

# 무선 통신망에서 Handoff QoS 보장을 위한 이동성 예측 기법에 관한 연구

## A Study on the Scheme of the Mobility Prediction for Guaranting Handoff QoS in Wireless Networks

이 현 옥\*, 권 태 옥  
(Hyeon-Uk Lee and Tea-Wook Kwon)

### Abstract

It is decidedly important to ensure QoS(Quality of Service) in order to make it possible a variety of multi-media services and real-time contents services in Wireless networks. One of methods to offer these services is the advanced prediction of Handoff through terminal's directional.

In this paper, it is applied that the AP weight for the ground information of peripheral cell and the weight value of history table for the cell frequently visited. Also, it is expected that will be guarant QoS of substantial data in the case of Handoff through exact directional prediction of the next cell by using Kalman Filter algorithm applied GPS coordinates value.

**Keywords:** Handoff, QoS, Direction, Weight, Kalman Filter, Seamless

### 1. 서 론

최근 인터넷 사용의 급증, 이동통신 기술의 혁신적인 발전으로 이동통신 서비스는 기존의 음성기반에서 초고속 데이터 및 멀티미디어 서비스로 빠르게 진화하고 있으며 많은 사용자가 이동 중에 인터넷을 사용하거나 멀티미디어 콘텐츠 서비스를 언제 어디서든 사용할 수 있는 유비쿼터스(Ubiquitous) 컴퓨팅 환경을 요구하고 있다.

따라서 이러한 무선 통신망에서 다양한 멀티미디어 서비스나 콘텐츠 서비스를 가능하게 하기 위하여 QoS(Quality of Service)를 보장하는 것은 매우 중요한 일이다. 인터넷 서비스를 지리적 위치나 사용자들의 이동과는 관계없이 무선 단말을 보유한 사용자들은 끊김 없는(Seamless) 인터넷 서비스를 제공받기를 원한다. 그러나 무선 통신망에서는 사용자의 이동성 때문에 QoS를 보장하는 것은 어렵다.

무선 통신 환경에서 이동성의 지원은 가장 중요한 요소 중의 하나이다. 사용자는 단말의 생존주기 동안에 여러 지역을 이동하기 때문에 네트워크에 처음 연결되었을 경우처럼 사용자에게 네트워크의 자원을 연속적으로 보장해주지 못한다. 즉, 무선 통신 환경에서는 일반 유선 망과는 달리 사용자의 이동 경로에 따라 목적지가 바뀌게 되며 비록 하나의 모바일 사용자가 현재 지역에서 성공적으로 연결이 되었다더라도 사용자가 이동하고자 하는 셀에서 가용한 자원이 모두 사용되고 있다면 연결이 제한되며 다른 지역으로 이동시 연결이 유지된다고 보장할 수 없다.

따라서 끊김 없는 QoS를 보장하여 사용자에게 지속적인

서비스를 제공할 수 있는 핸드오프(Handoff) 기술은 필수적이라 할 수 있으며 무선 인터넷 망에서 이동성은 기존의 단순한 이동성뿐만 아니라 실시간 서비스까지 지원할 수 있는 끊김 없는 QoS를 제공해야 한다.

### II. 관련연구

무선 통신망에서 다양한 요구의 QoS를 보장하고 제한된 자원을 사용하기 위하여 제안된 기법들 중에는 핸드오프의 접속 실패율을 줄이고 기존 핸드오프 지연을 최소화할 수 있는 이동성 예측 알고리즘들이 있다.

본 장에서는 IEEE 802.11 무선 랜의 핸드오프 기본 메커니즘 및 기존의 이동성 예측 알고리즘과 SMHB / ZMHB 기반 이동성 예측 알고리즘에 대한 연구들에 대해 살펴본다.

#### 1. IEEE 802.11 무선 랜의 핸드오프 메커니즘

##### 1.1 무선 랜의 탐색 단계(Scanning Phase)

단말기가 네트워크에 접속하기 위해 AP를 찾는 단계를 스캐닝이라 한다. 이 단계를 통해 단말기는 AP에 접속하기 위하여 필요한 모든 정보를 알아낼 수 있다. 그 정보에는 AP의 물리 계층의 전송률이나 동기화 정보, AP의 MAC 주소를 나타내는 BSSID(Basic Service Set Identification), 네트워크를 편리하게 구별하기 위해 AP의 MAC 주소 대신 문자를 사용하는 SSID(Service Set Identification)등이 있다.

##### 1.2 무선 랜의 재인증 단계(Reauthentication Phase)

인증단계는 유선 네트워크처럼 물리적인 접근에 의해 내재적으로 보안성을 제공할 수 없는 무선 네트워크에 보안성을 강화하기 위한 과정이다. 인증은 언제나 단말기에서 AP로의 단방향으로 진행되며 단말기가 AP에 인증 요청 메시지를 보내는 것으로 시작된다. 이 메시지를 인증하기 위하여 개방 시스템 인증과 공유키 인증 방법을 사용한다. 개방 시스템 인증의 경우는 단순히 단말기가

\* 책임저자(Corresponding Author)

논문접수 : 2008. 7. 26, 채택확정 : 2008. 8. 1.

