

# 유비쿼터스 멀티호밍 네트워크에서의 최적 경로 설정 메커니즘

김대선<sup>1</sup> 홍충선

경희대학교 컴퓨터공학과

{dskim<sup>1</sup>, cshong}@khu.ac.kr

## The Optimum Path Selection Mechanism for Ubiquitous Multi-Homing Networks

Dae Sun Kim<sup>1</sup> Choong Seon Hong

Dept. of Computer Engineering, Kyung Hee University

### 요 약

유비쿼터스 네트워크환경에서 멀티호밍 기술은 무선 단말이 두 개 이상의 경로를 통해 인터넷에 연결될 수 있는 기술로써 보다 효율적인 이동성 지원, 다중 경로를 이용한 신뢰성 보장 그리고 사용자 위한 다양한 QoS(Quality of Service)를 제공할 수 있는 기술이다. 하지만 현재 IP 계층에서의 멀티호밍 기술은 멀티호밍의 필요성과 유용성에 대한 정의 단계이며 이 기술을 지원하는 적합한 메커니즘이 없다. 따라서 본 논문에서는 IP 계층에서의 멀티호밍을 지원하기 위하여 신호의 세기, 데이터 전송률, 대역폭 사용을 그리고 트래픽의 특성과 같은 네트워크의 다양한 요소들을 분석하고 그에 따른 최적의 경로를 설정할 수 있는 메커니즘을 제안 하였다.

### 1. 서 론

초기 유비쿼터스 네트워크 환경에서는 센서 네트워크 기술을 포함한 CDMA, WLAN, WiBro 등 다양한 무선 네트워크로 구성 되어 질 전망이다. 따라서 무선 단말은 서로 다른 이기종 망간을 이동 할 수 있으며 두 개 이상의 무선망을 통해 인터넷에 접속 할 수 있어야 한다. 이를 위해 이기종 망간의 이동성 지원, 다양한 경로 유지 그리고 무선 네트워크 사용자를 위한 QoS 제공방안의 연구가 필요하다. 유비쿼터스 네트워크에서 멀티호밍 [1][2] 기술은 무선 단말이 두 개 이상의 경로를 통해 인터넷에 연결 될 수 있는 기술로써 보다 효율적인 이동성 지원, 멀티패스를 이용한 신뢰성 보장 그리고 사용자를 위한 다양한 QoS 제공할 수 있는 기술이다. 첫째로, 멀티호밍 기술을 이용한 이동성 지원 방안은 두 개 이상의 인터페이스를 가진 무선 단말의 핸드오버시 하나의 인터페이스는 기존 망과의 연결 상태를 유지하면서 다른 인터페이스로 핸드오버 과정을 처리하게 된다. 따라서 끊김 없는 인터넷 접속을 보장할 수 있다. 두 번째로, 멀티호밍 네트워크 환경에서는 무선 단말이 두 개 이상의 경로를 가지고 있기 때문에 하나의 경로에 문제가 발생하여 연결이 끊어져도 다른 경로를 통해서 연결을 유지 할 수 있다. 또한 각각의 데이터의 특성 예를 들어서 단순 음성데이터와 멀티미디어 데이터를 구분하

여 각각의 트래픽에 적합한 네트워크 경로를 통해 구분하여 수신 함으로써 전체적인 네트워크의 성능 향상을 가져올 수 있으며 신뢰성을 보장 할 수 있다. 마지막으로 사용자의 선호도, 최상의 조건의 경로 접속 그리고 두 개의 이상의 인터페이스를 통해 대용량 데이터를 동시에 수신 등 다양한 QoS 제공방안들을 사용자가 선택 할 수 있다[2]. 이와 같이 멀티호밍 기술을 이용하여 다양한 서비스를 사용자에게 제공함으로써 언제, 어디서나 사용자에게 최적화된 무선 인터넷 서비스를 제공할 수 있다. 그러나 현재 멀티호밍에 대한 연구는 위에서 언급한 내용과 같이 멀티호밍 기술에 대한 요구 사항 및 표에 대한 정의 정도의 수준으로 매우 미비한 편이다. 따라서 CDMA, WLAN, WiBro 그리고 Sensor 네트워크가 혼재된 망에서 실질적으로 멀티호밍 기능을 제공할 수 있는 방안이 필요하다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 현재 표준화가 진행중인 멀티호밍과 네트워크 이동성에 대하여 기술하고 문제점을 지적한다. 3장에서는 본 논문에서 제안하는 최적 경로 설정 메커니즘을 설명하고 4장에서 결론으로 마무리 한다.

