

멀티네트워크 환경에서 성능 향상을 위한 자원 관리 기술 분석

윤주상*, 박영재*, 백상현**, 홍용근***, 박정수***

*동의대학교, **고려대학교, ***한국전자통신연구원

Study on Efficient Multi-resource Management Scheme for High-Performance in Multi-Network Environments

Joo-Sang Youn*, Youngjae Park*, Sangheon Pack**, Yong-Geun Hong***, Jung-Soo Park***

*Dong-Eui University, **Korea University, ***ETRI

E-mail : jsyoun@deu.ac.kr

요 약

멀티 네트워크는 여러 무선 접속 기술을 동시에 접속할 수 있도록 구성된 시스템으로 정의되며 Ambient Networks(ANs) 프로젝트로 연구가 진행 중에 있다. 무선 ANs은 여러 다른 무선 장치와 Multi-Radio Access(MRA) 기술이 군집된 동적 통신 환경에서의 네트워킹 개념이다. 따라서 3 세대로 불리는 Global System for Mobile communications(GSM), Universal Mobile Telecommunications System(UMTS) 그리고 무선랜(WLAN)등 다양한 네트워크 인터페이스로 구성된 mobile terminal(MT)이 다양한 무선 접속 기술을 지원하는 멀티네트워크에 접속하여 "Always Best Connected" 관점에서 효율적 접속 서비스를 제공 받아야 한다. 본 논문에서는 멀티네트워크 환경에서 단말에 high-performance를 제공하기 위한 자원관리 모델인 MRRM/RARM(Multi-Radio/Radio Access Resource Management)과 GLL(Generic Link Layer)에 대한 기술 요소를 정의하고 분석한다.

키워드

Multi-networking, Generic Link Layer (GLL), Resource Management, Ambient Networks(ANs)

1. 서 론

최근 무선통신 기술 및 하드웨어 제작 기술의 발전으로 인해 장소와 시간에 구애 받지 않고 언제 어디서든 WWAN (Wireless Wide Area Network), WLAN (Wireless Local Area Network), WPAN (Wireless Personal Area Network) 등의 다양한 무선 네트워크에 접속할 수 있는 멀티네트워크 (Multi-Network) 환경과 하나의 소형 단말기에 WWAN/WLAN /WPAN 을 지원할 수 있는 다양한 무선 인터페이스가 구현이 가능하게 되었다.

멀티네트워크 환경과 관련하여 다양한 연구가 진행되었는데 그 중 대표적인 것이 3G 네트워크와 WLAN을 결합한 3G-WLAN 연동 네트워크 관련 기술이다. 3G-WLAN 연동 네트워크와 관련하여 효과적인 연동 아키텍처 설계와 과금/인증 문제, 서비스 품질 보장, 이동성 지원과 관련된 다양한 연구가 진행 중이다. 또한 두 네트워크에서의 부하 분산을 위한 기법과 이를 위한 호 수락 제어 기법 등도 제안되었으며 또한 유럽의

FP6 (Framework Programme 6)의 일환으로 진행된 Ambient Network 프로젝트에서는 다양한 무선 네트워크로 결합된 환경(즉, 멀티 액세스 네트워크)에서 효과적인 자원 관리 및 이동성 지원을 위한 Generic Link Layer(GLL) 구조가 제안되었다. 또한 마이크로소프트 연구소에서는 차량 네트워크에서 다중 접속을 이용하여 네트워크 처리율을 높이는 MAR (Mobile Access Router) 구조를 제안하였고 미국의 조지아 공대에서는 다양한 서비스 품질을 적응적으로 보장할 수 있는 Adaptive MAC (A-MAC) 구조를 제안하였다.

뿐만 아니라, IEEE에서도 다중 무선 인터페이스의 처리율 향상을 위해 무선 메쉬 네트워크 (Wireless Mesh Network) 기술과 연계하여 최근 활발하게 논의되고 있다. Independent Handover 구조를 제안하고 있다.

