

중첩된 이기종 무선망에서의 다중 무선 서비스 프레임워크

신 충용*, 조진성**

A Framework for Multiple Wireless Services in Heterogeneous Wireless Networks

Choongyong Shin *, Jinsung Cho **

요 약

WLAN, WiBro, cdma2000, HSDPA와 같은 여러 이기종 무선 네트워크 서비스가 늘어나고 무선 서비스를 사용하기 위한 사용자의 선택의 폭도 점점 커짐에 따라 다양한 이기종 무선인터페이스를 동시에 사용하고자 하는 Multiple Care-of Address 방안이 IETF MONAMI6 WG에서 제안되었다. 이 방안을 통해 단말은 다중 인터페이스를 사용하여 동시에 여러 네트워크로의 접속이 가능하다. 이처럼 다양한 무선 접속 기술은 All-IP 기반 핵심망에 연결되어 통합되는 형태로 발전하고 있으며 무선 접속 기술의 커버리지에 따라 이기종 무선망이 중첩되어 운영되고 있어, 이에 대한 고려가 요구되고 있다. 이에 따라 4G를 위한 차세대 네트워크와 현존하는 이기종 인터페이스를 지원하는 서비스 프레임워크가 요구되는 실정이다. 본 논문에서는 현재 서비스되고 있는 환경을 고려한 이기종 무선 서비스 프레임워크를 제안하고 여러 인터페이스 특성과 사용자 정의를 고려하여 효율적인 네트워크를 선택하는 수정된 MCoA (Multiple Care-of Address) 방안과 다중 인터페이스 핸드오버 상황에 따른 패킷 손실을 최소화 하는 방안을 제안한다.

Abstract

As a variety of wireless network services, such as WLAN, WiBro, cdma2000, and HSDPA, are provided and the range of users' choices for the wireless services are broadened, MCoA (Multiple Care-of Address) concepts that enable users to use wireless interfaces simultaneously have been presented in IETF MONAMI6 WG. Through this scheme, users can access several networks simultaneously by using multiple wireless interfaces. Such various wireless connection technologies continue to advance as they are connected and integrated to All-IP-based core network, and at the same time, heterogeneous networks are being managed overlaid according to the coverage of the wireless connection technologies. Under such circumstances, needs for an integrated architecture have arisen, and thus wireless service framework is required that effectively manages heterogeneous networks which coexist with next generation's networks for 4G. In this paper, a wireless service framework is suggested in the consideration of current wireless service environment, and the framework covers the schemes to minimize the packet loss caused by handover, and also modified Multiple Care-of Address that helps to select most effective network by considering characteristics of various interfaces as well as users' preferences.

▶ Keyword : Mobile IP, MCoA (Multiple Care-of Address), 이기종 네트워크 (Heterogeneous network)

• 제1저자 : 신충용 교신저자 : 조진성

• 접수일 : 2008. 5. 21, 심사일 : 2008. 8. 17, 심사완료일 : 2008. 9. 25.

* 경희대학교 컴퓨터공학과 ** 경희대학교 컴퓨터공학과

※ 이 논문은 2007년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구조성사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음(KRF-2007-521-D00316).

I. 서론

초고속 유선 인터넷 망과 무선 이동통신의 발달과 함께 언제 어디서나 제약 없이 데이터 서비스를 받고자 하는 사용자의 요구도 함께 증가하고 있는 가운데 이를 지원하기 위한 기술로 그림 1과 같은 All-IP를 이용한 이기종 망간의 통합 [1][2][3]을 들 수 있다. 이와 같은 All-IP 기반 차세대 이동통신 시스템은 고속의 데이터 전송 속도 지원으로 고품질 멀티미디어 서비스와 다른 유무선 접속 시스템과의 융합을 통한 기존 유선 네트워크, 방송 네트워크, 근거리 무선 네트워크 기반 서비스, 그리고 다양한 네트워크의 정합을 통해 가능한 새로운 개념의 서비스를 제공할 것으로 기대된다. 따라서 차세대 이동통신 서비스는 다양한 이기종 유무선 네트워크가 통합된 형태로 제공될 것이다[4-8]. 즉, 기존 3G의 진화 기술인 cdma2000 1xEV-DO, HSDPA, HSUPA를 포함하여, 최대 54Mbps의 전송 속도를 가지는 IEEE 802.11a/g/n의 차세대 WLAN, IEEE 802.16의 WiMAX 또는 IEEE 802.16e를 기반으로 국내에서 개발된 WiBro 무선 접속 기술의 표준화 및 개발이 활발히 진행되고 있다. 여기에 최근 IMT-Advanced 고속이동 무선전송 기술 (NeMA: New Mobile Access) 및 저속이동 무선전송 기술 (NoLA: Nomadic/Local Area Wireless Access) 연구가 시작되었고, 고속이동 시에 100Mbps 이상, 저속이동 시에 1Gbps 이상의 전송 속도를 목표로 한다. 즉, 차세대 이동통신 서비스는 매우 다양한 이기종 무선 접속 기술이 혼재하여, 기존의 유무선 네트워크와 융합된 상태로 네트워크가 구축될 전망이다[1][2][3].

이와 같이 새로운 기술을 적용한 네트워크가 계속 증가하고 3G, WiBro, WLAN 등 접속망의 커버리지 특성에 따라 그림 1과 같이 중첩되어 네트워크가 구축될 수 있다. 따라서 이동 단말 또는 이동 네트워크는 그림 1과 같이 동시에 여러 접속망에 접속하여 서비스를 받을 수 있게 된다. 그러나 중첩된 환경에서 사용 가능한 인터페이스는 가지고 있더라도 각 망간의 서비스들이 독립적으로 제공된다면 사용 가능한 하나의 네트워크로 서비스가 집중되어 전체 네트워크의 수용능력 대비 비효율적인 네트워크 사용이 예상되며 중첩된 이기종 네트워크 간 자원낭비는 피할 수가 없다. 이를 해결하기 위해 본 논문에서는 이러한 중첩된 이기종 망에서의 효율적인 데이터 전송을 위한 방안을 고려하고 중첩된 다중 이기종 무선 환경에서 네트워크 선택 시 여러 네트워크 간 특성과 성능을 고려하는 확장된 MCoA 방안, 중첩된 무선 환경을 고려하여

MCoA를 이용한 효율적인 버티컬 핸드오버 방안과 사용자 선호도(preference)를 고려한 다중 네트워크 선택 방안을 포함하는 무선 서비스 프레임워크를 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 다중 인터페이스를 사용하기 위한 관련연구 및 문제점을 정의하고 3장에서 제시된 문제점을 해결하기 위해 중첩된 이기종 무선 환경을 고려한 무선서비스 프레임워크를 제안한다. 4장에서 성능평가를 보이며 5장에서 결론을 맺는다.

