

FLO™ 기술 개요

오 재 하*

◆ 목 차 ◆

- | | |
|---------------|-----------------------|
| 1. 개요 | 6. FLO 무선 인터페이스 |
| 2. 서론 | 7. FLO 무선 인터페이스의 기본사항 |
| 3. 사용자의 경험 | 8. 결 론 |
| 4. FLO 시스템 구조 | |
| 5. FLO 시스템 개요 | |

1. 개 요

이동 멀티미디어 서비스를 수백만의 무선 가입자에게 경제적인 방법으로 동시에 전달 하기 위하여, 퀄컴은 시장분석과 비즈니스 케이스 모델링을 통한 시스템 설계원칙을 적용하였다. 이 백서는 그 결과물이며 Forward Link Only(FLO) 기술로 알려진 새로운 멀티캐스팅 기술에 관하여 설명한다.

FLO 기술은 무선 멀티미디어 서비스의 세계적 수요를 만족시키기 위하여 기초부터 이동 애플리케이션 제품을 위해 설계되었다. FLO는 처음부터 멀티미디어 콘텐츠를 수백만의 가입자에게 효율적이고 경제적으로 전달하기 위하여 설계되었다.

FLO 기술은 선두 기업들이 협동하여 규격을 만들고 규격 채택을 표준제정기관이 검토하도록 할 것이다. 퀄컴은 FLO 기술의 세계적 표준화를 위해 노력 할 것이며 이를 위해 세계적인 기업들과 다자 기구를 설립하여 이러한 노력을 진행 할 것이다.

2. 서 론

최근 몇년동안 무선 산업은 단말 기능, 특히 이

동 셀룰러 단말기에서, 폭발적인 성장을 보였다. 계속적으로 증가하는 컴퓨팅 능력과 메모리, 고기능 그래픽 등은 새롭고 보다 흥미로운 무선 서비스의 개발을 촉진시켰다. 그러나 이러한 서비스 중의 일부는, 기술적으로는 가능하나, 전송 비용과 예상 매출의 불균형이라는 문제점을 가지고 있다.

이러한 예 중의 하나는 많은 양(Mbytes)의 일반 멀티미디어 콘텐츠를 수백만의 무선 단말에 실시간으로 전달하는 것이다. 이런 형태의 콘텐츠 전송은 3G망과 같이 현재의 통신망(unicast)에서 기술적으로 가능하다. 그러나 시장 분석에 의하면 종래의 방송 서비스와 유사한 이러한 종류의 콘텐츠에 대한 수요는 인터넷과 같은 양방향성의 온-디맨드 데이터 서비스보다 저렴한 서비스 가격을 필요로 한다. 이러한 비용에 관한 풀기 어려운 문제 때문에 사업자는 대용량 콘텐츠를 제공하는 것을 장기간 지속할 수 있는 사업으로 생각 하기는 어렵다.

미국에서 2004년 일년 동안 이러한 서비스에 870억불이 소비되는 것에서 볼 수 있듯이, 비디오와 멀티미디어의 매력은 매우 크다. 통신망 사업자들에게 “높은 품질의 멀티미디어를 무선 장비에 전송하는 것으로 어떻게 이익을 창출할 수 있게 하느냐?”하는 것이 해결하여야 하는 과제가 되었다.

* 한국 퀄컴 상무

FLO 기술은 멀티미디어 콘텐츠를 수백만의 무선 가입자에게 효율적이고 경제적으로 동시에 전달할 수 있도록 특별히 설계되었다. FLO는 다수의 가입자에게 실시간으로 멀티미디어 콘텐츠를 전달하는 비용을 줄여준다. 또한 사용자가 기존의 셀룰러 음성과 데이터 서비스에 이용한 단말기로 콘텐츠 채널들을 “Surf” 할 수 있게 한다. FLO 기술을 설계하는데 있어 퀄컴은 다수의 수요자들에게 멀티미디어 콘텐츠를 무선으로 전달하기 위해 해결 하여야 될 많은 문제점을 해결 하였다. FLO는 종래의 지상 또는 위성 전송 형식(포맷)에 구애 받지 않고 최소의 전력으로 보다 나은 이동성과 주파수 효율성을 제공한다.

본 백서는 FLO 기술과 그 기술이 포함하는 중요한 무선 인터페이스 특성을 간략히 설명한다.

3. 사용자의 경험

일반적인 시스템과 기술적 개요를 설명하기 전에 사용자가 어떠한 경험을 하게 될 것인지를 먼저 설명하는 것이 이해에 도움이 될 것이다.

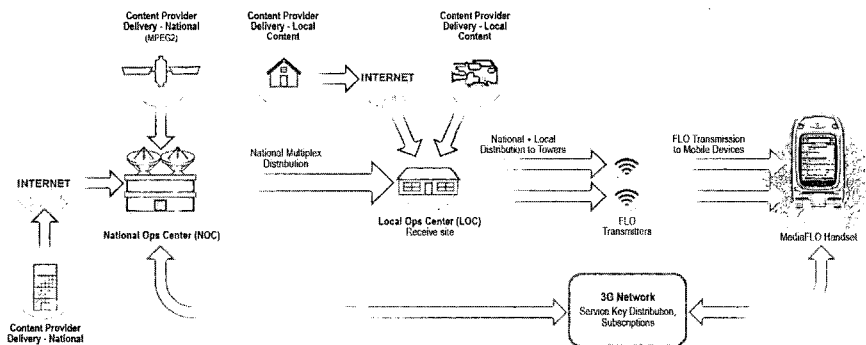
무선 사업자는 FLO 기술에 기반한 MediaFLO를 이용하여 수요자들에게 서비스를 제공하는 것을 생각해 볼 수 있다.