이렇듯 멀티네트워크 환경에서의 기술 개발이 활발히 진행되고 있지만 대부분의 연구들은 다중 무선 인터페이스 중 하나의 인터페이스를 선택하는 방법을 사용하고 있으나 최근 다중 무선 인터페이스를 동시에 결합하여 네트워크 차원에서의

다이버시티 (Diversity) 효과를 얻는 구조 및 단말에서의 다중 인터페이스를 동시에 사용하기 위한 연구 및 표준화가 IETF WG 내에서 활발히 진행 중에 있다.

본 논문에서는 우선 멀티네트워크를 정의하고 다음으로 멀티네트워크 환경에서 발생하는 문제점 정의와 이를 지원하는 Ambient Networks (ANs) 프로젝트 내에서 제시되고 있는 자원관리 방법 및 구조를 분석한다.

II. 멀티 네트워크 시스템 모델

멀티네트워크는 여러 무선 접속 기술을 동시에 접속할 수 있도록 구성된 시스템으로 정의되며 Ambient Networks(ANs) 프로젝트로 진행 중에 있다[1,2,7]. 우선 ANs은 다른 무선 장치와 Multi-Radio Access(MRA) 기술이 균집된 동적 통신 환경의 네트워킹 개념이다. 따라서 그림 1에서 볼 수 있듯이 3 세대로 불리는 GSM, UMTS 그리고 무선랜 (WLAN)등 다양한 무선 접속 네트워크 형태로 구성된 네트워크로 가정되며 또한 접속 네트워크까지의 접속을 one-hop 또는 multi-hop path로 구성될 수 있음을 가정하고 있다. 따라서 이런 네트워크 모델에서 모바일 단말(MT)은 다양한 여러 무선 접속 기술 네트워크 인터페이스를 가진 단말이며 다양한 네트워크에 접속하기 위한 “Always Best Connected”관점에서의 효율적 접속 기능을 가지고 있어야한다 [5]. 따라서 이런 네트워크에서는 resource-aware 멀티네트워크 시스템 구축을 위한 멀티 접속 기술들 (multi-access technologies)의 자원 관리 및 자원 구조 모델이 필요하다. 이것은 멀티 네트워크 내에 얼마나 많은 자원이 있으며, 어떻게 그 자원들을 고정/이동 단말에 분산 시킬 것이며, 응용 데이터 플로우가 어떤 방법으로 자원을 사용하게 할 것인가에 대한 방법들에 대한 모델을 의미한다. 따라서 접속 기술은 접속 자원 관리 (ARM: Access Resource Management, RRM: radio Resource Management)를 통해서 자원을 관리해야 하며 멀티 접속 기술로 디자인된 멀티네트워크가 반영된 멀티 접속 자원 관리 (MRRM/RARM)기능의 제공이 필요하다.

III. 멀티네트워크 자원 관리 기술

본 절에서는 멀티네트워크의 무선 자원 관리기법을 기술한다. 우선, 멀티 네트워크에서 다중 인터페이스를 가진 단말이 각 네트워크에 접근할 수 있도록 제안된 link layer 프로토콜에 대해서 기술하고 다음으로 자원 관리 기법에 대해서 설명한다.

1. 멀티네트워크 구조

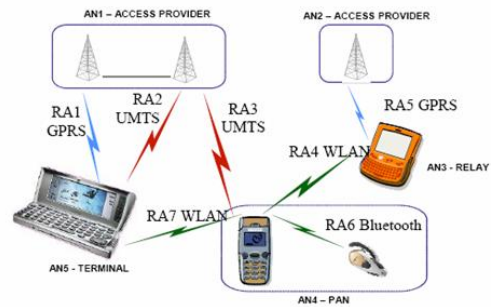


그림 1. Ambient Networks 모델

멀티 네트워크/접근 구조는 그림 2에서와 같이 다음의 3가지 기능으로 구성 된다 [6].

- 가. Multi-Radio Resource Management(MRRM)
- 나. Generic link Layer(GLL)
- 다. Multi-Access Anchor(MAA)

MRRM은 멀티 네트워크에서 가장 중요한 컨트롤 기능을 수행하며 유저 서비스 데이터 플로우에 한 개 이상의 Radio Access(RA)를 할당하며 또한 각 RA의 서비스 상태를 모니터링 하는 기능을 수행한다. 따라서 호 차단(admission control), 트래픽 제어 관리(traffic load management)와 같은 자원 관리 기능을 수행하며 또한 접속 선택(RA selection) 기능도 수행한다. 여기서 RA selection 알고리즘은 정적/동적 입력 정보에 의해서 동작하며 접속 선택의 결과는 현재 서비스 접속 중인 RA를 유지할 것인지 아니면 다른 RA로 핸드오버를 실행할 것인지를 결정짓는 것에 활용된다.

