

이기종망 환경에서의 효율적인 인터페이스 선택을 통한 DVB-H 리턴채널 구현 방안

임재원[†] · 서성훈^{**} · 송주석^{***}

요 약

최근 차세대 이동통신 기술로 각광받고 있는 WDMB 기술은 높은 대역폭과 빠른 이동성을 지원한다는 장점이 있는 반면 방송사업자에서 단발방향으로만 데이터 전송이 가능한 통신의 단방향성이라는 문제점을 가지고 있다. 본 논문은 WDMB의 단점인 통신의 단방향성을 WWAN을 통한 리턴채널의 구현을 통해 보완하여 고품질의 쌍방향 멀티미디어 서비스 제공이 가능하게 하고, 기존의 신호세기만을 고려한 RSS 방식의 인터페이스 선택 알고리즘에서 벗어나 다양한 네트워크 정보를 이용하여 리턴채널의 종류에 따라 효율적인 인터페이스 선택을 가능케 하는 인터페이스 선택 알고리즘을 제시한다. 성능평가 결과 기존의 핸드오프 방식들에 비해 에너지 효율성 측면에서 약 78%의 에너지 소모가 감소하였으며, 지능적 인터페이스 선택을 통해 불필요한 핸드오프를 줄여 2배 가까이 핸드오프 효율을 높일 수 있었다.

키워드 : WDMB, 핸드오프, 리턴채널, 인터페이스 선택

A Study on Implementation of Return Channel for DVB-H with Efficient Interface Selection Algorithm in Heterogeneous Networks

JaeWon Lim[†] · SungHoon Seo^{**} · JooSeok Song^{***}

ABSTRACT

WDMB technology has merits of high bandwidth and high mobility. But WDMB also has uni-directional communication problem. This paper provides solution to supplements uni-directional communication problem of WDMB with embodying return channel using WWAN to offer high quality multimedia service to user. Also this paper proposes intelligent network interface selection algorithm using various network information and return channel type. As a result of simulation, our proposed scheme is better as compared with other handoff scheme in energy efficiency of 78% and about two time of handoff number of time decrease.

Key Words : WDMB, Handoff, Return Channel, Interface Selection

1. 서 론

부선 인터넷 단말의 보급이 증가하고 부선 네트워크 인프라가 확충됨에 따라 부선 인터넷 사용자의 고품질 멀티미디어 서비스에 대한 요구가 빠르게 증가하고 있다. 이에 따라 WDMB (Wireless Digital Multimedia Broadcasting) 기술이 개발되어 고품질의 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있게 되었다. 또한 기존 네트워크 인프라의 융합을 통해 네트워크 자원을 효율적으로 이용할 수 있을 뿐만 아니라 각 네트워크들의 단점을 보완할 수 있는 기술의 개발이 무선 네트워

크 분야의 화두로 떠오르고 있다.

본 논문에서 고려하고 있는 무선 접속 네트워크는 WWAN(Wireless Wide Area Networks)과 WDMB이다. W-CDMA와 CDMA2000 1X EV-DO로 대표되는 3세대 WWAN 기술은 높은 이동성을 제공해 줄 수 있어 언제 어디서나 휴대단말을 통한 무선망 접속을 유지해 줄 수 있다는 장점이 있는 반면, 데이터 전송 대역폭이 2Mbps 이하로 다른 네트워크에 비해 상대적으로 낮다는 제약사항을 가지고 있다. 그에 반해 T-DMB(Terrestrial DMB) 또는 DVB-H(Digital Video Broadcasting-Handheld)로 대표되는 WDMB 기술은 WWAN 보다 높은 수준의 대역폭을 제공하고, WWAN 수준의 이동성을 제공하지만 오직 송신기로부터 단말로의 데이터 전송만이 가능한 단방향(uni-directional) 전송 방식이라는 제약사항을 가지기 때문에 쌍방향 통신을 구현하기 위해서는 리턴채널을 구현할 필요성이 있다. 관련

* 본 논문 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 육성·지원사업의 연구결과로 수행되었음

† 정 회 원 : 연세대학교 컴퓨터과학과 석사과정

** 정 회 원 : 연세대학교 컴퓨터과학과 박사과정

*** 정 회 원 : 연세대학교 컴퓨터과학과 정교수

논문접수 : 2006년 3월 31일, 심사완료 : 2006년 6월 19일

<표 1> 무선 접속 네트워크의 비교

	WWAN		WDMB
	CDMA2000 1x EV-DO	UMTS	DVB-H
최대전송률 (bps)	144K*	2M*	5~30M (avg. 15M)
전송범위 (Km)	1~10	1~10	5~30
전송방향 (무선구간)	양방향	양방향	단방향*

* 는 각 무선기술이 내포하는 제약사항을 가리킴

무선접속 네트워크들의 특성은 <표 1>과 같다. 본 논문에서는 무선망 구간에서 W-CDMA 기술을 활용한 UMTS(Universal Mobile Telecommunication Systems)를 사용하여 DVB-H의 리턴채널을 구현하였다.

