

## 지상파 DMB 핸드오버 기술 구현

김 상 훈, 김 만 식, 김 규 영(한국방송공사)

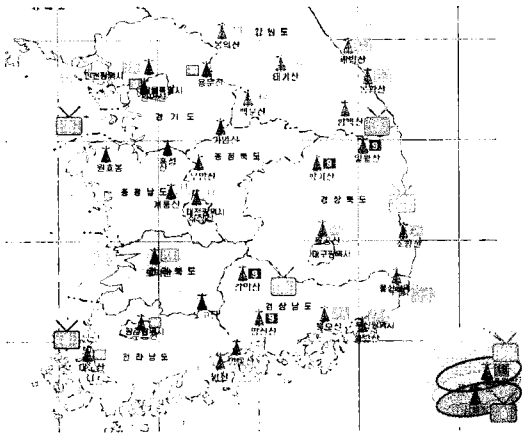
### I 서론

지상파 DMB는 2005년 12월 본방송 개시 이후 단말기가 1300만대 이상 보급되고 서비스 지역이 전국으로 확대되는 등 폭발적인 성장세를 보여 왔다. 최근에는 베이징 올림픽을 계기로 시간과 장소에 구애받지 않고 DMB를 시청하는 사용자가 늘어나면서 기존 지상파 방송과의 차별화를 통해 이동 매체로서의 존재 가치를 확인시켰으며, 매체 인지도 또한 크게 상승하였다. 이러한 성과가 시청률 상승과 DMB 단말 판매의 증가로 이어지고 있어 향후 시장 활성화와 광고 수익 증가로 이어질 것으로 기대된다. 한국방송광고공사 마케팅 분석팀에 의하면 개인별 시청률에서 케이블 TV에 밀리지 않는 지상파 DMB의 성장 가능성은 무궁무진하다고 강조하여 이러한 기대를 뒷받침하고 있다. 지난 7월에는 지상파 DMB 특별위원회와 SK텔레콤, TU 미디어가 양방향 데이터 방송을 본격적으로 지원하는 DMB2.0을 내년 상반기 출시를 목표로 공동 협력하기로 하는 '국내 DMB 시장 활성화를 위한 사업 협력 계약'을 체결하였다. 이는 방

송-통신 동반 성장 모델 제시한 것으로 향후 DMB 시장 활성화에 대한 기대를 더욱 높이고 있다.

DMB가 활성화되기 위해서는 양질의 콘텐츠 제공과 함께 콘텐츠를 편리하게 소비할 수 있는 환경을 갖추는 것이 무엇보다 중요하다. 지상파 DMB는 본방송 이후부터 지금까지 비디오, 오디오, 교통 여행 정보, 웹사이트 방송, 슬라이드 쇼 등 새로운 형태의 콘텐츠 제공과 서비스 지역 확대를 위주로 사업이 추진되어 왔다. 수익은 기대에 미치지 못하지만 다양한 콘텐츠와 무료 서비스라는 장점을 내세워 단말 보급 측면에서는 수익을 창출할 수 있는 잠재적인 기반을 다졌다고 볼 수 있다. 이러한 양적인 성장과 함께 융합형 및 맞춤형 서비스, 재난재해 방송, 핸드오버 서비스, 전파음영지역 해소 등을 통하여 진화된 콘텐츠 소비 환경을 제공하는 것이 DMB가 한 단계 더 도약하는데 있어서 중요한 과제이다.

현재 지상파 DMB는 <그림 1>과 같이 지역별로 다른 주파수를 사용하는데 이는 지상파 DMB가 VHF Band III 대역을 아날로그 TV와 함께 사용하고 있어서 주파수 확보가 쉽지 않



〈그림 1〉 지상파 DMB 전국 주파수 배치

은 문제와 지역 자체 방송의 필요성 때문이다. 이로 인하여 다른 지역으로 이동하는 사용자가 DMB를 계속 이용하기 위해서는 채널 검색을 다시 수행하여야 한다. 그나마 다행인 것은 단말이 채널 검색 결과를 텍스트 형태로 표출하기 때문에 사용자가 자신이 이용하던 서비스를 비교적 쉽게 찾을 수 있다는 점이다. 이는 FM에서 주파수를 하나씩 변경하면서 동일한 방송을 찾아가는 방식에 비하면 발전한 것이다.

그러나 여전히 다음과 같은 문제는 남아있다. 첫 번째로 대부분의 경우 지역 경계 부근에서는 산악 등의 지형적인 요인으로 인하여 짧은 구간에서 전파 환경의 변화가 심해 수신 상태가 자주 변경된다. 시청자 입장에서는 채널 검색을 수행하고 새로운 서비스를 찾아 이용하더라도 잠시 후 수신 상태가 불량해져 채널 검색을 다시 수행해야 하는 문제가 반복되는 것이다. 두 번째로는 인접 지역 채널 모두 수신에 양호한 지역에서는 채널 검색 결과 서로 다른 지역의 동일한 서비스가 리스트에 중복 표출되는 등의 복잡한 상황이 발생한다. 마

지막으로 양방향 서비스를 이용하는 도중에 방송 수신에 중단되는 상황이 발생한다. 예를 들어 비디오 서비스를 시청하면서 관련 제품이나 콘텐츠 구매 등을 진행하다가 방송이 끊기게 되면 비싼 통신 요금만 지불하게 되는 일이 발생할 수 있다.

이러한 문제들을 해결하기 위해서는 핸드오버 기술이 필요하다. 핸드오버는 무선 단말의 셀간 이동으로 현재 서비스의 수신 상태가 불량해지면 인접 기지국 (송신기)을 자동으로 찾아서 연속적인 서비스 이용이 가능하도록 하는 기술이다. 통신에서는 다른 기지국의 커버리지로 이동할 때 끊김 현상을 없애는 측면과 다른 통신 방식 간의 기지국 공유 측면에서 의미를 갖는다. 후자의 경우는 2G CDMA, 3G WCDMA, 3.5G HSDPA간의 핸드오버 또는 WiBro와 HSDPA간의 핸드오버와 같은 방식으로 구현되며, 주로 전국 커버리지의 통신망이 갖추어지기 전에 다른 통신 방식끼리 기지국을 공유하는 과도기적인 형태로 사용된다. 통신에서의 핸드오버는 단말과 기지국의 교신에 의해 수행되며, 수신전력, 비트오류율, 단말과 기지국의 거리, 기지국 서비스 반경 등의 요인에 의하여 핸드오버 시점이 결정된다.

DMB와 같은 이동 방송의 경우에도 다른 주파수를 사용하는 인접 지역으로 이동할 때 핸드오버 기술이 필요하다. 기존의 아날로그 방송의 경우 핸드오버를 수행하기 위해 현재 서비스의 QoS를 정확하게 반영하기가 쉽지 않고 인접 지역의 주파수 정보를 단말에 알려줄 방법이 마땅치 않아서 핸드오버의 구현이 쉽지 않았다. 그러나 DMB와 같은 디지털 방송에서는 수신전력, 비트오류율, 패킷오류율 등의 다양한 항목을 이용하여 QoS를 정확하게

결정할 수 있고, 인접 주파수 정보와 서비스 정보 등을 단말에 쉽게 제공할 수 있기 때문에 핸드오버 구현이 용이하다. 물론 단방향의 방송에서는 기지국과의 교신을 통해 새로운 기지국을 찾아가는 통신의 소프트 핸드오버와 유사한 성능의 핸드오버를 기대하기는 어렵지만 음영지역 해소, 인접 지역 방송 서비스의 시간 동기 조절, 단말에서의 듀얼 튜너 사용 등을 통해 고성능의 핸드오버도 지원 가능하다.

2007년 수행된 제주 지식산업진흥원의 ‘지상파 DMB 핸드오버 필드테스트’ 과제에서 DMB 서비스협회, DMB송수신정합협회의, DMB 수신기전문협의체 소속 회원사들을 대상으로 핸드오버에 대한 기술 및 서비스 수요 조사를 실시하였다. 조사 결과에 의하면 92%의 기관에서 핸드오버 기술이 필요하다고 응답하였으며, 42%의 기관에서 단말기 경쟁력 차별화 요소가 된다고 응답하여 핸드오버 기술에 대한 관심이 상당함을 확인하였다.

지상파 DMB를 위한 핸드오버 기술을 도입하기 위하여 2007년 송수신정합협회에서 KBS, MBC, SBS, YTN 등의 방송사, 삼성전자, LG전자 등의 수신기 제조사, VDL, Factum 등의 다중화기 제조사 공동으로 테스트 스트림을 제작하고 이를 검증하는 정합 실험을 실시하였다. 그 결과 일부 문제점이 발견되어 ETSI 표준의 범위 내에서 실제 DMB에 적합한 핸드오버를 구현하기 위한 기술 가이드라인이 필요하다는 공감대가 형성되었다. 이를 위해 송수신정합협회와 DMB 서비스협회에서 가이드라인을 작성하고, 송수신정합협회의에서 가이드라인을 준수하는 표준 스트림을 제작하여 정합 실험을 실시하기로 하였다. 가이드라인 작성은 완료되었으며, 현재

DMB 서비스협회와 송수신정합협회의의 최종 검토가 완료되어 정식 가이드라인으로 배포를 앞두고 있다. 최근에는 송수신정합협회의 활동을 재개하여 표준 스트림 제작, 역호환성 실험을 포함한 정합 실험, 핸드오버 정보 온에어 송출, 핸드오버 지원 단말 출시를 목표로 활동하고 있다.