### 2. 관련연구

#### 2.1 멀티호밍

유비쿼터스 네트워크 환경에서는 다양한 무선 접속

This research was supported by the MIC under the ITRC Project supervised by the IITA (IITA-2006-(C1090-0602-0002))

기술이 존재 하며 각각의 무선 접속 기술들은 각기 장 단점을 가지고 있다. 예를 들어 CDMA기반의 셀룰러 네트워크는 서비스 영역이 넓은 반면 데이터 전송률이 매우 낮다. 이와는 반대로 802.11x 기반의 WLAN은 데이터의 전송률이 높은 반면 서비스 영역이 작으며 이동성을 제공하지 못한다. 802.16e 기반의 WiBro는 WLAN보다 전송률과 서비스 영역이 넓고 이동성을 제공하지만 셀룰러 네트워크보다는 서비스 영역이 훨씬 더 작다. 따라서 위와 같은 다양한 조건의 네트워크들을 무선 단말이 자유롭게 이동하며 네트워크와 연결성을 유지할 수 있는 방안으로 멀티호밍[1][2]을 들 수 있다. 멀티호밍에 대한 표준화는 현재 IETF(Internet Engineering Task Force)의 monami6 WG(Mobile Nodes and Multiple Interfaces in IPv6 Working Group)을 중심으로 이루어지고 있다. 첫째로, Mobile IPv6[5]에서의 멀티호밍을 지원하기 위한 요구사항 들을 분석 하였다. 요구사항들로는 새로운 경로로의 재전송 방안이 필요하고 여러 경로 중 최적의 경로를 선택하는 방안이 필요하며 다중 CoA(Care of Address)[5]의 등록방법이 있다. 두 번째로, 무선 단말의 다중 인터페이스 사용에 대한 동기와 다중 인터페이스 사용 시 발생할 수 있는 여러 가지 시나리오들[2]을 정의 하였다. 시나리오들로는 사용자 선호도나 또는 과금에 따른 경로 선택 방법 과 각각의 데이터의 특성에 적합한 경로의 선택 그리고 단말의 이동성으로 인한 데이터의 재전송 방안이 있다. 마지막으로 다중 CoA 등록 방안[3]에 대하여 정의 하였다. 다중 CoA를 등록하기 위하여 monami6 WG에서는 Mobile IPv6 메시지 포맷을 수정하는 방안을 제시 하였다.

## 2.2 네트워크 이동성

사용자의 이동성에 대한 요구가 점차 증가하고 무선 기술이 계속 발전함에 따라 언젠가는 비행기나 기차와 같은 이동 수단 자체가 네트워크로 구성되고, 결과적으로 네트워크 전체가 움직이는 경우를 지원할 수 있어야 할 것이다. 이러한 요구사항을 만족시키기 위한 IP 이동성 지원 방법이 IETF(Internet Engineering Task Force)의 WG(Working Group)를 중심으로 이루어지고 있는데, 먼저 단말의 증가로 야기되는 IP 주소부족 문제는 차세대 인터넷 프로토콜인 IPv6[4]로 해결할 수 있고, 이동성 지원 방법으로 Mobile IPv6[5] 라는 호스트 이동성 방법의 표준화 작업이 RFC3775[5]를 통해 완료되었다. 이런 호스트 이동성 지원[6][7]은 이동 단말 하나에 대해서 단말이 외부 망으로 이동하여서도 기존의 서비스를 그대로 이용할 수 있도록 지원하는 방법이다. 최근 많은 인터넷 사용자들은 이동 단말을 가지고 버스, 자동차, 지하철, 비행기, 배 등과 같은 교통수단을 이용하면서 인터넷 서비스를 받고자 한다. 이런 이동 교통수단은 곧 하나 이상의 호스트를 포함한 네트워크이다. 뿐만 아니라, 한 사용자가 여러 개의 단말을 가지고