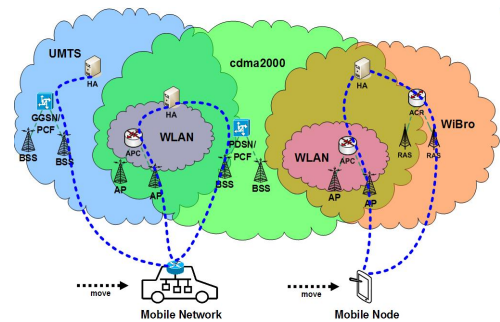


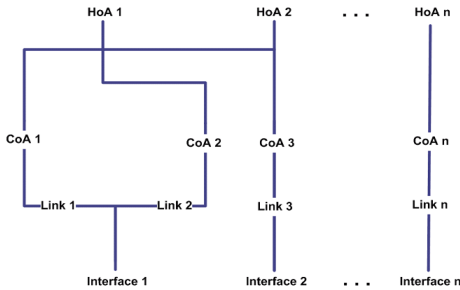
그림 1. 중첩된 이기종 무선망
Fig 1. Overlaid heterogeneous wireless network

II. 관련 연구

2.1 IETF MONAMI6 WG의 MCoA

Mobile IPv6(MIPv6)를 기반으로 하나의 단말이 여러 인터페이스를 동시에 사용하여 데이터를 전송하게 하는 Multiple Care-of Address (MCoA) 방안은 현재 IETF MONAMI6 WORKING GROUP의 draft(9)[10][11]문서로 제안되어 있다. IETF에서 제안하고 있는 그림 2의 MCoA 시나리오에서와 같이 하나의 단말이 다중 인터페이스를 동시에 사용하기 위해 MIPv6환경에서 이동단말이 HA (Home Agent)와 CN (Correspondent Node)에 바인딩 업데이트 시 바인딩 업데이트 sub-option이라는 새로운 옵션을 추가하였다. 바인딩 업데이트 sub-option 필드(field)에 BID (Binding Unique Identification)라는 값을 추가하고 바인딩 캐쉬 엔트리(cache entry)에 CoA (Care-of Address) 저장 시 CoA를 구분하기 위하여 서로 다른 BID 값을 할당한다. 이렇게 각각의 인터페이스에 할당된 BID 값을 사용하여 CoA를 구분하고 데이터를 전송하여 이동 단말은 하나 이상의 인터페이스를 가지고 동시에 또는 각각의 인터페이스로 데이터 전송을 할 수 있다.

서로 다른 인터페이스에 할당된 CoA를 구분하는 BID 값은 이동 단말에서 생성하고 관리하게 되며 바인딩 업데이트 시에 그림 3의 sub-option에 추가되어 HA와 CN에 등록되게 된다. 그러나 현재 제안된 방안은 하나의 단말이 다중 인터페이스를 가지고 서로 다른 망을 선택적으로 사용하게 하는 방안이지만 기존의 방안을 이기종 통합망에 적용할 때 각각의 인터페이스를 구분 짓는 BID 이외에 네트워크 특성에 따른 정보는 제공되지 않아 여러 무선 네트워크가 중첩되어 존재하는 환경에서 무선 서비스, 데이터, 네트워크 특성에 따른 인터페이스 선택 시 좀 더 세부적인 요구사항이 필요하다. 즉 현재 유, 무선 네트워크 환경과 FTP, Streaming video, VoIP 등과 같은 데이터 서비스 특성은 고려하지 않고 있다.



Home Address1 ::= { Care-of Address 1, 2, 3 }
 [Interface 1 and Interface 2]
 Home Address2 ::= { Care-of Address 3 }
 [Interface 2]

그림 2. 멀티호밍 구성 시나리오
 Fig 2. Multi-homing scenario

Binding Unique ID (BID)	Type = TBD	Length		
	Priority/Status	C	R	Reserved
Care-of Address (CoA)				

그림 3. MCoA 바인딩 업데이트 sub-option
 Fig 3. MCoA binding update sub-option

2.2 다중 인터페이스 서비스

본 절에서는 현재까지 제안된 다중 인터페이스를 사용하기 위한 연구에 대해 소개한다. 먼저 인터페이스 선택과 관련된 연구들을 살펴보면 Sallent 연구진은 GERAN, UTRAN 네트워크가 존재하는 환경에서 다중 인터페이스를 가지는 단말이 네트워크를 선택할 경우 각 네트워크의 현재 사용량을 확인하여 네트워크를 선택하는 방안을 제안하였다. 현재 GERAN, UTRAN 네트워크의 사용량을 측정하기 위해

GERAN 네트워크에서는 타임슬롯(time slot)의 평균과 UTRAN 네트워크에서는 셀 로드 팩터(cell load factor) 평균을 측정하여 사용량이 적은 네트워크를 선택하는 방안이다 [12]. 이 방안은 하나의 제한된 요소로 네트워크를 선택하므로 중첩된 이기종 네트워크 환경에서 인터페이스 선택 시에 고려해야 할 여러 사항들을 만족시키기 어렵다. Romero 연구진은 CDMA와 TDMA 네트워크가 중첩되어 혼재한 환경에서 네트워크의 특성을 고려한 네트워크 선택 방안을 제안하였다[13]. 제안한 방안은 단말이 CDMA 네트워크의 셀 가장자리(edge)부분에 존재 할 경우 CDMA 네트워크 특성상 네트워크 간 간섭이 많이 발생하므로 상대적으로 간섭이 적은 TDMA 네트워크를 선택하고 셀 중앙에서는 CDMA 네트워크를 사용하여 네트워크 간 간섭을 최소화하는 방안이다. 그러나 이 방안은 네트워크 선택 기준으로 단말의 위치만을 고려하여 대역폭이나 비용과 같은 요소는 고려되지 않고 있다.