DVB-H 네트워크의 리턴채널을 구현하기 위해서는 우선 UMTS 네트워크와 DVB-H 네트워크 상호간 인터페이스 확장과 새로운 구성요소의 추가를 통해 통합망을 구성할 필요가 있다. 두 번째로 단말과 네트워크의 상태를 대표할 수 있는 메트릭들을 사용하여 상황에 맞는 네트워크 인터페이스 선택이 가능하고, DVB-H의 리턴채널이 요구될 때에 리턴채널로 사용될 UMTS 네트워크로의 핸드오프를 수행하는 인터페이스 선택 알고리즘 개발이 선행되어야 한다. 이에 더하여 본 논문에서는 이종망간의 핸드오프를 지원하기 위해서 현존하는 다양한 유/무선 네트워크 인터페이스를 하나의 단말에 구현한 단말의 사용을 전제하기로 한다.

본 논문에서는 하나의 단말에 DVB-H 인터페이스와 UMTS 인터페이스가 탑재되어 있음을 가정하고, 기존의 신호세기만을 고려하는 RSS(Received Signal Strength)[1] 기반의 인터페이스 선택 방식에서 벗어나 UMTS와 DVB-H의 다양한 네트워크 정보와 단말의 상태정보를 메트릭으로 사용하여 효율적인 인터페이스 선택을 가능하게 하는 알고리즘을 제안한다. 또한 리턴채널을 제공하기 위해 사용자가 리턴채널을 요청할 때 요구한 리턴채널의 종류에 따라 효율적인 인터페이스 선택이 가능하도록 한다.

본 논문의 구성은 2장에서 관련 연구 진행사항 및 표준화 동향에 대해 알아보고, 3장에서 본 논문에서 제안한 인터페이스 선택 알고리즘을 구현하기 위한 네트워크 메트릭 및 페이징 메시지 구성에 대한 구현내용을 설명하며, 4장에서는 효율적인 인터페이스 선택을 위한 알고리즘을 구현내용을 설명한다. 5장에서 성능평가 결과에 대해 알아보도록 한다.

2. 관련 연구 및 동향

2.1 관련 연구

[1]에서는 망의 상황에 따라서 판단되는 접속점(Access Point)에 대한 불필요한 핸드오프와 핑퐁 효과(Ping-pong Effect)를 줄이기 위한 단과 단 간의 이동성 관리 시스템을

제안한다. 이 방식은 망과 단말 구성요소의 대부분을 수정해야 하는 비용대비 표준 동향 측면의 비효율성을 내재하고 있고 인터페이스 선택에 있어 잔여 에너지 효율에 대한 고려가 부족하다.

[1~3]에서는 단말에 장착된 WLAN 인터페이스를 데이터 송수신이 존재하지 않는 대기 상태에서 주기적으로 비콘 신호를 확인하여 데이터의 수신 여부와 가용한 접속점의 존재 여부를 판단한다. 따라서 데이터 송수신이 존재하지 않는 경우에도 인터페이스의 구동에 필요한 일정량의 에너지를 소모해야 된다는 단점을 내포하고 있다.

[4, 5]에서는 단말이 이종망간에 이동할 때 수행되는 핸드오프인 수직적 핸드오프에 대한 시스템 구조, 구현방안 등의 전반적인 내용을 다루고 있다.

2.2 표준화 동향

IEEE 802.21 작업반[6]에서는 2004년 11월 서로 다른 주파수 대역을 사용하는 무선통신 간 끊임없는 연결성을 지원하는 IEEE 802.21을 루스트 테크놀로지와 공동으로 제안한 이후 이미 표준화가 완료된 IEEE 802.16-2004와 IEEE 802.16e를 와이맥스(Wi-Max)안에 통합하고, 이를 다시 IEEE 802.11로 대표되는 무선랜 기술과 결합할 예정이다. 유무선 네트워크 연동 및 방송, 통신, 인터넷의 융합을 위해서는 유비쿼터스 통합 네트워크에서의 이종망간의 핸드오버 기술에 대한 원천 기술 확보가 필수적이므로 이를 위한 표준화가 IEEE 802.21 뿐만 아니라 IETF, ITU-T, ITU-R, 3GPP, 3GPP2에서도 활발히 논의될 것이다.

DVB-H는 2004년 11월, 사용자 휴대단말에 방송 서비스를 전송하기 위한 기술로서 ETSI의 표준으로 채택되었다. IBC, 3GSM World Congress, CeBIT, 그리고 DVB World와 같은 회의를 통해 독일, 핀란드, 미국 등지에서 DVB-H 서비스 시연에 대한 기술적 시도가 있어왔다.