본고의 목적은 지상파 DMB 핸드오버 기술과 구현 방법 등을 소개하는 것이다. 이를 위해 핸드오버 기술에 대한 개요, 이를 구현하기 위한 가이드라인과 필드테스트 결과에 대한 기술을 통해 실제 DMB에서 핸드오버가 어떠한 방식으로 구현되는지에 대한 이해를 돕고자 한다.

## II. 기술 개요

지상파 DMB에서의 핸드오버는 사용자가 현재 지역을 벗어나 다른 주파수를 사용하는 인접 지역으로 이동할 때 단말이 현재 서비스에 대응하는 새로운 주파수와 서비스를 자동으로 검색하여 제공하는 기술이다. 고성능의 핸드오버를 구현하기 위해 방송사와 단말은 각각 다음의 역할이 필요하다.

우선 방송사는 자신의 방송망을 핸드오버 구현에 적합하도록 구성하고, 단말이 핸드오버를 수행하는 과정에서 필요한 주파수, 앙상블, 서비스 등의 정보를 방송 채널을 통해 단말에 제공한다. 방송망 구현에는 음영지역과 인접 방송망과의 시간 동기를 고려한다. 음영 지역에서는 모든 채널의 QoS가 불량하므로 핸드오버가 불가능하다. 인접 방송망 간의 커버리지가 과하게 중첩될 필요는 없으나, 음영 지역으로 인하여 핸드오버가 불가능한 상황

은 방지해야 한다.

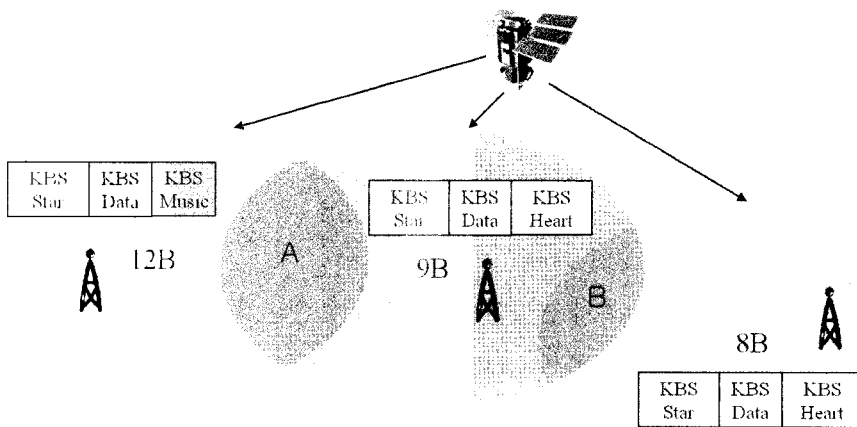
시간 동기가 어긋나면 핸드오버 과정에서 데이터 중복 수신이나 유실이 발생한다. 비디오의 경우 이미 지나간 화면을 다시 보거나 일부 화면을 보지 못하게 되는 것이다. 시간 동기가 정확하면 커버리지 중첩 구간에서 수신된 복수의 채널을 이용하여 수신 성능을 향상하는 다이버시티 구현도 가능하다. 물론 이 경우 인접 지역의 앙상블이 동일하거나 서비스가 동일하여야 한다. <그림 2>에서 중첩지역 A는 KBS Star, KBS Data가 인접 지역에서 동일한 어드레스에 위치하기 때문에 해당 서비스에 대하여 다이버시티 적용이 가능하다. 중첩지역 B는 모든 서비스가 인접 지역에서 동일한 어드레스에 위치하기 때문에 모든 서비스에 대하여 다이버시티 적용이 가능하다.

단말이 핸드오버를 구현하기 위해서는 핸드오버 정보(인접 지역의 주파수, 앙상블, 서비스, 송신소 정보 등)와 핸드오버 알고리즘이 필요하다. 알고리즘은 현재 서비스의 QoS 측정, 핸드오버 시점 결정, 검색 대상 채널 및 서

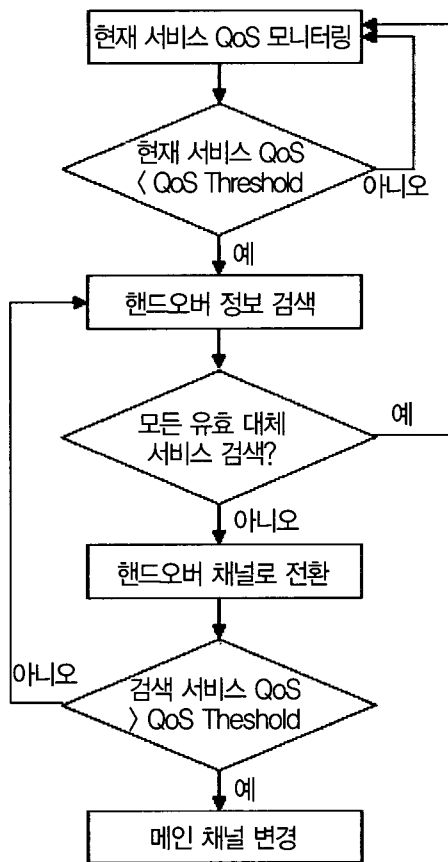
비스 결정, 검색 채널 및 서비스의 QoS 측정, 신규 채널 및 서비스 설정과 전환의 절차로 구성된다. 단말에서 사용 가능한 대표적인 QoS 항목으로는 수신전력, 비트오류율, S/N, FIB (Fast Information Block) CRC 오류, MPEG-2 TS 패킷 오류, 비디오 프레임 오류, ScF (Scale Factor) CRC 오류, 패킷 CRC 오류 등이 있다. 비디오, 오디오, 데이터 서비스 특성에 따라 QoS 항목 및 기준 레벨을 다르게 사용할 수도 있다.

<그림 3>은 단말의 핸드오버 수행 과정을 보여준다. 현재 서비스의 QoS가 지정된 레벨 이하가 되면 단말은 핸드오버를 시작한다. 이 과정에서 필요한 인접 지역 주파수, 앙상블, 서비스, 송신소 등에 대한 정보는 방송 채널에서 수신한 정보를 이용한다. 단말이 QoS가 양호한 채널과 서비스를 찾게 되면 이를 새로운 메인 채널과 서비스로 설정하고 핸드오버 과정을 종료한다.

핸드오버 알고리즘의 성능은 핸드오버 수행 속도와 핸드오버 시도 시점에 의해 결정된다. 고속의 핸드오버 알고리즘은 핸드오버 수행



<그림 2> 송신 및 주파수 다이버시티



〈그림 3〉 단말의 핸드오버 수행 절차

과정에서 서비스 단절을 최소화한다. 검색할 대상 채널과 서비스가 여러 개 일 때 무작정 순차적으로 찾는 것 보다는 QoS가 양호할 가능성이 높은 것들부터 찾는 것이 유리하다. 핸드오버 시도 시점의 측면에서는 불필요한 핸드오버 수행을 방지하는 방법이 필요하다. 실제 필드에서는 짧은 구간 동안 QoS가 불량하고 위치를 이동하면 다시 QoS가 회복되는 지역이 종종 존재한다. 이러한 지역에서 핸드오버를 시도하면 단말이 대상 채널과 서비스 검색을 완료할 때까지 현재 서비스의 이용이 불가능하게 된다. 만일 QoS가 양호한 신규 채널

과 서비스가 없다면 핸드오버 수행 시간만 낭비하게 된다. 짧은 구간의 음영지역은 핸드오버를 수행하는 시간보다 음영지역을 벗어나는 시간이 짧다. 그러므로 현재 채널이 QoS를 확보하지 못한다고 바로 핸드오버를 시도하는 것이 아니라 QoS를 확보하지 못한 시간이나 거리가 일정 수준 이상으로 지속된 경우에 핸드오버를 시도하는 것이 좋다. 도심에서도 지하 터널이나 고층 건물 등에 의하여 QoS가 좋지 않은 구간이 종종 발생하는데 이러한 구간은 핸드오버와 무관하므로 핸드오버를 수행하지 않도록 하는 방법이 필요하다.