부하 균배(load balancing) 문제와 관련하여 Cho 연구진은 이동네트워크 환경에서 다중 이동라우터 간 부하 균배 방안을 제안하고 있다[14]. 본 방안은 데이터 전송 시 목적지까지의 지연시간(delay)을 고려하고 트래픽을 나누어 전송하는 방안으로 이동라우터에 부하가 생길 경우 이동네트워크 내의 다른 이동라우터를 사용하게 한다. 하나의 이동라우터에 부하가 발생할 때 각각의 이동라우터에 할당된 HA간의 통신을 통하여 현재 사용하고 있지 않은 이동라우터의 상태를 확인하고 HA-HA간 지연시간(delay)과 현재 사용하지 않는 HA-이동라우터 간의 지연시간을 고려하여 현재 사용하는 HA에서 다른 HA로 데이터를 전송함으로써 두 개의 이동라우터를 동시에 사용하게 하는 방안이다. 그러나 이 방안은 단일 단말이 아닌 이동라우터를 사용하는 이동네트워크로 적용이 제한되며 단일 HA를 사용하는 상황에서는 고려할 수가 없다.

Huang 연구진은 이동노드가 여러 개의 AP에 접속되어 있고 동시에 여러 개의 인터페이스가 사용 가능할 때 트래픽 플로우의 요구대역폭과 각 인터페이스의 가용대역폭을 비교하여 플로우 바인딩 하거나 플로우를 분할하여 매핑하는 방안을 제안하였다[15]. 이 방안에서는 각각의 플로우에 할당된 CoA들을 구분하기 위해 바인딩 업데이트 메시지에 추가된 옵션 필드(option field)의 특정 ID를 사용하였다. [15]에서 제안한 패킷 스케줄러(packet scheduler)는 각 인터페이스의 요구대역폭을 비교하여 인터페이스를 선택하고 각각의 인터페이스에 패킷을 어떻게 전송 할 것인지 결정하게 된다. 여기서는 weighted fair queuing과 jump-ahead scheduling이라는 알고리즘을 통해 속도가 빠른 인터페이스에는 많은 양의 패킷을 미리 보내고 속도가 느린 인터페이스로는 속도가 빠른 인터

페이스로 보낸 패킷의 다음 패킷을 보내 단말상에서 패킷들이 최대한 순서대로 도착하여 단말상에서 패킷의 재순서화(re-ordering)를 줄이는 방안이다. 그러나 본 방안은 요구대역폭에 따른 각각 인터페이스의 대역폭만을 고려하고 있어 다양한 인터페이스의 특성과 각각의 데이터 플로우 타입과 같은 세부사항의 고려가 요구된다.

다중 인터페이스의 핸드오버와 관련된 연구로 Taha 연구진은 기존 네트워크의 가용자원이 부족하여 새로운 사용자를 더 받을 수 없을 경우 기존에 서비스 받는 사용자를 중첩된 다른 네트워크로 이동시켜 새로운 사용자를 위한 자원을 확보하는 방안을 제안하였다[16]. 그러나 이 연구는 중첩된 환경에서 기존의 사용자들을 핸드오버 시킬 때 사용자 선택기준과 이동하게 될 네트워크의 비용과 같은 좀 더 자세한 정보가 요구된다. Abdul 연구진은 중첩된 WWAN, WLAN 환경에서 이동 단말의 네트워크 선택방안을 제안하였다. 이 방안은 단말이 WWAN 지역에서 WLAN 지역으로 들어올 경우 사용자의 서비스 타입과 단말의 이동속도를 고려하여 WLAN으로의 핸드오버를 결정하게 된다[17]. 그러나 단말이 새로운 네트워크로 진입 시 새로운 네트워크로의 핸드오버 유무를 결정하는 방안이나 고려하는 사항이 서비스타입과 단말의 이동속도 등으로 제한되어 있어 다중으로 중첩된 환경 및 네트워크의 비용 등은 고려되지 않고 있다.

본 절에서 언급한 다중 인터페이스 서비스와 관련된 기존의 연구들은 네트워크 선택 시 각각의 독립된 특정 상황을 고려한 인터페이스 선택 방안을 제안하고 있어 이기종 네트워크 환경에서 네트워크 선택 시 좀 더 다양한 고려사항이 요구되며 기존의 방안들은 대부분 IETF MONAMI6 WG의 MCoA 방안이 아닌 여러 개의 CoA를 사용한다는 가정 하에 연구되어 있다. 따라서 WLAN, WiBro, cdma2000, HSDPA 등과 같이 서로 다른 네트워크 특성과 서비스가 혼재하는 환경에서 각각의 단일 특성만을 고려하여 데이터를 전송하는 방안은 적용하기 어려우며 이기종 인터페이스의 특성을 함께 고려하는 MCoA 기반 통합 서비스 프레임워크의 연구가 요구된다.

III. MCoA 기반 다중 무선 서비스 프레임워크

본 절에서는 MCoA 이기종 인터페이스 특성을 고려한 통합 서비스 프레임워크를 제안한다. 여러 인터페이스를 동시에 사용하기 위한 MCoA 방안은 서로 다른 네트워크들의 중첩된

상황을 고려하고 있지 않으며 또한 무선 네트워크들의 특성을 고려하고 있지 않다. 또한 현재 서비스 되고 있는 무선 네트워크는 MIPv4를 사용하고 있으므로 이를 위해 MIPv6 기반 MCoA 방안을 현재 서비스되고 있는 MIPv4에 적용하고 중첩된 이기종 무선 환경에서 효율적인 다중 인터페이스 서비스를 지원하는 프레임워크를 제안한다. 즉 MCoA를 사용한 메시지 등록 및 초기 동작 절차, 이기종 네트워크 환경을 고려한 메시지 포맷, 다중 인터페이스를 이용한 효율적인 핸드오버 방안에 대해 기술한다.