3. 제안 모델

3.1 수직적 핸드오프와 리턴채널

특성이 다른 두 종류 이상의 네트워크들이 혼재되어 있는 유무선 네트워크에서 단말이 현재 네트워크에서 종류가 다른 네트워크로 핸드오프 하는 것을 수직적 핸드오프(Vertical Handoff)라고 한다. 일반적으로 언급되는 기존의 핸드오프란 수평적 핸드오프(Horizontal Handoff)로서 단말이 특정 네트워크 내부에서 셀(cell)간에 핸드오프하는 것을 말한다. 수직적 핸드오프는 수평적 핸드오프와는 달리 이종 네트워크로의 전환을 위해 상황에 따라 알맞은 네트워크 인터페이스로 변경이 이루어질 수 있어야 한다. 단말이 인터페이스 변경을 위해 가용한 인터페이스들을 모두 동작시킨 상태를 유지하면서 각 인터페이스가 해당 네트워크의 정보를 수신하며 핸드오프를 실행할 수도 있겠지만 이동 단말의 중요한 자원인 에너지의 비효율적인 소모라는 측면에서 볼 때 바람직하지 못하다. 따라서 현재 동작중인 네트워크 인터페

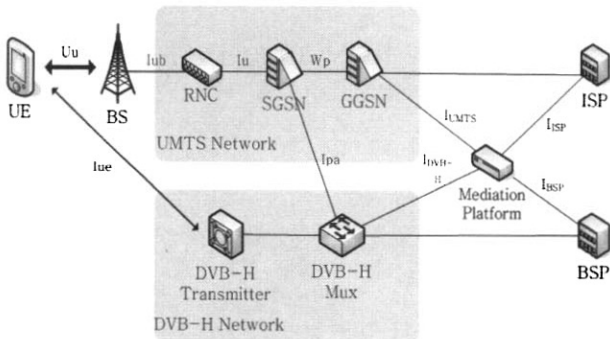
이스 외에는 다른 인터페이스에 에너지를 소모하지 않으면서 상황에 맞는 인터페이스 선택 및 변경이 가능해야 한다.

3.2 통합망 구성을 위한 망구조 설계

UMTS 네트워크를 이용하여 DVB-H 서비스의 리턴채널을 구현하기 위해서는 UMTS 네트워크와 DVB-H 네트워크 간에 통신이 가능한 통합망을 구성할 필요가 있으므로, 본 논문에서는, 각 네트워크의 표준모델에 추가적인 인터페이스 확장과 외부 구성요소의 추가를 통해 DVB-H 망과 UMTS 망을 연동시키도록 하였다. 망 구성 요소간 무선 인터페이스에 대한 추가 및 변경 사항은 다음과 같다.

- a. 각각의 네트워크에서 패킷 데이터 처리를 담당하는 UMTS의 GGSN과 DVB-H의 DVB-H MUX 사이에 Mediation Platform이란 장치를 추가하여 UMTS망과 DVB-H 망이 서로 연동될 수 있도록 하였다. Mediation Platform은 UMTS 네트워크와 DVB H 네트워크의 전반적인 연동을 제어할 뿐 아니라, 리턴채널 데이터 처리 및 DVB-H 네트워크를 통한 IP 데이터 서비스를 지원한다.
- b. UMTS의 SGSN과 DVB H의 DVB-H Mux를 I_{pm} 인터페이스로 연결하여, BSP(Broadcasting Service Provider)로부터 DVB-H Mux로 전송받은 DVB-H 네트워크 상대 정보를 I_{pa} 인터페이스를 통해 SGSN으로 보내 단말에 전송하게 한다.

앞에서 설명한 구성을 통해 (그림 1)과 같은 통합망을 구성하도록 한다.



(그림 1) UMTS-DVBH 통합망 구성과 망연동 인터페이스의 구조

(그림 1)의 통합망을 통해 DVB-H의 리턴채널이 요구될 때 기존의 UMTS 망으로 우선적으로 핸드오프 함으로써 DVB-H 네트워크의 리턴채널을 구현하게 된다. 또한 인터페이스 선택을 위해 사용되는 DVB-H 네트워크 정보의 수신은 위해서는 I_{pa} 인터페이스를 사용하게 된다. 즉 BSP에서 DVB-H Mux(Multiplexer)로 수신된 DVB-H 네트워크 정보를 I_{pa} 인터페이스를 통해 UMTS 망을 거쳐 UE가 DVB-H의 네트워크 정보를 수신하게 된다. 단말이 DVB-H와 UMTS의 네트워크 정보를 수신하기 위해 두 네트워크의

인터페이스를 모두 동작시키는 것이 아닌 UMTS 네트워크의 인터페이스만 동작시키면 되기 때문에 DVB-H 인터페이스가 데이터 방송 정보 수신시기가 아니라면 에너지를 소모하지 않게 된다. 이에 대한 자세한 내용은 3.4절에서 정의하도록 한다.

정확한 통합망은 기존의 UMTS를 사용하여 리턴채널을 구현하기 때문에 DVB-H 리턴 채널 구현만을 위해 전용망을 구성하는 것에 비해 비용적인 측면과 자원의 재활용이라는 측면에서 효율적이다.

3.3 인터페이스 선택에 필요한 필수 메트릭

기존의 연구들 [1, 7]의 사용자 단말에서 신호의 세기만을 이용하여 수직적 핸드오프를 수행하는 방식은 네트워크 운용 측면은 물론 단말의 전체적인 자원 활용 측면에서 효율적이지 못하다. 또한 네트워크 정보 수신을 위해 불필요한 시간에 사용되지 않는 인터페이스 카드에 전원을 제공해야 하므로 전체적인 시스템 성능 낭비를 초래하게 된다. 본 논문에서는 단말의 신호세기 뿐 아니라 핸드오프를 효율적으로 수행하기 위해 필요한 네트워크 관련 데이터들을 인터페이스 선택 시 수렴하여 네트워크 및 단말의 자원 낭비를 최소화할 수 있도록 개선한다.