이러한 FLO 기본 서비스 구성의 한 예로서 스테레오 오디오, 초당 30 프레임의 QVGA (640x480 화소)를 가진 VGA 의 1/4인 320x240 화소의 Q

uarter Video Graphic Array)를 규격으로 14개의 실시간 스트리밍 비디오 전국(국가 단위) 방송 채널 및 5 개 실시간 스트리밍 비디오 지역 방송 채널을 지원이 가능하다. 이러한 서비스는 각 비 실시간 채널이 하루 20분 분량까지의 콘텐츠를 전송한다고 가정했을 때, 50개의 전국 단위 “비 실시간” 채널 (미리 녹화된 콘텐츠로 이루어진) 과 15 개의 지역 단위 “비 실시간” 채널을 동시에 지원 가능하다. “비 실시간” 콘텐츠의 전송은 사용자가 인지하지 못하는 가운데 전송이 되며, 제공된 프로그램 가이드에 따라 시청 가능하다. 지역 및 전국 콘텐츠의 할당은 아래에 자세히 설명되는 것과 같이 쉽게 변경이 가능하며 동일한 날짜에도 시간에 따라 변경도 가능하다. 실시간 스트리밍 서비스는 스포츠 등의 생중계를 지원하는 반면에 “비 실시간” 콘텐츠는 음악, 일기예보 또는 주제별 종합 뉴스를 제공한다. 전국 및 지역 콘텐츠 외, 인터넷 프로토콜(IP) 데이터 채널들도 프로그래밍 구성에 포함될 수 있다. 이러한 채널의 콘텐츠 예로는 교통정보, 금융정보, 지역 일기예보 등을 포함한 다양한 콘텐츠가 제공 될 수 있다.

신속한 채널 변경은 사용자의 주요 요구사항이다. 또한 이에 못지 않게 중요한 것이 시청 시간이며 이는 통화시간과 비슷하거나 길어야 단말기 다른 기능이 방해 받지 않게 된다.

MediaFLO 서비스는 사용자들에게 익숙한 형태의 프로그램 가이드 사용자 인터페이스를 제공함으



(그림 1) Example of FLO Network

로써 텔레비전을 시청하는 것과 동일한 시청 경험을 제공한다. 사용자들은 그들이 가입할 채널 패키지를 선택하는 것과 같이 여러 프로그램으로 구성된 프리젠테이션 패키지를 선택한다. 사용자는 선택하고 가입한 채널의 프로그램을 볼 수 있게 된다.

고품질 비디오와 음성, IP 데이터를 이용하는 것뿐만 아니라 사용자는 이러한 채널에 관련된 쌍방향 서비스도 가능하다. 이러한 서비스의 몇가지 예로는 음악 앨범, 벨소리 구매나 음악 프로그램에 포함된 노래의 다운로드 등이 있을 수 있다. 사용자들은 프로그램 가이드를 통하여 VOD와 같은 프로그램 가이드의 일반 채널에 포함되지 않는 콘텐츠를 구매할 수도 있다.

우리는 아래에서 FLO 기술에 기반한 MediaFLO 시스템이 어떻게 주파수 대역을 효과적으로 이용하고 사업자의 투자와 운영 비용을 절감함과 동시에 사용자가 다양한 콘텐츠를 즐기도록 할 수 있는가에 대하여 자세히 설명한다.

4. FLO 시스템 구조

FLO 시스템은 망 운용 센터 (Network Operation Center; 하나의 국가 단위 운영 센터와 하나 또는 그 이상의 지역 운용 센터로 구성됨), FLO 송신기, 3G 통신망, FLO 기능 탑재 단말기 (MediaFLO 핸드셋으로도 불림)로 구성된 4개의 서브 시스템으로 이루어진다. 아래의 그림은 FLO 시스템의 구조를 보여준다.

4.1 망 운용 센터 (Network Operation Center)

망 운용 센터는 FLO 망에 있어 국가 운용센터(National Operation Center; NOC) 와 하나 또는 그 이상의 지역 운용 센터(Local Operation Center; LOC)로 구성된 주요 설비들로 이루어져 있다. NOC에는 과금, 콘텐츠의 분배와 관리 등의 망 요소가 포함된다. NOC는 여러 가지 망 구성 요소들을 관리하며 전국 콘텐츠와 프로그램 가이드 정보를 분배하기 위한 국

가 및 지역 콘텐츠 제공자들과의 접속점이기도 하다. NOC는 또한 사용자 서비스 가입과 접속 및 암호화 키를 분배 그리고 이동 통신 사업자에게 과금에 관련 된 정보를 제공한다. 망 운용 센터는 각 지역에서 지역 콘텐츠를 단말기로 전송하기 위한 지역 콘텐츠 제공자와의 접속점 역할을 하는 LOC를 하나 이상 포함 할 수 있다.

4.2 FLO 송신기

각각의 FLO 송신기들은 단말기에 콘텐츠를 전달 하기 위한 FLO 신호를 송신한다.

4.3 3G 망

3G 망은 이동 통신 사업자가 운용 하는 망이며 서비스 가입과 접속 키 분배를 위해 단말기와 NOC 가 통신을 할 수 있도록 쌍방향 서비스를 지원한다.