3.1 다중 인터페이스 통합 서비스

IETF MONAMI6 WORKING GROUP에서 제안한 MIPv6 MCoA 방안은 하나의 단말이 여러 개의 CoA를 가지고 다중 인터페이스들을 독립적으로 또는 동시에 사용하는 방안으로 각각의 CoA를 구분하기 위한 BID 값은 존재하지만 네트워크 종류, 인터페이스, 데이터 타입, QoS, 비용과 같은 이기종 네트워크 환경과 특성을 고려한 인터페이스 선택방안은 제안되어 있지 않다. 즉 기존의 MCoA 방안으로는 서로 다른 인터페이스의 특징을 고려 할 수 없고 현재 서비스되고 있는 MIPv4를 고려하지 않으므로 그림 4와 같은 MIPv4기반 Registration Request BID extension 메시지 포맷을 정의한다.

그림 5는 이러한 BID extension을 포함한 Registration Request 메시지를 등록하는 절차를 보여준다. 이 과정을 통해 이기종 네트워크 환경의 특성을 고려하는 MCoA Registration Request 메시지를 전달할 수 있으며 여러 개의 이기종 인터페이스를 사용하여 HA에 등록 메시지를 보낼 수 있다. HA의 바인딩 캐쉬에서는 각각의 CoA에 할당된 서로 다른 특정 BID 값을 사용하여 인터페이스들을 구분하게 된다.

Type		S	B	D	M	G	V	Rsv	Lifetime
home address									
home agent									
care-of address									
Identification									
Type	Length		Binding unique ID (BID)						
Index			Priority						
NUMBER OF TYPE	TYPE OF INTER FACE	TYPE OF NETWORK SECURITY	TYPE QOS	TYPE COST	TYPE DATA RATE	TYPE SUBNET INFOR	TYPE NUMBER OF OPER	TYPE OF DATA	RESERVED
Type		Length		Security parameter					
Index									
Authenticator									

그림 4. BID extension을 포함한 MIPv4 Registration Request 메시지
Fig 4. BID extension MIPv4 Registration Request message

표 1. BID extension 필드 정의
Table 1. BID extension field definition

BID sub-option 필드	설명
NUMBER OF TYPE	단말이 가지는 인터페이스 수
TYPE OF INTERFACE	단말이 가지는 인터페이스 종류
TYPE OF NETWORK SECURITY	0. IPsec 사용 안 함
	1. IPsec 사용
TYPE QOS	인터페이스의 QoS 요구사항
TYPE COST	인터페이스 비용
TYPE DATA RATE	인터페이스 data rate
TYPE SUBNET INFOR	인터페이스에 포함된 서브네트워크 수
TYPE NUMBER OF OPER	서비스 제공자 식별
TYPE OF DATA	0. default (고려 안 함)
	1. streaming
	2. transferring
	3. VoIP

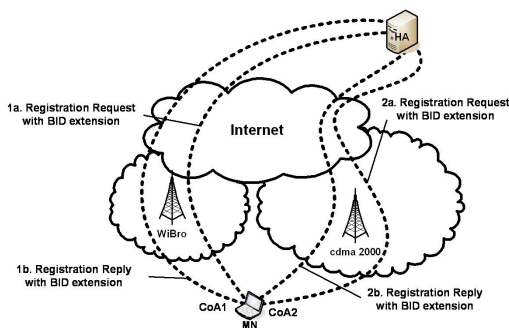


그림 5. 이기종망을 통한 MCoA 동작 사나리오
Fig 5. MCoA scenario in heterogenous networks

다중 인터페이스를 사용하는 단말은 MCoA를 사용하여 하나의 HA에 여러 인터페이스에 대한 동시 사용이 가능하며 이를 통해 다양한 서비스를 보다 높은 대역폭으로 신뢰성 있게 받을 수 있다. 그림 6은 WLAN, WiBro 인터페이스가 하나의 HA에 등록하는 절차를 보여준다.

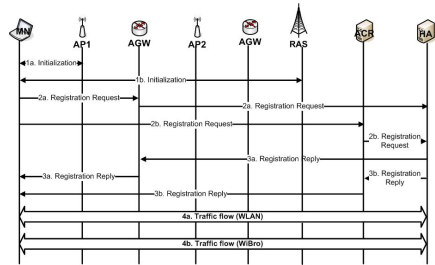


그림 6. 다중 인터페이스 등록 절차
Fig 6. Multiple interface registration call-flow

3.2 다중 인터페이스 선택

다중 인터페이스를 사용하는 경우 제한한 BID extension을 사용해 서로 다른 인터페이스에 따라 가지는 특성을 고려하여 선택적으로 인터페이스를 사용할 수 있다. 그러나 여러 네트워크가 중첩된 무선 환경에서 서비스 특성을 고려하여 인터페이스가 선택되더라도 사용자관점에서 볼 때 원하지 않는 네트워크를 통해 서비스를 받게 될 수 있으므로 선택 시 사용자 우선순위를 함께 고려하여 네트워크를 선택하는 방안이 필요하다. 본 절에서는 사용자가 요청한 서비스를 받기에 필요한 요구대역폭을 만족시키면서 사용자가 정의한 선호도(preference)를 함께 고려하여 네트워크를 선택하는 방안을 제안한다.

```

Algorithm MultipleInterfaceSelection
begin
input: R, Pi, Bk, A, M
output: Pk, rk, A
A = {i | 1 ≤ i ≤ M}
ri = 0
while A ≠ 0 and R > 0 do
    Pk ← max{Pi | i ∈ A}
    rk ← min(Bk, R)
    R ← R - rk
    A ← A - {k}
end while
end
    
```

그림 7. 선호도를 고려한 다중 인터페이스 선택 알고리즘
Fig 7. Multiple interface selection algorithm considering user preference

