 후에 HA에는 이동 노드의 현재 위치에 대한 정보를 가지고 있다. 이후에 HA는 이동 노드의 홈 어드레스로 향하는 IP 패킷이다[9]. 그림 2에서, IP 패킷에 있는 HA의 주소를 시작으로 하고 CoA(Correspondent of Address)를 목적으로 하는 새로운 헤더를 붙이는 과정을 인캡슐레이션(Encapsulation)이라고 한다. 이러한 인캡슐레이션 과정을 통해 HA를 소스 주소와 CoA를 목적지 주소로 하는 새로운 패킷을 생성한다[9,10].

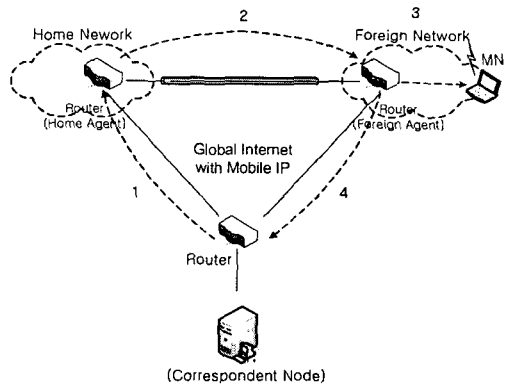


그림 1 모바일 IP 구조  
Fig. 1 Architecture of Mobile IP

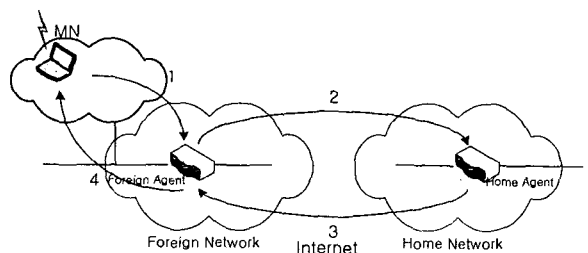


그림 2 에이전트 등록 과정  
Fig. 2 Process of Agent Registration

2. 셀룰라 IP 이동성

Cellular IP는 이동 기지국에 대한 로컬 이동성 관리와 효과적인 액세스를 위해 제안한다. Cellular IP는 도시적 규모에서 로컬의 형태의 서브넷망으로 구성된 이동 노드이다. Cellular IP 프로토콜 기능을 보완하여 만들어진 프로토콜로 전체적인 단말기 이동성을 핸드오프로 인해 발생하는 잦은 이동성 관리가 필요한 무선 액세스 네트워크에 적합하도록 최적화된 프로토콜이다[11]. Cellular IP는 Mobile IP에서 제공하지 않는 페이징 기능이나 빠른 핸드오프 기능을 지원하고 IP 프로토콜을 기반으로 패킷을 전달하며, 신호에 의해 발생하는 부하를 최소화하고 위치정보 데이터베이스 정보로 유지시킨다.

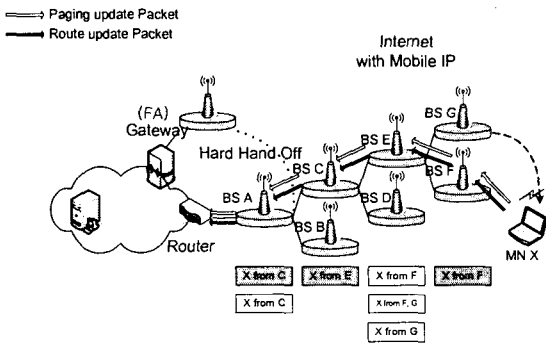


그림 3 페이징 업데이트와 라우트 업데이트 패킷 절차 Fig. 3 Process of Paging-update and Route-update Packet