4.4 FLO 단말기

FLO 단말기는 가입한 콘텐츠와 프로그램 가이드 정보가 포함된 FLO 신호를 수신할 수 있다. FLO 단말기는 기본적으로 이동 단말기이며 전화, 주소록, 인터넷 포탈, 게임 콘솔 등을 포함하는 다기능 장치이다.

이들 모든 기능 중에서 가장 중요한 것은 전화를 걸고 받을 수 있는 기능이다. 단말기의 모든 기능들은 단말 내의 자원을 공동으로 사용하고, 이중 가장 중요한 것은 배터리 전력이기 때문에 어떤 한 서비스가 전력을 낭비하면 그러한 서비스를 성공 할 수 없다. 전력은 스크린을 비효율적으로 사용하면 낭비될 수 있고 비효율적인 망 접속(예로는 무선 수신기가 항상 켜져 있거나 거의 대부분 시간 동안 켜져 있는 것이다) 자체로서도 낭비된다. 특히 FLO는 단말기와 최적화된 전송 기능의 통합을 통해 전력 소모를 최적화하도록 고안되었다.

5. FLO 시스템 개요

5.1 콘텐츠 획득과 분배

FLO 망에서 실시간 채널을 위한 콘텐츠는 제공자로부터 대부분의 경우 C대역 위성을 통하여 MPEG-2 형식(704 또는 720x480 또는 576 화소) 규격으로 일반적인 상용 장비를 통하여 직접 수신한다. 이것은 프로그래머들이 사용하는 가장 일반적인 형식이며 따라서 콘텐츠 제공자들이 FLO 시스템과 상대적으로 쉽게 인터페이스 할 수 있도록 하여 준다. 소스 콘텐츠로서 SD (Standard Definition) 해상도를 사용하는 것은 FLO 시스템이 지원하는 H.264 QVGA로 효율적으로 변환할 수 있도록 하기 위해서 이다.

“비 실시간” 콘텐츠는 통상적으로 IP링크를 통하여 콘텐츠 서버에 의하여 수신된다. 수신된 콘텐츠는 FLO 패킷 스트림으로 변환되고 단일 주파수 망(Single Frequency Network; SFN)을 통하여 분배된다. 이러한 FLO 패킷 스트림의 분배는 MediaFLO 미디어 배분 시스템(Media Distribution System: MDS)에 의하여 이루어진다. 비실시간 콘텐츠는 미리 정해진 스케줄에 따라 전달된다.

FLO 송신기로 콘텐츠를 전달하는 수단으로 위성, 광섬유 등을 사용할 수 있다. 단일 서비스 지역 내에서 하나 또는 그 이상의 위치에서 콘텐츠는 수신되고 FLO 패킷은 FLO 신호로 변환되어 FLO 송신기를 사용해 단말기로 송출된다. 만일 지역 콘텐츠가 있다면 이 지역 콘텐츠는 광역 콘텐츠와 결합되어 송출된다.

오직 서비스에 가입한 단말기만이 서비스 프로그램 가이드에 따라 해당 콘텐츠를 수신할 수 있다. 콘텐츠는 프로그램 가이드에 따라 앞으로의 시청을 위하여 이동 단말기에 저장되거나 혹은 실시간적으로 전달된 생방송 스트림은 사용자에게 지속적으로 제공된다. 콘텐츠는 고품질 비디오(QVGA)와 오디오(MPEG-4 HE-AAC) 또는 IP 데이터 스트림으로 구성되어 있다. 1XEV-DO, UMTS, HSDPA와 같은 3G 셀룰러 망은 쌍방향 기능과 사용자의 서비

스 승인을 지원하기 위해 필요하다. 또한 3G망은 구매 및 다운로드 거래를 포함하는 쌍방향 기능의 기본 역할로서 중요한 기능을 담당 한다.

5.2 전력소모 최적화

FLO 기술은 전력소모와 주파수 분산, 시간 분산 등을 동시에 최적화한다. 유사 하기는 하나 덜 효율적인 시스템은 이중 하나 또는 두개의 변수만 최적화하기 위하여 나머지 변수들의 성능을 개선할 수는 없다. FLO는 시간이나 주파수 분산 기능을 개선하면서도 송신된 신호의 작은 일부분만을 수신 할 수 있다. 이러한 최적화의 결과로 FLO 단말기는 일반 이동 단말의 배터리 수명과 비교될 수 있는 배터리 수명을 가진다. 즉, 수시간의 시청 시간과 통화시간, 수일의 대기시간등이다.

FLO의 무선 접속 규격은 FLO 신호에서 특정시간 동안 각 콘텐츠 스트림을 송신하는 시분할 다중방식(TDM)을 사용한다. 단말기는 어느 시간 간격으로 원하는 콘텐츠 스트림이 송신되는가를 나타내는 오버헤드 정보에 액세스한다. 단말기의 수신회로는 원하는 콘텐츠 스트림이 송신되는 시간 간격에만 전력이 공급되고 다른시간에는 전력이 공급되지 않는다. 수신기의 ON/OFF 비율은 미디어 콘텐츠 크기나 사용된 데이터 비율에 따라 적거나 매우 낮을 것이다.

FLO 기술은 프로그램 채널 획득시간을 최소화하였다. 대부분의 경우에 그것은 2초 이하이다. 이동 사용자들은 집에서 디지털 위성이나 케이블 시스템에서 채널을 훑어보는 것과 같이 쉽게 채널 “서핑(Surfing)”을 할 수 있다.

