

중첩 이동 네트워크에서 노드의 특성을 고려한 이동 라우터 방안*

송지영** · 박상준*** · 이종찬*** · 신용녀****

요 약

본 논문은 중첩이동 네트워크에서 QM(Quality of service Manager)를 이용하여 최적의 MR 지정 (Optimal Mobile Router Designation) 방안을 제시한다. QM은 중첩 이동 네트워크의 TLMR(Top Level Mobile Router)에 위치하며, 이동 네트워크내의 모든 MR에 대한 정보를 관리한다. OMRD는 MN(Mobile Node)이 새로운 MR로 이동할 때, 후보 MR 그룹을 선택한 후, 이동 특성을 고려하여 최적의 MR을 결정한다. OMRD는 호가 종료할 때까지 핸드오버 발생을 최대한 줄여주며, 무선 자원 부족으로 인해 발생하는 신규 호와 핸드오버 호의 전송지연을 없애준다. 또한 특정 MR의 집중화를 없애주며, 이동 네트워크 전체의 부하를 균등하게 해준다.

A Mobile Router Scheme Considering Node Property in Nested Mobile Networks

Jiyoung Song** · SangJoon Park*** · Jongchan Lee*** · Youngnyo Shin****

ABSTRACT

In this paper presents the method of the Optimal Mobile Router Designation (OMRD) using QM (Quality of service Manager) in the nested mobile network. QM is positioned on TLMR (Top Level Mobile Router) in the nested mobile network and manages the information of all MRs in the mobile network. When MN (Mobile Node) moves to a new MR, OMRD (Optimal Mobile Router Designation) selects the candidate MRs group and decides an optimal MR considering the mobile characteristics. OMRD reduces maximally the production of handover and removes the transmission delay of a new call and a handover call resulted from the wireless insufficient resource. Also, it prevents the concentration in a specific MR and maintains equally the load of the whole network.

Key words : Mobile Router, Hierarchical Mobile IPv6

* 이 논문은 2007년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2007-기초연구지원기초과학(공동)-D00184.
** 한국폴리텍IV대학 아산캠퍼스 디지털정보과
*** 국립 군산대학교 컴퓨터정보공학과
**** 한국정보보호진흥원

1. 서론

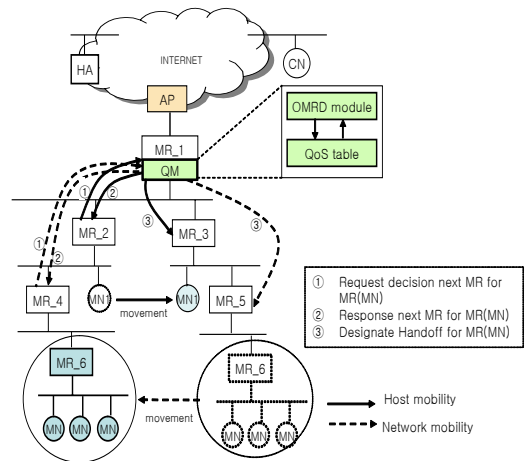
인터넷에서 이동성 관리는 호스트 이동성과 네트워크 이동성으로 구분된다. IETF의 Mobile IP Working Group은 IP 네트워크를 기반으로 단일이동 호스트가 IP 서브넷을 이동할 때 세션을 유지해주는 개념으로 호스트 이동성을 위한 프로토콜을 제안하였다[1]. 네트워크 이동성은 인터넷에 연결된 노드의 변경으로 전체 네트워크가 다른 MR을 통해 인터넷에 연결될 때 발생한다. IETF의 NEMO working group은 네트워크가 이동하는 경우 인터넷 연결의 연속성을 제공하기 위해 연구 중이다[2]. NEMO basic support 프로토콜은 IPv6에서 NEMO Mobility를 제공하고 있다[3, 4]. 이동 네트워크는 MN의 이동으로 인한 호스트 이동성과 MR의 이동으로 발생하는 네트워크 이동성을 지원해야 한다[5]. 단일 호스트의 이동은 낮은 대역폭으로도 핸드오버가 성공할 수 있다. 그러나 MR의 이동으로 발생하는 네트워크 이동은 MR이 사용하고 있는 대역폭을 모두 수용할 수 있는 MR로 핸드오버를 시도해야 이동 네트워크 전체의 QoS를 유지할 수 있다. 그렇지 않으면 MR 내의 특정 MN의 호가 단절되거나 QoS를 제공 받을 수 없다. 따라서 이동 네트워크 내부의 QoS를 관리할 수 있는 방안이 필요하다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 중첩 이동 네트워크의 MR 선택과 자원 관리에 관련된 연구에 대하여 알아보고, 제 3장에서는 계층적 구조의 네트워크에서 QM을 이용한 MR의 QoS 관리 방안에 대하여 설명한다. 제 4장에서는 본 논문에서 제안하는 OMRD에 대하여 상세하게 설명한다. 제 5장에서는 모의실험 및 성능평가 결과를 보이며, 마지막으로 제 6장에서 결론을 맺는다.