그림 3은 이동 노드 X가 G셀로부터 F셀로 이동했을 때, 페이징 캐쉬의 업데이트 상태를 보여준다. 페이징 패킷을 라우트 하기 위해 A는 그것의 캐쉬를 체크하고 노드 C를 향하는 포트를 경유하여 최근에 도착된 이동 노드 X로부터 페이징 업데이트 패킷을 찾는다. 다음으로 A는 페이징 패킷을 C에 전달하고 C가 노드에 대한 어떠한 정보를 가지고 있지 않으면 모든 방향으로 전달한다. D로 보낸 페이징 패킷은 타임아웃 후 자동 폐기되는데 그것은 D가 자신의 셀에 노드가 없다는 것을 알기 때문이다. 반면에 E는 그것의 캐쉬를 체크하고 F를 통하여 패킷을 보내는 X를 찾는다. 그러므로 E는 페이징 패킷을 F에 전달하고 X에 전달한다. 이동 노드가 페이징 패킷을 받으면, 라우팅 갱신 패킷을 생성시키므로 페이징 갱신 패킷과 같이

라우터로 보내면서 지시간 노드들은 라우팅 캐쉬들에게도 맵핑을 형성시킨다. 라우팅 갱신 패킷들이 게이트웨이에 도달될 때, 모든 경로상의 라우팅 캐쉬들은 형태를 갖추게 되며, 게이트웨이에 임시저장된 패킷들을 이동 노드로 전달되어지게 되므로써 정상적인 패킷 전송이 이루어지게된다.

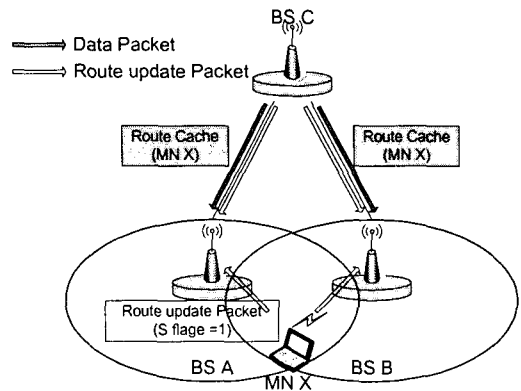


그림 4 셀룰라 IP의 소프트 핸드오프 Fig. 4 Soft Handoff of Cellular-IP

그림 4는 Cellular IP의 소프트 핸드오프 방식으로 이동 노드가 A 셀에서 B셀로 데이터 패킷을 주고받으며 이동하다가 핸드오프 지점에 도착하면 라우트 업데이트 패킷의 S 플래그의 값을 1로 설정해서 상향 링크로 올려 보낸다. 상향 링크에 있는 기지국은 라우트 캐쉬에 이동 노드가 속하는 A와 앞으로 속하게 될 B에 대한 모든 기지국 정보를 기록하고 양쪽 기지국으로 데이터를 보낸다.

이동 노드가 새로운 기지국으로 이동 후 S 플래그의 값을 0으로 설정해서 라우트 업데이트 패킷을 올려 보내면 이전 기지국에서 보내던 데이터 패킷이 일정 시간 후 타임아웃 되면서 없어지고 새로운 기지국으로부터만 데이터 패킷을 받게 된다. 그렇게 함으로써 이동 노드는 핸드오프 동안 새로운 기지국과 이전 기지국 모두로부터 어떠한 손실이나 지연 없이 데이터 패킷을 받으므로써 빠르고 부드러운 핸드오프를 수행할 수 있다. Cellular IP의 소프트 핸드오프는 새로운 기지국에 도착하면 자신의 데이터 패킷을 전송 및 라우팅 갱신 패킷을 전송함으로써 다중 경로를 설정하고 매끄러운 핸드오프를 이루며 경로 해지는 현재 서

비스 받고 있는 기지국의 지역 이탈로 인한 라우팅 만료 시각에 의해 해지가 이루어진다. 현재의 Cellular IP의 소프트 핸드오프 시 다중 경로를 설정함으로써 부드러운 전송을 이루지만 경로를 해지하지 않기 때문에 시스템 자원의 낭비와 함께 네트워크에 부담을 주게 된다.