<표 2> DVB-H 네트워크에서 I_{pa} 인터페이스를 거쳐 UMTS 네트워크를 통해 UE(User Equipment)가 얻을 수 있는 DVB-H 네트워크의 정보이며 <표 3>은 단말 자체에서 통신 트래픽을 분석해 얻을 수 있는 정보이다.

<표 2> DVB-H 망 상태정보

네트워크 상태정보 이름	정의
DVBHau (DVB-H 현재 연결 사용자 수)	해당 DVB-H 네트워크의 현재 사용자 수를 정의
DVBHq (현재 큐 레벨)	네트워크 구성요소로서 존재하는 큐의 현재 레벨을 정의
DVBHts (가용 시간 슬롯 수의 레벨)	현재 사용 가능한 시간 슬롯 수의 레벨의 정의

<표 3> 단말에서 얻을 수 있는 상태 정보

네트워크 상태정보 이름	정의
MSbw (가용 대역폭)	WWAN과 DVB-H 중 현재 접속되어 있는 네트워크의 대역폭 측정값을 정의
MSlatency (지연율)	WWAN, WLAN 또는 DVB-H 중 현재 active connection에 해당하는 지연율의 측정값을 정의
MSIt (단말의 가용 시간)	단말이 현재 인터페이스의 구동시 사용할 수 있는 남은 가용 시간을 정의

3.4 페이징 메시지 구성

UMTS와 DVB-H 네트워크는 각각 해당 네트워크 인터페이스를 통해 주기적으로 핸드오프에 필요한 네트워크 정보를 수신할 수 있다. 하지만 두 네트워크의 정보를 전달받기 위해 두 인터페이스를 모두 동작시키는 것은 에너지 효율성 측면에서 비효율적이다. 이를 개선하기 위해 DVB-H

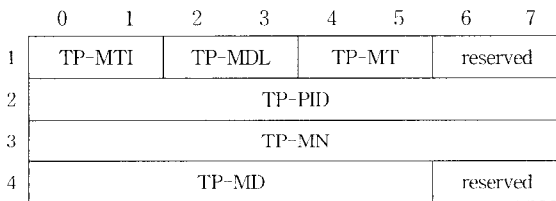
네트워크 관련 정보를 수신은 3.2에서 정의된 통합망 구조의 UMTS를 통해 이루어진다. 따라서 네트워크 정보 수신을 UMTS 네트워크로 단일화 함으로써 불필요한 에너지 낭비를 최소화 할 수 있다.

DVB-H 네트워크 정보의 페이지의 기본적인 구성은 [8]을 따르며, <표 2>에서 정의한 DVB-H 네트워크 데이터를 전송하기 위해 TP-METRIC 메시지 형식을 추가하였다. 이를 위해 TP-Message-Type-Indicator(TP-MTI)의 파라미터 형식에 TP-METRIC 메시지 타입을 추가하여, SGSN에서 DVB-H 네트워크 정보의 수신이 가능하게 하였다. <표 4>는 TP-METRIC 메시지를 구성하는 필드들의 의미를 보여준다.

<표 4> TP-METRIC 메시지 정의

속 성	정 의
TP-MTI (TP-Message-Type-Indicator)	메시지 타입을 나타내는 파라미터
TP-PID (TP-Protocol-Identifier)	상위 레이어 프로토콜을 가리키는 파라미터
TP-MT (TP-Metric-Type)	해당 메시지에 어떠한 타입의 메트릭 정보가 포함되는지를 나타내는 파라미터
TP-MN (TP-Message-Number)	해당 메시지에 고유하게 부여하는 번호
TP-MDL (TP-Metric-Data-Length)	TP-MD 필드의 길이를 가리키는 파라미터
TP-MD (TP-Metric-Data)	네트워크 메트릭 데이터

(그림 2)는 TP-METRIC 메시지의 구조를 보여준다.



(그림 2) TP-METRIC 메시지 구조

TP-MT는 TP-METRIC가 전송할 정보가 어떤 네트워크의 정보인지를 나타낸다. TP-MD는 <표 2>에서 정의한 DVBH_{au}, DVBH_q, DVBH_{ts}와 같은 TP-METRIC 메시지를 통해 보내고자 하는 네트워크의 정보가 포함되게 되며 이 정보는 뒤에서 기술할 인터페이스 선택 알고리즘의 파라미터 값으로서 사용된다.

4. 인터페이스 선택 알고리즘

이 장에서는 앞서 제안한 통합망 모델과 페이지 메커니즘에 기반을 둔 핸드오프 알고리즘을 구현한다. 인터페이스 선택 알고리즘의 입력 파라미터 값들은 3.2절에서 정의된

메트릭들을 사용한다.

