

---

# 휴대용 디지털 방송망에서의 이동성지원을 위한 전력 효율적인 셀 탐색 기법

박 형 근\*

## Power Efficient Cell Searching Algorithm to Support Mobility in Portable Digital Broadcasting Networks

Hyung-Kun Park\*

### 요 약

휴대용 디지털 방송 표준으로 추진되고 있는 DVB-H는 유럽 지상파 디지털 방송시스템 표준인 DVB-T 전송망으로 휴대용 수신기에 다양한 멀티미디어 데이터를 전송하기 위하여 추가, 보완한 기술규격으로, 휴대용 단말기에서의 방송 수신을 목표로 하고 있다. 이러한 DVB-H시스템은 단말의 이동성과 전력효율성을 중요한 특징으로 하고 있다. 따라서 이동중인 수신기가 다중 주파수 망(MFN)으로 구성된 방송망에서 서로 다른 주파수망으로 이동할 경우 끊임 없는 주파수 핸드오버가 이루어져야 한다. 이때 핸드오버를 위해 인접 주파수들을 검색해야하는데 이 경우 휴대단말에 큰 전력소모를 야기한다. 따라서 보다 전력효율적인 핸드오버를 위한 셀 탐색 기법이 요구된다. 본 논문에서는 보다 빠른 주파수 검색을 통해 전력효율을 증가시킨 Hypothesis 테스트 기반의 핸드오버 방식을 제안하고 그 성능을 비교분석하였다.

### ABSTRACT

DVB-H (Digital Video Broadcasting for Handheld) is a new standard, currently being developed for a portable digital broadcasting, which enhance the multimedia broadcasting service in the European standard DVB-T (DVB-Terrestrial). Seamless mobility and power saving are essential requirements in the DVB-H system. To support seamless mobility, DVB-H system should provides seamless handover for mobile stations in the MFN (multi frequency network). For seamless handover, the receiver should monitor neighboring cells and it increases the power consumption. And so, power efficient cell searching algorithm for seamless handover is required. In this paper, we propose hypothesis testing based handover algorithm to enhance the power efficiency by using the fast cell searching, and analyze the performance of handover schemes through the numerical evaluation and simulation.

### 키워드

cell searching, digital video broadcasting, handover, multi frequency network, hypothesis testing

### 1. 서 론

유럽 휴대용 디지털 방송 표준으로 추진되고 있는 DVB-H [1]는 유럽 지상파 디지털 방송시스템 표준인

DVB-T (DVB-Terrestrial) [2] 전송망으로 휴대용 수신기에 다양한 멀티미디어 데이터를 전송하기 위하여 추가, 보완한 기술규격이다. DVB-T는 유럽 공통의 디지털 TV 방송 규격을 제정코자 유럽 방송 연합이 주도한 디지털

텔 영상 지상파 방송 방식으로 휴대용 디지털 비디오 방송을 수신할 수 있지만, 가장 큰 문제는 전력소모 문제이다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 새롭게 도입된 DVB-H 표준은 휴대용 기기에서 방송을 수신할 수 있는 특별한 조건들을 만족시켜주고 있다. 즉, 수신기가 비활성화 된 기간 동안에는 전원을 차단하는 time-slicing은 전력소모를 약 90% 정도까지 줄여준다. 그리고 4K-mode 와 MPE-FEC (Multi Protocol Encapsulation - Forward Error Correction)의 도입은 8 MHz 채널에서 15 Mbits/s 정도의 고속 전송을 가능하게 하였고, 안테나 상태가 좋지 않은 상황이나 더 열악한 상황에서도 더 강한 수신특성을 제공한다 [3],[4].