### III. 셀룰라-IP/PRC의 핸드오프

본 논문에서는 셀룰라 네트워크에서 QoS를 보장하기 위한 Cellular-IP/PRC를 제안한다. Cellular-IP/PRC는 마이크로 이동성을 제공하기 위해 Cellular IP환경을 기반으로 하고 있으며, QoS를 보장하기 위해 PRC와 핸드오프 상태 머신을 추가하였다. Cellular-IP/PRC는 마이크로 이동성을 제공하기 위해 제안된 구조로써, 마이크로 셀룰라 네트워크에서 이동 노드의 위치 이동성이다. Cellular-IP/PRC는 핸드오프 처리가 빠르며 이동 노드의 위치 이동을 신속하게 제어하고 매크로 이동성 지원을 위해 기존의 Cellular IP 네트워크와 연동한다. Cellular-IP/PRC 환경은 하나의 Cellular-IP/PRC 게이트웨이가 관리하는 Cellular IP 네트워크로 구성되며, Cellular-IP/PRC 게이트웨이는 Cellular IP 환경에서 FA의 역할을 담당하고, Cellular-IP/PRC 망은 Cellular IP를 지원하는 이동성을 위해 액세스 네트워크에 게이트웨이 또는 Cellular IP 노드가 추가된다.

Cellular-IP/PRC에서의 이동 노드는 활성 상태와 유휴 상태 이외에 그림 5와 같이 핸드오프 상태에서 3가지 상태머신을 갖는다. 유휴 상태와 활성 상태에서의 동작과정은 Cellular-IP에서와 동일하다. 그러나 Cellular-IP /PRC에서 이동 노드는 네트워크 내의 라우트 정보를 제공하기 위해 활성 상태 및 유휴 상태 모두에 대해서 “페이징-라우트-갱신 패킷”을 “페이징-라우트-갱신 시간” 주기로 전송한다. 또한 핸드오프 상태에서는 활성 상태의 이동 노드에 대한 핸드오프가 발생할 경우뿐만 아니라, 유휴 상태의 이동 노드에 대한 위치이동시 관련정보를 제공하기 위해 “핸드오프-상태 패킷”을 이동 즉시 발생시켜 짧은 간격의 “핸드오프-상태-갱신시간” 주기로 전송한다.

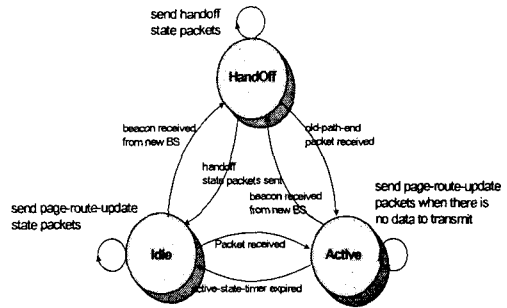


그림 5 핸드오프 상태 머신 캐시 다이어그램  
Fig. 5 Handoff State Machine Cache Management State Diagram

### IV. 셀룰라-IP/PRC 네트워크의 QoS

QoS 라우팅 알고리즘에서 새로운 호가 셀 K의 기지국에서 수락되었을 때의 간섭의 양을 고려하며, 기지국  $h_i$ 에서 참고문헌 [10,11]에서  $QoS_{IP}$ 을 참고 응용하면 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$QoS_{IP} = G \cdot \frac{P}{(M-1)vP + I_{other} + \Delta I} \geq QoS_{PRC} \quad (1)$$