이현옥, 권태옥 : 국방대학교 국방관리대학원

(900757@naver.com, kwontw9042@hanmail.net)

인증을 요청하게 되면 AP는 이를 받아들이는 방법으로 보안의 의미는 들어있지 않다.

1.3 무선 랜의 재접속 단계(Reassociation Phase)

기존의 AP는 핸드오프를 진행하고 있는 단말기로 전달되는 프레임은 보관하고 있다. 이를 전송받기 위해 새로운 AP는 기존의 AP에게 재결합을 요청한 단말기가 받아야할 프레임을 IAPP(Inter Access Point Protocol)을 통해 요청하게 되고 기존의 AP는 그 단말기와 연결을 종료하고 보관하고 있던 프레임을 New AP에게 전달하게 된다. 이를 받은 New AP는 재결합 된 단말기에게 전달받은 프레임을 전송하면서 재결합 단계가 종료된다.[1]

2. 이동성 예측 알고리즘

무선 통신 환경에서 효과적인 자원 예약을 위하여 여러 예측 알고리즘들이 제안되었다. 이러한 알고리즘들은 히스토리를 기반으로 하여 개별적인 이동 확률과 방향, 속도와 같은 요소들을 사용한다. 사용자의 과거 이동성을 기록한 히스토리를 기반으로 하는 가장 기본적인 예측 알고리즘들은 다음과 같다.

2.1 MMP(Mobile Motion Prediction) 알고리즘

MMP 알고리즘은 사용자의 이동 히스토리 패턴을 따라 모바일 사용자의 future 위치를 예상하기 위해 사용된다. 데이터 또는 서비스는 사용자가 새로운 지역으로 이동하기 전에 새로운 지역에서 사전 연결 및 사전 할당을 한다.[2]

2.2 RPR(Regular Path Recognition) Method

PRP 알고리즘은 각각의 3곳에서 수신된 BS를 고려하여 IDLE 셀 선택과 핸드오프에 대한 표준 셀의 에너지 수준에 따라 분류된다. 사용자 이동 프로파일과 패턴은 단말의 이동 발생에 따라 셀로 저장되어지며 UMTS와 같은 모든 무선 네트워크에서 사용될 수 있다.[3]

2.3 HLP(Hierarchical Location Prediction) 알고리즘

HLP 알고리즘은 네트워크에서 최소한의 자원을 소비하는 동안 모바일 사용자에게 끊임 없는 서비스를 제공하는 시스템 확률을 실질적으로 증가시킨다. 몇몇 고전과 잘 확립된 확률적인 신호 처리 기술을 도출한 HLP는 연결 관리 기능을 향상시키기 위해 위치 예상으로 업그레이드한 위치를 결합시킨 Two-Tier 기술이다.[4]

3. SMHB/ZMHB 기반 이동성 예측 알고리즘

SMHB(Sectorized Mobility History Base) 알고리즘은 사용자의 이동 패턴에 따라 기법을 다르게 적용하였다. 우선 규칙적인 이동 패턴을 가진 사용자에 대하여 예측을 수행하는 알고리즘을 실행하기 위하여 각 셀을 6개의 섹터로 구분하여 사용자의 이동 패턴을 저장하였다. 그리고 불규칙적인 이동 패턴을 가진 사용자들에 대해서는 셀 섹터 넘버링 기법을 사용하였다.

그러나 이 알고리즘에서 사용하는 기법은 사용자가 핸드오프 영역에 들어왔을 때 현재 셀의 섹터 영역에서 항상 마주보고 있는 셀의 섹터 영역으로 이동한다고 가정을 하였으며 규칙적 이동 패턴을 가지는 사용자들을 위한 SMHB 알고리즘에 대한 결과가 명확하게 표시되어 있지 않다.

ZMHB(Zoned Mobility History Base) 알고리즘은 각 섹터의

핸드오프 영역에서 ZMHB 히스토리를 검색하여 저장된 히스토리에 존재하는 이동 경로인 히스토리에 따라 예측하며 사용자의 이동 경로가 저장된 히스토리가 존재하지 않을 경우나 핸드오프 영역에 처음 나타난 호에 대해서는 Nolist 알고리즘을 적용한다. 즉 셀 내부에서의 호 이동 패턴을 저장한 히스토리를 이용하여 예측을 수행하는 알고리즘이다.[5],[6]

III. RTSB 기반 이동성 예측 기법

1. 셀 영역별 주변 셀에 대한 핸드오프 가중치 적용

사용자의 이동 경로를 저장하는 알고리즘에 해당하는 RTSB(Regular Triangle Shape History Base) 알고리즘은 각 섹터의 핸드오프 영역에서 히스토리를 검색하여 이동 경로와 정확하게 일치하는 히스토리가 존재하는 경우에는 히스토리에 따라 예측한다. 저장된 히스토리에 사용자의 이동 경로와 정확하게 일치하는 히스토리가 존재하지 않는 경우나 핸드오프 영역에 처음 나타난 호에 대해서는 방향성 판단으로 단말의 이동 셀을 예측한다.