이러한 DVB-H시스템은 단말의 이동성을 중요한 특징으로 하고 있다. 따라서 이동중인 수신기가 다중 주파수 망(MFN)으로 구성된 방송망에서 서로 다른 주파수 망으로 이동할 경우 끊김 없는 주파수 핸드오버가 이루어져야 한다. DVB-H에 새롭게 추가된 time-slicing기술은 전력소모를 줄이기 위해서 DVB-H의 가장 필요한 기술이기도 하지만, 이동수신기의 이동성(mobility)에 대한 성능을 최대로 하기 위한 끊김 없는 주파수 핸드오버를 가능하게 해주는 중요한 기술이기도 하다. 핸드오버를 수행할 때 단말은 방송 주파수를 모두 탐색하여 자신의 서비스를 받을 수 있는 셀을 찾아야 한다. 이때 주파수 및 셀탐색을 위한 시간지연 및 단말의 전력소모가 서비스의 성능을 크게 저하시킬 수 있다. 따라서 보다 효율적인 셀 탐색기법을 통해 동일한 서비스품질을 유지하면서 단말의 이동성을 보장할 수 있는 기술이 필요하다. 본 논문에서는 기존의 핸드오버방식의 성능을 비교하고 전력효율적인 핸드오버 알고리즘을 새로이 제안하고 수학적 분석과 시뮬레이션을 통하여 그 성능을 비교 분석하였다.

## II. 이동방송망에서의 단말의 셀간 이동성

이동 단말의 셀의 경계지역에 이르면 인접 셀로의 핸드오버를 위하여 주변 셀들을 탐색해야 한다. 그러나 단말의 전력소모와 시간지연문제 등으로 인하여 빠른 시

간 내에 적은 주파수 탐색을 통해 올바른 셀을 선택할 수 있어야 한다. 단말은 셀의 가장자리로 이동할 때 핸드오버 시점을 결정해야 한다. 즉 핸드오버를 해야 하는 상황인지 그리고 어떤 인접 셀로 핸드오버를 수행할 지를 결정한다. 이동방송망에서는 단말이 스스로 핸드오버 시점을 결정하고 이를 수행하는 Passive 핸드오버 기법을 사용한다.

핸드오버 시점을 정하기 위해서는 단말에서 현재 셀의 상태정보를 얻어야 한다. 상태정보로 단말의 RSSI (Received signal strength indication)를 이용하는 방법과 단말의 위치정보와 셀의 커버리지 정보를 이용하는 방법이 있다. 이때 위치정보를 이용하는 방법은 단말에서 GPS 등을 이용한 위치정보를 제공해주어야 하는 문제가 있다. 또한 기존의 SI/PSI에 셀의 커버리지에 대한 자세한 정보를 추가적으로 제공해야 한다. 이는 SI/PSI (Service Information/ Program Specific Information)정보의 증가로 인한 전송대역의 오버헤드가 증가하는 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 기존의 단말을 이용하고 추가적인 signaling 오버헤드를 요구하지 않는 RSSI에 의한 핸드오버 방식을 고려한다. 핸드오버를 위한 셀 탐색에서 고려해야할 시스템성능은 크게 핸드오버시의 단말의 전력소모 및 서비스 수신성능이다. 단말의 소모 전력을 낮추기 위해 셀 탐색의 빈도를 줄이게 되면 서비스 수신 성능이 크게 열화 될 수 있다.

## III. 최대 RSSI를 이용한 핸드오버

이동 수신 단말기는 셀의 가장자리로 이동할 때 핸드오버 시점을 결정해야 한다. 즉, 핸드오버를 해야 하는 상황인지 아닌지를 결정해야 한다. 핸드오버 시점을 정하기 위해서는 단말에서 현재 셀의 상태정보를 얻어야 한다. 상태정보로 단말기의 RSSI 신호의 세기를 이용하여 핸드오버 시점을 결정할 수 있다[5]. 즉, 현재 수신하고 있는 주파수의 RSSI 신호가 임의의 핸드오버 임계값보다 낮을 경우 핸드오버 과정을 시작한다. 이 과정을 그림 1에 나타내었다.