이동하면서 각 단말을 이용해 인터넷을 이용하고자 하는 경우는 그 사용자가 하나의 네트워크를 이룬다고 할 수 있다. 따라서 단말의 이동성을 고려한 호스트 이동성 지원 방법뿐만 아니라 네트워크 자체의 이동성을 고려한 네트워크 이동성 지원 방법에 대한 연구가 요구되고 있다. 즉, 네트워크가 이동하여도 그 안에 있는 사용자들은 어떤 영향도 받지 않고 계속 인터넷 연결성을 가질 수 있어야 한다. 네트워크 이동성 지원 방법에 대한 논의는 현재 IETF NEMO WG[8]에서 공식적인 표준화 작업을 진행 중인데, 먼저 네트워크 이동성 지원을 위한 기본 프로토콜을 RFC3963[8]에서 제정하였고, 현재 경로 최적화, 멀티호밍 및 기타 확장에 대한 표준화를 추진하고 있다.

위의 Network Mobility[6][7]와 Multi-Homing[1][2] 기술들은 가장 활발하게 표준화가 진행되고 있는 네트워크 기술들 중에 하나이다. 하지만 Network Mobility에 대한 표준화는 상당한 진척이 있는 반면 Multi-Homing에 대한 표준화는 이제 시작 단계에 불과 하다. 현재는 각각의 워킹그룹에서 독립적으로 표준화가 진행 중이지만 Multi-Homing에 대한 표준화 연구가 진척이 되면 두 개의 기술을 융합하여 유비쿼터스 네트워크가 지향하는 언제 어디서나 끊임 없는 인터넷 서비스를 제공할 수 있을 것이다. 특히 멀티호밍 기술은 이기종 망간의 연결 매개체 역할 뿐만 아니라 네트워크 망 관리 뿐만 아니라 사용자 입장에서 최적의 서비스를 제공할 수 있다. 하지만 지금 현재 단계에서 멀티호밍을 지원하는 Network Mobility에 대한 실제적인 적용 연구는 국내외적으로 미비한 상태이다. 따라서 본 논문에서는 다양한 모바일 네트워크 환경에서 적용 가능한 최적 경로 설정 알고리즘을 제안 하였다.

## 3. 제안 사항

이 장에서는 유비쿼터스 멀티호밍 환경에서 무선 단말이 다양한 무선네트워크들 중에서 최적의 무선 네트워크의 경로를 설정하는 메커니즘과 이를 지원하기 위한 다중 바인딩 업데이트 메시지의 구조 그리고 바인딩 캐쉬의 자료구조에 대해서 기술한다.

### 3.1 최적 경로 설정 알고리즘

Table 1. 최적 경로 설정 알고리즘의 pseudo code

<pre> If signal strength A&gt;B   If data rate A&gt;B     If A's signal strength ≠ threshold       If interface a of MN's bandwidth utilization =         enough         A is selected primary path by mobile         node         </pre>
---

```

Else if interface b of MN's bandwidth
utilization = enough
    B is selected primary path by mobile
    node
Else // 'a' and 'b' = threshold
    A is selected primary path by mobile
    node
Else // A's signal strength = threshold
    B is selected primary path by mobile node
Else // data rate A<B
    If B's signal strength ≠ threshold
    If interface b of MN's bandwidth utilization =
    enough
        B is selected primary path by mobile
        node
    Else if interface a of MN's bandwidth
    utilization = enough
        A is selected primary path by mobile
        node
    Else // 'a' and 'b' = threshold
        B is selected primary path by mobile
        node
    Else // B's signal strength = threshold
        A is selected primary path by mobile node
        A is selected primary path by mobile node
    
```

End

\* A and B are Access Router

\* 'a' is a interface of mobile node to connect with A

\* 'b' is a interface of mobile node to connect with B

\* threshold is a minimum value which can connect with access router by a MN

Table 1의 최적 패스 설정 알고리즘에서 알 수 있듯이 본 논문에서는 신호의 세기, 데이터 전송률 그리고 대역폭의 사용을 이용하여 무선 사용자를 위한 최적의 패스를 설정하는 알고리즘을 제안 하였다. 그림 1은 서로 다른 두 액세스 네트워크의 각 시간대별 신호의 크기, 데이터 전송률 그리고 대역폭 사용률을 나타내는 그림이다. 그림 1의 분석은 다음과 같다.