아래의 <그림 8>은 규칙적인 이동 패턴을 가지는 사용자를 예측하기 위해 사용되는 RTSB 알고리즘을 사용할 때의 셀 구조를 나타낸 것이다.

RTSB 알고리즘에서의 셀 구조는 No-Handoff 영역과 Handoff 영역으로 구분되며 좌측 상단부터 시계방향으로 순번을 부여하게 되며 가운데 No-Handoff 영역에는 4, 8, 12, 16, 20번으로 4의 배수가 위치한다.

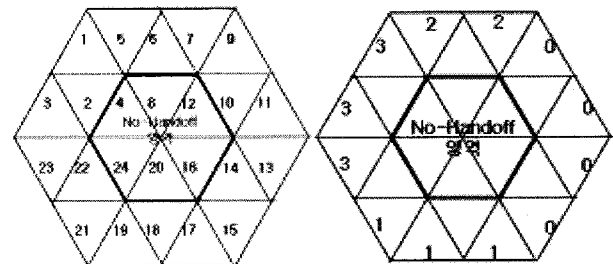


그림 1. RTSB 셀 구조 및 가중치 적용  
Fig. 1. RTSB Cell Structure and Weight Application

No-Handoff 영역은 전과 세기가 강한 곳에 위치하게 되며 가운데 영역의 번호는 4, 8, 12, 16, 20, 24[영역번호 mod 4=0 이면 No-Handoff 영역]이고 핸드오프 가중치는 0이다.

Handoff 영역은 No-Handoff 영역을 제외한 영역이 되며 셀 영역별 번호도 마찬가지로이다. 또한, 도로정보나 주변 셀에 대한 영역별 가중치 정보는 각 셀의 기지국이 갖게 된다.

임의의 지형에 대한 RTSB 셀 영역 구조를 <그림 2>처럼 나타냈으며 주변의 숫자는 셀(강, 산, 도로, 바다 등)에 대한 가중치 즉 영역별 핸드오프 가중치를 수치로 나타내어 적용한 모습이 되겠다.

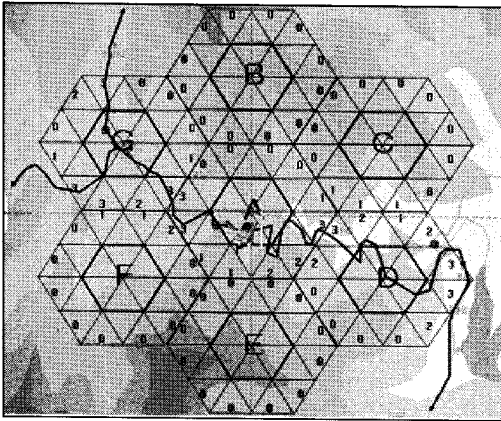


그림 2. 가중치 적용 모습  
Fig. 2. Weight Application Image

가운데 A셀을 기준으로 주변 셀에 대한 가중치 정보를 아래 표와 같이 나타낼 수 있다.

표 1. 주변 셀에 대한 가중치 테이블  
Table 1. Weight Table for the Peripheral Cell

구분	셀 A 기준(시계방향)
A	-
B	0. 0 or 0
C	0. 1
D	3. 2
E	0. 0 or 0
F	0. 2
G	3. 1

임의의 지형에 대한 주변 셀(셀 A를 기준으로 시계방향)에 핸드오프 가중치를 <표 1>와 같이 나타낼 수 있으며 12시에 위치한 산악지형인 셀 B일 대한 가중치는 [0. 0 or 0]으로 표시할 수 있으며 5시 방향에 위치한 도로를 따라 이동 가능성이 있는 셀 D에 대한 영역별 가중치는 [3. 2]로 표시할 수 있고 각 셀의 영역에 대한 정보는 해당 AP에서 관리 및 유지하며 업데이트한다.

2. FVH(Frequent Visited History) 테이블 적용

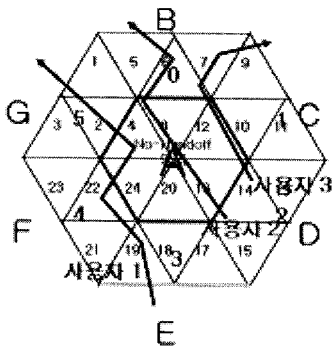


그림 3. RTSMB 기반 사용자 이동  
Fig. 3. User Movement Based RTSMB

위의 <그림 3>에서 나타난 사용자 1, 2, 3의 이동 경로에

대한 히스토리를 사용하는 알고리즘의 저장 패턴을 기존 SMHB / ZMHB와 비교하여 아래와 같이 나타낼 수 있다.