핸드오버는 방송사, 단말 제조사, 시청자 모두에게 이득이 되는 기술이다. 우선 핸드오버 도입으로 방송사는 음영지역이 감소하는 효과를 얻는다. 2개 이상의 분산된 지역에 위치하고 다른 주파수를 이용하는 송신기의 신호가 특정 지역에서 동시에 수신되지 않을 확률은 그렇지 않은 경우에 비하여 감소한다. 일종의 공간/주파수 다이버시티 효과로 후술할 핸드오버 필드테스트를 통하여 이를 검증하였다. 또한 핸드오버로 인하여 서비스가 단절되는 시간이 최소화되므로 방송사는 시청자에게 더 나은 QoE(Quality of Experience)를 제공할 수 있게 되며, 지역에 국한된 물리적인 서비스 영역을 전국으로 확장하는 효과도 얻게 된다. 핸드오버는 단말 제조사에게 신규 부가 기능 지원으로 인한 단말 차별화 요인을 제공한다. 핸드오버를 지원하는 단말과 그렇지 않은 단말 중에 소비자가 선택한다면 핸드오버를 지원하는 단말을 구매할 것이며, 차량용 단말의 경우 핸드오버 기능이 더욱 필요할 것이다. 시청자 입장에서도 직접 채널 검색을 수행할 필요가 없이 편리하게 DMB를 이용할 수 있다.

### III. 가이드라인

핸드오버 구현에 있어서 방송사의 역할은 단말이 핸드오버를 수행하는데 필요한 인접 지역의 주파수, 앙상블, 서비스, 송신소 등에 대한 정보를 제공하는 것과 방송망을 핸드오버에 적합하도록 구성하는 것에 있다. 핸드오버를 위한 정보를 제공하기 위해서는 정보의 형식과 제공 방법에 대한 가이드라인이 필요하며 방송사는 가이드라인을 준수하여 관련 정보를 구성 및 전송한다.

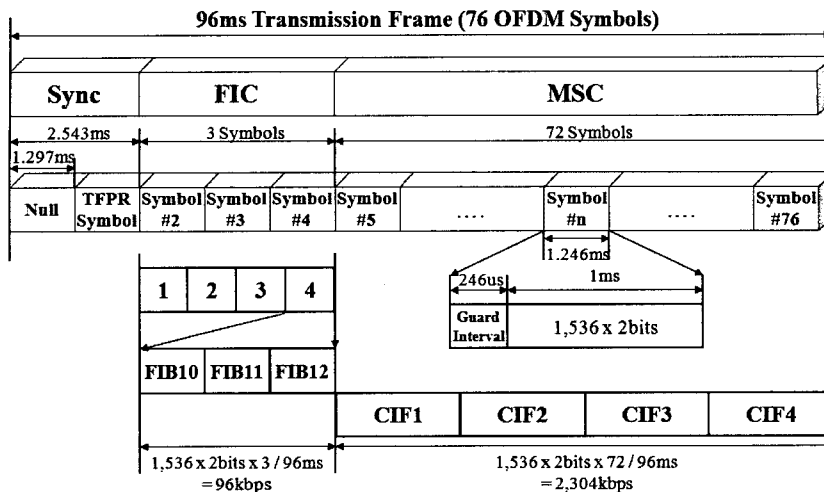
핸드오버 가이드라인은 지상파 DMB에서 가능한 핸드오버 종류, 핸드오버를 위해 단말에 전송할 정보 등을 기술하고 있다. 핸드오버 알고리즘, 위치 정보 이용 방법 등은 단말 환경에 따라 여러 형태로 구현 가능하므로 단말의 자율성을 보장하기 위하여 가이드라인에서 제외하였다. 가이드라인은 관련 표준 및 가이드라인의 범위 내에서 지상파 DMB 핸드오버를 위하여 방송 사업자가 합의를 통해 사용하기로 한 사항을 그 범위로 하며, 핸드오버 대상을 지상파 DMB 서비스로 제한한다. 관련 표준 및 가이드라인은 다음과 같다.

ETSI EN 300 401 V1.4.1: Radio Broadcasting Systems; Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers  
 ETSI TR 101 496-1 V1.1.1: Digital Audio Broadcasting (DAB); Guidelines and rules for implementation and operation; Part 1: System outline  
 ETSI TR 101 496-2 V1.1.2: Digital Audio Broadcasting (DAB); Guidelines and rules for implementation and operation; Part 2: System features  
 DMB 서비스 협회, DMB 서비스 가이드라인 2007 V1.2

지상파 DMB에서의 핸드오버는 서비스 레벨에서 발생하며, 동일 앙상블간의 핸드오버, 동일 서비스간의 핸드오버, 링크 서비스간의 핸드오버로 구분된다. 동일 앙상블은 앙상블이 전송하는 모든 서비스가 동일한 앙상블이다. 동일 서비스는 주 서비스 컴포넌트가 동일한 서비스로 동일한 SID를 할당하며, 동일 앙상블은 동일한 EID를 할당한다. 콘텐츠가 동일하더라도 서로 다른 SID를 할당하면 동일 서비스가 아니라 다른 서비스로 분류된다. 서로 다른 SID를 갖는 서비스들을 전송하는 앙상블들은 방송사가 같아도 동일한 EID를 할당할 수 없다. 핸드오버 종류에 따라 방송사가 어떠한 정보를 단말에 제공해야 하는지가 결정된다.

방송사는 핸드오버 정보를 <그림 4>에 정의된 전송 프레임의 FIC (Fast Information Channel)를 이용하여 전송하며, 정보의 구성, 전송 및 갱신을 위한 시그널링 방법 등은 ETSI 표준을 따른다. 비디오, 오디오, 데이터 등의 서비스들은 전송 프레임의 MSC (Main Service Channel)에서 전송되며, 서비스에 접근하기 위한 다중화 정보 (MCI: Multiplex Configuration Information), 핸드오버 정보, 기타 서비스 정보 (SI: Service Information) 등은 FIC에서 전송된다. FIC에서 전송되는 데이터는 32바이트 단위인 FIB 형태로 전송되며, FIB는 여러 형태의 FIG (Fast Information Group)를 전송한다. 핸드오버 정보는 종류에 따라 관련 FIG를 이용하여 전송한다.

<그림 5>는 동일 앙상블간의 핸드오버에 대한 예이다. 전국 DMB 사업자인 KBS의 지역 DMB 서비스 사이에 발생하는 핸드오버가 이에 해당한다. 동일 앙상블간의 핸드오버를 위해 필요한 최소 정보는 현재와 동일한 앙상블



〈그림 4〉 전송 프레임 구조

을 전송하는 인접 지역의 다른 주파수이며, 이는 FIG0/21의 Frequency Information을 이용하여 전송한다.

<그림 6>은 동일 서비스간의 핸드오버에 대한 예이다. 동일 서비스간의 핸드오버는 서로 다른 앙상블에서 동일한 SId를 갖는 서비스를 전송하는 경우 해당 동일 서비스들 사이에 발생하는 핸드오버를 의미한다. 수도권 MBC

앙상블에서 방송되는 TPEG과 BWS가 지역의 다른 앙상블에서 동일한 SId로 전송되는 경우 해당 서비스 사이에서 발생하는 핸드오버가 이에 해당한다. 이 경우 핸드오버를 위해 필요한 최소 정보는 FIG0/24의 Other Ensemble Services에 정의된 동일 서비스를 전송하는 앙상블에 대한 정보와 FIG0/21의 Frequency Information에 정의된 해당 앙상블을 전송하



Ensemble	Service	SId	Ensemble	Service	SId
U KBS 0xE084	KBS Star	0xF1E00441	U KBS 0xE084	KBS Star	0xF1E00441
	KBS Heart	0xF1E00442		KBS Heart	0xF1E00442
	KBS TTI	0xF1E00445		KBS TTI	0xF1E00445

〈그림 5〉 동일 앙상블간의 핸드오버



Ensemble	Service	Sid
U KBS 0xE044	KBS Star	0xF1E00441
	KBS Music	0xE030
	U1 Radio	0xF1E00452
	CJ Radio	0xE031
	KBS BWS	0xF1E00444
	KBS TTI	0xF1E00445

Ensemble	Service	Sid
U KBS 0xE084	KBS Star	0xF1E00441
	KBS Heart	0xF1E00442
	KBS TTI	0xF1E00445

<그림 6> 동일 서비스간의 핸드오버

는 주파수에 대한 정보이다.

<그림 7>은 링크 서비스간의 핸드오버의 예이다. 링크 서비스간의 핸드오버는 서로 다른 앙상블에서 서로 다른 서비스를 전송하지만 그 서비스들이 서로 연관된 서비스들인 경우 해당 서비스들 사이에 발생하는 핸드오버를 의미한다. 링크의 종류에는 하드링크(콘텐츠가 동일하지만 SID가 다른 서비스들), 소프트

링크(콘텐츠도 다르고 SID도 다른 서비스들이지만 사업자가 같은 서비스들)가 있다. 수도권 KBS 비디오와 지역 KBS 비디오 사이의 핸드오버는 하드링크에 해당하며, 지역 MBC 비디오간의 핸드오버는 소프트링크에 해당한다. 소프트링크 관계인 서비스들은 콘텐츠 내용이 다르므로 팝업 메시지 등을 통해 핸드오버로 인한 사용자의 혼란을 줄이는 방법이 필



Ensemble	Service	Sid
TJB 0xE083	TV	0xF1E00831
	V-Radio	0xF1E00832
	TTI	0xF1E00833

Ensemble	Service	Sid
JTV 0xE073	TV	0xF1E00731
	V-Radio	0xF1E00732
	TTI	0xF1E00733

<그림 7> 링크 서비스간의 핸드오버



요하다. 링크 서비스간의 핸드오버에 필요한 기본 정보는 FIG0/6의 Service Linking Information에 정의된 핸드오버 관계인 서비스들의 정보, FIG0/24의 Other Ensemble Services에 정의된 각 서비스를 전송하는 앙상블 정보,

FIG0/21의 Frequency Information에 정의된 각 앙상블을 전송하는 주파수 정보가 있다.