- ① Time 1: 무선 단말은 최적의 경로를 A로 선택해야 한다. 왜냐하면 신호의 세기와 데이터 전송률이 B보다 높기 때문이다.
- ② Time 2: 비록 A의 신호의 세기와 데이터 전송률이 B보다 높지만 무선 단말은 최적 경로로 B를 선택해야 한다. 왜냐하면 A의 대역폭 사용률이 임계값을 넘었기 때문에 무선 단말에게 QoS를 제공할 수 없기 때문이다.
- ③ Time 3: 이 경우 무선 단말은 A를 최적 경로로 선택해야 한다. 두 액세스 네트워크의 대역폭

사용률이 임계값을 넘었지만 데이터 전송률과 신호의 세기가 A가 높기 때문에 B보다 더 좋은 QoS를 무선 단말에게 제공할 수 있다.

- ④ Time 4: 무선 단말은 B를 최적 경로로 선택해야 한다. 왜냐하면 A의 신호의 세기가 임계값 아래로 떨어 졌기 때문에 비록 A의 데이터 전송률이 B보다 높더라도 무선 단말은 B를 선택해야 한다. 신호의 세기가 임계값 아래로 떨어 졌다는 의미는 무선 단말이 곧 핸드오버를 수행할 수 있다는 것이다.
- ⑤ Time 5: B의 신호의 세기 A보다 높지만 B의 데이터 전송률이 높기 때문에 B를 선택해야 한다. 이것의 의미는 B의 경로가 A보다 더 좋은 QoS를 무선 단말에게 제공할 수 있다는 의미이다.
- ⑥ Time 6: 이 경우는 Time 5와 동일한 조건이나 B의 대역폭 사용률이 임계값을 넘어 섰기 때문에 A를 선택하는 것이 QoS측면에서 더 유리하다.
- ⑦ Time 7: 이 경우는 Time 3와 동일한 조건이나 B의 데이터 전송률이 높기 때문에 B를 최적 경로로 설정 해야 한다.
- ⑧ Time 8: 최적 경로는 A로 선택되어야 한다. 왜냐하면 B의 신호의 세기가 임계값 아래로 떨어 졌기 때문이다.

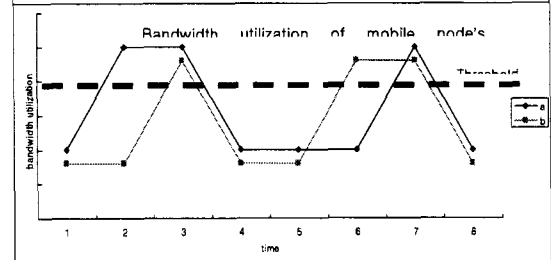
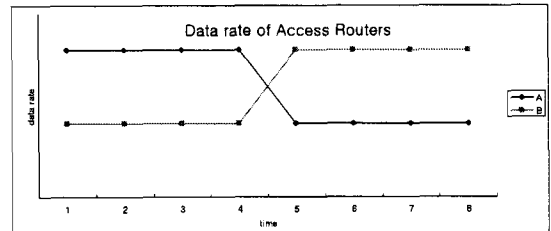
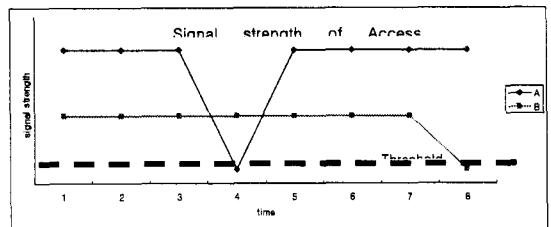


그림 1. 최적 패스 설정을 위한 8가지 네트워크 상태

### 3.2 다중 CoA등록을 위한 바인딩 업데이트

다중 CoA등록과 각 트래픽별 priority를 부여하기 위하여 그림 2와 같이 새로운 바인딩 업데이트 메시지를 정의 하였다.

							Sequence #	
A	H	L	K	M	Priority	Reserved	Life time	
Care of Addresses								

그림 2. 다중CoA등록을 위한 바인딩 업데이트 메시지

기존 바인딩 업데이트 메시지에 'M' 플래그와 'Priority' 필드를 추가 하였다. 각각의 필드의 의미는 다음과 같다.