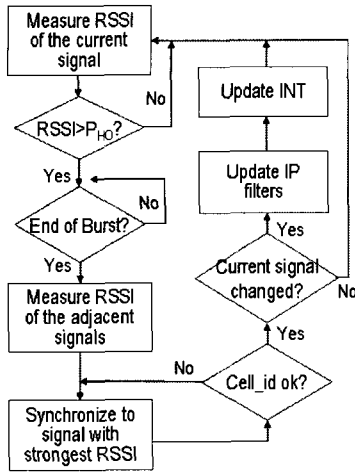


그림 1. 최대 수신신호세기(RSSI)를 이용한 셀 탐색기법

Fig 1. Cell searching using Max. RSSI

먼저 현재 수신하고 있는 신호에 대한 RSSI 세기를 측정하고, 임의의 핸드오버 임계값 조건을 만족하는지 체크한다. 핸드오버를 위한 임계값 조건을 만족하지 않으면 다른 신호의 RSSI 세기를 측정하고 임계값과 비교한다. 임계값 조건을 만족하면 현재 수신하고 있는 신호가 버스트의 마지막인지를 체크한다. 버스트 신호의 마지막이 아니면 버스트 신호를 모두 받을 때까지 잠시 기다리고, 버스트 신호가 끝난 후 주변 셀들에서 사용하고 있는 주파수 (cell\_frequency\_list\_descriptor 등을 사용)들에 대한 신호의 RSSI 세기를 측정한다. 핸드오버를 위한 후보 주파수들 중 가장 RSSI 세기 값이 큰 주파수에 동기를 맞추고, TPS (Transmission Parameter Signaling) 비트들을 이용하여 cell\_id와 주파수를 비교, 체크한 후, 주파수와 cell\_id가 일치하지 않으면 그 주파수는 버리고, 다른 후보 주파수에 동기를 맞추고 cell\_id와 주파수를 반복적으로 체크한다. 주파수와 cell\_id가 일치할 때 만약 현재 수신하고 있는 신호가 다른 신호로 변경되었다면, 그 신호에 대한 NIT (Network Information Table) 테이블이나, INT (IP/MAC Notification Table) 테이블 등을 갱신한다.

핸드오버 방식에서 핸드오버를 수행하는데 걸리는 시간은 단말의 전력소모와 깊은 관계를 갖는다. 기존의 핸드오버 방식에 대한 평균 핸드오버시간을 구해보자. 먼저 가장 큰 RSSI 값을 갖는 신호가 가장 가까운 셀의 신호가 아닐 확률을  $1-P_d$  라고 하고 이때  $P_d$  는 검출확률이라 하자. 이때 핸드오버를 위해 요구되는 평균시간은

식 (1)과 같다. 만약 최대 RSSI를 갖는 신호가 가장 가까이 있는 셀이 아니라면 동기시간과 버스트시간 후에 수신기는 다시 모든 가능한 신호들을 탐색해야한다. 따라서 전체 신호를 탐색하는데 요구되는 시간은  $(N_f-1)F_t$  이고 이때  $N_f$ 는 총 탐색할 신호의 수이고  $F_t$ 는 하나의 주파수를 탐색하는데 필요한 시간이다. 최대 RSSI를 이용하여 핸드오버 할 때 걸리는 평균시간은 다음과 같다.

$$T_H = \Pr(P_0 < P_{HO}) \cdot \sum_{k=0}^{\infty} (1 - P_D)^k \left( (N_f - 1)F_t + S_t + B_d \right) \\ = \Pr(P_0 < P_{HO}) \cdot \frac{(N_f - 1)F_t + S_t + B_d}{1 - (1 - P_D)} \quad (1)$$

위의 식에서 동기시간( $S_t$ )은 수신단말이 switch on되고 수신신호에 동기를 맞춰 section의 수신을 시작하기 까지 걸리는 시간이다. DVB-T를 구현했을 때를 예로 들면 약 200msec-250msec정도가 소요된다. 단 동기시간을 단말의 구현방법에 따라 달라질 수 있다. 버스트대역폭 ( $B_d$ )은 버스트를 전송하는 동안 time-slicing된 elementary stream에 의한 순시적인 대역폭을 의미한다. constant 대역폭은 time-slicing방식이 아닌 연속적인 스트림의 형태로 전송할 때의 평균 대역폭을 의미한다. 버스트와 constant bandwidth는 트랜스포트 패킷 (188Kbyte)의 전송을 포함한다. 예를 들어 버스트크기가 1 Mbits이고 버스트 대역폭이 1 Mbps일 때 버스트 구간은 1.04sec가 된다(4%의 오버헤드포함).  $P_0$ 는 가장 가까운 셀에 대한 RSSI값이고  $P_{HO}$ 는 핸드오버의 문턱값이다. 식(1)에서 missing 확률은 식(2) 같이 Q-function의 형태로 구해줄 수 있다. 단, 이때 무선채널은 거리에 따른 경로손실와 shadow 페이딩을 고려하였다.