가이드라인에 정의된 EId, SId 할당에 대한 기준은 <표 1>~<표 3>과 같다.

<표 1> EId 할당 기준

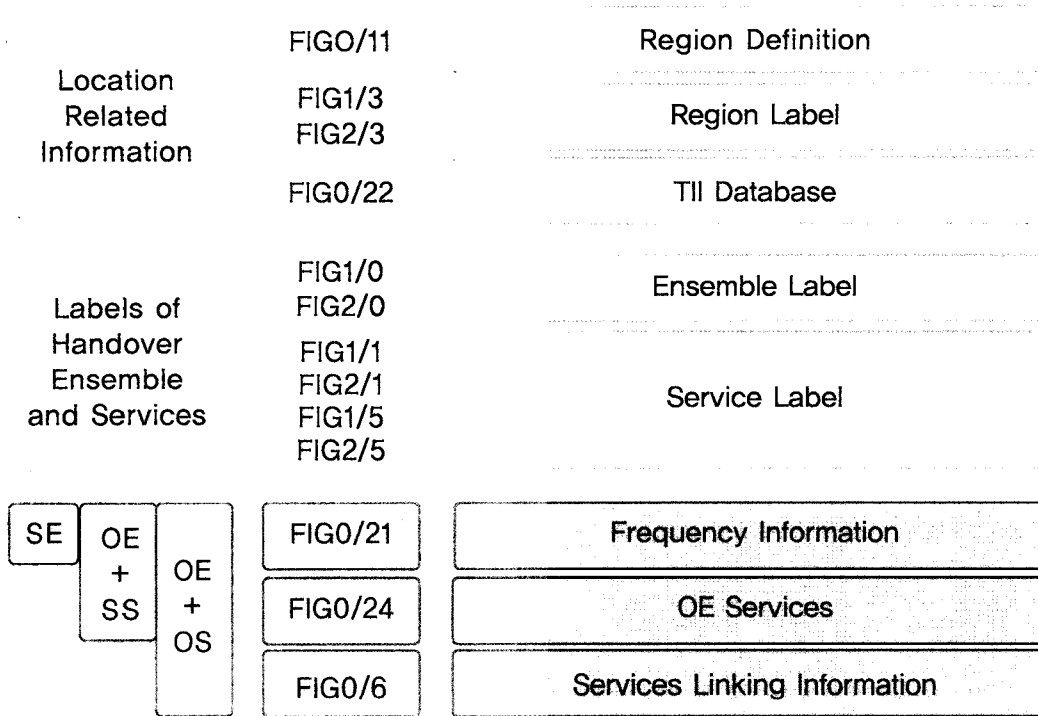
구 분	0xE###	
EId (16bits)	b11-b8	Reserved
	b7-b4	지역 번호
	b3-b0	방송사 번호
지역 번호	서울4, 경남5, 경북6, 전라7, 충청8, 강원9, 제주A, 전국2	
방송사 번호	YTN0, KDMB1, MBC2, SBS3, KBS4, U1 media5	

<표 2> 비디오, 데이터 서비스의 SId 할당 기준

구 분	0xF1E#####	
SId (32bits)	b19-b12	Reserved
	b11-b8	지역 번호
	b7-b4	방송사 번호
	b3-b0	서비스 번호
지역 번호	서울4, 경남5, 경북6, 전라7, 충청8, 강원9, 제주A, 전국2	
방송사 번호	YTN0, KDMB1, MBC2, SBS3, KBS4, U1 media5	
서비스 번호	해당 방송사가 직접 지정	

<표 3> 오디오 서비스의 SId 할당 기준

구 분	0xF1E#####	
SId (16bits)	b11-b8	Reserved
	b7-b5	지역 번호
	b4-b2	방송사 번호
	b1-b0	서비스 번호
지역 번호	서울1, 경남2, 경북3, 전라4, 충청5, 강원6, 제주7, 전국0	
방송사 번호	YTN0, KDMB1, MBC2, SBS3, KBS4, U1 media5	
서비스 번호	해당 방송사가 직접 지정	



<그림 8> 핸드오버 가이드라인에서 사용되는 FIG들

방송사가 단말에 전송할 핸드오버 정보는 앞에서 기술한 3가지 유형의 핸드오버에 필요한 필수 정보 (FIG0/21, FIG0/24, FIG0/6)와 핸드오버에 직접적으로 필요하진 않지만 단말이 핸드오버 성능을 개선하는데 사용 가능한 부가 정보가 있다 (그림 8). 부가 정보의 전송과 사용은 선택 사항이다. 각 정보의 전송 및 갱신 방법은 관련 ETSI 표준을 따른다. 정보의 전송 채널은 FIC를 이용하며, AIC (Auxiliary Information Channel)를 이용한 전송은 사용하지 않는다.

FIG0/21의 Frequency Information은 앙상블을 전송하는 주파수 정보를 제공하며, 3가지 유형의 핸드오버에 공통으로 필요한 정보이다. 각 주파수 정보의 유효 범위를 지정하는 RegionId

를 사용할 수도 있으며, 이 경우 RegionId의 할당 기준은 <표 4>와 같다. FIG0/24의 Other Ensemble Services는 각 서비스를 전송하는 앙상블에 대한 정보를 제공한다. 이는 동일 서비스간의 핸드오버, 링크 서비스간의 핸드오버에 공통으로 필요한 정보이다. FIG0/6의 Service Linking Information은 핸드오버 관계인 서로 다른 SID를 갖는 서비스들에 대한 정보를 제공하며, 링크 서비스간의 핸드오버에 필요한 정보이다. 하드링크로 연결된 서비스들의 비트율, 부호율, 서브채널, 패킷 주소 등이 동일할 필요는 없다. 각 링크를 식별하는 LSN (Link Set Number)의 할당 기준은 <표 5>와 같다.

<표 4> RegionId 할당 기준

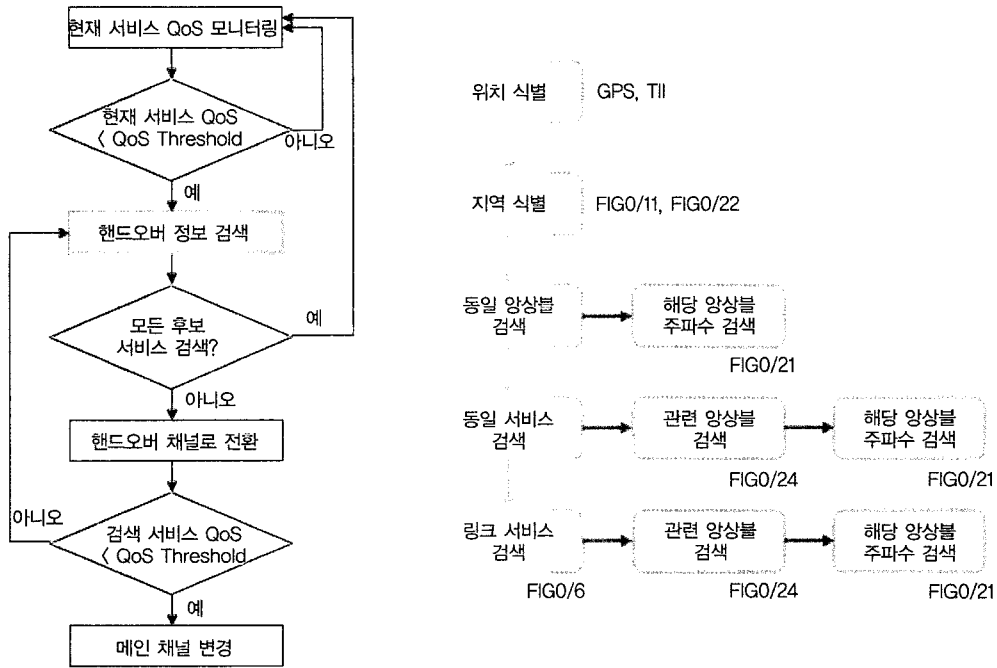
권역	SFN	RegionId				
		Upper part (5bits)	Lower part (6bits)			
			b5	권역 b4-b2	SFN b1-b0	
서울	8, 12번 채널	Reserved	Reserved	001	00	
경남	9번 채널			001	001	00
	12번 채널					01
경북	7번 채널			011	011	00
	9번 채널					01
전라	7번 채널			100	100	00
	8번 채널					01
	12번 채널					10
충청	11번 채널			101	101	00
강원	13번 채널			110	110	00
제주	8번 채널			110	110	00
	13번 채널					00