여기에서 식 (1)의 우변의 분모에  $\Delta I$ 가 없을 때 새로운 호가 수락되지 않는 상태에서 통화 품질을 만족하기 위해서는  $QoS_{IP} \geq QoS_{PRC}$  이어야 한다. 셀 k의 기지국에서 새로운 이동 노드 x가 수락됨으로 인한 간섭의 증가량  $\Delta I$ 가 더해짐으로서 식(1)이  $QoS_{IP} \geq QoS_{PRC}$ 가 될 수 있다. 이때는 셀  $h_i$ 는 통화중인 많은 가입자를 위해 특정 통화중 가입자의 호가 회손된다. 따라서, 이러한 통화중인 호를 회손하는 경우가 생기지 않도록 셀  $h_i$ 의 기지국들은 셀 k의 기지국으로 새로운 호를 수락하지 않도록 신호 ( $NOK_{h_i}$ )를 전송해야 한다. 따라서, 셀 k의 기지국은 자신의  $QoS_{PRC}$ 가 새로운 호를 수락할 정도로 충분히 여유가 있고, 인접 기지국들로부터 전부  $OK_{h_i}$  신호를 수신해야 이동 노드 x의 새로운 호를 수락하므로 호 수락 제

어 알고리즘은 다음과 같다.

- ① 기지국  $\Phi = \{1, 2, \dots, K\}$ 이고, 기지국  $k(k \in \Phi)$ 와 인접 기지국  $h(i=1, 2, \dots, l), (h_i \in \Phi, l \leq K)$ 는 주기적으로 PRC를 측정 갱신한다.
- ② 기지국 k안의 이동 노드 x가 새로운 호를 요구함과 동시에 기지국들로부터 수신한 파일럿 전력 세기  $z_k, z_{h_i}$ 를 기지국 k로 송신한다.
- ③ 기지국 k는 이동 노드 x의 호가 수락되었을 때를 가정하여  $QoS_{PRC}$ 를 계산한다. 이때  $QoS_{IP} \leq QoS_{PRC} [7dB]$ 이면, 새로운 호를 차단하고, 아니면 이동 노드의 송신 예측 전력  $P_i$ 를 계산하고, 인접 기지국들에서  $z_{h_i}$ 와 함께 전송한다.
- ④ 인접 기지국  $h_i$ 는 수신한 이동 노드 x의 송신 예측 전력  $P_i$ 와  $z_{h_i}$ 를 이용하여  $\Delta I$ 를 계산하고, 이를 이용한 전체  $QoS$ 를 다시 계산한다. 이때  $QoS_{IP} \leq QoS_{PRC}$  이면  $NOK_{h_i}$ 를, 아니면  $OK_{h_i}$ 를 기지국 k로 송신한다.
- ⑤ 기지국 k는 인접 기지국  $h_i$ 로부터 전부  $OK_{h_i}$ 를 수신하면 이동 노드 x를 수락하고, 그렇지 않으면 새로운 호를 차단한다.

### V. 시뮬레이션 결과 및 QoS 성능 개선

이동 노드가 유휴 상태인 경우 Cellular-IP/PRC에서 1개의 이동 노드가 T 시간 동안 액세스 네트워크 내에서 “페이징-갱신 패킷”의 전송비용  $Q_{PUP}$ 는 식 (2)와 같이 나타낸다.

$$Q_{PUP} = \frac{S_{PUP} \times C_{PUP} \times T}{T_{PU}} \quad (2)$$

여기서,  $C_{PUP}$ 는 “페이징-갱신 패킷”의 전송회수이고,  $S_{PUP}$ 는 “라우트-갱신 패킷”의 크기와 “페이징-갱신시간”의 주기로 QoS를 개선한다.

그림 6에 의하면 Cellular IP와 Cellular-IP/PRC 모두에서 이동 노드의 수가 증가할수록 데이터 패킷량은 감소한다. 이동 노드가 증가할 경우 Cellular-IP와

Cellular-IP/ PRC는 같은 형식으로 반비례하여 감소하고, 동일한 조건일 경우 페이징 영역 내에 기지국 또는 노드등 100개 이하인 경우에 Cellular-IP/PRC에서의 데이터 패킷량이 Cellular-IP와의 세물레이션과는 훨씬 작았다. 이를 종합하면 Cellular IP에서 페이징 영역이 네트워크 토폴로지 영향에 따라 구성되지만 일반적으로 m이 그다지 크지 않기 때문에 오히려 Cellular IP와 비교해서  $CIP_{PRC}$ 가 개선됨을 보여주고 있다.