사용자 2의 저장 패턴:

SMHB : 셀 A [2 → 1 → 0] → 셀 B

ZMHB : 셀 A [7 → 8 → 5 → 2 → 1 → 0] → 셀 B

RTSHB : 셀 A [14 → (0 → 0 → 0) → 6 → 5] → 셀 B

사용자 3의 저장 패턴:

SMHB : 셀 A [2 → 1 → 0] → 셀 C

ZMHB : 셀 A [7 → 4 → 1 → 0] → 셀 C

RTSHB : 셀 A [14 → (0 → 0 → 0) → 6 → 7 → 9] → 셀 C

표 2. 방문한 셀 영역별 히스토리 테이블

Table 2. History Table of Visited Cell Domain

단말	방문한 셀 영역
사용자 1	셀 E → 셀 A[21 → 22 → (0 → 0) → 2 → 1] → 셀 G
사용자 2	셀 A[14 → (0 → 0 → 0) → 6 → 5] → 셀 B
사용자 3	셀 A[14 → (0 → 0 → 0) → 6 → 7 → 9] → 셀 C
...	.....

사용자 1,2,3이 방문한 셀 영역별 히스토리 테이블을 <표 2>로 나타냈으며 기존의 SMHB / ZMHB 알고리즘과는 달리 RTSHB 알고리즘은 No-Handoff 영역에 위치하는 단말의 경우에는 히스토리를 [0 → 0 → 0 ⇒ 0]으로 저장하여 캐쉬의 부하를 줄일 수 있고 패킷의 크기도 최소화 할 수 있으며 사용자 1, 2, 3에 대해 구체적인 위치 파악을 할 수 있는 장점이 있다.

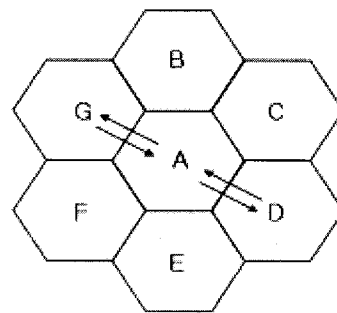


그림 4. 단말의 주변 셀 이동 패턴

Fig. 4. STA Movement Pattern for the Peripheral Cell

단말의 주변 셀 방문순서를 {D → A → G → A → D → A}로 <그림 4>와 유사하게 가정하면 단말의 주변 셀 이동에 따른 FVH(Frequently Visited History) 테이블은 <표 3>처럼 작성된다.

표 3. Identifier 1의 FVH 테이블

Table 3. FVH Table of Identifier\_1

{D → A → G → A → D → A}	
Identifier_ID	Frequently Visited List
Identifier_1	{A, D, G}

양방향 화살표는 기존 셀로 다시 돌아오는 경우를 나타내며 단말의 현 위치(셀 A)에서 이동 가능한 셀을 이용해서 이동된 경로의 횟수를 가중치로 표현하여 <표

⇨처럼 주변 셀에 대한 가중치를 나타내었다.

표 4. 주변 셀 이동에 따른 FVH 가중치 적용

Table 4. FVH Weight Application for the Peripheral Cell Movement

셀	현재 셀 → 다음 셀	가중치
A	A → G, A → D	1, 1
B	-	-
C	-	-
D	D → A	2
E	-	-
F	-	-
G	G → A	1

셀 A에서 G와 D는 각각 가중치 1을 적용하고 셀 D에서 셀 A에 대해서 두 번 방문하였으므로 가중치는 2를 적용하고 셀 G에서 셀 A에 대한 가중치는 1을 적용하였다.

3. 좌표 값을 이용한 단말의 방향성 판단

셀 중심에서 임의의 가로축, 세로축을 설정하여 좌표 값을 표시할 수 있는 눈금을 기준으로 단말의 방향 값을 저장할 수 있다. 빨간 점은 단말이 위치한 영역의 좌표가 되며 해당 좌표 값을 저장한다.

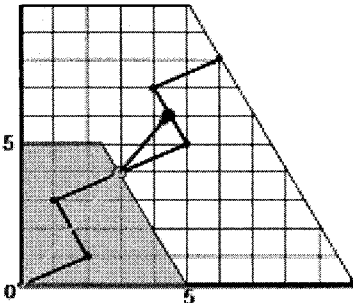


그림 5. RTSHB 및 칼만필터 알고리즘 좌표 적용  
Fig. 5. RTSHB and Kalman Filter Algorithm coordinates value Application

표시된 좌표 값을 계산하기 전에 흔히들 알고 있는 칼만필터 알고리즘을 이용하였다. 단말이 이동하고자 하는 최종 좌표 값을 모르기 때문에 이동시 마다 좌표 값을 저장 및 계산한다면 다음 이동하고자 하는 위치를 정확하게 예측할 수 있을 것이다. 이것은 다음과 같은 관계식으로 설명할 수 있다.

$$\begin{aligned}
 X'(1) &= X_1 \\
 X'(2) &= (X_1+X_2)/2 = (X'(1)*1+X_2)/2 \\
 X'(3) &= (X_1+X_2+X_3)/3 = (X'(2)*2+X_3)/3 \\
 &\vdots \\
 X'(n) &= (X_1+X_2+\dots+X_n)/n = (X'(n-1)*(n-1)+X_n)/n
 \end{aligned}$$

위 식의 일반식은 다음과 같이 변형할 수도 있다.

$$X'(n) = X'(n-1)*((n-1)/n)+(1/n)*X_n \quad (1)$$

위와 같은 식을 사용할 때의 간편한 점은 지나간 개개의

값들을 모두 기억해 둘 필요가 없다는 것이다. n번째 평균을 구할 때  $X'(n-1)$  과 지금 n번째라는 두개의 값만 기억하면 아무 문제없이 n번째의 평균을 구할 수 있게 된다.