<표 5> LSN 할당 기준

LSN (Link Set Number) 12bits				
지역 번호 (4bits)		방송사 번호 (4bits)		링크번호(4bits)
서울	0001	YTN	0000	
경남	0010	KDMB	0001	
경북	0011	MBC	0010	
전라	0100	SBS	0011	
충청	0101	KBS	0100	
강원	0110	U1 media	0101	
제주	0111			
전국	0000			

부가 정보에는 FIG0/11의 Region Definition, FIG1/3(또는 FIG2/3)의 Region Label, FIG0/22의 TII database, FIG1/1 (또는 FIG2/1) 및 FIG1/5(또는 FIG2/5)의 Service Label, FIG1/0

(또는 FIG2/0)의 Ensemble Label이 있다. Region Definition은 RegionId가 지정하는 지역을 TII 리스트 또는 경/위도 범위를 이용하여 정의한다. TII와 GPS를 이용하는 단말은



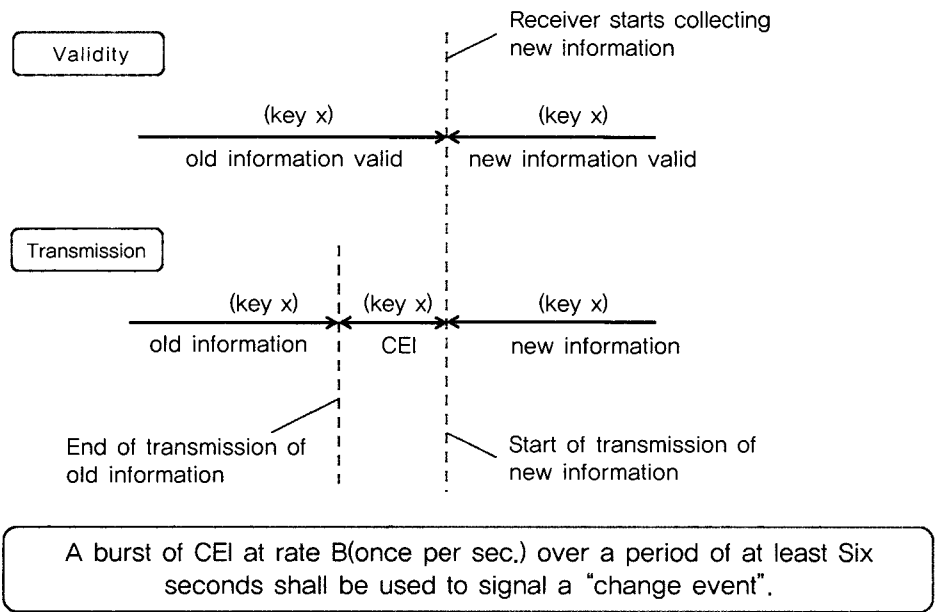
〈그림 9〉 단말의 핸드오버 수행 절차

Region Definition의 정보를 이용하여 자신이 위치한 지점의 RegionId를 식별한다. RegionId를 이용하면 FIG0/21 Frequency Information에서 단말이 위치한 RegionId에 대한 주파수만을 검색하면 되기 때문에 대상 채널이 줄어들어 핸드오버 속도가 개선된다. Region Label은 RegionId의 lower part가 지정하는 지역의 지역명을 제공한다. TII database는 각 송신소의 TII와 경/위도 좌표를 제공한다. Service Label은 현재 또는 인접 지역 서비스의 서비스명, Ensemble Label은 현재 또는 인접 지역 앙상블의 앙상블명을 제공한다.

<그림 9>는 앞서 기술한 핸드오버 정보를 이용한 핸드오버 절차를 보여준다. 단말이 핸드오버를 구현하는 방식은 정보를 검색하는 방식을 기준으로 크게 3가지 형태가 가능하

다. 첫 번째는 FIG0/21, FIG0/24, FIG0/6과 같은 필수 정보만을 이용하는 형태, 두 번째는 필수 정보와 부가 정보를 모두 이용하는 형태, 세 번째는 앞의 두 가지 형태에 GPS, TII와 같은 위치 정보를 추가적으로 이용한 형태이다. 당연히 세 번째 형태의 핸드오버가 가장 고속의 정보 검색이 가능하다. 여기에 정확한 QoS 모니터링과 핸드오버 시점 결정, 듀얼 튜너 사용 등이 병행된다면 최적의 알고리즘 구현이 가능하다.

핸드오버 정보의 전송에는 SIV(Service Information Version) 시그널링을 사용한다. 단말은 이를 이용하여 각 FIG 정보의 시작과 끝을 구분한다. 핸드오버 정보의 갱신이나 삭제는 CEI (Change Event Indication)를 이용한다. CEI를 전송한 이후에 새로운 핸드오버 정보가

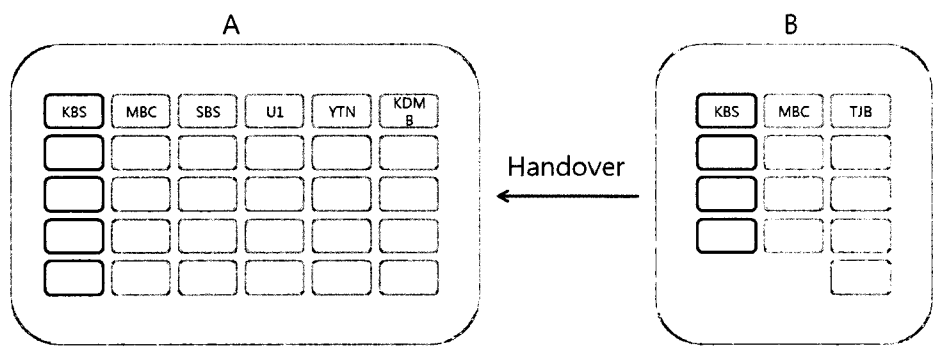


<그림 10> 핸드오버 정보의 갱신

전송된다(그림 10). CEI가 전송되는 순간을 놓치는 경우를 대비하여 단말은 주기적으로 핸드오버 정보 변경 여부를 확인해야 한다.

<그림 11>은 B지역에서 A지역으로 이동하는 과정에서 발생하는 핸드오버에 관한 예이다. B지역에는 3개의 앙상블, A지역에는 6개의 앙상블이 존재한다고 가정하자. B지역의 단말에는 KBS를 포함한 3개의 앙상블에 대한 서비스 리

스트가 표출될 것이다. 사용자가 KBS 비디오를 시청하면서 A지역으로 이동하면 단말은 핸드오버를 시도하고, 사용자는 A지역에서도 KBS 비디오를 시청할 수 있게 된다. 그러나 A지역에 위치한 단말은 별도의 채널 검색 전까지 KBS를 제외하고 B지역의 서비스 리스트를 표출하게 된다. 이를 방지하기 위하여 핸드오버 가이드라인에서는 주파수 테이블과 앙상블 테이블을 정



<그림 11> 앙상블 및 서비스 리스트 변경의 예

(표 6) 주파수 테이블 구성의 예

권역	RegionId (Lower part)	양상블	EId	주파수
서울	000100	U1	0xE045	181280
		YTN DMB	0xE040	183008
		1to1	0xE041	184736
		myMBC	0xE042	205280
		U KBS	0xE044	207008
		SBS	0xE043	208736

(표 7) 양상블 테이블 구성의 예

양상블	EId	서비스	SId
U KBS	0xE044	KBS STAR	0xF1E00441
		KBS MUSIC	0xE030
		CJ	0xE031
		U1 Radio	0xF1E00452
		U KBS-TTI	0xF1E00445
		U KBS-BWS	0xF1E00444

의하였다 (표 6, 7). 핸드오버가 발생하는 순간에 단말은 두 가지 테이블을 사용하여 양상블 및 서비스 리스트를 A지역의 것으로 갱신하게 된다. 테이블의 정보는 방송 채널을 통하여 전송되지 아니하며, 테이블의 이용 및 갱신 방법 등은 단말이 자율적으로 결정한다.

#### IV. 필드테스트

핸드오버를 도입하는데 있어서 방송사의 역할은 앞서 설명한 바와 같이 단말이 핸드오버를 수행하기 위해 필요한 정보를 방송 채널을 통해 제공하는 것과 방송망의 핸드오버 성능을 향상하는 것이다. 핸드오버 정보의 제공을

위해 방송사들 공동으로 가이드라인을 마련하였으며, 다중화기 제조사, 단말 제조사 등과 함께 표준 스트림 제작과 송수신 정합 실험을 실시하고 있다.