2. QoS 매니저를 통한 이동 라우터 관리 방안

2.1 QoS 매니저

QoS 매니저는 TLMR에 위치하며 이동 네트워크 안에서 활동하는 모든 이동 노드와 이동 라우터들의 노드 정보와 QoS에 관련된 정보를 관리한다. QoS 매니저는 이동 노드 또는 이동 라우터가 현재의 서비스 영역을 벗어나 다른 지역으로 이동하는 경우 새로운 이동 라우터를 결정하는 역할을 한다. (그림 1)은 중첩 이동 네트워크 환경에서 QoS 매니저의 구성과 역할을 나타내고 있다.



(그림 1) QoS 매니저의 구성과 역할

QoS 매니저는 QoS 테이블과 OMRD 모듈로 구성되어 있다. QoS 테이블은 바인딩 캐시의 확장으로 이동 라우터의 QoS에 관련 정보를 테이블 형태로 저장하며 다음과 같은 정보를 갖는다.

- 이동 노드 ID
- 이동 노드의 RCoA
- 이동 노드의 LCoA
- 응용 서비스 레벨

- QoS 레벨
- 부하 정도
- 계층적 레벨의 정보
- Network Prefix

이동 라우터는 이동 노드의 핸드오버 요구 시 이동 노드의 이동 특성 정보를 QoS 매니저로 전송한다. OMRD 모듈은 이동 라우터가 전송한 이동 노드의 이동 특성 정보를 고려하여 이동 노드에게 지정 가능한 후보 이동 라우터 그룹 선정 후 이동 노드의 응용 서비스 및 QoS와 후보 이동 라우터들의 QoS 제공 능력을 고려하여 최적의 이동 라우터를 결정한다. 이동 속도가 빠른 이동 노드는 향후 새로운 이동 라우터의 할당을 요구할 가능성이 높으므로 상위 레벨의 이동 라우터를 할당한다.

3. OMRD 기법

OMRD는 이동 노드에게 최적의 이동 라우터를 지정하는 방안이다. 이동 노드의 이동 특성을 입력받아 후보 이동 라우터 그룹을 선정한 후 그중 최적의 이동 라우터를 결정한다. 이때 OMRD는 QoS 테이블의 정보를 참조하여 이동 라우터의 QoS 정보를 얻는다.

이동 노드가 신규 호가 생성되었거나, 핸드오버 호가 발생하였을 때 현재의 이동 라우터는 이동 노드의 정보를 QoS 매니저로 전송한다. QoS 매니저는 이동 노드의 현재 이동 라우터와 인접 이동 라우터, 호 정보를 이용해 후보 이동 라우터 그룹 (MR_{c_group})을 선정한다. 후보 이동 라우터 그룹을 선정하는 방법은 4.3.1에서 자세히 설명한다. 그 다음 QoS 매니저는 후보 이동 라우터 그룹의 이동 라우터의 QoS 정보를 QoS 테이블에서 가져온다. 이때 가져오는 정보는 <노드_ID, 제공 가능한 서

비스, 제공 가능한 QoS, 노드의 부하, 노드의 계층적 레벨>이다. 아래의 은 후보 이동 라우터 그룹의 각 이동 라우터의 QoS 상태 정보이다.