그림 7은 이동 노드 변화에 따른 네트워크 내 제어 패킷의 양을 나타낸 것으로 액세스 네트워크 내의 전체 노드에서 PC를 가지고 있는 노드의 비율을 나타내며, 제어 패킷량은 Cellular IP와 Cellular-IP/PRC 모두에서 이동 노드의 수가 증가할수록 제어 패킷의 양이 데이터 패킷에 비해 급격히 감소한다. 또한 Cellular-IP/PRC에서는 제어 패킷이 급격히 감소하지만 Cellular IP는 데이터 패킷량과 비슷하게 감소되었다. 이 결과는 Cellular IP에서 네트워크 내에 유휴 이동 노드가 증가할 수록 이에 비례해서 제어패킷이 급격하게 증가할 수 있음을 알 수 있다. 반면에 Cellular-IP/PRC에서는 네트워크 내의 활성 또는 유휴 상태에서 이동 노드의 분포 여부가 거의 영향을 받지 않으므로 Cellular-IP/PRC가 보다 데이터 패킷량에서 60Mbit에서 QoS가 안정적으로 개선되었다.

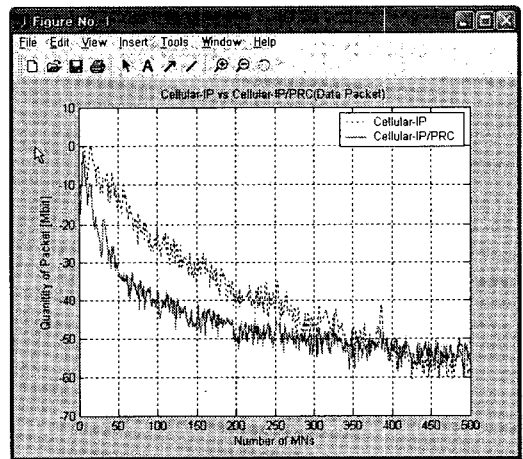


그림 6 이동 노드 증가에 따른 데이터 패킷량  
Fig. 6 Data Packets Rate on The Increase Mobile Node

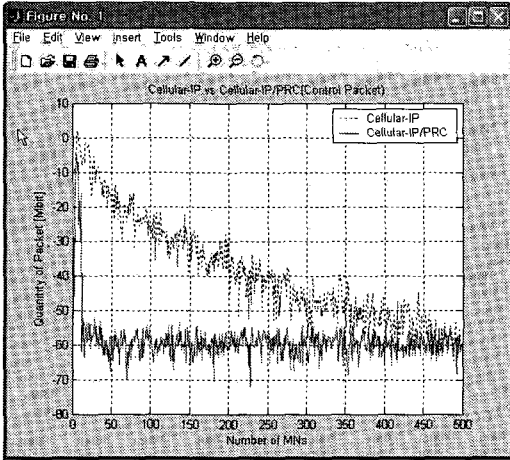


그림 7 이동 노드 증가에 따른 제어 패킷량  
Fig. 7 Control Packets Rate on The Increase Mobile Node