$$1 - P_D = \Pr[\text{Max}\{P_i\} \neq P_0] = 1 - \prod_{i=1}^{N_f-1} \Pr(P_i < P_0) \\ = 1 - \prod_{i=1}^{N_f-1} Q\left(\frac{-10\log_{10}(d_i/d_0)}{2\sigma}\right) \quad (2)$$

단말에서 수신한 현재 셀의 RSSI값이  $P_{HO}$ 이하로 떨어지면 수신기는 다른 신호들의 RSSI 값들을 측정하기

시작한다. 이때 현재 셀의 RSSI값이  $P_{HO}$ 이하로 떨어질 확률은 다음과 같이 계산된다.

$$\Pr(P_0 > P_{HO}) = Q\left(\frac{P_{HO} - P_t + 10n \log_{10} d_0}{\sigma}\right) \quad (3)$$

이때  $P_t$ 는 현재 셀에서의 dB단위의 전송신호의 세기이다.

#### IV. Hypothesis 테스트를 이용한 핸드오버

단말이 셀의 경계에 있을 경우, 빈번한 핸드오버로 인해 빈번한 주파수 탐색이 발생한다. 특히 핸드오버 시에 대상이 되는 주파수를 모두 검색해야 하므로 그로 인한 전력소모증가의 문제점을 갖게 된다. 따라서 본 논문에서는 검색할 대상 주파수를 모두 탐색하지 않고 확률적으로 가능성이 가장 큰 주파수에 동기를 맞추는 방안을 제안한다. 이를 위해 주파수를 순차적으로 탐색하여 그 수신신호강도를 측정할 때 임계치 이상의 강도로 신호가 수신되면 나머지 주파수에 대한 탐색을 멈추고 그 주파수에 동기를 맞춰 원하는 서비스가 있는지를 검색한다. 이때 동기여부를 결정하는 임계치는 올바른 신호를 찾았다는 가설을 설정하는 임계치가 되므로 본 논문에서는 hypothesis 임계치라 부르고 이와 같은 과정을 hypothesis 테스트이라고 한다. Hypothesis 임계값이 높으면 신호를 놓칠 확률이 증가하게 된다. 반면 hypothesis 임계값을 낮추게 되면 잘못된 신호에 동기를 맞춰 신호를 검출하는 오류확률이 증가한다. 따라서 임계값을 충분한 마진을 두고 설정해야 한다.

제한된 저전력 셀탐색 기법에서는 전체 핸드오버 시간은 올바른 신호가설을 찾는데 걸리는 시간이다. 신호의 주파수 탐색에 대한 state diagram은 다음의 그림 2으로 나타낼 수 있다. 노드와 노드사이의 라벨은 노드에서 노드로 상태가 변할 때의 확률을 의미한다. 내부의 노드들은 false alarm 상태를 의미하며 올바르지 못한 가설로 인해 발생한다. 신호탐색을 시작할 때  $N_f$ 의 외부 노드들 중 어떤 한 노드에서 탐색이 시작된다.

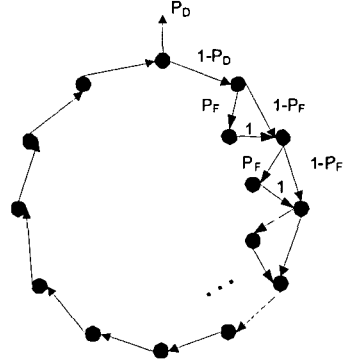


그림 2. 주파수 탐색 state diagram  
Fig 2. state diagram of frequency searching

그림 2에서  $P_d$ 는 올바른 주파수에 동기를 획득할 확률이며  $1-P_d$ 는 missing 확률 가 된다. 즉 올바른 주파수를 놓치고 동기획득을 하지 못할 확률이다. 이때  $P_F$ 는 false alarm probability로서 핸드오버할 주파수가 아닌 다른 주파수에 동기를 맞추게 될 확률이다.