$$c_MR = \begin{bmatrix} mr_1_id, mr_1_serv, mr_1_qos, mr_1_load, mr_1_level \\ mr_2_id, mr_2_serv, mr_2_qos, mr_2_load, mr_2_level \\ mr_3_id, mr_3_serv, mr_3_qos, mr_3_load, mr_3_level \\ mr_n_id, mr_n_serv, mr_n_qos, mr_n_load, mr_n_level \end{bmatrix} \quad (1)$$

그 다음, 호 블로킹에 대한 고려뿐만 아니라, 이동 노드가 사용 중인 서비스 유형 및 서비스의 QoS를 유지하기 위해서는 후보 이동 라우터 그룹 내의 이동 라우터 중 이동 노드의 QoS 제공이 가능한 것을 선택해야 한다. 따라서 후보 이동 라우터 그룹의 응용 서비스와 QoS 제공에 대한 가중치 ($w_{MR_i_qos}$)를 식 (2)와 같이 계산한다.

$$w_{MR_qos} = \begin{cases} 1, & \text{if } c_MR.mr_i_serv \subset mn_app_serv \text{ and} \\ & c_MR.mr_i_qos \subset mn_demand_qos \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

이동 노드에게 할당할 이동 라우터의 레벨의 결정하기 위해 레벨 선택 가중치 (w_{mn})를 식 (3)과 같이 계산한다. w_{mn} 는 이동 라우터의 레벨 결정의 기준이 되며, 이동 노드의 이동 속도와 이동 형태를 고려한다. w_{mn} 는 값이 클수록 상위 레벨의 이동 라우터를 선택한다.

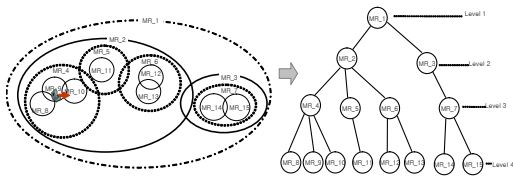
$$w_{mn} = w_{mn_speed} \cdot w_{mn_pattern} \quad (3)$$

w_{mn_speed} 는 이동 노드의 이동 속도에 대한 가중치이며, $w_{mn_pattern}$ 은 이동 형태에 대한 가중치이다. 이동 속도는 보행자와 저속, 중속, 고속이동으로 구분한다. 이동 속도가 빠를수록 이동 라우터 간 이동 확률이 높으므로 높은 가중치를 부여한다. 이동 형태는 이동 노드가 움직이는 패턴으로 직진으로 움직이는 경우와 자유 움직임 그리고 반복적

인 패턴의 움직임으로 구분한다. 직진으로 움직이는 경우는 이동 라우터를 벗어날 확률이 높기 때문에 높은 가중치를 부여한다.

3.1 이동 라우터의 후보 그룹 선정

본 절에서는 이동 노드의 이동 특성을 고려한 최적의 이동 라우터 지정 방안에 대하여 설명한다. 이동 네트워크는 이동 라우터 및 이동 노드의 움직임으로 중첩된 형태로 구성될 수 있다. 이동 노드의 수가 많고 움직임이 활발한 경우에는 다중 중첩 구조로 전개 될 수 있고, 중첩의 깊이가 커질 수 있다. 중첩된 구조의 네트워크는 (그림 2)과 같이 계층적 구조로 표현할 수 있다.



(그림 2) 중첩 이동 네트워크의 계층적 표현

4. 성능 평가

4.1 시뮬레이션 환경

본 논문은 이동 노드의 특성에 따라 최적의 이동 라우터를 결정하여, 핸드오버를 최대한 줄이고자 OMRD를 제안하였다. OMRD의 성능은 모의실험을 통하여 평가한다. OMRD 방식을 Top-down 방식, Bottom-up 방식과 비교 분석하였다. 본 실험에서는 호스트 이동성만을 고려한다.

모의실험을 위한 시스템 파라미터는 <표 1>과 같다. 이동 라우터의 커버리지는 50m와 100m로 하였으며, 신규 호는 5000개로 하였다. 호의 발생은 포아송 분포를 따랐으며 호 발생률을 $\lambda=0.2, 0.4$ 로 하였다. 모든 이동 라우터의 채널은 각각 20개

로 하였다. 이동 노드의 이동 속도는 최대 40km로 하였고, 서비스 시간은 5~180초로 하였다. 이동 방향은 좌,우 두 가지로 하였다.