방송망의 핸드오버 성능 향상을 위해서는 음영지역을 해소하고 인접 지역 방송망들 간의 시간 동기를 조절하는 과정이 필요하다. 핸드오버에서의 음영지역은 일반적인 음영지역과는 조금 다른 개념이다. 일반적으로는 A지역에서 A지역 방송 수신에 불량하면 그 지역은 음영지역이다. 그러나 그 지역에서 B지역 방송 수신에 양호하면 핸드오버 관점에서는 음영지역이 아니다. 이는 커버리지 개선 효과를 의미한다. 서로 다른 권역에 분산되어 위치한 송신기들의 신호가 특정 위치에서 동시에

수신되지 않을 가능성은 낮아지기 때문에 커버리지 개선이 가능하다. 결과적으로 핸드오버 도입으로 기존의 음영지역이 다른 지역의 전파에 의해 커버되어 수신 양호 지역이 되는 것이다. 이를 고려하면 핸드오버로도 커버되지 않는 음영지역을 대상으로 증계망을 구축하는 것이 보다 효율적이다.

음영지역이 없더라도 인접 지역 서비스들의 시간 동기가 일치하지 않으면 핸드오버 성능이 저하된다. 현재 DMB 방송망은 인접한 지역들 간의 시간 동기가 고려되어 있지 않다. 서비스 형태가 반복 전송인지 1회 전송인지, 스트림 전송인지 파일 전송인지 등에 따라 시간 동기가 핸드오버 성능과 서비스 수신에 미치는 영향이 달라지며, 이에 대한 정량화된 측정값이 필요하다.

위에 기술된 과정을 수행하기 위해서는 실

제 방송 환경에서 필드테스트가 필요하다. 핸드오버 필드테스트의 목적은 방송망의 핸드오버 성능을 검증하고 향상하여 시청자에게 고품질의 핸드오버 서비스를 제공하는데 있다. 필드테스트 결과 핸드오버가 불량한 지역은 원인에 따라 음영지역을 해소하거나 인접 방송망간의 시간 동기를 조정한다. 또한 필요한 경우 주요 도로의 핸드오버 상태 및 채널별 수신 품질 등에 대한 필드테스트 결과를 단말 제조사에 제공하여 핸드오버 구현 과정의 참조 정보로 활용할 수 있도록 지원한다.

KBS에서는 핸드오버 측정 및 분석시스템을 개발하여 서울~대전 구간, 제주~서귀포 구간에서 필드테스트를 실시하였다. 측정시스템은 현재 권역 및 인접 권역 채널의 다양한 QoS 항목, 커버리지 중첩 및 불연속, 핸드오버 발생, 채널 전환, 채널 유지, 타임아웃 (지

〈표 8〉 핸드오버 측정시스템의 측정항목

메타 데이터	일 반	소속, 이름, 날짜, 날씨, 시작지점, 경로, 종료지점, 메모
	설정	계측기 설정, 안테나 이득, 케이블 손실
	기준값	QoS 항목, QoS 기준값, 전계강도 기준 레벨, 핸드오버 타임아웃 기준 시간, 핸드오버 시작을 위한 시간 조건
	채널	현재 채널 권역, 주파수, 앙상블, 서비스
위치, 시간		현재 시간, 경도, 위도, 구간 속도, 구간 시간, 구간 거리, 현재 권역, 총 측정 시간, 총 측정 거리
중첩성		중첩 구간, 중첩 채널 수, 중첩 시간, 중첩 거리
불연속성		불연속 구간, 불연속 시간, 불연속 거리, 일시 음영 구간
사용자 입력		수신 양호, 수신 불량, 사용자 메모
핸드오버 파라미터		핸드오버 상태 (진행, 채널 유지, 채널 전환, 타임아웃), 핸드오버 시간, 핸드오버 거리, 핸드오버 횟수, 채널 유지 횟수, 채널 전환 횟수, 타임아웃 횟수, 채널 전환 종류 (동일 앙상블, 동일 서비스, 링크 서비스), QoS 최우수 채널, 메인 채널, 각 메인 채널별 거리
현재 권역 채널, 인접 권역 채널		권역, 주파수, 앙상블, 서비스, QoS 양호/불량, QoS 최우수 플래그, TII, UTC 시간, CIF 카운터, 널 싱크, 시간 싱크, 주파수 싱크, 채널 싱크, D-CIR, 채널파워, 전계강도, RF 스펙트럼, FIB CRC 오류, MSC BER, TS 패킷 오류

〈표 9〉 수도권, 충청권의 송신 파라미터

권역	송신소	주파수 (MHz)	송신 출력 (kW)	ERP (kW)	안테나	안테나 고도 (m)
수도권	관악산	12B (207.008)	2	16.3	24P	642
	남산		1	9.9	16P	325
	용문산		1	17.9	4P	1177
수도권	계룡산	Reserved	2	9.8	16P	814
	식장산		2	9.8	16P	580

Test Vehicle (Outside and Inside)



〈그림 12〉 필드테스트 차량과 측정시스템

정된 시간에 핸드오버가 종료되지 못한 구간) 등의 각종 핸드오버 관련 항목을 측정하며, 실제 알고리즘에 따라 핸드오버를 수행한다 (표 8). 측정 결과는 위치 정보, 메타 데이터 등과 함께 데이터베이스에 기록되고 관리된다. 여기서는 서울~대전 구간에서의 필드테스트 결과를 소개하고자 한다. 송신 파라미터는 <표 9>, 측정 차량과 시스템은 <그림 12>와 같다. 핸드오버 대상 서비스는 비디오 서비스인 KBS Star를 선택하였으며, KBS Star는 수도권에서는 비트율 544kbps, SId 0xF1E00441, 충

청권에서는 비트율 528kbps, SId 0xF1E00241로 온에어 되고 있고 콘텐츠가 동일하므로 하드링크 핸드오버가 적용되었다.

핸드오버를 위한 QoS 항목으로는 FIB CRC Error를 선택하였다 (표 10). 수신전력의 경우 멀티패스, 인접 채널 간섭, 동일 채널 간섭 등의 영향에 의하여 기준 레벨을 확보한 지역에서도 수신이 불량한 경우가 종종 있어 고성능의 핸드오버 구현을 위한 QoS 항목으로 부적합하다. S/N은 이동 속도, 수신 환경 변화 등에 의해 기준 레벨이 변하고, 의사 비트오류



〈표 10〉 핸드오버 알고리즘

QoS 항목	FIB CRC 오류 개수
QoS 기준값	1.2초 동안 FIB CRC 오류 개수 = 10
핸드오버 시작 시점	FIB CRC 오류 개수가 3.6초 연속 기준 레벨 불만족
핸드오버 완료 (채널 전환)	QoS를 만족하는 다른 채널로 전환함
핸드오버 완료 (채널 유지)	현재 채널의 QoS가 다시 회복됨
타임아웃	10초 이내에 핸드오버가 완료되지 못함

율인 MSC BER은 값의 정확도가 떨어지기 때문에 QoS 항목으로 부적합하다. 반면에 FIB CRC Error의 경우 단말이 서비스 디코딩을 위한 다중화 환경 정보를 얻기 위해 가장 먼저 접근하는 FIC에서 측정한 값으로 시간 인터리빙(360ms)이 적용되지 않아 수신 상태를 고속으로 반영할 수 있으며, 실제 수신한 데이터에서 계산한 값이므로 비트오류율처럼 수신 상태를 정확하게 반영하는 것이 가능하다. 물론 어느 정도의 시간 지연을 감수한다면 MPEG-2 TS 패킷 오류율과 같은 서비스 레벨의 QoS 항목도 사용 가능하다.

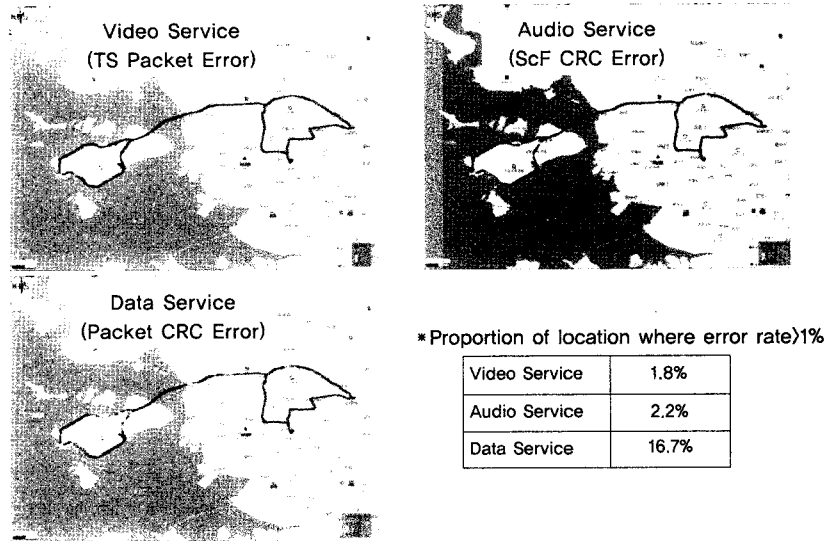
알고리즘에서는 짧은 구간 동안 수신 상태가 불량한 지역에서 핸드오버를 시도하지 않기 위하여 특정 시간 동안 연속하여 QoS가 기준 레벨 이하를 유지하는 경우에만 핸드오버를 시도하도록 하였다. 타임아웃은 핸드오버가 특정 시간 내에 완료되지 못할 때 발생하며, 방송망의 성능 평가 기준으로 활용될 수 있다.