GLL은 네트워크 인터페이스와 콘텍스 전송(Context Transfer)기능을 수행하며 그림 2에서 GLLI-CT은 GLL-Interface and Context Transfer로 나타나 있다. 즉 GLLI-CT은 MRRM과 시그널링 데이터 전송을 위한 인터페이스 역할과 접속 링크(access link)사이에서 전송을 위한 기능을 제공한다. 또한 GLL은 Radio Access(RA)의 자원 상태 및 성능의 추상화를 수행한다. GLL은 Ambient Resource Interface(ARI)를 통해서 MRRM에 일반화된 각 접속 네트워크의 특징 및 상태를 전달하며 전달된 일반화된 특징 및 상태를 이용하여 자신의 기능을 수행하고 각 접속 네트워크의 특징과 무관하게 서비스 상태를 비교 판단한다. 또한 리포팅 횟수 및 시도는 특정 이벤트 또는 리포팅 방법에 의해서 결정되며 시그널링 오버헤드를 고려해서 접속 선택을 위한 리포팅 횟수를 조절한다. GLL의 링크 레이어 콘텍스 전송은 서비스 데이터 플로우 핸드오버 시 다른 GLL 사이에서의 콘텍스 전송 역할을 수행한다.

MAA은 접속 네트워크사이에서 핸드오버 시 서비스 데이터 플로우의 라우팅 결정(routing decision)을 수행한다. 따라서 MAA은 GLL_CT 기

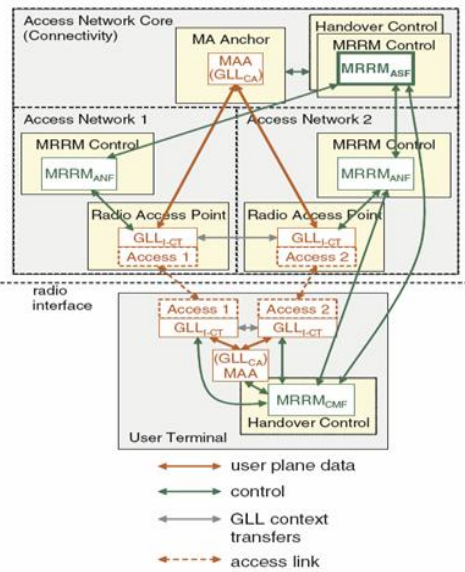


그림 2. 멀티네트워크 구조

능을 가지고 각 접속 네트워크내의 GLLI-CT와 시그널링 메시지를 통해서 헤드오버 시 성공적 데이터 전송을 위한 error control 기능을 수행한다.

2. 접속관리 방법 (Radio Access Management)

접속 관리의 목적은 best suited access를 선택하는 것이다. 멀티 인터페이스를 가진 유저가 데이터를 전송하기 위한 best radio network를 선택을 하기 전에 우선 이용 가능한 접속 네트워크를 알아야 한다. 또한 멀티 접속 네트워크와 접속을 가능하게 하는 link layer 프로토콜과 서비스 상태를 모니터 할 수 있는 능력을 가지고 있어야 한다. 앞 절에서 설명했듯이 접속 관리를 위한 요소로는 그림 4에서 볼 수 있듯이 ANs multi-radio 구조에서 제안된 link layer 프로토콜로 GLL와 MRRM로 구성되어 있다. 이 절에서는 멀티네트워크 자원 관리 기능의 핵심 요소인 GLL과 MRRM에서 대해서 자세히 기술한다.

우선, GLL은 link layer에서 다른 무선 방식을 가진 네트워크의 협력과 효율적 접속을 위한 링크 계층 프로토콜로 제안되었으며 MRRM은 시스템, 세션, 플로우 관점에서 다른 무선 radio access network 사이에서의 자원 관리 기능을 제공한다.