- 'M' 플래그: 'M'플래그가 설정이 되었다면 다중 CoA 바인딩 업데이트로 인식
- 'Priority' 필드: 이 필드에 삽입되어지는 값은 최적 경로 설정 알고리즘에 의해서 계산되며 이 값에 의해서 HA(Home Agent)와 CN(Correspondent Node)들이 최적 경로로 트래픽을 보낼 수 있다.

### 3.3 바인딩 캐쉬의 관리 및 동작과정

본 논문에서 제안하는 새로운 바인딩 캐쉬 엔트리는 Home Agent와 Correspondent Node가 각 트래픽별 최적경로를 결정하는데 도움을 준다. 제안 바인딩 캐쉬는 Table 2와 같다.

Table 2. 제안 바인딩 캐쉬 자료구조

	HA	CoA	Life Time	flag	Seq	Priority
Path1	A	B	10	1	234	1
Path2	A	C	10	1	252	2

예를 들어 Table 2와 같이 홈 주소 'A'를 가지는 무선 단말이 두 개의 액세스 라우터로부터 'B' 그리고 'C'라는 CoA를 획득한다. 이때 무선 단말은 바인딩 업데이트 메시지를 홈에이전트에 보내고 이에대한 응답으로 바인딩 확인 메시지를 홈에이전트가 무선 단말로 보낸다. 이때 무선 단말은 제안한 최적 경로 설정 알고리즘을 통해 Priority를 결정하고 그림 3과 같이 다중 CoA를 홈에이전트에 바인딩 업데이트를 통해 등록 할 수 있다.

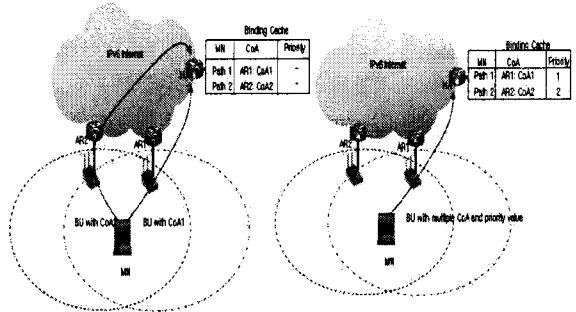


그림 3. 일반적인 바인딩 등록과정과 다중 바인딩 등록 과정

제안한 Priority 값으로 홈에이전트는 두 가지 옵션을 가질 수 있다. 첫째로 홈에이전트는 IPv6의 traffic class별로 각각의 트래픽을 분류하여 보낼 수 있다. 예를 들어 멀티미디어 데이터의 경우는 Priority가 높은 경로로 보낼 수 있고 일반 데이터의 경우는 Priority 낮은 경로로 보내어서 보다 더 효율적인 네트워크 자원관리를 할 수 있다. 두 번째는 각각의 correspondent node에 적합한 경로를 설정해 줄 수 있다.

그림 4와 같이 무선 단말은 홈에이전트로부터 CN이 보낸 패킷을 받은 후에 다중 CoA와 Priority를 포함한 바인딩 업데이트 메시지를 그림 4와 같이 CN에게 보낼 수 있다.

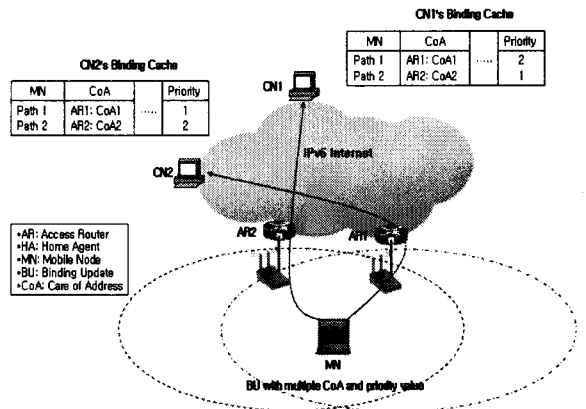


그림 4. 다중 CoA와 Priority를 포함한 바인딩 업데이트

무선 단말은 CN으로부터 바인딩 업데이트에 대한 확인 응답 메시지를 받을 때 본 논문에서 제안한 최적 경로 설정 알고리즘을 통해 그림 5와 같이 Case 1 그리고 Case 2와 같은 결과를 얻을 수 있다. Case 1은 최초 최적 경로 설정 알고리즘을 통해 나왔던 Priority와 동일한 결과 이고 Case 2의 경우는 CN으로부터 확인 응답을 받은 무선 단말이 데이터 전송률, 신호의 세기 그리고 대역폭 사용률의 값을 가지고 최적 경로 설정 알고리즘을 계산한 결과 Priority 값이 CN의 Priority가 1에서 2