단말의 이동 좌표는 다음과 같이 [(0, 0), (2, 1), (1, 3), (5, 5), (4, 7), (6, 8)] 이동한다고 가정할 경우 붉은 색 화살표는 [0, 0]에서 최종 목적지[6, 8]로 향하는 단말의 최종 방향성 벡터의 합이 되므로 다음 셀을 예측할 수 있다.

칼만필터 알고리즘을 이용하여 위에서 언급한 좌표 값들을 식(1)에 적용해보면 아래와 같은 결과를 얻을 수 있으며 결국 좌표들은 벡터의 합이 되고 다음 셀을 예측할 수 있다는 것이다.

$$\begin{aligned}
 X'(1) &= X_1 = (0, 0) \\
 X'(2) &= (X_1+X_2)/2 = [(0, 0), (2, 1)]/2 \\
 &= (X'(1)*1+X_2)/2 = [(0, 0)*1+(2, 1)]/2 = (1, 0.5) \\
 X'(3) &= (X_1+X_2+X_3)/3 = [(0, 0), (2, 1), (1, 3)]/3 \\
 &= (X'(2)*2+X_3)/3 = [(1, 0.5)*2+(1, 3)]/3 = (1, 1.3) \\
 X'(4) &= (X_1+X_2+X_3+X_4)/4 = [(0, 0), (2, 1), (1, 3), (5, 5)]/4 \\
 &= (X'(3)*3+X_4)/4 = [(1, 1.3)*3+(5, 5)]/4 = (2, 2.25) \\
 X'(5) &= (X_1+X_2+X_3+X_4+X_5)/5 = [(0, 0), (2, 1), (1, 3), (5, 5), (4, 7)]/5 \\
 &= (X'(4)*4+X_5)/5 = [(2, 2.25)*4+(4, 7)]/5 = (2.4, 3.2) \\
 X'(6) &= (X_1+X_2+X_3+X_4+X_5+X_6)/6 = [(0, 0), (2, 1), (1, 3), (5, 5), (4, 7), (6, 8)]/6 \\
 &= (X'(5)*5+X_6)/6 = [(2.4, 3.2)*5+(6, 8)]/6 = (3, 4)
 \end{aligned}$$

결국 좌표 값 [(0, 0), (2, 1), (1, 3), (5, 5), (4, 7), (6, 8)]에 따른 칼만필터 알고리즘 적용 값은 [(0, 0), (1, 0.5), (0.6, 2.7), (1, 2.25), (2.4, 3.2), (3, 4)]이 되며 벡터 합과 동일하게 단말의 방향성을 판단 및 예측 할 수 있다.

RTSHB 1/4크기의 셀 구조에 앞에서 언급한 좌표 값 6개를 빨간 점으로 표시하였으며 노란 점은 칼만필터 알고리즘을 적용한 6개의 최종 좌표 값이며 빨간 점은 RTSHB 알고리즘을 적용한 3개의 최종 좌표 값이다. <그림 5>처럼 셀 크기를 10으로 가정하면 음영처리 된 5까지의 히스토리는 0이라고 언급하였으며 음영부분을 벗어나는 시점인 즉 (3, 4)부터 (5, 5), (4, 7), (6, 8)의 좌표값을 칼만필터 알고리즘에 따라 계산하면 결과는 (4.5, 6)이 된다.

칼만필터의 알고리즘에 적용한 좌표 값은 노란 색 화살표처럼 최종 값은 (3, 4)를 나타내며 RTSHB에 적용한 좌표 값은 빨간 색 화살표처럼 최종 값은 (4.5, 6)을 갖는다. 결국 음영부분을 고려하지 않고도 칼만필터 알고리즘과 유사하게 이동할 셀을 예측할 수 있으며 단말의 메모리 사용을 최소화하고 CPU 사용률을 최적화 할 수 있다.

앞에서 언급한 셀 영역별 주변 셀에 대한 핸드오프 가중치 적용과 FVH 테이블 적용에 대한 가중치와 GPS 좌표 값을 이용한 단말의 방향성 판단에 대한 전체적인 흐름도를 <그림 6>처럼 나타낼 수 있다.