그림 7은 사용자가 정의한 특정 값을 반영하여 네트워크 인터페이스들을 선택하는 알고리즘이다. 본 알고리즘은 단말이 이동함에 따라 가용대역폭이 변화하는 경우와 사용자가 요청한 서비스가 종료되거나 바뀔 경우 이에 따라 변화하는 요구대역폭을 고려하여 네트워크를 선택할 때 사용자의 인터페이스에 따른 선호도를 고려하여 네트워크를 선택한다. 여기서

선호도는 사용자가 현재 사용가능한 여러 인터페이스들 간의 상대적인 만족도를 반영한 값으로 사용가능한 인터페이스들 간의 선호도는 각각의 인터페이스 간에 비교되는 비용 또는 대역폭으로 표현될 수 있다. 알고리즘에서 R은 요구대역폭을 나타내며 Bk는 인터페이스의 가용대역폭, Pi는 인터페이스의 선호도, A는 사용가능한 인터페이스 중 선택되지 않은 인터페이스 집합, M은 사용가능한 인터페이스의 수, k는 선택된 인터페이스의 사용대역폭을 의미한다. 사용자의 서비스 요청에 따른 요구대역폭이 정해지면 단말은 각각 사용가능한 인터페이스의 선호도 값 중 가장 높은 값을 먼저 선택하여 요구대역폭이 만족되지 않을 때 순차적으로 낮은 선호도 값을 선택하여 사용자가 선호하는 우선순위에 따라 인터페이스 선택이 가능하다.

제한하는 선호도 값은 QoS, 대역폭, 비용, 서비스 형태 등으로 적용이 가능하여 다양한 환경과 상황에 맞는 네트워크 선택을 가능하게 한다. 이 알고리즘을 사용하여 중첩된 이기종 네트워크 환경에서 개개인의 사용자에게 적합한 동적인 서비스를 제공할 수 있으며 새로운 네트워크를 지원하는 인터페이스가 추가될 경우 현재 상황과 특성에 따른 선호도 값을 적용할 수 있으므로 더욱 다양한 환경에서 사용자의 요구를 만족하는 효과적인 서비스 제공이 가능하다.

3.3 다중 인터페이스 핸드오버

본 절에서는 다중 인터페이스를 가지는 단말의 효율적인 핸드오버를 위한 방법에 대해 기술한다. 첫번째로 다중인터페이스를 가지는 단말이 중첩되지 않은 네트워크 간에 핸드오버 하는 상황을 다루고, 두번째로 중첩된 네트워크상에서 핸드오버를 미리 감지하고 핸드오버를 수행하는 다중 사전 핸드오버 방안(multiple pre-handover)과 마지막으로 중첩된 네트워크 상에서 빠르게 이동하여 미리 핸드오버를 감지하지 못하고 핸드오버하는 다중 사후 핸드오버 방안(multiple post-handover)을 기술한다.

3.3.1 버티컬 핸드오버

다중 인터페이스를 가지는 단말이 하나의 무선 네트워크와 접속하여 서비스를 받는 상황에서 이동으로 인해 기존에 서비스 받고 있던 네트워크 영역을 벗어나 새로운 네트워크에 접속하게 될 경우 기존의 버티컬 핸드오버를 이용하여 새로운 네트워크에 접속할 수 있다[18].

3.3.2 다중 사전 핸드오버

중첩된 이기종 네트워크 환경에서 단말은 다중 인터페이스 사용을 통해 하나 이상의 인터페이스를 동시에 사용할 경우

특정 인터페이스로의 핸드오버 시 CN/HA로부터 오던 기존의 패킷을 네트워크의 접속이 끊어지기 전에 다른 인터페이스로 보내어 Make-Before-Break와 같이 패킷의 손실 없이 핸드오버가 가능하다. 그림 8은 그림 6의 동작 이후에 WLAN과 WiBro 인터페이스를 가지는 단말이 접속해 있던 WLAN에서 WiBro로 다중 사전 핸드오버를 수행하는 절차를 보여준다.

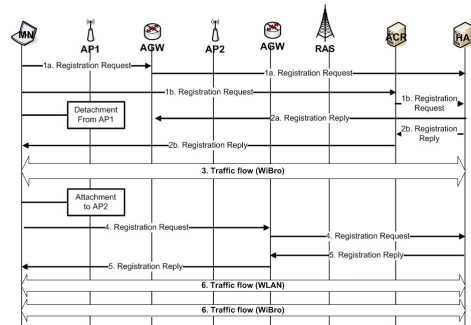


그림 8. 다중 사전 핸드오버 방안
Fig 8. Multiple interface pre-handover scheme

그림 8에서 이동 단말은 WLAN의 신호세기가 약해짐에 따라 기존에 받고 있는 데이터를 현재 사용하고 있는 WiBro를 통해 보낼 것을 HA에 알리기 위해 Registration Request 메시지를 WiBro와 WLAN을 통해 보낸다. 이동 단말로부터 WLAN을 통한 Registration Request 메시지를 받은 HA는 바인딩 캐쉬에 저장된 WLAN lifetime을 0으로 설정하여 더 이상 WLAN을 통하여 패킷을 전송하지 않는다. 이때 단말이 WLAN 지역을 벗어나서 AP1과의 접속이 이미 끊어지더라도 단말은 Registration Request 메시지를 양쪽 인터페이스로 동시에 보냈으므로 Registration Reply 메시지를 WiBro를 통해 받을 수 있게 된다. 이 과정을 통해 WiBro를 사용해 Registration Request 메시지를 받은 HA는 WLAN 인터페이스로 보내던 패킷을 WiBro 인터페이스로 보내게 된다. WiBro 인터페이스로 Registration Reply 메시지를 받은 이동 단말은 WLAN으로 받던 데이터를 WiBro를 사용하여 계속 받을 수 있게 되고 HA에서는 WLAN으로 패킷을 전달하지 않아 패킷 손실 현상을 미리 방지할 수 있게 된다.

3.3.3 다중 사후 핸드오버

다중 인터페이스 사용으로 하나 이상의 인터페이스를 동시에 사용하는 사전 핸드오버의 경우 패킷 손실을 최소화 할 수 있으나 단말이 고속으로 이동하여 미리 HA에 Registration

Request 메시지를 보내지 못할 경우 Break-Before-Make와 같이 사후 핸드오버 절차를 사용하여야 한다. 그림 9는 그림 6의 동작 이후에 WLAN과 WiBro 인터페이스를 가지는 단말이 고속 이동하여 접속해 있던 WLAN에서 WiBro로 다중 사후 핸드오버 하는 절차를 보여준다.