주파수 탐색은 노드들 중 어느 노드에서든 시작할 확률은 동일하며 탐색이 시작되면 올바른 가설에 도달할 때까지 노드간의 전이를 지속한다. 주파수 탐색 시간은 모든 branch의 전이시간을 합한 것과 같다. 단 핸드오버할 주파수가 아닌 다른 주파수에 동기를 맞추게 되면 이를 확인하고 다시 원래 노드부터 시작하여 주파수 탐색을 다시 시작한다. 따라서 false alarm 확률이 증가할수록 주파수 탐색시간이 크게 증가하게 된다. 본 논문에서는 false alarm이 발생했을 때 수신기는 동기시간( $S_i$ )과 버스트시간( $B_d$ ) 뒤에 바로 주파수 탐색을 다시 시작하는 것으로 가정하였다.

$$T_{tran} = P_F(S_i + B_d) + (1 - P_F)F_i \quad (4)$$

이것은 상태도의 맨 상위의 노드를 제외하고는 모든 노드들에 적용될 수 있다. 그렇다면 초기 노드로부터 시계방향으로 최종 목적지 노드에 도착할 때까지의 평균 시간은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} T_i &= \Pr(P_0 < P_{HO}) \left( i \cdot T_{tran} + S_i P_D + \sum_{k=1}^{\infty} (1 - P_D)^k ((N_f - 1)S_i + F_i) \right) \\ &= \Pr(P_0 < P_{HO}) \left( i \cdot T_{tran} + S_i P_D + (1 - P_D) \cdot \frac{(N_f - 1)S_i + F_i}{1 - (1 - P_D)} \right) \end{aligned} \quad (5)$$

모든 노드들이 시작노드가 될 확률은 동일하므로  $N_f-1$ 개의 시작노드들에 대해 전체를 평균하면 다음과 같다.

$$T_H = \Pr(P_0 < P_{HO}) \left( \frac{N_f T_{tran}}{2} + S_i P_D + (1 - P_D) \cdot \frac{(N_f - 1) T_{tran} + S_i}{1 - (1 - P_D)} \right) \quad (6)$$

False alarm probability,  $PF$ , 는 원하는 신호가 아닌 다른 신호의 RSSI값이 hypothesis 임계치,  $P_{HY}$ 를 넘을 확률이고 missing probability  $(1-P_D)$ 는 원하는 신호의 RSSI값이 hypothesis 임계치 이하일 확률이므로  $P_F$ 와  $P_D$ 는 다음의 두 식과 같이 구해질 수 있다.

$$P_F = \frac{1}{N_f} \sum_{i=1}^{N_f-1} \Pr(P_i > P_{HY}) \\ = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N_f-1} Q \left( \frac{P_{HY} - P_i + 10n \log_{10} d_i}{\sigma} \right) \quad (7)$$

$$P_D = \Pr(P_0 > P_{HY}) = Q \left( \frac{P_{HY} - P_0 + 10n \log_{10} d_0}{\sigma} \right) \quad (8)$$

핸드오버동안의 power saving을 찾기 위해 power saving 공식 [6]을 적용하면 다음과 같이 핸드오버시의 power saving을 구할 수 있다.

$$P_s = \left( 1 - \frac{(T_H + B_d + S_i + (3/4 \times D_j)) \times C_b \times 0.96}{B_s} \right) \times 100\% \quad (9)$$

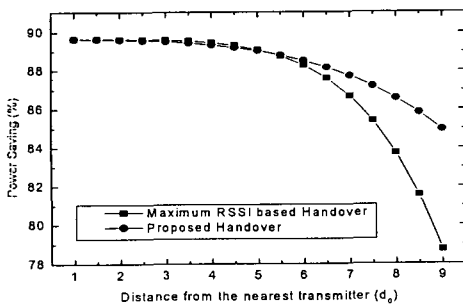


그림 3. 송신기로 부터의 거리에 따른 전력절감  
Fig 3. Power saving according to distance from the nearest transmitter.

그림 3은 본 연구에서 제안하는 방식과 최대 RSSI 핸드오버방식과의 power saving 성능을 보여준다. 그림에서  $N_f=7$  이고 핸드오버 임계치는  $-105\text{dB}$ 일 때를 가정하였다. 그림 3에서 보듯이 만약 수신기가 송신기 근처에 가면 핸드오버의 발생이 크게 줄어들기 때문에 핸드오버에 의한 전력소모가 크게 발생하지 않으므로 두 방식에서의 power saving은 거의 같은 성능을 나타낸다. 그러나 단말이 송신기로부터 멀어지기 시작하면 두 방식에서의 전력 소모의 차가 점점 벌어짐을 알 수 있다. 셀의 경계에 이르면 power saving의 차이는 거의 16%까지 증가함을 볼 수 있다.