인터페이스 선택 알고리즘은 크게 '리턴채널 요구 여부 확인 및 리턴채널 종류에 따른 인터페이스 선택' 단계와 '최선의 망 검색' 단계 그리고 '인터페이스 변경 결정 및 실행' 과정 순으로 수행된다. STEP1부터 STEP3의 과정은 일정간격을 가지고 주기적으로 반복된다.

STEP 1 리턴채널 요구 여부 확인 및 리턴채널 종류에 따른 인터페이스 선택

사용자가 DVB-H의 리턴채널을 요구한다면, 리턴채널 종류에 따라 인터페이스를 선택한다. 요구하지 않는다면 STEP2로 이동한다. 본 논문에서는 리턴채널의 종류를 <표 5>와 같이 정의 하였다.

<표 5> 리턴채널의 종류

리턴채널 종류	정 의
Short-term return channel	짧은 기간 동안만 리턴채널의 구현을 요구하는 경우 (예: 상품구매, 설문조사 등)
Long-term return channel	긴 시간 동안 리턴채널의 구현을 요구하는 경우 (예: Interactive Game 등)

Short term return channel이 요구될 경우에는 짧은 시간 동안만 UMTS 인터페이스가 사용되므로 핸드오프를 위한 DVB-H 인터페이스의 On/Off 과정의 수행이 오히려 비효율적이다. 그러므로 DVB-H 인터페이스를 유지하면서 UMTS 인터페이스를 On시킨다. 그에 반해 Long term return channel이 요구될 때는 긴 시간동안 UMTS 인터페이스가 사용되므로 UMTS 인터페이스가 동작하는 동안 DVB-H 인터페이스를 동작시키지 않는 것이 효율적이다. 그러므로 DVB-H 인터페이스를 Off 시킨 후 UMTS 인터페이스를 On시킨다. 리턴채널에 대한 처리가 끝나면 STEP3로 이동한다.

STEP 2 최선의 망 검색

리턴채널 요구가 없을 시에는 현 상황에서 UE는 아래의 알고리즘을 사용하여 최적의 망을 찾는다.

S는 신호세기로부터 얻은 값이며, TH_{RSS} 는 신호세기의 임계치 값으로 통신을 원활하게 하기위한 최소 요구치이다. MS'_{RSS} 는 t시간에 얻은 신호세기를 의미한다.

아래 식에서 얻은 결과 값은 음수에서 최대 1의 값을 가지며 1은 가장 좋은 신호세기 상태의 망을 의미한다. 음수 값을 갖는 경우 해당 망은 임계치 보다 나쁜 신호세기를 가짐을 의미한다.

$$S = \frac{MS'_{RSS} - TH_{RSS}}{-TH_{RSS}} \tag{식 1}$$

B는 대역폭으로부터 얻은 값이다. MS'_{BW} 는 t시간에 단말

의 사용가능한 대역폭 값을 나타낸다. 해당 망이 인터페이스 선택 참조 메트릭의 대역폭 값인 대역폭 요구치(BW_{req}) 이상일 경우 B 값은 1을 가지며, 그 외의 경우는 아래 식의 결과 값을 갖는다.

$$B = \begin{cases} 1, & \text{if } MS'_{BW} \geq BW_{req} \\ \left(\frac{MS'_{BW}}{BW_{req}}\right)^2, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (\text{식 2})$$

L 은 지연율로부터 측정된 값이며 아래와 같은 식을 사용하여 얻는다. $MS'_{Latency}$ 는 t 시간에 단말의 사용가능한 Latency 값을 나타낸다.

$$L = \log_{10} MS'_{Latency} \quad (\text{식 3})$$

위의 식들을 통해 계산된 값들은 (식 4)를 통해 핸드오프 결정에 영향을 미치는 R_{IF} 라는 값을 얻는다. W_S 는 신호세기에 대한 가중치 값, W_B 는 대역폭에 대한 가중치 값, W_L 은 Latency에 대한 가중치 값을 나타낸다.

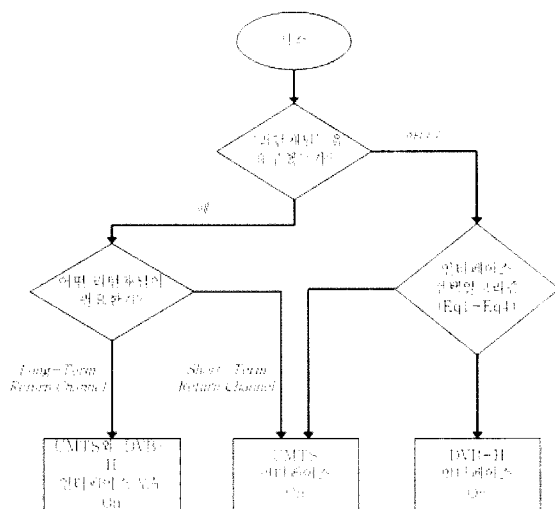
$$R_{IF} = \frac{SW_S \times BW_B}{LW_L} \quad (\text{식 4})$$

모든 가능한 망의 R_{IF} 값을 구한 후 가장 큰 R_{IF} 값을 갖는 망을 핸드오프의 목표가 되는 망으로 결정한다.

$$VHO_{IF} = MAX(R_{IF}), \text{ where } IF = \{DVBH, WWAN\} \quad (\text{식 5})$$

STEP 3 인터페이스 변경 결정 및 실행

핸드오프의 목표가 되는 망과 현재 접속된 망이 동일한지 확인한다. 같을 경우 핸드오프를 수행할 필요가 없으므로 현재 상태를 유지한다. 핸드오프를 수행할 필요가 있다면 해당 네트워크에 대한 인터페이스로 UE의 인터페이스를 변경한다.