5.3 광역 및 지역 콘텐츠

FLO는 한개의 무선 주파수 채널에 지역 및 광역 커버리지의 공존을 지원한다.

단일 주파수 망(SFN)을 사용할 때 FLO는 복잡한 핸드오프(Hand-off)를 없앤다. 광역에서 모든 가입자에게 공통적으로 관심이 있는 콘텐츠는 모

든 송신기에서 동시에 송신된다. 지역적 관심의 콘텐츠는 특정 시장에서만 송신될 수 있다. 이러한 시장에 따른 제어(per market control)는 각각의 프로그램의 계약 내용에 기반한 블랙아웃과 리튬(rltune) 기능을 제공한다.

5.4 계층적 변조 (Layered Modulation)

가능한 한 최고의 서비스 품질을 제공하기 위하여 FLO 기술은 계층 변조 기술의 사용한다. 계층 변조에 따라 FLO 데이터 스트림은 모든 사용자가 해독할 수 있는 기본 계층(base layer)과 높은 신호대 잡음비(SNR) 지역에서만 해독이 가능한 확장 계층(Enhanced Layer)로 나누어져 있다. 대부분의 사용자 장치들은 30fps의 비디오 품질을 제공하는 두개 계층 모두를 수신할 수 있을 것이다. 기본 계층은 유사한 전체 용량과 15fps 비디오 품질을 제공하는 계층화 되지 않은 방식에 비하여 탁월한 커버리지를 갖는다. 계층적 변조와 소스코딩을 결합하여 다른 방법으로는 수신이 불가능한 지역이나 속도에서도 서비스의 점진적 열화 될 수 있도록 수신 가능 하다. 최종 사용자에게는 이 효율성은 FLO가 특히 다른 멀티미디어 서비스보다 확연히 넓은 대역폭을 필요로 하는 비디오 서비스에서 좋은 품질로 나온 커버리지를 제공할 수 있다는 것을 의미한다.

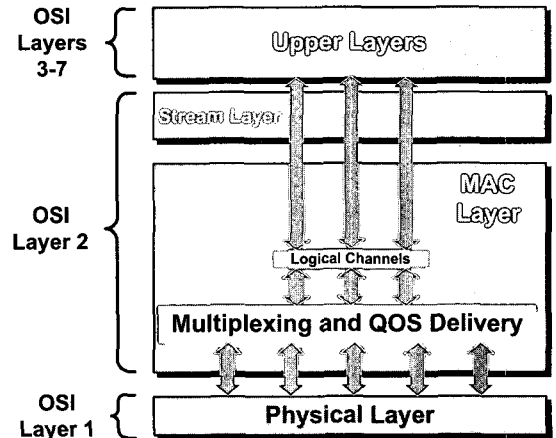
앞에서 설명한 바와 같이 FLO 시스템은 실시간 미디어에 H.264 를 사용한다. H.264 Coding은 확장된 H.264로서 계층 변조를 지원하지 않는 애플리케이션에는 H.264와 호환 가능하도록 지원하고 기본 계층은 확장된 H.264로서 계층화 코덱(coder-decoder)이 적용된 애플리케이션의 경우에 H.264 호환성을 가진다.

6. FLO 무선 인터페이스

6.1 FLO 무선 접속 규약 참조 모델

그림 2는 FLO 무선 인터페이스 참조 모델을 보

여주고 있다. FLO 무선 인터페이스 규격은 OSI 계층 1 (물리계층)과 계층 2 (데이터 링크 계층)에 해당하는 프로토콜과 서비스 만을 다룬다. 데이터 링크 계층은 두개의 서브계층으로 나뉘는데 매체 접근(Medium Access; MAC) 서브계층과 스트림 서브 계층이다.



(그림 2) FLO 무선접속 규약 참조 모델

6.1.1 상위 계층의 주요 기능들

- 멀티미디어 콘텐츠의 압축
- 멀티미디어 접속 제어
- 제어 정보의 콘텐츠와 포맷

FLO 무선 접속 규격은 상위 계층을 규정하지 않는데 그이유는 다양한 애플리케이션과 서비스를 지원하는데 있어서 설계 융통성을 가능토록 하기 위함이다. 이 계층은 단지 설명을 하기 위해 그림에 표시가 된 것 뿐이다.

6.1.2 스트림 계층의 주요 기능들

- 3개까지의 상위 계층을 다중화 하여 하나의 논리 채널로 만들
- 상위 계층의 패킷을 각각의 스트리밍 논리 채널과 연결
- 패킷 구성과 에러 처리 기능
- 매체 접속 제어 (MAC) 계층의 주요 기능

- 물리계층 접속 제어
- 논리 채널과 물리적 채널간의 매핑
- 물리 채널을 통하여 송신하기 위한 논리 채널을 다중화
- 이동 장치에서의 논리 채널을 역다중화함
- 서비스 품질 (QoS) 요구사항 적용 제어

6.1.3 물리계층의 주요 기능

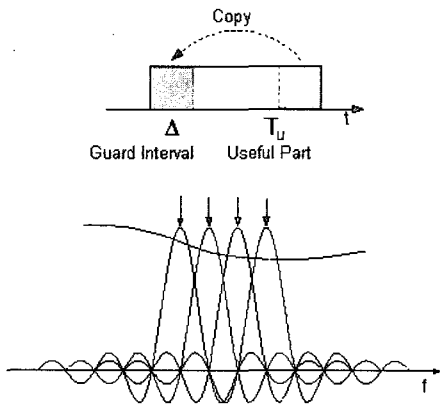
- 정방향 링크에 채널구조를 제공
- 주파수, 변조, 암호화 요구사항을 정의