신규 호의 발생은 MR_8에서 MR_15사이에서 랜덤하게 발생하며, 발생 위치는 셀의 중앙에서 생성된다고 가정하였다. 핸드오버 호는 현재 이동 노드가 거주하고 있는 이동 라우터에서 이동 방향으로 인접한 이동 라우터로 진행하며 3가지 이동 라우터 선택 기법을 적용하였다. 이동 노드의 서비스 유형과 QoS 만족도는 이동 노드가 요구하는 채널수에 포함하였다. 실시간 서비스는 2개의 채널을 비실시간 서비스는 1개의 채널을 사용한다고 가정하였으며, 각각 동일한 확률로 발생한다. 신규 호는 생성 후 이동하며, 이동 중 이동 라우터를 벗어나게 되면 핸드오버 처리되어 계속 서비스를 진행한다.

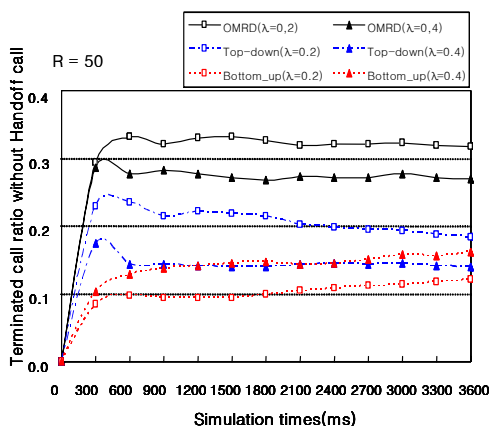
<표 1> 시스템 파라미터

Parameter	Values	Parameter	Values
Number of calls	5000	MR radius(R)	50, 100
Number of MR	15	Nested network depth	5
Service times of 이동 노드	5~180sec	Number of channels	20
Speeds of 이동 노드	0~40km/h	Movement patterns	Direction, Free movement, Repetitive movement
Call distribution	Poisson	Call arrival rate	0.2, 0.4
Require channel for services	Realtime-2 Non-realtime-1	New call and handover call delay(1hop)	50ms

TLMR에서 핸드오버 처리되는 호는 인터 이동 라우터 핸드오버 호로 정상 종료한다고 가정한다. 모의실험은 하나의 호가 발생하였을 때 논문에서 제안한 OMRD 방식과 Top-down 방식, Bottom-up 방식으로 처리하였다. 각각의 방식에 대한 실험 방법은 다음과 같다.

4.2 실험 결과 분석

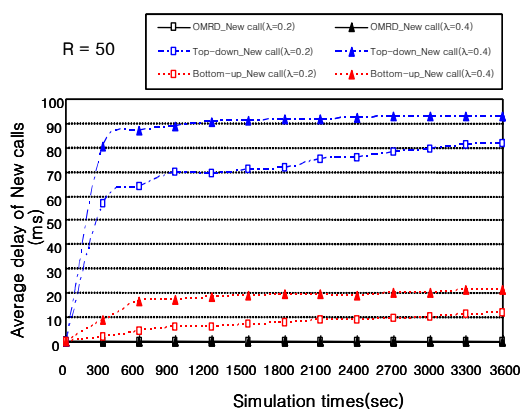
(그림 3)은 핸드오버 없이 종료되는 호의 비율을 나타내고 있는데, 본 논문의 목표를 가장 잘 나타내주고 있다. 핸드오버 없이 종료되는 호의 비율이 높아지면 핸드오버 및 바인딩 갱신에 따른 지연이 없어지므로 이동 노드의 QoS 보장 및 seamless mobility 제공이 유리해진다. OMRD는 이동 노드의 특성에 따라 MR을 결정하므로 낮은 속도의 이동 노드는 하위 레벨의 이동 라우터를 지정하고 고속으로 이동하는 이동 노드는 상위 레벨의 이동 라우터를 지정한다. 따라서 가장 작은 커버리지를 우선 지정하는 Bottom-up 방식에 비해 좋은 성능을 보인다.