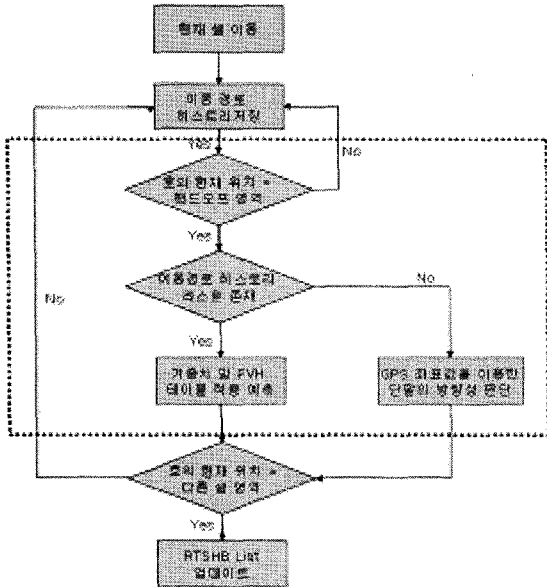


그림 6. RTSHB 기반 이동성 예측 알고리즘 흐름도  
 Fig. 6. Directional Prediction Algorithm Flow Diagram based RTSHB

현재 셀에서 이동을 하는 단말이 발생할 경우 이동경로를 히스토리에 저장을 하게 되고 이동하는 단말의 현재 위치가 핸드오프 발생영역(영역번호 mod 4 ≠ 0)이면 기존의 이동 경로 히스토리 리스트가 존재하는지 여부에 따라 셀 영역별 주변 셀에 대한 핸드오프 가중치와 FVH 테이블 가중치를 적용할지 아니면 GPS 좌표 값에 의한 단말의 방향성을 판단할지 결정을 하게 되며 다른 셀로 이동을 실시하였을 경우에는 RTSHB 리스트를 업데이트를 실시한다.

굵은 점선 안을 자세히 살펴보면 이동 경로 히스토리 리스트가 존재할 경우에 셀 영역별 주변 셀에 대한 핸드오프 가중치를 우선적으로 적용을 하며 FVH 테이블 가중치를 적용 차선으로 적용한다. 만약 FVH 테이블 가중치가 주변 셀에 대한 핸드오프 가중치보다 값이 클 경우에는 FVH 테이블 가중치 값을 우선으로 결정한다.

주변 셀에 대한 핸드오프 가중치 테이블에서 셀 A를 기준으로 셀 B에 대한 가중치는 '0' 이 되지만 주변 셀 이동에 따른 FVH 가중치 적용에서 셀D → 셀A로 이동할 경우 가중치는 '2' 가 된다. 그러므로 셀 영역별 주변 셀에 대한 핸드오프 가중치 적용보다 FVH 테이블에 의한 가중치 적용을 우선적으로 적용한다.

#### IV. 실험 및 결과분석

##### 1. 실험 환경 및 실험

이동 단말은 GPS 수신기 모듈이 내장되어 있어 위치, 속도, 방향성과 같은 실시간 단말의 이동정보를 파악할 수 있고 각각의 AP는 해당 셀 섹터별과 주변 셀 섹터의 주요 도로정보와 기타 정보를 가지고 있다고 가정하고 OPNET 14.5 로 실험하였다.

시뮬레이션은 무선 랜의 데이터 계층 기술로 11Mbps를 사용하고 버퍼 사이즈는 256kbit이며 AP로부터 단말의 패킷

전송이 실패했을 경우 반복해서 전송할 수 있는 횟수는 7번이며 단말의 주소 설정은 수동으로 지정된다.

단말의 전송속도는 AP와는 달리 2Mbps를 지원하며 AP로부터 송수신하는 Beacon 메시지의 Interval은 0.02초이며 AP의 로밍능력은 불가능하지만 단말은 가능하다.

OPNET 14.5 에서 제공하는 것은 WLAN의 특성, 제한사항, 지원하는 네트워크 구성들, 기본적으로 구성된 토폴로지 등 다양하다. 하지만 모든 네트워크의 특성을 지원하기에는 역부족이다.

단말이 속해 있는 셀과 AP간 접속 신호가 일정 임계치 이하로 떨어지게 되면 다음 AP로 핸드오프를 수행하게 된다.

하지만 접속 신호가 셀마다 일정하기 때문에 세분화된 셀의 전파세기를 달리하기는 힘들며 시뮬레이션에서 제공하는 환경은 셀 내의 모든 지역에 대해서는 동일한 전파세기를 갖고 있기 때문에 주변 셀에 대한 전파세기를 달리하여 전파세기가 큰 셀에서 작은 셀 및 다른 셀에 속한 단말의 트래픽의 수신 양을 실험한다. 실험 네트워크 구성도에서 좌측과 우측 Domain에서의 AP가 갖고 있는 Power는 각각 달리하여 실험하였다.

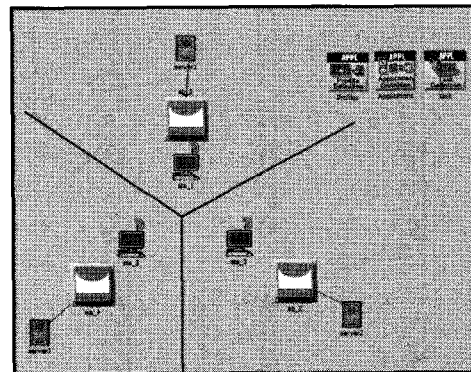


그림 7. 실험 네트워크 구성도  
 Fig. 7. Experimentation Network Deploy

주변 셀에 대한 핸드오프 가중치 및 단말의 AP에 대한 히스토리 가중치를 실험하기 위한 네트워크 기본 구성도를 <그림 7>처럼 구성하였으며 각각의 AP, STA, Server는 동일한 네트워크가 아닌 서로 다른 네트워크 대역을 가지고 있으며 STA 및 Server 각각의 IP는 192.168.1.X, 192.168.2.X, 192.168.3.X 로 구성하였으며 단말은 로밍기능을 갖고 있다.