(그림 3) 인터페이스 선택 알고리즘 흐름도

5. 성능 평가

본 논문에서 제시한 인터페이스 선택 알고리즘에 대한 성능평가를 위해 실제 상황과 가깝게 네트워크 환경을 구성하고 여러 트래픽 환경을 가정하여 성능 평가를 수행하였다. 성능 평가 항목은 에너지 효율성, 데이터 전송 처리량, 핸드오프 횟수의 세 가지 항목에 걸쳐 수행되었다.

5.1 성능 평가 환경

a. 네트워크 환경

본 논문에서 고려하고 있는 무선 접속 네트워크인 WWAN과 DVB-H의 시뮬레이션 모델링을 위한 네트워크 상태정보와 3.4절에서 구현한 페이징 채널을 통해 보내게 될 DVB-H의 상태정보는 각각 <표 6>, <표 7>과 같다.

<표 6> 네트워크 상태정보

항 목	WWAN	DVB-H
대역폭(kbps)	64 ~ 2048	사용자 수에 따라
지연율(ms)	25 ~ 300	25 ~ 300
신호세기(dBm)	-20 ~ -108	-20 ~ -120

<표 7> DVB-H 메트릭 정보

네트워크 상태정보 항목	정 보
DVBHau (DVB H 현재 연결 사용자 수)	0 ~ 200
DVBHq (현재 큐 레벨)	0 ~ 3
DVBHts (가용 시간 슬롯 수의 레벨)	0 ~ 3

b. 트래픽 환경

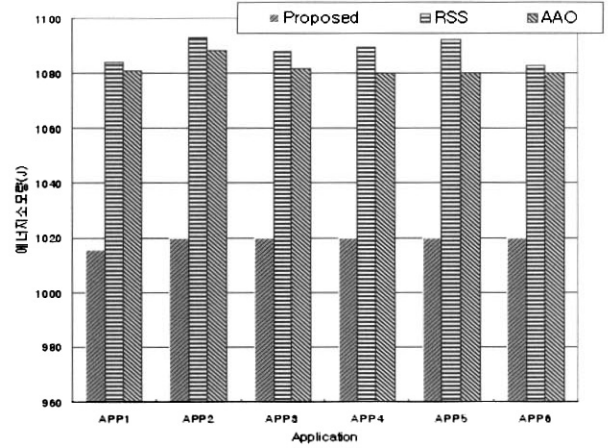
다양한 상황에 따른 성능평가 결과 값을 도출해내기 위해 대표적인 사용자 단말에서 사용 가능한 응용프로그램 6가지를 정하여 각각이 가진 트래픽 발생 환경을 바탕으로 전체 성능평가 시간(60분)에서 10분씩 순차적으로 시뮬레이션을 진행하였다. 각 응용프로그램의 트래픽 발생환경은 <표 8>과 같다.

<표 8> 어플리케이션 트래픽 발생 환경

항목	네비게이션 (APP1)	방송 (APP2)	레스토랑 정보 (APP3)	주식거래 (APP4)	주식정보 수집 (APP5)	인스턴트 메신저 (APP6)
요구 대역폭 (kbps)	144	384	192	128	96	64
평균 사용시간 (sec)	3600	1800	600	900	900	300
패킷 발생주기 (ms)	50~100	20~70	50~100	30~80	100~150	100~150

c. 비교대상

비교대상으로 RSS[7] 기반의 인터페이스 변경 방식과 AAO(Active application oriented vertical handoff)[9] 기반의 인터페이스 변경방식을 사용하였다. RSS 방식의 핸드오프 메커니즘은 단말이 전달받는 신호의 세기를 측정하여 신호의 품질이 좋은 네트워크로의 핸드오프를 수행하게 하는 방식이다. 핸드오프를 결정하는데 있어 신호 세기만을 고려하므로 네트워크 및 단말의 다양한 상황에 대한 적응력이 부족하다는 단점이 있다. AAO는 사용하는 응용 프로그램의 요구 사항을 기반으로 현재의 네트워크의 지속적 사용 여부 및 핸드오프 여부를 결정한다. AAO방식은 네트워크 인터페이스를 순수하게 응용프로그램의 요구 사항에 맞추어 선택하기 때문에 실제적으로 네트워크 파트에서 일어날 수 있는 다양한 환경 변화에 대한 대응이 부족하다는 단점이 존재한다.