로 CN2의 Priority가 2에서 1로 바뀐 경우이다. 그 이유는 CN과 MN간의 지리적 거리, 네트워크의 혼잡 그리고 무선 네트워크의 사용률등 다양한 네트워크의 요소들이 변함에 따라 Priority값이 바뀔 수 있기 때문이다. 이는 본 논문에서 제안하는 최적 경로 설정 알고리즘이 네트워크 환경 변화에 따라 동적으로 무선 단말을 위한 최적의 경로를 설정할 수 있는 알고리즘이란 것을 보여준다.

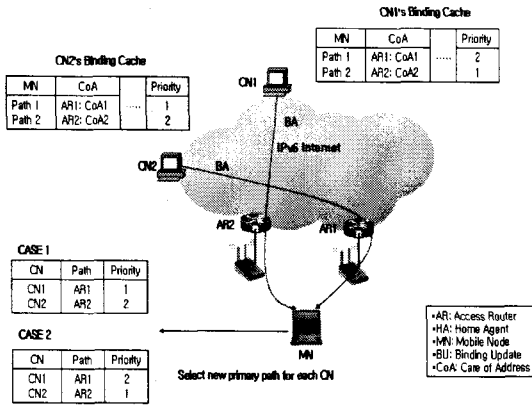


그림 5. 최적 경로 설정 알고리즘을 통한 경로 재설정

#### 4. 결론

유비쿼터스 네트워크 환경에서 멀티호밍 기술은 중요한 기술중 하나이다. 하지만 대조적으로 최근의 대부분의 연구들은 멀티호밍의 정의와 예상되는 시나리오들이다. 따라서 본 논문에서는 서로 다른 두 액세스 네트워크를 언제 어디서나 최적의 경로를 설정하여 통신할 수 있는 방안을 제안 하였다. 이를 위해 최적 경로 설정 알고리즘을 제안하였고 이 알고리즘의 결과 값을 상대 대응 노드로 전달 하기위하여 새로운 바인딩 업데이트 메시지를 정의 하였다. 따라서 무선 단말은 제안 알고리즘을 통해 각각의 트래픽, 지리적 특성에 따라 최적의 경로를 설정 할 수 있게 되었다. 또한 무선 단말이 이동하더라도 무선 단말은 최적의 액세스 라우터를 발견할 수 있다. 이는 본 논문에서 제안하는 알고리즘이 네트워크의 환경변화에 동적으로 대응하여 무선 단말 즉 사용자에게 최적의 서비스를 제공해 줄 수 있다는 것을 의미 한다.

#### 참고문헌

[1] N. Montavont et al., "Analysis of Multihoming in Mobile IPv6", draft-ietf-monami6-mipv6-analysis-01, June 26, 2006.

[2] T. Ernst et al., "Motivations and Scenarios for Using Multiple Interfaces and Global Ad-dresses", draft-ietf-monami6-multihoming-motivation-scenario-00, February 2006.

[3] R. Wakikawa et al., "Multiple Care-of Addresses Registration", draft-ietf-monami6-multiplecoa-00, June 12, 2006.

[4] Deering, S. and R. Hinden., "Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification", RFC 2460, December 1998.

[5] C. Perkins et al., "Mobility Support in IPv6", RFC 3775, June 2004.

[6] Manner, J. and M. Kojo, "Mobility Related Terminology", RFC 3753, June 2004.

[7] Ernst, T. and H. Lach, "Network Mobility Support Terminology", draft-ietf-nemo-terminology-05, February 2006.

[8] V. Devarapalli, R. Wakikawa, A. Petrescu and P. Thubert, "Network Mobility (NEMO) Basic Support Protocol", IETF RFC 3963, January 2005.