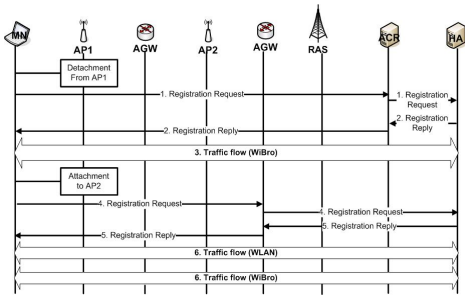


그림 9. 다중 사후 핸드오버 방안
Fig 9. Multiple interface post-handover scheme

그림 9에서 단말이 고속으로 이동하여 WLAN 지역을 벗어나 AP1과의 접속이 끊어질 경우 단말은 현재 WLAN으로 보내던 패킷을 현재 사용 가능한 WiBro 인터페이스를 통해 보낼 것을 알리는 Registration Request 메시지를 HA에 보낸다. 이동 단말로 부터 WiBro를 통해 Registration Request 메시지를 받은 HA는 바인딩 캐쉬에 저장된 WLAN lifetime을 0으로 설정하고 더 이상 WLAN을 통하여 패킷을 전송하지 않는다는 것을 Registration Reply 메시지를 WiBro를 통하여 단말에 알린다. Registration Reply 메시지를 받은 이동 단말은 기존에 접속해 있던 WLAN으로 더 이상 패킷이 전송 되지 않음을 알게 되고 WLAN을 사용하여 수신하던 데이터를 WiBro를 통하여 계속 받게 된다. 이 방안을 사용하여 예고 없이 네트워크와 접속이 끊어질 경우에도 현재 접속된 다른 인터페이스를 사용하여 HA에 알려 접속이 끊어진 네트워크로 보내져 버려지는 패킷을 최소화 할 수 있다.

제안한 다중 사전 핸드오버, 다중 사후 핸드오버 방안을 이용하여 다중 인터페이스를 가지는 단말이 중첩된 무선 네트워크지역에서 버티컬 핸드오버를 수행할 경우 HA에 단말의 접속 상황을 미리 알려 패킷 손실을 최소화 할 수 있다. 또한 고속 핸드오버(19) (fast-handover)와 같은 방안도 함께 적용하여 더욱 효율적인 핸드오버도 가능하다.

본 절에서는 이기종 인터페이스 통합 서비스 네트워크 구조, 네트워크 선택방안, 다중 인터페이스 핸드오버 방안을 사용하여 중첩된 이기종 무선환경을 고려하기 위한 기본적인 모든 사항이 추가된 프레임워크를 제안하였다. 이를 통해 중첩

된 이기종 무선네트워크 환경에서 무선 네트워크 특성, 서비스 종류, 사용자 선호도 등 다양한 환경을 고려한 효율적인 서비스 제공이 가능하다.

IV. 성능 분석

4.1 다중 인터페이스 선택

사용자 인터페이스 선호도를 고려한 선택방안은 각 인터페이스의 대역폭을 고려한 방법과 사용자가 각각의 인터페이스에 선호도를 적용한 선호도의 값에 따라 인터페이스를 선택하는 방안을 사용하여 시뮬레이션을 수행하였다.

다중 인터페이스를 가지는 단말이 요구대역폭이 변함에 따라 요구대역폭을 만족시키는 조건하에서 인터페이스 선택 시 가용대역폭이 큰 네트워크부터 순차적으로 선택하는 방법과 사용자가 정의한 선호도를 고려하여 네트워크를 선택하는 방법으로 비교 하였다. 선호도에 따른 만족도는 개개인의 취향에 따라 달라 질 수 있으므로 이와 관련된 성능평가는 요구한 서비스의 대역폭을 유지하는 조건하에서 임의로 정한 네트워크의 선호도를 고려한 선택과 대역폭에 따른 네트워크 선택으로 비교 수행할 수밖에 없었다. 그림 10은 인터페이스 3개와 4개를 가지는 환경에서 시뮬레이션을 수행한 결과를 보여준다. 그림 10에서 네트워크 선택 시 고려되는 사용자 선호도를 누적한 값을 만족도(satisfaction)로 나타내었다. 그러므로 높은 만족도 값을 나타낼수록 사용자 선호도를 고려한 네트워크 선택이 이루어졌다는 것을 알 수 있다. 시뮬레이션을 수행한 결과 그림 10에서와 같이 사용자의 선호도의 값에 따라 정의된 인터페이스가 우선순위로 선택되는 방안이 요청한 서비스에 대해 동일한 요구대역폭을 만족시키면서 더 높은 사용자 선호도를 고려하는 것을 볼 수 있다.

그림 10의 시뮬레이션 결과에서처럼 사용자가 선택해야 하는 인터페이스 수가 더욱 많을수록 사용자 선호도를 고려한 방안이 더욱 높은 만족도를 가지는 것을 볼 수 있다. 이는 네트워크 선택 시 더욱 많은 경우의 수를 고려 할 경우 더욱 세 부적인 선택이 가능하기 때문이다. 이로 인해 새로운 망에 진입 후 새로운 인터페이스의 추가 사용이 가능할 경우 사용자 선호도를 고려한 더욱 세분화된 네트워크 선택이 가능해진다. 또한 선호도는 QoS, 대역폭, 비용, 서비스 형태 등 사용자의 요구에 맞게 적용이 가능하여 다양한 이기종 네트워크 환경에서의 다양한 서비스에 대한 사용자의 요구를 효과적으로 만족 시킬 수 있다.