7. FLO 무선 인터페이스의 기본사항

7.1 OFDM 변조

FLO 기술은 직교 주파수 분할 다중화 방식(Orthogonal Frequency Division Multiplexing; OFDM)을 이용하는데 이것은 DAB(Digital Audio Broadcasting), DVB-T (Digital Video Broadcasting), ISDB-T (Terrestrial Integrated Services Digital Broadcasting)에서도 사용 되고 있다. 그림 3에 그려진 바와 같이 OFDM은 대형 셀 SFN에서 이동성에 관련된 요구 사항들을 효율적으로 만족하면서 동시에 높은 주파수 효율성을 달성 할 수 있다.

가장 작은 송신 시간 간격은 그림 3에 보여진 것과 같이 하나의 OFDM 심볼 기간에 해당한다



(그림 3) OFDM Symbols

OFDM은 다수의 송신기로부터 오는 긴 지연을 적절한 길이의 **Cyclic Prefix** (심볼의 마지막 부분의 복제인 보호 구간)을 설정하여 직교성을 확보하고 캐리어간의 간섭을 방지한다. 이 시간간격이 최대 채널지연보다 긴 한도 내에서는 앞의 심볼의 모든 반사파들은 제거되며 직교성이 확보된다

OFDM 기본 시스템의 개발시에는 여러가지 설계적 절충점이 고려되어야 한다. 이러한 결정들은 이동성의 정도, 필요한 데이터 전송율, 지원될 서비스, 지원되는 사용자의 수, 시스템이 사용되는 환경 등을 포함한 시스템이 사용될 환경에 따라 영향을 받는다. 가장 기본적인 절충점은 톤의 개수 선택과 **Cyclic Prefix**의 길이를 포함한 기초 서브캐리어 (톤; tone)의 특성이다.

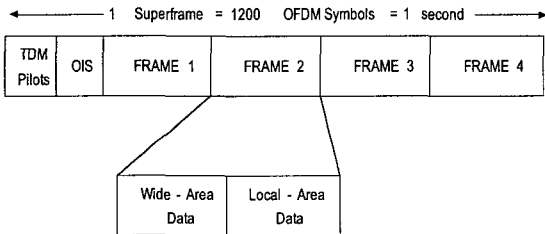
OFDM의 설계에서 중요한 요소는 변환크기 - 각각의 심볼에서 변조된 서브캐리어의 갯수 - 이다. FLO 물리계층은 4096개의 서브캐리어의 변환 크기를 낡는 4K 방식을 사용한다. 이 방식은 비교적 큰 SFN 셀에서 유용한 충분히 긴 가드 시간간격을 유지함과 동시에 8K 방식에 비하여 탁월한 이동 성능을 갖는다. 시속 200km가 넘는 속도까지도 성능이 유지되며 그 상의 속도에서도 점진적인 품질 저하가 일어나게 된다. 이러한 성능은 채널 상황을 예측하기 위한 **FLO Pilot** 구조 때문에 구현 가능하고 따라서 수신기들은 **Cyclic Prefix**보다도 큰 지연 분산을 처리 할 수 있도록 한다.

OFDM은 사용자 데이터가 톤(서브캐리어)위에 변조 되도록 하는 변조 기술이다. 각각의 OFDM 심볼기간마다 각각의 톤에 정보를 전달하는 심볼이 얹혀진다. 이 정보는 톤의 위상이나 진폭 또는 모두를 조정하는 방식으로 톤 위에 변조된다. 대부분의 경우, 기본적으로는 톤은 정보의 0 또는 1 비트를 나타내기 위하여 존재하거나 존재하지 않도록 되는데 통상적으로 QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) 나 QAM (Quadrature Amplitude Modulation) 이 사용된다. FLO 무선 인터페이스는 QPSK, 16-QAM 과 계층화된 변조기술을 지원한다. 하나의 계층에 2개의 Bits이 적용되는 비 정형적 16-QAM 콘스텔레이션 방식(2개의 QPSK 계층)이 계층 변조에 사용된다

7.2 물리계층 특성

최적화된 Pilot과 Interleaver 구조 설계로 빠른 채널 획득이 가능하다. FLO 무선 접속 규격에 채용된 Interleaving 구조는 시간 분산을 제공한다. Pilot 구조와 Interleaver 설계는 사용자가 오랜 시간 기다리지 않고 채널 수신할 수 있게 한다.

FLO로 송신된 신호는 Super Frame 이라는 구조로 되어 있다. 각각의 Super Frame은 TDM Pilot (Time Division Multiplexing Pilot)과 OIS (Overhead Information Symbol), 광역 데이터와 지역 데이터를 포함하는 Frame들로 이루어져 있다. TDM Pilot은 OIS 정보의 빠른 수신을 지원하기 위해 제공 된다. OIS는 Super Frame내에서 각각의 미디어 서비스 데이터의 위치를 나타낸다. Super Frame의 구조는 그림 4에 보여졌다.