(그림 4) 에너지 효율성

5.2 성능평가 결과

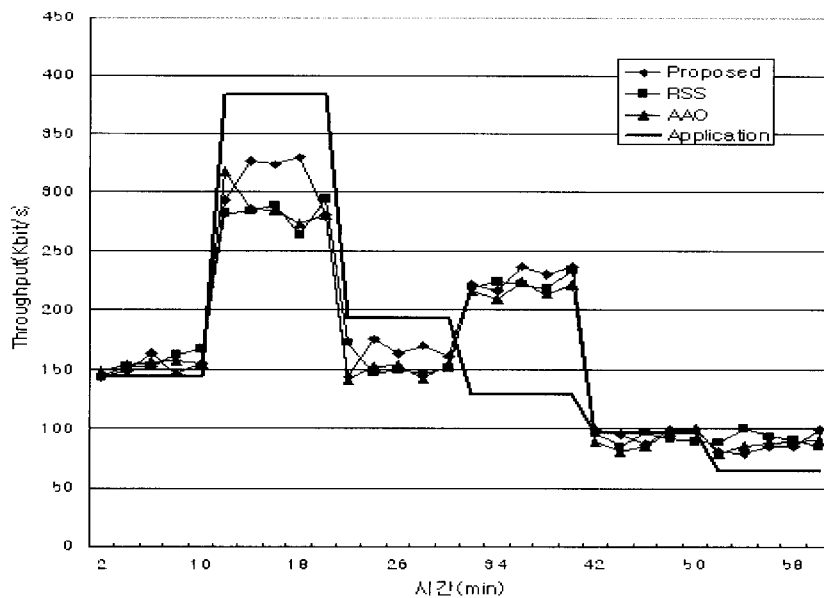
a. 에너지 효율성

각각의 핸드오프 방식들을 1번부터 6번까지의 응용프로그램을 선택하여 동작시켰을 경우 발생하는 에너지 소모량을 측정하였다. 어플리케이션마다 10분씩 측정을 하였으며 단위는 J(Joule)이다.

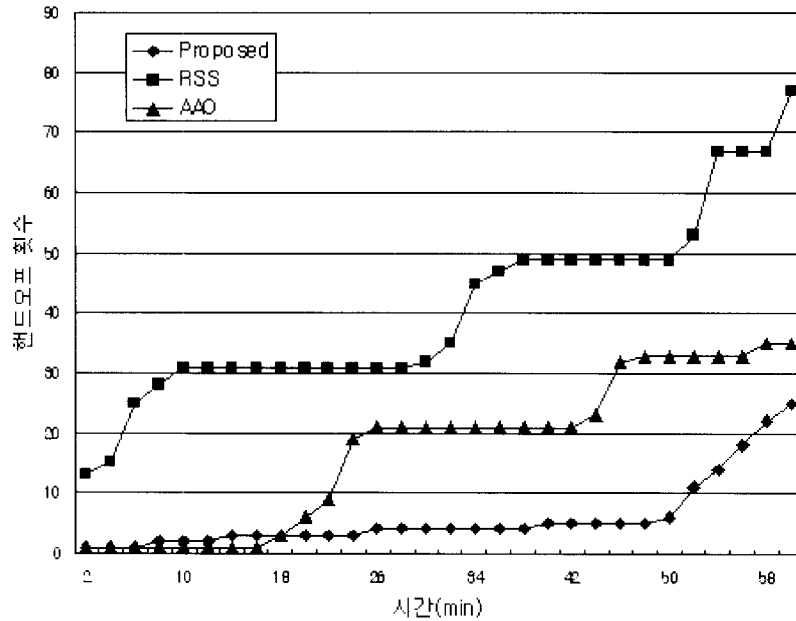
결과 그래프를 보면 제안한 방식이 다른 방식들에 비해 약 7~8%정도까지 파워소모를 줄일 수 있게 되었다. 그 이유는 제안한 기법에서는 DVB-H 망정보를 수신하기 위한 에너지 소모를 줄이기 위해 DVB-H 네트워크 데이터를 전송할 때 3.4절에서 구현한 WWAN을 이용한 페이징 방식을 사용하였기 때문이다. 즉 DVB-H 인터페이스가 데이터를 수신하지 않을 때에는 단말이 DVB-H 인터페이스를 위해 에너지를 소모하지 않게 되기 때문에 에너지 소모가 줄어들게 된다.

b. 데이터 전송 처리량 (Throughput)

60분의 성능평가 시간동안 각 방식에 대해 1번부터 6번까지의 응용프로그램 10분씩 동작시켰다. 첫 번째 APP1, APP5, APP6 구간에서는 세 방식이 거의 비슷한 결과를 보이지만 제안된 방식이 응용프로그램의 요구 전송 처리량인 값은 실선에 가까워 네트워크의 대역폭을 낭비하는 일이 없이 가장 효율적으로 사용하고 있음을 보여준다. APP4구간에서는 세 방식 모두 응용프로그램의 요구 전송 처리량보다 높은 값을 보이지만 그 이유는 <표 8>에서 보듯이 서버에서 단말로 데이터를 전송하는데 있어 데이터 트래픽 발생빈도가 높기 때문이다. APP2와 APP3 구간에서는 응용프로그램의 요구 전송 처리량보다 낮은 처리율을 보이지만 이것은 서버에서 단말로 데이터를 전송하는데 있어 계속 전송하는 것이 아닌 전송하지 않는 구간이 존재하기 때문이다. 전체적인 결과를 봤을 때 제안된 방식이 다른 방식들에 비해 응