## V. 시뮬레이션을 통한 성능분석

### 5.1. 시뮬레이션 모델

본 논문에서 적용된 셀 배치는 1 tier 구조로 7개의 육각 셀로 이루어져 있으며 셀의 반경은 10Km 이며, 송신국의 안테나출력을 800W로 가정하였다. 또한 각 송신국은 서로 다른 주파수를 사용하고 동시에 동일한 송신 전력으로 신호를 전송한다고 가정하였다. 단말기의 이동은 일정한 방향으로만 직진하여 진행하는 것을 가정하며 이동속도는 0~120km/h 사이에 균등 분포한다고 가정한다. 이때 특정단말에게 전송되는 서비스는 모든 셀에 제공되는 것으로 가정하였다. 실제의 경우에 있어서는 특정 단말에 제공되는 서비스가 모든 셀에서 제공되지 않으며 따라서 핸드오버 자체가 불가능한 경우가 발생한다. 그러나 이 경우 INT테이블 등 PSI/SI정보를 이용하여 서비스의 존재유무를 판단할 수 있으며 이를 통해 핸드오버과정을 생략하고 새로운 서비스를 탐색하거나 서비스를 중단해야 한다. 따라서 핸드오버의 성능을 분석하기 위해 본 논문에서는 모든 셀에서 동일한 서비스를 지원하며 이러한 서비스들을 셀에 따라서 다른 주파수에 실려 전송되는 상황을 가정하였다.

본 논문에서는 거리에 따른 경로감쇄와 shadow fading값은 채널을 모델링 하였다. 채널에 의한 손실을 dB단위로 표현하면 다음과 같다.

$$L(d) = 10n \log_{10}(d) + \xi + L_0 \text{ dB} \quad (10)$$

위에서  $\xi$ 는 shadow fading을 나타내며 는 평균이 0이

고 표준편차가  $\sigma$  [dB]인 가우시안 분포를 갖는다. 일반적으로 방송에서는  $\sigma=8.3\text{dB}$  으로 한다[7].  $d$ 는 m단위의 단말과 송신국간의 거리를 의미하며  $n$ 은 pathloss exponent이다. 일반적으로 pathloss exponent값을 설정할 때, 거리와 무관하게 고정값을 사용할 수 있으나 실제로 pathloss exponent의 값은 거리의 함수로 나타난다. 본 논문에서는 방송용으로 사용되는 VHF와 UHF밴드에서의 전파모델링을 위하여 FCC F(50,50) 전파모델 [8]을 사용한다. 이때 FCC F(50,50)전파모델을 거리와 안테나 높이에 따라 계산이 가능한 형태의 전파모델로 모델링 하여 단말과 송신국간의 거리에 따른 pathloss exponent값을 설정할 수 있도록 하였다. 그림 4는 거리와 송신안테나의 높이에 따른 pathloss 계수값을 나타낸다.

논문 [8]에서의 pathloss 계수는 수신안테나의 높이가 9m일 때를 나타낸다. 따라서 본 논문에서 목적하는 DVB-H시스템에 맞게 수신안테나의 높이를 1.5m 정도로 보정해야 한다. 보정을 위한 특정한 관계는 없으나 일반적으로 field strength는 수신안테나의 높이에 따라 선형적으로 증가한다고 가정한다.[8]. 이를 이용하면 다음의 식 (11)에 의해 수신안테나의 크기를 보정할 수 있다.

$$P_h = \frac{h_r^2}{81} P_9 \quad (11)$$

위에서  $P_h$ 은 수신안테나의 높이가  $h$  일때의 pathloss exponent를 의미하며  $h_r$ 은 수신안테나의 높이를 나타낸다.