GLL의 참조 모델은 그림 5에서 볼 수 있듯이 이동 단말에서 물리 계층과 네트워크 계층 사이에 위치하며 radio access node(networks)에서는 물리 계층 위에 위치한다[3]. 따라서 GLL는 IP 계층과 물리계층 사이의 bridge 역할을 하며 다음과 같은 세부적 기능을 수행한다.

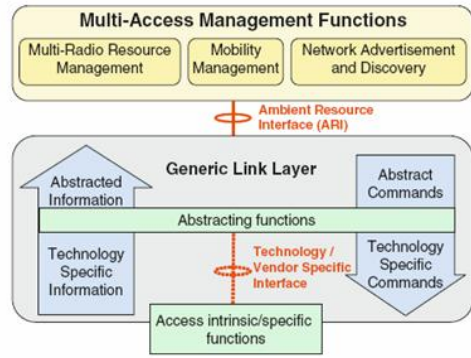


그림 3. 멀티 네트워크를 위한 GLL과 MAMFs

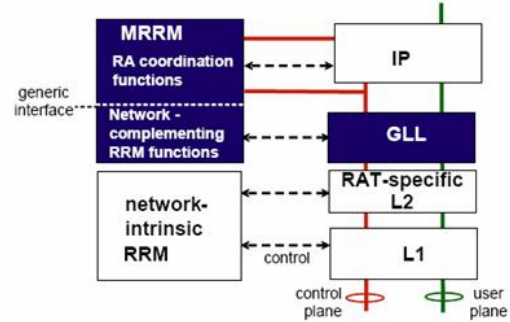


그림 4. ANs multi-radio 구조

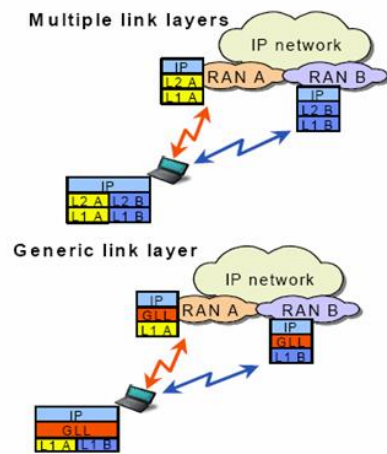


그림 5. GLL 참조 모델

- 상위 계층에서 다양한 RA의 이중성을 숨기여 유저 데이터 전송 시 단일화된 인터페이스를 제공
 - 상위 계층 트래픽의 서비스 요구를 지원
 - 효율적으로 물리적 자원의 사용
- 위의 역할을 수행하기 위해서 GLL은 다음과 같은 추가적인 기능이 필요하다.
- Incoming data를 queuing
 - Queue management
 - High layer 프로토콜 헤더의 압축

- 효율적 전송 사이즈를 선택하기 위한 segmentation 기능
- Scheduling 기능
- 데이터 전송을 위한 우선순위 전송 기법
- 전송 error control 기능
- Link layer security

GLL는 응용 프로토콜로 Multi Radio Transmission Diversity(MRTD)와 Multi-Radio Multi-hop(MRMH)이 정의 되어 있다[4]. MRTD는 single-hop 에서 RA 자원 이용에 대한 병행 수위로 정의된다. 즉 MT가 여러 RA중에서 데이터 전송을 위한 동적인 RA 선택 수행을 의미한다. MRTD는 데이터 전송 측면에서 “Switched MRTD”와 “Parallel MRTD”등 2가지 방식으로 구분될 수 있다[7]. Switched MRTD는 데이터 전송을 위해 단지 하나의 RA를 선택하며 Parallel MRTD는 전송 성능을 높이기 위해서 여러 개의 RA를 선택하여 중복된 데이터를 동시에 전송하는 방식이다. 또한, MRMH가 기능적으로 전통적 multi-hop 라우팅과 다른 점은 GLL에서 단대단 재전송 기법(end-to-end ARQ: Automatic Repeat request), advanced queuing, control message의 우선 처리 기법 등과 같은 추가 기능을 제공한다. MRTD는 RA 선택 비율, 데이터 플로우를 위한 RA 사용률, 복사된 데이터의 멀티 RA 사용에 따라서 여러 MRTD 방법이 가능하다. MRTD의 중요기능중 하나인 Access Selection(AS) 기능은 유저 스케줄링과 RA 할당 과정이 수행된다. 데이터를 전송하기 위해서 유저 스케줄링은 빠른 스케줄링과 느린 스케줄링으로 구분 가능하며 스케줄링 수행 후 데이터전송을 위해 RA를 할당한다. 이때 AS 기능은 Resource/performance monitoring 기능을 통해서 적절한 RA를 선택을 위해 AS기능에 필요한 정보를 전달한다. 측정 파라미터 관련 항목은 물리 계층과 데이터 링크 계층의 성능 그리고 유저 플로우의 QoS 관련 서비스 성능들을 결정하는 중요한 요소이며 항목들에 대한 정의 및 측정방법은 추후 연구 주제로 다루어질 예정이다.