(그림 3) 핸드오버 없이 종료되는 호의 비율

(그림 4)는 신규 호에 대한 평균 전송 지연을 보여주고 있다. OMRD는 TLMR에 존재하는 QoS

매니저에 의해 직접 결정되어 할당되므로 전송지연이 없다. 그러나 Top-down은 자원의 상태를 고려하지 않고 TLMR에 자원 할당을 요구한 뒤 자원이 부족하면 다음 단계의 하위레벨로 호 요청을 전달하므로 전송지연이 발생한다. Bottom-up은 최하위 레벨의 이동 라우터의 수가 8개이고, 채널수가 160개 이므로 TLMR의 채널수가 20개인 Top-down의 전송 지연보다 작다.



(그림 4) 신규 호의 평균 전송 지연

6. 결 론

이동 네트워크에서 호스트 이동성과 네트워크 이동성을 지원하기 위해서는 무선 이동 네트워크 내의 자원에 대한 관리가 필수적이다. 특히 MR의 이동으로 인해 발생하는 네트워크 이동성은 MR과 MR안에서 활동 중인 모든 MN이 동시에 핸드오프 및 바인딩 갱신 처리가 이루어져야 한다. 실험 결과, OMRD는 Top-down이나 Bottom-up에 비해 제한된 무선 자원을 효율적으로 사용하는 것으로 나타났다. 그 결과 핸드오버 없이 정상 종료되는 호의 비율이 증가하였으며, 신규 호 및 핸드오프 호의 전송지연을 없앴다. 또한 특정 MR의 집중화를 막고, 네트워크 내의 MR의 부하를 균등하

게 하였다. 향후 유·무선 통합 네트워크에서 QoS 정책에 따른 SLA의 적용이 전개될 것으로 예상된다.

참 고 문 헌

- [1] IETF Mobility for IPv6 (mip6) Working Group, IETF, <http://www.ietf.org/html.charters/mip6-charter.html>.
- [2] IETF Network Mobility (NEMO) Working Group, IETF, <http://www.ietf.org/html.charters/nemo-charter.html>.
- [3] D. Johnon, C. Perkins, and J. Arko, "Mobility support in IPv6", IETF, RFC3775, Jun. 2004.
- [4] V. Devarapalli, R. Wakikawa, A. pertrscu, and P. Thubertm "Network mobility (NEMO) Basic support protocol", IETF, RFC3963, Jan. 2005.
- [5] H. Cho, T. Kwon, and Y. Cho, "Route Optimization Using Tree Information Option for Nested Mobile Networks", IEEE Journal on Selected Areas in communications, Vol. 24, No. 9, pp. 1717-1724, Sep. 2006.



송 지 영

2001년 숭실대학교 컴퓨터학과
(공학석사)
2007년 숭실대학교 컴퓨터학과
(공학박사)
2003년~현재 한국폴리텍IV 아산캠퍼스
디지털정보과 조교수

연구분야 : 이동 네트워크



박 상 준

1998년 숭실대학교 컴퓨터학과
(공학석사)
2002년 숭실대학교 컴퓨터학과
(공학박사)
2002년~2003년 런던대 ISG
박사후과정

2004년~2007년 숭실대학교 정보미디어기술연구소
전임연구교수

2007년~현재 국립군산대학교 컴퓨터정보공학과
전임강사

관심분야 : B3G 이동통신, 센서 네트워크, 인터넷
망 분석



이 중 춘

1996년 숭실대학교 전자계산학과
(공학석사)
2000년 숭실대학교 컴퓨터학과
(공학박사)
2005년~현재 국립군산대학교
컴퓨터정보공학과 조교수

관심분야 : 이동체 추적, 무선 멀티미디어, B3G 시
스템 구조, 센서 네트워크



신 용 녀

1999년 숭실대학교 컴퓨터학과
(졸업)
2001년 고려대학교 컴퓨터학과
(석사)
2008년 고려대학교 컴퓨터학과
(박사)

2002년~현재 한국정보보호진흥원 산업지원팀 주임
연구원

관심분야 : 정보보호, 바이오인식, 정형기법