정확한 측정 결과를 얻기 위해 측정시스템은 핸드오버 정보, GPS 위치 정보, TII 등의 정보를 모두 활용하며, 여러 채널에 대한 측정값들을 동시에 수집하도록 설계하였다. 또

한, 각 측정 지점마다 QoS가 우수한 채널 순서대로 채널맵을 구성하고, 핸드오버 시점에서 이를 활용하여 고속의 핸드오버가 가능하도록 하였다. 적용한 알고리즘에 따라 측정 결과가 변경될 수 있으므로 측정시스템에서는 사용자에게 의한 알고리즘 설계가 가능하도록 하였다.

서비스의 종류와 특성에 따라 핸드오버를 위한 QoS 기준 레벨이 다르다. 지난 1월 실시한 서울 여의도~인천 영종도 구간의 필드 테스트 결과에 의하면 전체 측정 포인트 중에서 비디오 서비스 오류가 발생한 포인트 비율은 1.8%, 오디오는 2.2%, 데이터는 16.7%로 나타났다(그림 13). 이는 데이터 서비스가 전송 오류에 더욱 취약함을 의미하며, 비디오 서비스의 RS부호와 같은 외부호화가 적용되지 않았기 때문이다. 핸드오버 QoS 항목의 선정에는 이와 같이 서비스별 수신 성능 차이를 반영하여야 한다.

핸드오버 필드테스트 결과를 요약하면 <표 11>과 같다. 총 103.1km의 측정 구간에서 핸드오버는 50회 시도되었으나 실제 채널이 전환된 경우는 16회에 불과하다. 이는 일시적으로 현재 채널의 수신이 불량하였으나 수신 상



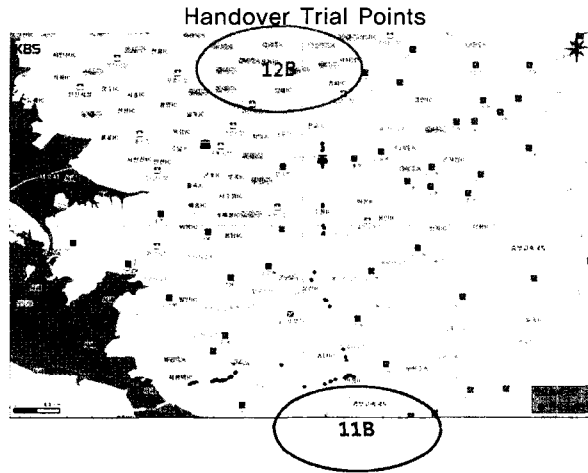
〈그림 13〉 서비스별 수신 성능 차이

〈표 11〉 핸드오버 필드테스트 결과

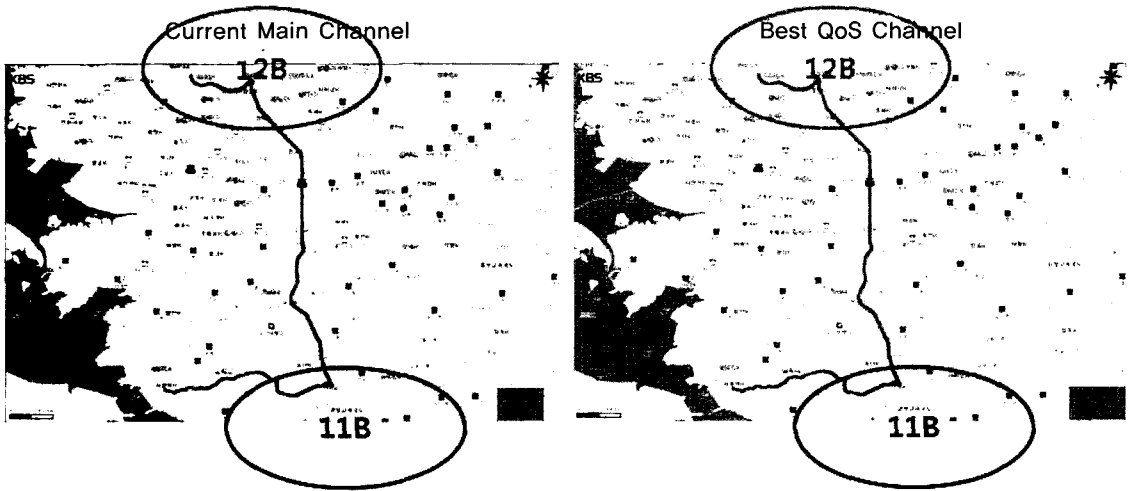
측정 구간	103.1km
중첩 구간	11.9km
불연속 구간	4.1km
현재 채널이 수도권 채널인 구간	82.6km
현재 채널이 충청권 채널인 구간	20.5km
핸드오버 시도 횟수	50
채널 전환 횟수	16
채널 유지 횟수	34
타임아웃 횟수	8

태를 회복한 구간이 실제 필드에서 많이 존재함을 의미한다. 알고리즘에서 3.6초 연속 QoS가 불량할 때 핸드오버 시도라는 조건이 적용되었어도 핸드오버는 50회로 자주 시도되었으며, 이러한 조건이 적용되지 않았다면 더욱 자주 시도되었을 것이다. 총 이동거리가

103.1km였다는 사실까지 감안하면 핸드오버 시도가 지나치게 잦은 것이다. 후에 출시될 핸드오버 상용 단말은 고성능의 핸드오버 알고리즘 구현을 통해 잦은 핸드오버 시도나 채널 전환에도 사용자가 혼란스러워 하지 않도록 해야 한다. 또한 방송사에서도 중계기 설치 등



<그림 14> 핸드오버 진행 구간

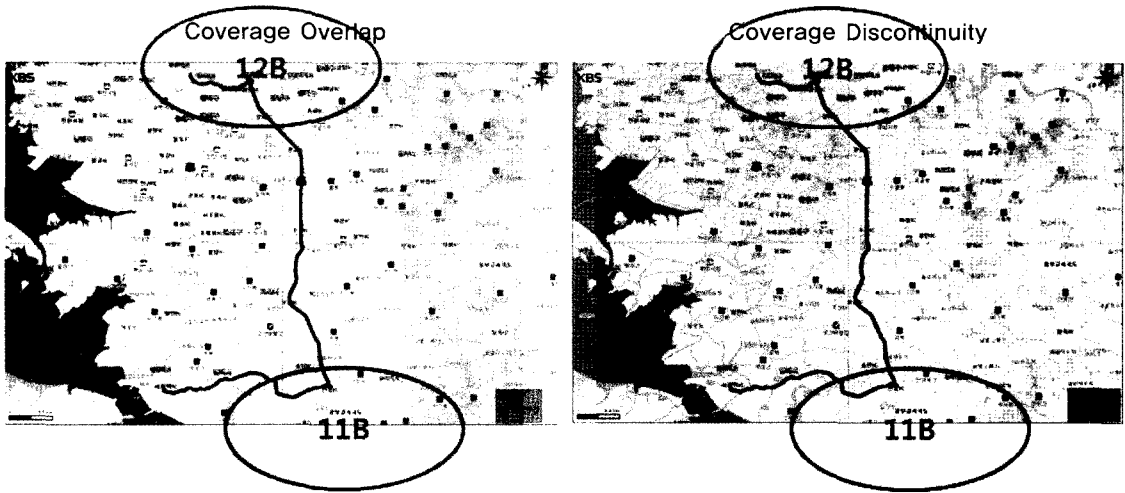


<그림 15> 메인 채널과 QoS 우수 채널 분포

을 통해 지나치게 핸드오버 시도가 잦은 구간이나 핸드오버로도 커버되지 않는 지역을 해소해야 한다. 필드테스트 결과 2개 채널 모두 수신이 양호한 중첩 구간은 11.9km였다. 2개 채널 모두 수신이 불량한 불연속 구간은 4.1km였으며, 핸드오버를 시도한 50회 중에 8회는 10초 이내에 핸드오버가 종료되지 못한

타임아웃이 발생하였다. 이러한 지역도 향후 중계기 설치가 필요하다.