IV. 기존 시스템의 문제 및 향후연구

멀티네트워크 환경을 위해 지금까지 제안된 대부분의 기술은 GLL, A-MAC과 같이 2.5 계층에 위치하여 다중 무선 인터페이스 중에서 최적의 하나의 인터페이스를 선택하는 방식에 기반하고 있다. 하지만 서로 다른 주파수 대역을 사용하거나 채널 간의 간격이 충분히 넓은 경우 동시에 두 무선 인터페이스를 사용하는 경우에도 간섭 효과 없이 동시에 데이터를 전송하는 것이 가능하다. 이렇게 동시에 무선 인터페이스 사용을 위해 네트워크 상태 정보를 상위 계층 상위 계층(전송 계층 및 응용 계층)에 전달 가능한 기능을 추가하여 응용 계층의 서비스 요구 사항을 결합

하여 주어진 패킷에 대해 최적의 무선 네트워크 인터페이스 한개 이상 사용할 수 있는 기능 추가가 필요하다. 또한 패킷별로 다른 무선 인터페이스를 선택함으로써 발생할 수 있는 패킷 순서 변경에 대한 고려도 필요하다. 하지만, 기존 연구에서는 이러한 기능을 체계적으로 수행할 수 있는 멀티네트워크 자원 관리 기술에 대한 연구가 폭넓게 진행되지 않았다. 이와 같은 모델에서 또 다른 중요한 점은 응용 데이터 플로우의 서비스 요구를 효과적으로 만족 시킬 수 있는 접속 성능(access performance) 평가에 초점을 맞추어야 한다. 접속 성능은 사용 중에 있는 radio access의 성능뿐만 아니고 예비로 접속 가능한 다른 radio access 성능과도 관계가 있다. 따라서 멀티 네트워크 시스템은 수시로 멀티 네트워크 내에 있는 Radio Access의 접속 성능을 평가해야 하며 최소한 응용 데이터 세션이 연결되어 있을 때는 항상 접속 성능을 평가해야 하며 이에 관한 추후 연구가 필요하다.

Acknowledgement

본 연구는 ETRI의 지원을 받아 수행되었음

참고문헌

- [1] M. Vuran and I. Akyildiz, “A-MAC: Adaptive Medium Access Control for Next Generation Wireless Terminals,” IEEE/ACM Trans. Networking, June 2007.
- [2] P. Magnusson et al., “Multi-Radio Resource Management for Communications Networks beyond 3G,” VTC Fall 2005, Sept. 2005.
- [3] J. Sache, “A Generic Link Layer for Future Generation Wireless Networking,” IEEE ICC '03, vol.2, pp: 834- 838, May 2003.
- [4] A. Miu et al, “Improving Loss Resilience with Multi-Radio Diversity in Wireless Networks,” ACM Mobicom 2005.
- [5] A. Adya et al., “A Multi-Radio Unification Protocol for IEEE 802.11 Wireless Networks”Broadnet 2004.
- [6] Joachim Sachs, Mikael Prytz and Jens Gebert, “Multi-access Management in Heterogeneous Networks,”Springer Wireless Pers. Commun, Nov. 2007.
- [7] K. Dimou et al., “Generic link layer: a solution for multi-radio transmission diversity in communication networks beyond 3G”IEEE VTC Fall 2005, vol.: 3, pp: 1672- 1676, Sept. 2005.