(그림 5) Throughput



(그림 6) 핸드오프 횟수

용프로그램의 요구 전송 처리량에 가장 가까운 결과를 보임을 확인할 수 있다.

c. 핸드오프 횟수

불필요한 핸드오프는 단말의 에너지 소모를 증가시킬 뿐만 아니라 핸드오프 지연 등의 이유로 인해 전체적인 단말의 성능을 저하시킨다. (그림 6)에서 볼 수 있듯이 본 논문에서 제안한 방식이 다른 방식에 비해 1.5~2배 가량 적은 수의 핸드오프 수가 일어남을 알 수 있다. 이러한 결과는 신호의 세기만을 고려하여 네트워크를 전환하는 RSS나 응용의 요구 사항만을 고려하여 네트워크를 전환하는 AAO와 달리 본 연구에서 제안하는 인터페이스 선택 기법이 <표 2>와 <표 3>에서 볼 수 있는 다양한 네트워크 상태정보 및 단말의 상태정보를 기반으로 인터페이스 변경을 수행하기 때문이다.

6. 결 론

본 논문에서는 DVB-H의 리턴채널을 구현하기 위해서 DVB-H 네트워크와 UMTS 네트워크의 인터페이스 확장을 통한 통합망의 연동 구조를 제시하였다. 또한 UMTS와 DVB-H간의 핸드오프가 발생할 때 다양한 메트릭 데이터를 활용할 뿐만 아니라 요구된 리턴채널의 종류에 따라 에너지 효율 및 핸드오프 지연시간을 최소화 할 수 있는 인터페이스 선택 알고리즘을 구현하였다.

성능 평가 결과 기존의 신호 세기만을 고려한 인터페이스 선택 방식에 비해 에너지 소모율, 핸드오프 횟수, 데이터 전송 처리량의 측면에서 제안된 기법의 성능이 향상되었음을 보였다.

참 고 문 헌

[1] C. Guo, et al, "A Seamless and Proactive End-to-End Mobility Solution for Roaming across Heterogeneous Wireless Networks," IEEE JSAC, Vol.22, No.5, pp. 834-848, June, 2004.

[2] E. Gustafsson, and A. Jonsson, "Always Best Connected," IEEE Wireless Communications, Vol.10, No.1, pp.49-55, Feb., 2003.

[3] R. Chakravorty, P. Vidales, K. Subramanian, I. Pratt, and J. Crowcroft, "Performance Issue with Vertical Handovers-Experiences from GPRS Cellular and WLAN Hot-spots Intergration," IEEE Proceedings Percom: Pervasive Computing and Communications, 2004.

[4] M. Ylianttila, et al, "mAnalysis of handoff in a location-aware vertical multi-access network," Elsevier B.V, 2004.

[5] Mark Stemm and Rony H. Katz, "Vertical Handoffs in Wireless Overlay Networks" ACM Mobile Networking (MONET), Special Issue on Mobile Networking in the Internet, Vol.3, pp.335-350, 1998.

[6] IEEE 802.21-MIH(Media Independent Handoff), <http://www.ieee802.org/21>.

[7] H. Panzer and R. Beck, "Adaptive resource allocation in metropolitan area cellular mobile radio systems," Proc. 40th IEEE VTC, pp.638-45, May 6-9, 1990.

[8] 3GPP TS 23.040 V6.5.0(2004-09) Technical Specification Group Terminals-Technical realization of the Short Message Service(SMS) (Release 6).

[9] Wen-Tsuen Chen; Yen-Yuan Shu "Active application oriented vertical handoff in next-generation wireless networks" Wireless Communications and Networking Conference, 2005 IEEE vol.3, pp.1383-1388, March, 2005.



임재원

e-mail : jone@emerald.yonsei.ac.kr
2002년 한성대학교 컴퓨터공학과 (학사)
2004년~현재 연세대학교 컴퓨터과학과 석사과정
관심분야: Wireless Networks, Sensor Networks



서성훈

e-mail : hoon@emerald.yonsei.ac.kr
2000년 한성대학교 정보시스템공학과(학사)
2002년 연세대학교 컴퓨터과학과(석사)
2004년~현재 연세대학교 컴퓨터과학과 박사과정
관심분야: Integration of Wireless LAN and Cellular Networks, Mobile Communications



송주석

e-mail : jssong@emerald.yonsei.ac.kr
1976년 서울대학교 전기공학과(학사)
1979년 한국과학기술원 전기전자공학(석사)
1988년 Univ. of California at Berkeley, 컴퓨터과학(박사)
1988년~1989년 Assistant Professor in Naval Postgraduate School
1989년~현재 연세대학교 컴퓨터과학과 정교수
관심분야: Information Security, Cryptography, Protocol Engineering