(그림 4) FLO Super Frame 구조

각각의 Super Frame은 1 MHz당 200개의 OFDM 심볼로 이루어져 있고 따라서 6MHz 대역인 경우 1200개의 심볼이 있으며 각각의 심볼은 7개의 인터레이스(Interlace)의 활성 서브캐리어를 포함한다. 각 인터레이스는 주파수에 고루 분포되어 가용한 대역폭 내에서 완전한 주파수 분산을 이룬다. 이 인터레이스는 지속시간과 사용된 실제 인터레이스 수가 시간에 따라 달라지는 논리채널에 할당된다. 이것은 제공되는 데이터 소스에 시간 분산을 확보하는데 유연성을 제공한다. 낮은 데이터율(data rate) 채널에서는 시간 분산을 개선하기 위하여 적은 인터레이스가 할당되고 높은 데이터율 채널에서는 무선의 켜진 시간을 최소화하고 전력소모를 감소시키기 위하여 많은 인터레이스를

사용한다. 채널의 획득시간은 낮은 데이터율 채널이나 높은 채널에서 모두 같다. 즉, 획득 시간을 희생하지 않으면서 주파수와 시간 분산 모두를 유지할 수 있다.

FLO 논리 채널은 통계적 다중화 이득을 얻기 위하여 가변율 코덱(Compressor 및 Decompressor)을 사용하여 가변율로 실시간(live streaming) 콘텐츠를 전송한다. 각각의 논리 채널은 다른 Coding Rate과 변조 방식을 지원하는데 이렇게 함으로써 서로 다른 서비스에 따른 신뢰도와 품질 요구사항을 지원한다. FLO 다중화 구조는 단말기 수신장치가 필요한 하나의 논리 채널 만을 복조 할 수 있도록 하여 전력 소모를 최소화 한다. 이동 단말기는 다수의 논리 채널을 동시에 복조 가능하며 이에 따라 비디오와 이 비디오에 관련된 음성을 다른 논리 채널로 보내는 것이 가능하다.

7.3 에러 교정과 암호화 기술

FLO는 Turbo Inner Code와 Reed Solomon Outer Code를 사용한다. 각각의 Turbo Code 패킷은 하나의 CRC (Cyclic Redundancy Check)를 포함한다. 우수한 수신 환경에서 올바르게 수신된 경우 RS Code를 사용할 필요가 없어 추가적인 절전이 가능하다.

앞의 시스템 개요에서 설명한 바와 같이 FLO 기술은 계층 변조를 지원한다. 주어진 애플리케이션에서 데이터 스트림을 모든 사용자가 복호화 할 수 있는 기본 계층과 높은 SNR을 지닌 사용자가 복호화 할 수 있는 확장 계층으로 나뉜다. FLO 신호의 멀티캐스트 방식으로만 전송되기 때문에 대부분의 단말기는 두개의 계층을 모두 수신할 수 있고, 계층 변조를 하지 않은 경우와 같은 전송 용량을 가지면서도 기본 계층은 훨씬 우수한 수신 환경을 확보 할 수 있다.

외부와 내부 코딩은 기본 계층과 확장 계층에서 서로 다르게 수행되는데 이것은 각 계층에서 상대적 기준 값을 조절할 수 있도록 해주고 대역폭의 비율을 조절한다.

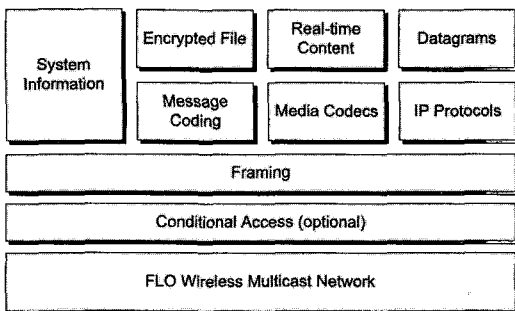
7.4 대역폭 요구사항

FLO 무선 접속 규격은 5, 6, 7, 8 Mhz의 주파수 대역폭을 지원하도록 설계되었다. 단일 무선 주파수 채널로 우수한 서비스 제공이 가능 하다. 특정 지역에서 시분할 이중화 (Time Division Duplex; TDD) 애플리케이션을 위해 분배되는 5MHz 주파수도 이동 미디어 전송에 적용 될 수 있다.

FLO의 무선 인터페이스는 다양한 전송율을 지원하는데 그 범위는 0.47 에서 1.87 bit/sec/Hz 이다. 6MHz 채널에서 FLO 물리 계층은 11.2 Mbps 까지의 전송율을 지원한다. 다양한 전송율을 지원함으로써 서비스에 따른 수신 가능 지역과 전송 용량을 최적화 할 수 있도록 지원한다.

7.5 Transport 구조

FLO는 콘텐츠 형태에 따라 패킷을 전송하는데 효율적인 수단을 사용한다. “바 실시간” 콘텐츠나 데이터 (텍스트나 그래픽)등의 전달과 같이 IP가 장점이 있는 경우는 IP를 사용한다. 실시간 스트리밍 미디어는 스트리밍 미디어에서 손실된 패킷에 의한 영향을 최소화하도록 설계된 Sync Layer 에 직접적으로 전달된다. FLO 설계 목표중의 한가지는 다수의 프로토콜을 중첩 사용하지 않아 전송 효율을 극대화하는 것이다. 이로 인해 서비스를 위해 보다 많은 용량이 제공 되고 적은 수의 정보를 수신하기 때문에 전력 소모가 최소화 된다. FLO Transport Protocol은 아래 그림 5에 설명되어 있다.



(그림 5) FLO Transport Protocol Stack

7.6 적용 가능 주파수 대역

FLO는 여러가지 대역폭과 송신 전력 레벨을 이용하여 다수의 주파수 대역에서 사용 될 수 있다. 특정 Mode에서의 성능은 변조 방식, Turbo 및 RS Coding Rate에 의하여 정의된다.