Transmit Power를 설정은 AP\_1, 2는 서로 다른 값을 갖는다. 그래야지만 단말이 각 셀에 대한 가중치를 측정할 수 있기 때문이며 AP\_1에 속한 단말 STA\_1이 AP\_2, AP\_3의 서로 다른 Transmit Power 값(0.05 / 0.1)을 갖고 있는 셀로 이동하기 전 단계를 통해 서버로 송·수신되는 트래픽 양을 측정한다.

두 번째 실험은 단말이 속한 셀과 이동할 주변 셀이 있을 경우 주변 셀에 대해 가중치를 단말에 각각 달리 적용하여 실험한다. <그림 7>를 보면 좌측 하단에 있는 Domain과 우측 하단에 있는 Domain을 볼 수 있다. 좌측 하단에 있는 Server 3에는 가중치 5를 적용하고 우측 하단에 있는 Server 2에는 가중치 10을 적용하여 실험하였다.

2. 결과 분석

주변 셀이 갖고 있는 지형정보에 대한 가중치 테이블을 AP에 적용하여 단말의 이동에 따른 서버의 트래픽 양을 나타낸 실험결과는 <그림 8>와 같다.

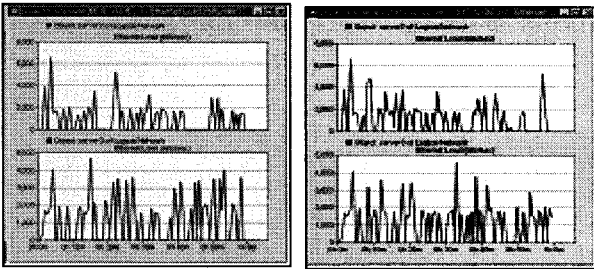


그림 8. 전파세기를 달리하여 적용한 서버의 트래픽 양  
Fig. 8. Different the Radio field intensity Applied Server Traffic amount

실험시간은 각각 60분이며 <그림 9>의 좌. 우측 그림 모두 X축 값은 실험 시간이 되며 Y축 값은 Server 2(위), 3(아래)이 STA\_1로부터 수신한 서버의 트래픽 양이다. 좌측 그림은 Server 2, 3에 동일한 가중치에 동일한 전파세기로 측정된 결과이고 우측 그림은 Server 2, 3에 서로 동일한 가중치에 전파세기를 서로 달리하여 Server 3에 좀 더 높은 전파세기를 실험한 결과이고 위에서 적용한 전파세기는 좌우측 동일한 전파세기를 적용하였고 가중치 적용은 <그림 9>에서 적용한 가중치와 동일하게 실험의 일관성을 유지하였다.

가중치 미적용 및 전파세기를 달리하여 측정된 결과를 아래 표로 나타냈으며 Server 2, 3의 트래픽 수신 양의 차이는 각각 2,110bits/sec / 2,620bits/sec으로 나타났다.

<표 5> 가중치 미적용 및 전파세기를 달리한 결과  
Table 5. Result of Weight No-Application and different the Radio field intensity

구 분	가중치 및 전파세기 미적용		전파세기 적용	
	Server 2	Server 3	Server 2	Server 3
트래픽 수신 양	108,435	110,545	100,052	102,672
수신 차이	2,110		2,620	

아래 <그림 9>은 단말의 주변 셀 이동에 따른 FVH 가중치 적용에서 나타난 값들을 STA\_1에 적용하여 실험한 결과이다.

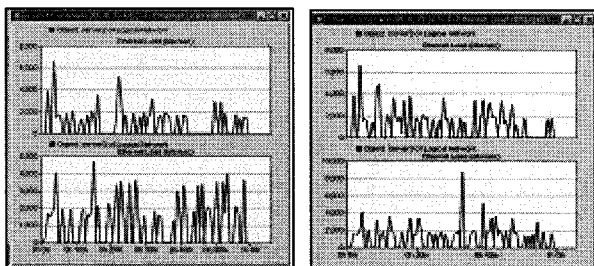


그림 9. 가중치를 적용한 서버의 트래픽 양  
Fig. 9. Weight Applied Server Traffic amount

좌측 그림은 Server 2, 3에 동일한 가중치를 적용한 결과이고 우측 그림은 Server 2에 가중치 10을 적용하였고 Server 3에는 가중치 5를 적용한 결과이다.