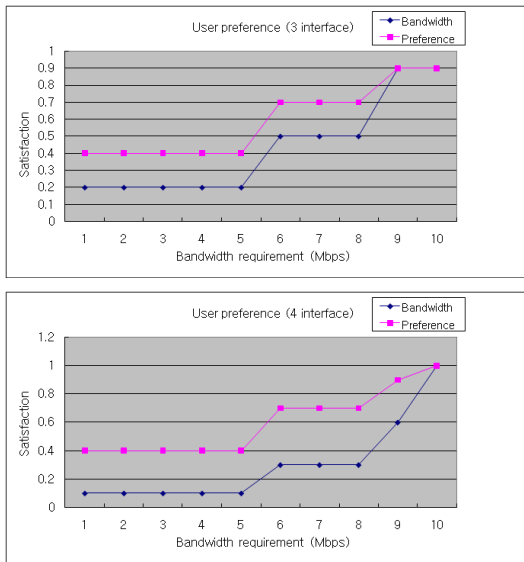


그림 10. 요청 대역폭에 따른 만족도의 변화 결과
 Fig 10. Result for satisfaction score of required bandwidth

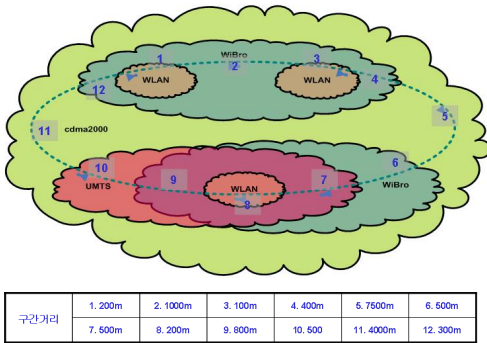


그림 11. 시뮬레이션 시나리오
 Fig 11. Simulation scenario

4.2 다중 인터페이스 핸드오버

본 절에서는 다중 인터페이스를 동시에 사용하여 핸드오버 하는 방안에 대한 성능 분석을 수행하였다. 실험환경은 다중 인터페이스를 가지는 단말이 계속 이동하며 사용 가능한 네트워크 진입 시 핸드오버하는 가정 하에 이루어지며 시간에 따른 패킷 손실률과 핸드오버 시 패킷 손실에 대해 분석한다. 비교 대상은 다중 인터페이스를 가진 단말이 하나의 인터페이스를 사용하여 핸드오버를 수행하는 방안으로 현재 MCoA 기반 다중 인터페이스 핸드오버와 관련된 방안이 제안되어 있지 않으므로 단일 인터페이스를 사용한 방안과 비교할 수밖에 없

었다. 즉 다중 인터페이스를 동시에 사용하여 핸드오버 하는 방안과 다중 인터페이스를 가지는 단말이 하나의 인터페이스만을 선택적으로 사용하여 핸드오버하는 방안을 비교 하였다. 그림 11은 핸드오버 성능 분석을 위한 환경으로 단말은 중첩되어 존재하는 WLAN, WiBro, cdma2000, UMTS 망을 지나며 핸드오버하게 된다.

이동 단말은 그림 11과 같이 WLAN, WiBro, cdma2000, UMTS 망이 중첩되어 있는 네트워크를 이동하며 패킷을 받게 되고 각각의 이기종망이 중첩되어 있는 경계선에서 핸드오버가 발생하게 된다. 시나리오에 따라 1번 구간부터 12구간까지 이동하며 정해진 시간이 지나기 까지 이동단말이 네트워크를 순회 하며 패킷을 받게 된다. 성능분석 시 시나리오에 따라 다중 사전 핸드오버를 수행 할 경우 미리 핸드오버 작업을 수행하여 패킷손실이 발생하지 않아 비교대상인 하나의 인터페이스를 사용하여 핸드오버 하는 방안과 비교 시 의미가 없으므로 본 성능분석에서는 고속이동으로 인해 패킷 손실이 발생하는 다중 사후 핸드오버방안과 비교하였다. 단말의 속도는 5Km/h, 10Km/h, 30Km/h, 60Km/h로 설정하였고 받게 되는 패킷은 일정간격을 가지고 동일한 패킷을 보내는 스트리밍 서비스와 임의의 시간 간격으로 동일한 크기의 패킷을 보내는 웹 서비스로 트래픽 모델을 구분하였다.

핸드오버에 따른 데이터 패킷 손실률을 측정 한 결과는 그림 12와 같다. 그림 12에서 보는 것과 같이 단일 인터페이스를 사용하여 핸드오버를 수행한 경우보다 다중 인터페이스를 사용하여 핸드오버를 수행하는 것이 훨씬 적은 패킷 손실률 가지는 것을 확인 할 수 있다. 이는 각각의 인터페이스를 동시에 사용하여 핸드오버 할 때 접속을 유지한 네트워크를 통해 이를 알림으로써 패킷 손실을 줄일 수가 있다. 즉, 본 시뮬레이션에서는 다중 사전 핸드오버가 아닌 단말이 고속으로 이동하여 Registration Request 메시지를 나중에 보내는 다중 사후 핸드오버로 시뮬레이션을 하였음에도 단일 인터페이스를 통한 핸드오버 방안보다 패킷 손실률이 크게 줄어든 것을 확인 할 수 있었다. 이것은 다중 사전 핸드오버 시 패킷 손실을 더욱 줄일 수 있음을 의미한다. 실시간 스트리밍 서비스와 웹 서비스의 시뮬레이션 결과는 실시간 스트리밍 서비스에서 패킷 손실이 웹 서비스 보다 크게 나왔으나 단일 인터페이스를 사용한 핸드오버 방안과 비교 시 패킷 손실률의 차이에서 보는 것처럼 제한한 방안을 사용한 스트리밍 서비스에서의 패킷 손실률이 단일 인터페이스를 사용한 웹서비스 방안보다 작음을 알 수 있다. MCoA 기반 다중 인터페이스 핸드오버 방안은 중첩된 이기종 네트워크 환경에서 핸드오버를 수행할 때 사용가능한 복수개의 인터페이스로 동시에 끊어지게 될 네

트위크 상황을 미리 Registration Request 메시지로 HA에 전달하여 끊어지게 될 네트워크로 전달되어 손실될 패킷을 최소화 할 수 있으며 버려질 패킷의 전송으로 인한 네트워크 부하문제도 줄일 수 있다.