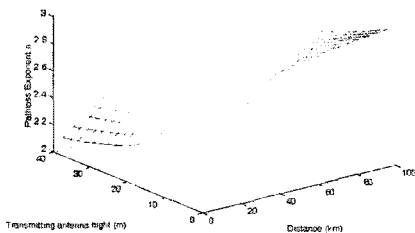


그림 4. 거리와 송신 안테나 높이에 따른 Path loss coefficient

Fig 4. Path loss coefficient according to distance and antenna height

### 5.2. 시뮬레이션을 통한 성능분석결과

본 논문에서는 기존의 핸드오버방식과 본 논문에서 제안한 전력효율적인 핸드오버 방식에 대해 성능을 비교분석하였다. 성능분석을 위해서 버스트마다 평균적인 탐색해야 하는 주파수의 수를 구하였다. 탐색할 주파수의 수는 단말기의 전력소모를 증가시키는 요인이 되므로 전력소모와 관련하여 중요한 파라미터가 된다. 그리고 단말의 수신강도가 일정수준 이하로 떨어지게 되면 서비스가 끊기게 되는 데 이와 같은 service interruption 이 얼마나 빈번히 일어나는지를 확인하였다.

그림 5는 최대 RSSI를 선택하는 기존의 핸드오버방식을 사용했을 때, 한 버스트당 평균 주파수 탐색횟수를 보여주고 있다. 그림에서 보듯이 핸드오버 문턱값이 높아질수록 인접 주파수의 탐색을 시도할 확률이 증가한다. 그러나 그림 6에서 보듯이 문턱값이 크게 높아지면 불필요한 핸드오버를 빈번히 수행하게 되고 이에 따라 서비스가 중단될 확률도 함께 증가한다.

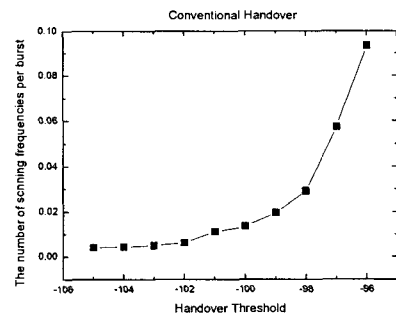


그림 5. 최대 RSSI기반 핸드오버에서 버스트당 탐색 주파수의 평균수

Fig 5. Average number of frequency per burst in the maximum RSSI based handover

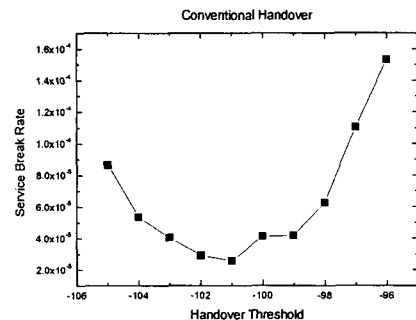


그림 6. 최대 RSSI기반 핸드오버에서 평균 서비스 중단율

Fig 6. Average service break rate in the maximum RSSI based handover

그림 7은 hypothesis테스팅기반 핸드오버의 성능결과이다. Hypothesis 문턱값을 올리게 되면 missing 확률이 증가하고 Hypothesis 문턱값을 낮추게 되면 false alarm의 확률이 증가하게 된다. 그림에서 보듯이 문턱값을 올리면 missing확률이 증가함에 따라 주파수 탐색횟수는 증가하게 되나 주파수 동기화 횟수는 감소하게 된다. 반대로 문턱값이 낮아지면 false alarm의 수가 증가하고 이에 따라서 서비스 중단률 및 주파수 탐색수 등이 증가하게 된다. 따라서 그림에서 보듯이 주파수 탐색 및 서비스 중단률의 성능을 최대화하기 위한 적절한 문턱값이 존재하게 된다.

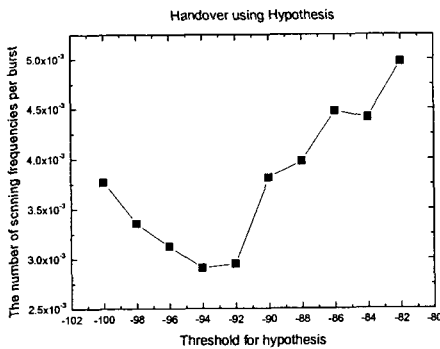


그림 7. Hypothesis 테스트기반 핸드오버에서 버스트당 탐색 주파수의 평균수

Fig 7. Average number of frequency per burst in the hypothesis testing based handover