FLO 기술을 포함하여 멀티캐스트 분배에 적합한 주파수 대역은 유니캐스트 무선 IP와 음성에 사용되는 것과 유사한 450 MHz로부터 3 GHz의 범위에 있다. 이 주파수 대역의 특징은 이미 잘 이해되고 있다. 음성 수신은 경우와 달리, 비디오 수신에 있어서는 수신 단말기가 장치가 머리에 밀착 되어 있지 않고 손으로 잡고 있다는 것이다. 이러한 차이점은 PCS 대역 (1900 MHz)에서 1-2 dB, Cellular 대역 (800 MHz)에서 3-4 dB정도 성능을 향상시킨다.

예를 들어 미국에서 허용되는 송신 전력 레벨은 FCC가 규정한 바에 따라 주파수 대역에 따라 달라진다. 셀당 커버리지를 극대화 하고 사용자에게 전달된 비트당 비용을 최소화 하기 위하여 멀티미디어 서비스를 지원하는 망의 설계는 음성 애플리케이션으로 통상적으로 허용되는 것보다 높은 전력 송출을 하는 것이 유리하다. 미국의 FCC는 69 8-746 MHz를 6 MHz 단위로 라이선스를 할당하여 다양한 방송, 이동 및 고정 서비스를 최대 50 kW의 유효 송출 출력(ERP)을 가지고 사용할 수 있게 규정하고 있다.

이들 각각의 대역에서 300m 높이에 있는50kW ERP의 송신기가 지원하는 셀 반경은 표 1에 보여진 것과 같다. 경로 손실은 오카무라-하타의 교외 모델에 기초하였다. 추가적인 외부 안테나가 바람직하다거나 허용되지 않는다고 가정하였다.

표 1에 있는 주파수의 예는 적용된 기술을 고려하지 않고 대역의 상대적 성능을 보여준다, 다음의 가정을 사용하였다.

- 평균 안테나 이득은 근사값이며 손에 들고 있는 경우의 손실을 포함
- 잡음지수는 8 dB.

(표 1) Potential Frequency Bands for Multimedia Distribution

Frequency MHz	ERP kW	Average Gain Including Hand Loss	Coverage Area	Area Relative to 716 MHz	Regulation
716	50	-5.4 dBi	1937 km ²	1	LP UHF TV
788	1	-5.3 dBi	153 km ²	1/13	Public Service
1672.5	1.2	-4.2 dBi	73 km ²	1/26	PCS Like
1992.5	1	-4.1 dBi	51 km ²	1/37	PCS
2130	1	-4.0 dBi	47 km ²	1/41	New 3G
2352.5	1.2	-3.9 dBi	48 km ²	1/40	WCS
2595	1.2	-3.8 dBi	43 km ²	1/45	LBS / UBS / MBS

- 송신고도는 300m.
- 수신고도는 1m.
- 커버리지는 16dB의 신호대 잡음비 (SNR)기준으로 계산.
- 전파 모델은 오키와라-하타의 교외 모델.

미국에서 FLO는 낮은 700 MHz 대역의 6MHz 대역폭에 사용 되어 진다. FCC가 규제하고 있는 이 주파수 대역은 송신기당 커버리지 측면에서 중대한 장점을 제공하는데 이것은 중요한 기본 시설 비용 절감으로 이어 지게 된다. 평균 높이를 100 미터 낮추면 커버리지는 약 3분의 1로 줄어든다. 주파수가 높아지면 표 1에서 가정한 16dB보다 더 큰 신호대 잡음비가 필요한데 그것은 도플러효과가 증가하기 때문이다.

7.7 다른 멀티캐스트 기술과의 비교

많은 기술이 어떤 행태로든 부분적으로는 이동성 멀티미디어의 필요성을 언급하고 있다. 이들 기술의 대부분은 기존의 디지털 텔레비전 방송 포맷의 변형한 것이거나 이들로부터 파생된 것이다. 본 절에서는 이들 포맷을 FLO가 제공하는 이동성 멀티미디어 전용 멀티캐스트 솔루션과 비교하는데 이들 포맷은 표 2에 있다.

코드분할 변조를 사용하는 S-DMB를 제외한 모

든 포맷은 OFDM을 사용한다. 모든 포맷은 콘블루션 코딩과 Viterbi 디코딩을 사용한다, FLO 만이 예외적으로 더 현대적이며 효율적인 터보 코드를 사용한다. 모든 포맷은 사슬형 RS 코드를 사용한다.

(표 2) Mobile Multimedia Format

Format	Description
ISDB-T	개발: DTV 패킷 데이터 기술 (일본) 변조/코딩: OFDM, convolutional, Reed-Solomon
T-DMB	개발: 유럽 DAB 기술 개량, 멀티미디어 서비스를 위해 수정 (한국) 변조/코딩: OFDM, convolutional, Reed-Solomon
S-DMB	개발: Proprietary format, primarily from Toshiba (Japan) Modulation/Coding: CDM, convolutional, Reed-Solomon
DVB-H	Origin: Derivative from DVB-T(Europe) Modulation/Coding: OFDM, convolutional, Reed-Solomon
FLO	Origin: QUALCOMM packet data technology (USA) Modulation/Coding: OFDM, turbo, Reed Solomon

여러가지 요소가 이동 멀티미디어 포맷의 성능에 영향을 미친다. 이들중 가장 심각한 것들이 표 3에 나열되었다. (FLO포맷이 아닌 것에 대한 정보는 일반적으로 알려진 것을 기초로 하였다.) FLO는 이들 모든 요소에 대하여 효과적으로 대비하였고 따라서 이동 휴대 (hand-held) 환경에서 모든 경쟁적 포맷들보다 성능이 월등하고 중요한 전력 절약 기능을 제공한다. FLO는 다른 기술보다 3-5 dB 가량 우수한 성능을 제공한다. 그 이유는 FLO가 기존 방송 포맷의 변경이나 부분집합이 아니라 이동 멀티미디어의 전달을 위하여 처음부터 또 최초로 설계되었기 때문이다.