좌측 그림은 STA\_1에 가중치 및 AP에 동일한 전파세기를 미적용 측정된 결과로서 Server 2, 3에서 수신한 트래픽 양이 서로 비슷하다는 걸 알 수 있으며 우측 그림 STA\_1에 가중치 값을 각각 10, 5로 적용 실험한 결과로서 Server 2, 3에서 수신한 트래픽 양이 차이가 있음을 알 수 있다.

표 6. STA\_1에 가중치를 적용한 결과  
Table 6. Result of Weight Applied for STA\_1

구 분	가중치 및 전파세기 미적용		가중치 적용	
	Server 2	Server 3	Server 2	Server 3
트래픽 수신 양	108,435	110,545	131,561	91,710
수신 차이	2,110		39,851	

가중치 적용 및 전파세기를 동일하게 측정된 결과를 아래 표로 나타냈으며 Server 2, 3의 트래픽 수신 양의 차이는 각각 2,110bits/sec/ 39,851bits/sec로 나타났다.

V. 결 론

잘못된 판단에 의한 사전 핸드오프는 지연시간을 늘려 오히려 끊김 없는(Seamless) 통신의 저해요소로 작용할 뿐만 아니라 불필요한 신호전송으로 인한 무선 대역폭을 낭비하는 원인이 된다. 또한 제한된 자원을 가지고 있는 모바일 노드에 CPU 계산량 증가, 불필요한 전력의 소비 등의 원인이 될 수 있다.

본 논문에서 제안하는 RTSHB 기반 이동성 예측 기법은 셀 기반 무선 네트워크상에서 STA\_1이 각각의 AP\_2, AP\_3에 적용한 가중치 값과 AP가 가지고 있는 인접한 AP들에 대한 가중치를 기반으로 단말의 정확한 이동성 예측 즉 핸드오프의 QoS를 보장하게 된다.

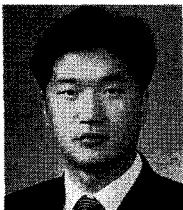
단말에 가중치를 적용하여 트래픽 수신을 분석한 결과 가중치를 미적용 했을 때 보다 가중치를 적용한 경우 서버로 많은 양의 트래픽이 수신된 것을 확인 할 수 있다. 또한 AP에 각각 다른 전파세기를 적용하여 단말의 트래픽을 분석한 결과 AP의 전파세기가 높은 곳으로 보다 많은 양의 트래픽이 수신되는 것을 확인 할 수 있었다. 칼만필터 알고리즘에 임의의 좌표 값을 적용했을 경우 역시 단말이 이동하고자 하는 셀로 예측이 가능하다는 것을 알 수 있었다.

핸드오프 영역에서의 단말의 핸드오프시 트래픽 양이 많이 수신된 곳으로 핸드오프를 실시하게 된다면 끊김 없는 데이터 QoS를 보장해 줄 수 있을 것이라 생각된다.

결국 본 논문은 단말의 핸드오프 과정에서 발생하는 트래픽의 손실을 최소화하고 셀에 대한 주변정보에 대한 가중치 적용과 FVH 테이블 값의 적용 및 GPS 좌표 값을 칼만필터 알고리즘에 적용함으로써 이동할 셀에 대한 정확한 예측을 통해 단말의 핸드오프시 실질적인 데이터의 QoS를 보장해 줄 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] 권경남, 이채우, “가변적인 탐색시간을 이용한 IEEE 802.11 무선랜의 고속 핸드오프 알고리즘”, 한국통신학회논문지, Vol. 29, No. 2A, pp. 128-139, 2004.
- [2] G Liu, G Maguire "A class of mobile motion prediction algorithms for wireless mobile computing and communications", Mobile Networks and Applications 1, pp. 113-121, 1996.
- [3] F. Erbas, J. Steuer, K. Kyamakya, D. Eggesieker and K. Jobmann, "A Regular Path Recognition Method and Prediction of User Movements in Wireless Networks", Mobile Technology for Third Millenium, VTC Fall 2001.
- [4] T. Liu, P Bahl, and I. Chlamtac, "Mobility Modeling, Location Tracking, and Trajectory Prediction in Wireless ATM Networks", IEEE JAC, 16(6), pp. 922-936, Aug. 1988.
- [5] 박현민, 권세동, “무선 네트워크에서 사용자 이동 패턴을 사용한 이동성 예측 기법”, 정보처리학회논문지, 제11-C권 제2호, pp. 193-202, 2004.
- [6] Sedong Kwon, Hyunmin Park, “A Novel Mobility Prediction Algorithm Based on User Movement History In Wireless Networks”, 한국시뮬레이션학회 논문집, pp. 481-490, 2006.



이 현 옥

2000년 3사관학교 전산정보학과 졸업.  
2006년~현재 국방대학교 국방관리대학원 석사과정 재학중.  
관심분야는 무선통신, 핸드오프



권 태 옥

1986년 육군사관학교 졸업.  
1995년 미 해군대학원 컴퓨터공학과 석사. 2001년 연세대학원 컴퓨터공학과 전산학 박사. 2007년~현재 국방대학교 전산정보학과 교수. 관심분야는 센서네트워크, 모바일 / 무선 컴퓨터 네트워킹.