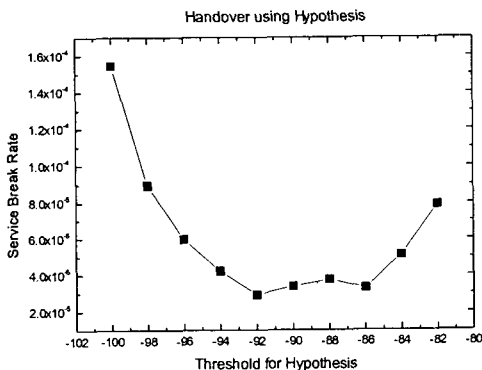


그림 8. Hypothesis 테스트기반 핸드오버에서 평균 서비스 중단률

Fig 8. Average service break rate in the hypothesis testing based handover

표 1은 위의 성능결과들을 비교 정리한 것이다. 표에서 보듯이 서비스 중단률은 기존의 방식에 비해 약간씩 증가하나 그 차이는 미미한 정도이다. 반면 단말의 전력소모와 직결되는 주파수탐색 횟수는 표에서 보듯이 기존의 방식에 비해 크게 개선됨을 알 수 있다.

표 1. 핸드오버 방식에 따른 성능비교  
Table 1. performances of handover schemes

Handover Types	임계값		버스트당 주파수 탐색 수	서비스 중단률
최대 RSSI 기반	PHO	-101dB	0.011	2.59*10 <sup>-5</sup>
Hypothesis 테스트기반	PHY	-92dB	0.00381	2.9*10 <sup>-5</sup>

## VI. 결론

DVB-H시스템에서의 핸드오버는 기존 셀룰러 시스템에서의 핸드오버와 달리 단말에서 핸드오버를 결정하고 수행하는 수동적 핸드오버 방식을 취하며 핸드오버의 성능으로 단말의 소모전력이 중요한 요인의 하나가 된다. 따라서 기존의 핸드오버와는 다른 핸드오버 방식을 요구하게 된다. 핸드오버로 인한 전력소모를 줄이기 위해서는 핸드오버 시에 검색해야 할 대상 주파수의 범위를 최대한 줄여야 한다. 본 논문에서는 기존의 최대 RSSI방식의 문제점을 파악하고 보다 빠른 주파수 검색이 가능한 전력효율적인 hypothesis 테스트 기반의 핸드오버 방식을 제안하고 성능을 비교분석하였다. 이를 통해 핸드오버 시의 전력소모의 주요 원인인 인접 셀에 대한 주파수탐색 및 동기화 횟수를 감소시킴으로써 전력소모를 보다 줄일 수 있었다.

## 참고문헌

- [1] Michael Kornfeld and Ulrich Reimers "DVB-H - the emerging standard for mobile data communication" EBU Technical Review, Oct. 2003
- [2] Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television. ETSI standard, EN 301 744, 2001.

- [3] Gerard Faria "DVB-H Deliver Digital TV to hand held terminals" IBC , 2004.
- [4] Aaltonen J., Pekonen H., Auranen T., Laiho K., Talmola P. "Power Saving Considerations in Mobile Datacasting Terminals", ISCE, 2002.
- [5] Vare, J. and Puputti, M. "Soft Handover in Terrestrial Broadcast Networks" Proceedings of International Conference on Mobile Data Management, PP. 236-242, Jan. 2004.
- [6] Digital Video Broadcasting (DVB); DVB specification for data broadcasting. ETSI standard, EN 301 192, 2004.
- [7] EBU-Technical centre-Tech., "UHF/FM planning parameters and methods". 3236-E, July 1982
- [8] Constantino Perez-Vega, Jose M. Zamanillo, "Path-loss model for broadcasting applications and outdoor communication systems in the VHF and UHF bands" IEEE trans. on broadcasting, vol.48, no. 2, pp.91-96 June 2002

저자소개

**박 형 근(Hyung-Kun Park)**



1995.년 2월고려대학교 전자공학과  
(공학사)

1997년 2월고려대학교 전자공학과  
(공학석사)

2000년 8월고려대학교 전자공학과 (공학박사)

2000년 9월~2001년 8월: University of Colorado at  
Colorado Springs, Postdoc.

2001년 9월~2004년 2월: 현대시스콤, 선임연구원

2004년 3월~현재: 한국기술교육대학교 정보기술공학  
부 조교수

※ 관심분야: 4세대 이동통신, OFDM, 무선자원관리