<그림 14>~<그림 18>은 필드테스트 결과를 지도에 도시한 것이다. <그림 14>는 메인 채널의 QoS가 불량하여 측정시스템이 핸드오버를 시도한 구간이다. 메인 채널과 QoS 우수 채널의 분포는 <그림 15>와 같다. 메인 채널

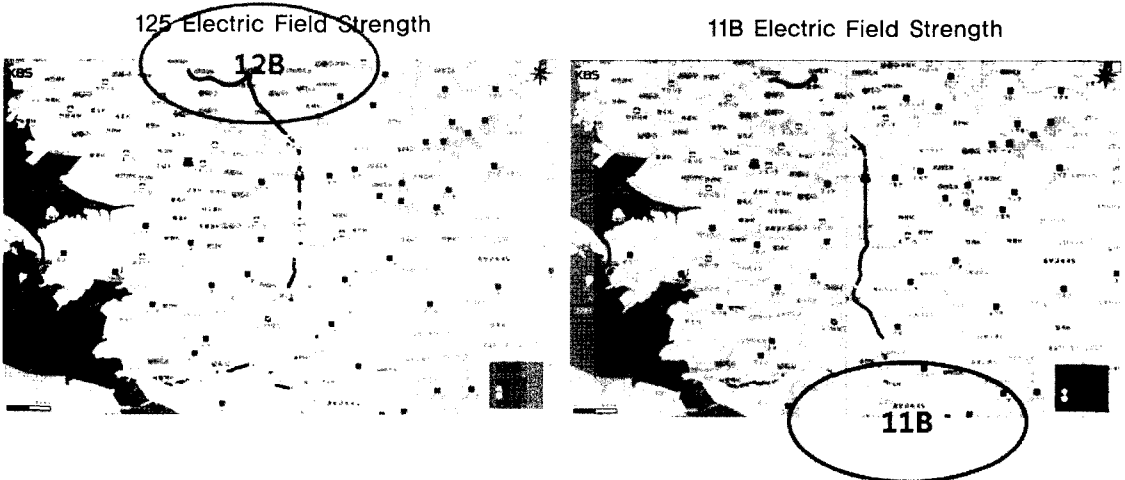


〈그림 16〉 커버리지 중첩 지역과 불연속 지역

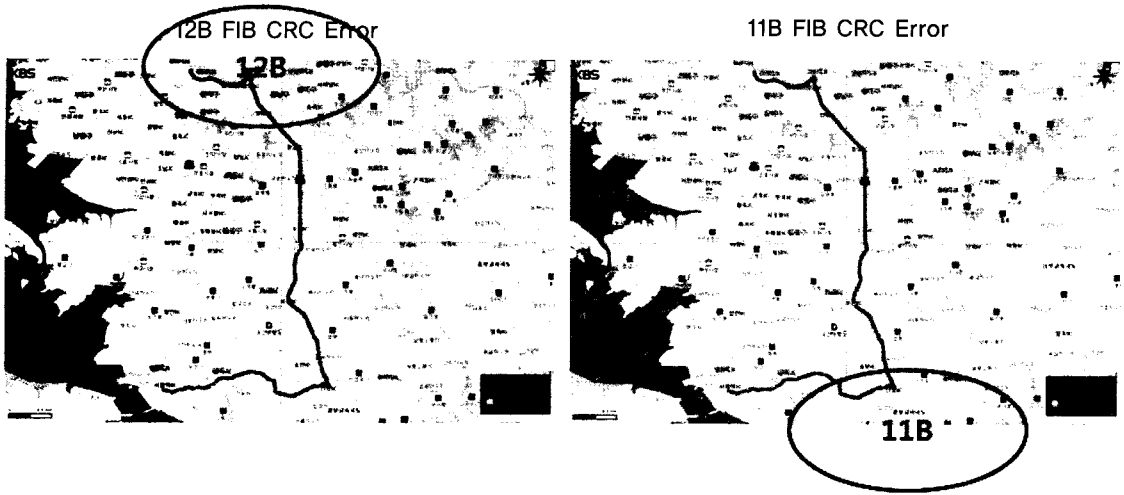
은 사용자에게 최종 서비스 형태로 표출되는 채널로 핸드오버가 발생하면 메인 채널도 변경된다. QoS 우수 채널은 현재 및 인접 권역 채널들 중에 가장 QoS가 우수한 채널을 의미한다. 메인 채널과 QoS 우수 채널의 분포는 차이를 보이는데 이는 메인 채널의 QoS가 기준 레벨 이상을 유지한다면 다른 채널의 QoS

가 메인 채널보다 좋더라도 핸드오버를 수행할 필요가 없기 때문이다.

〈그림 16〉은 커버리지 중첩 지역과 불연속 지역을 보여준다. 중첩 지역은 2개 채널의 QoS가 기준 레벨 이상으로 수신이 양호한 지역이다. 11B 지역으로 접근함에 따라 중첩지역이 더욱 많아짐을 알 수 있다. 불연속 지역



〈그림 17〉 전계강도 분포



〈그림 18〉 FIB CRC Error 분포

은 2개 채널의 QoS가 기준 레벨을 확보하지 못한 음영지역으로 이러한 지역은 중계기 설치 필요하다.

〈그림 17〉은 전계강도 분포를 〈그림 18〉은 FIB CRC Error 분포를 보여준다. 〈그림 17〉의 좌측 하단을 보면 채널 11B의 전계강도가 낮은 지역에서 채널 12B가 높은 전계강도를 보여주고 있음을 알 수 있다. 상단의 12B 지역에서 11B의 전계강도가 높은 것은 충청권 DMB 전파 때문이 아니라 서울 MBC 아날로그 TV 때문이다. 이는 전계강도가 핸드오버 QoS 항목으로 부적합한 다른 이유이다. 〈그림 18〉의 FIB CRC Error 분포에서도 마찬가지로 좌측 하단을 보면 채널 11B의 FIB CRC Error가 많이 발생한 지역에서 채널 12B의 FIB CRC Error가 거의 발생하지 않음을 알 수 있다. 〈그림 17〉과 〈그림 18〉은 핸드오버로 인한 음영 지역 감소가 가능함을 보여준다.

## V. 결론

지금까지 지상파 DMB 핸드오버 기술 구현에 관한 내용을 기술 개요, 가이드라인, 필드테스트 결과 순으로 살펴보았다. 핸드오버는 이동 매체를 위해 필수적인 기술로 콘텐츠를 편리하게 소비할 수 있는 환경을 시청자에게 제공한다라는 측면에서 중요한 의미를 갖는 기술이다. 또한 국내 방송 매체에서 최초로 도입되는 핸드오버 기술이라는 측면의 의미도 중요하다.

핸드오버 기술의 도입을 위해 KBS는 다른 방송사들과 공동으로 기술 가이드라인을 마련하고 필드테스트를 수행하는 등의 준비를 해오고 있다. 필드테스트 결과 짧은 구간의 음영지역이 실제로 많이 존재하며, 길지 않은 구간에서도 핸드오버가 자주 시도되고 있으므로 이러한 사항을 고려한 단말 구현이 필요함을 확인하였다. 또한 핸드오버 도입으로 음영 지역 개선 효과가 있지만 핸드오버로 커버되지 않은 지역이나 핸드오버가 잦은 지역은 중

계기 설치 등을 통해 수신 환경 개선이 필요함을 확인하였다.

금년 내 핸드오버 기술의 상용화를 목표로 현재 방송사, 다중화기 제조사, 단말 제조사 공동으로 송수신정합협의회를 통해 가이드라인을 준수하는 표준 스트림을 제작하고, 단말과의 정합 실험을 실시하고 있다. 정합 실험은 단말의 핸드오버 구현 지원, 다중화기의 표준 준수 여부 검증, 핸드오버를 지원하지 않는 단말의 역호환성 확보를 목표로 진행하고 있다. 정합 실험 결과 발견된 문제들이 있으면 관련 기관들과의 협의를 거쳐 수정 보완 작업을 진행하고, 필요한 경우에는 TTA를 통한 표준화 추진, 단말 인증 등을 지원할 계획이다.

### 참고문헌

- [1] Radio Broadcasting Systems; Digital Audio Broadcasting (DAB) to Mobile, Portable and Fixed Receivers, ETSI EN 300 401 v1.4.1, June 2006.
- [2] Digital Audio Broadcasting (DAB); Guidelines and rules for implementation and operation, Part 1: System outline, ETSI TR 101 496-1 v1.1.1, Nov. 2000.
- [3] Digital Audio Broadcasting (DAB); Guidelines and rules for implementation and operation, Part 2: System features, ETSI TR 101 496-2 v1.1.2, May. 2001.
- [4] T-DMB Service Guideline, DSA v1.2, 2007.

### 저자소개



김 상 훈

1998년 8월 고려대학교 전자공학과 학사  
2001년 8월 KAIST 전기 및 전자공학과 석사  
현재 KBS 방송기술연구소

주관심 분야 : 모바일방송 시스템/서비스



김 만 식

1979년 2월 서울대학교 전자공학과 학사  
1981년 2월 KAIST 전기 및 전자공학과 석사  
현재 KBS 방송기술연구소 선임

주관심 분야 : 디지털방송 (DTV, DMB), 방송제작



김 규 영

1981년 11월 KBS 입사  
KBS 방송망운용국 차장  
KBS 대구 제작기술 부장  
KBS 안동 기술 부장  
현재 KBS 디지털전환팀 팀장

주관심 분야 : 디지털방송 시스템, 방송 전파 설계