## VI. 결 론

인터넷 통신망과 이동 통신을 무선 인터넷에 확장성 있는 서비스 제공과 핸드오프 위치관리가 이동 IP 라우팅 등 여러 문제들을 내포하고 있기 때문에 셀룰라 IP와 같은 무선 액세스 네트워크 QoS를 개선 연구한다. 유선망에서 사용된 프로토콜은 유선망을 기반으로 설계되었기 때문에 무선 이동 네트워크에서 QoS 보장 문제를 가지고 있으며, 유선 전송에 기반한 Mobile IP는 QoS를 고려하지 않기 때문에 무선 이동 네트워크에서 QoS를 향상시켰다. Cellular IP에서는 기지국에 IP 주소가 할당될 경우 셀 간을 이동할 때마다 새로운 의탁 주소를 할당받아 이를 HA에 등록해서 문제점을 해결하기 위하여 새로운 호 수락 방식과 셀 환경에서 QoS를 보장하기 위해 통합된 페이징 루프 정보 관리 캐시를 사용하였다. Cellular IP 특성을 가진 Cellular-IP/PRC 네트워크를 제안하여 Cellular-IP/PRC를 Cellular IP와 비교할 때 페이징-갱신 회수는 크지만, 반면에 액세스 네트워크 내의 모든 이동 노드에 신속하고 정확한 페이징이 가능하였다. 또 새롭게 수신되는 데이터 패킷의 고속 라우팅도 가능하였다. 인터넷으로부터 첫 번째 수신 데이터 패킷을 위한 라우팅을 수행할 때 제어패킷이나 데이터 패킷의 전파

가 불필요하게 되므로 네트워크 내에 신호 트래픽 부하가 안정적으로 감소되었다. Cellular-IP/PRC 노드는 Cellular IP 노드와 구성 및 운용방법이 간단하고, 하나의 캐시만을 탐색함으로써 노드 내의 처리시간이 단축되어 전송 지연의 감소로 QoS가 -60 Mbit에서 개선되었다. Cellular-IP/PRC는 이동 IP의 핸드오프와 위치관리의 문제를 효과적으로 해결해 줄 수 있었고 차등화된 핸드오프 동안에 이동 노드가 양쪽으로 데이터를 받음으로써 빠르고 부드럽게 개선되어 수행할 수 있었다.

## 참고문헌

- [1] Xiao XP, Ni LM, "Internet QoS: A big picture," IEEE Network, V.13 N.2, pp. 8-18.
- [2] R. Koodli, et. al., "Fast Handovers for Mobile IPv6", draft ietf mipshop fast mip6 01. txt, Jan. 2004.
- [3] D.Johnson, C. Perkins and J. Arkko, "Mobility Support in IPv6", RFC 3775, Jan., 2004.
- [4] 3GPP, TS 23.002 : "Network architecture(Release 6)", 3GPP Standards, v.6.5.0, Jun., 2004.
- [5] 3GPP2, X.S0013 : "All-IP Core Network Multimedia Domain", 3GPP2 Standards, Dec., 2003.
- [6] IEEE WG, "Part 11:Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications", IEEE 802.11 standard, Dec., 1999.
- [7] IEEE 802.11e, "Draft Supplement to Standard for Telecommunications and Information Exchange Between Systems Part 11: Wireless Medium Access Control(MAC) and physical layer (PHY) specifications : Medium Access Control(MAC) Enhancements for Quality of Service (QoS)", IEEE Standards, May, 2002.
- [8] 3GPP, TS 22.934 : "Feasibility study on 3GPP system to Wireless Local Area Network(WLAN) interworking (Release 6)", 3GPP Standards, v.6.2.0, Sep., 2003.
- [9] IEEE 802.15.1, "Part 15.1: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications for Wireless Personal Area Networks

(WPANs)", IEEE Standards, Jun., 2002.

- [10] IEEE 802.15.3, "Part 15.3: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for High Rate Wireless Personal Area Networks (WPANs)," IEEE Standards, Sep., 2002.
- [11] IEEE 802.15.4, "Part 15.4: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs)", IEEE Standards, Oct., 2003.

저자약력

김동현(Dong-hyun Kim)



1992년 광운대학교 공학석사  
2002년 조선대학교 이학박사  
1996년 ~ 현재  
순천청암대학 멀티미디어과 교수  
벤처정보연구소장, 정보처리 기술  
지도사

※ 관심분야 : 멀티미디어, 디지털컨텐츠, 컴퓨터응용