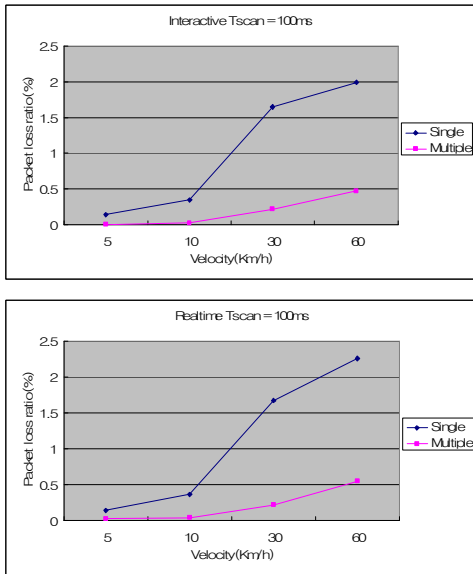


그림 12. 패킷 손실률(%)
Fig 12. Packet loss ratio(%)

V. 결론

차세대 이동통신의 발전과 함께 이기종 네트워크가 점점 늘어나고 이기종 네트워크 간 통합과 관련된 연구가 진행되면서 All-IP를 통한 기존 네트워크와 차세대 네트워크 간 통합을 위한 연구가 진행되고 있다. 본 논문에서는 현재 서비스되고 있는 WLAN, WiBro, cdma2000, HSDPA와 같은 이기종 무선 서비스와 현재 연구되고 있는 IETF MONAMI6 WG의 MCoA 방안을 통합한 이기종 무선 서비스 프레임워크를 제안하였다. 본 방안을 통해 이기종 네트워크 환경과 서비스 특성을 고려한 다중 인터페이스 사용으로 높은 대역폭 및 신뢰성을 가지는 서비스제공이 가능하며 사용자 선호도를 고려한 다중 인터페이스 선택 방안으로 특정 선호도에 따른 인터페이스의 사용자 만족도를 고려할 수 있었다. 또한 이동 단말이 다중 인터페이스를 동시에 사용하여 핸드오버 하는 방안을 제안하여 다중 인터페이스를 가지고 하나의 인터페이스를 사용하여 핸드오버 하는 방안보다 패킷 손실률에서 더욱 효율적임을 확인하였다.

참고문헌

- [1] NGMC Forum, <http://www.ngmcforum.org>.
- [2] C.-S. Lee, D. Knight, "Realization of the Next-Generation Network," IEEE Communications Magazine, Oct., 2005.
- [3] ETRI, "Broadband Mobile Communications towards a Converged World," ITU/MIC Workshop on Shaping the Future Mobile Information Society, Mar., 2004.
- [4] 3GPP, "3GPP System Architecture Evolution: Report on Technical Options and Conclusions," TR23.882, Apr., 2006.
- [5] IEEE 802.21, <http://www.ieee802.org/21/>.
- [6] J. McNair, F. Zhu, "Vertical Handoffs in Fourth-Generation Multinetwork Environments", IEEE Wireless Communications Magazine, Jun., 2004.
- [7] 홍성준, 이용수 "4G network에서 재구성성을 위한 개방형 API" 한국컴퓨터정보학회 논문지 VOL. 10, NO. 6, Dec. 2005
- [8] 노경택 "HPR: 중첩된 이동 망에 대한 계층적 프리픽스 라우팅" 한국컴퓨터정보학회 논문지 VOL. 11, NO. 6 Nov. 2006
- [9] IETF Internet Draft June 2006, Analysis of Multihoming in Mobile IPv6
- [10] IETF Internet Draft October 2006, Motivations and Scenarios for Using Multiple Interfaces and Global Addresses
- [11] IETF Internet Draft October 2006, Multiple Care-of Addresses Registration
- [12] Oriol Sallent, "A Perspective on Radio Resource Management in B3G", Wireless Communication Systems, 2006. ISWCS '06. 3rd International, Sep., 2006
- [13] Network-controlled cell-breathing for capacity improvement in heterogeneous CDMA/TDMA scenarios Perez-Romero, J. WCNC 2006. IEEE,
- [14] Seongho Cho, Jongkeun Na and Chongkwon Kim, "A Dynamic Load Sharing Mechanism in Multihomed Mobile Networks", ICC 2005.

- [15] Haijie Huang, Jianfei Cai, Andreas Jurgen Kassler, Chengpeng Fu, "Load-sharing in Wireless Multi-homed Systems," ICC, 2005.
- [16] Taha A.-E.M., Hassanein H.S., Mouftah, H.T., "Exploiting Vertical Handoffs in Next Generation Radio Resource Management", Communications, 2006. ICC '06. IEEE International Conference, Jun., 2006
- [17] Abdul Hasib, Abraham O. Fapojuwo, "Performance Analysis of Common Radio Resource Management Scheme in Multi-Service Heterogeneous Wireless Networks", Wireless Communications and Networking Conference, 2007. WCNC 2007. IEEE, Mar., 2007.
- [18] Chung-Pyo Hong, Tae-Hoon Kang and Shin-Dug Kim, "An Effective Vertical Handoff Scheme Supporting Multiple Applications in Ubiquitous Computing Environment", International Conference on Embedded Software and Systems, ICCESS' 05. IEEE, Dec. 2005.
- [19] R. Koodli, C. Perkins, "Mobile IPv4 Fast Handovers", IETF RFC 4988, Oct. 2007.

저 자 소개



신 충 응

2005년 경희대학교 컴퓨터공학과 학사
 2007년 경희대학교 대학원
 컴퓨터공학과 석사
 2007년~현재 : 경희대학교 대학원
 컴퓨터공학과 박사
 과정
 <관심분야> 모바일 네트워크,
 임베디드 시스템.



조 진 성

1992년 서울대학교 컴퓨터공학과 학사
 1994년 서울대학교 대학원
 컴퓨터공학과 석사
 2000년 서울대학교 대학원
 컴퓨터공학과 박사
 1998년 IBM T.J. Watson Research
 Center Visiting Researcher
 1999년 9월~2003년 삼성전자
 책임연구원
 2003년~현재 : 경희대학교
 컴퓨터공학과 조교수
 <관심분야> 모바일 네트워크,
 임베디드 시스템.