포맷의 기술적 성능은 사용자 경험의 오직 한 단면일 뿐이다.

7.8 추가적 사용자 경험 기능들

표 4는 각각의 포맷에서 여러가지 의미 있는 기능들과 이들이 사용자에게 어떤 의미를 갖는지 보여주고 있다.

기술적 성능 지표의 올바른 저울은 사용자의 경

험을 반영한다. 채널을 재빨리 바꿀 수 있는 것은 사용자에게 언제나 중요하다. 시청시간은 통화시간보다 더 길지는 않더라도 그에 비교될 만큼 중요하다. 그래서 장치의 기능성을 절충해서는 안된다. 시스템의 용량은 망에서 매 애플리케이션마다 QoS(Quality of Service)가 주어지면 최적화 할 수 있다. 실시간과 비 실시간 멀티미디어의 배합은 최적의 전반적 사용자 경험을 제공한다. “비 실시간” 콘텐츠의 제공은 일기예보나 주제별 뉴스 종합등에 즉각적인 접속을 가능케 하며 실시간 스트리밍 서비스는 스포츠와 같이 생생한 이벤트를 지원한다. 하나의 무선 캐리어로 광역 및 지역 콘텐츠 모두를 지원하는 능력은 사업자가 채널을 융통성 있게 할당함으로써 가용 스펙트럼의 가치를 극대화 할 수 있게 해준다.

더우기 시스템 개요 절에서 설명한 계층적 변조의 사용은 FLO기술만의 독특한 기능이다. 그것은 다른 멀티미디어 서비스 보다 현저히 더 넓은 대역폭을 필요로 하는 비디오에서 좋은 서비스 품질로 (3dB만큼 이득을 키움으로써) 더 나은 커버리지를 제공한다.

(표 3) Technical Parameters and Performance

Format	Frequency Diversity	Time Diversity	Stat Mux Gains ^a	Time Domain Power Reduction ^b	Frequency or Code Domain Power Reduction ^b	Performance Relative to FLO at 1 bps/Hz
ISDB-T	Poor 430 kHz	0.5 seconds	None	No	Yes	-3 to -4 dB
T-DMB	Fair 1.5 MHz	<< 0.25 seconds	Poor	No	No	-3 to -5 dB
S-DMB	Excellent 25 MHz	3.5 seconds	Good	No	Yes	-4 to -5 dB
DVB-H	Good 5-8 MHz	~0.25 seconds	Good	Yes	No	-3 to -4 dB
FLO	Good 5-8 MHz	~0.75 second	Good	Yes	Yes	0 dB

- a. This refers to the gains realized by encoding real time media under bit control of a statistical multiplexer that allocates bandwidth per service.
- b. Selective access to desired content (if the format is designed such that a device can access the desired data of interest and turns its receiver off) is critical to power efficiency and a key feature to a successful design. Selective access may be achieved in both time and frequency domains.

(표 4) Service Experience and Features

Format	Average Channel Switching Time	Video Watch Time With 850 mAh Battery	Per Channel QOC6c	"Non-Real-Time" Content Delivery	Local- and Wide-Area in Single RF Channel
ISDB-T	~1.5 seconds	unknown	Yes	No	No
T-DMB	~1.5 seconds	~ 2 hours	Possibly	No	No
S-DMB	~ 5.0 seconds	~1.2 hours	No	No	No
DVB-H	~ 5.0 seconds	Goal ~ 4 hours Demo ~ 2 hours	No	Unclear	No
FLO	1.5 seconds	Goal ~ 3.8 hours (at 360kbps)	Yes	Yes	Yes

- a. Quality of Service in a multicast context is the ability to adjust the Packet Error Rate (PER) on a per application / service basis. This optimizes capacity for a service mix that includes multiple application types e.g. media, games, software downloads
- b. Unequal error protection may be applied at the stream level
- c. It's unclear how this can be supported along with subscription management, conditional access and automatic cache management solely over a "broadcast" channel as allowed by DVB H IP Datacast specifications

(표 5) Required Infrastructure for Comparable Service

Format	Channels Per Transmitter	Infrastructure Costs for 20 Channels	Channels per MHz	Required Spectrum for 20 Channels
ISDB-T	13 channels, 6 MHz ~ 230kbps each	~ 2X	~ 2	12 MHz (26 lower quality channels)
T-DMB	3 channels, 1.5 MHz ~ 250kbps each	~ 4-6X	~ 2	10.5 MHz
S-DMB 1	~20 channels, 25 MHz	Broadcast satellite plus terrestrial repeaters	< 1	25 MHz
DVB-H	9 channels, 6 MHz ~ 300kbps each	~ 2X	1.5	12 MHz
FLO	20 channels, 6 MHz ~ 300kbps each	Reference (1X)	> 3	6 MHz

7.9 서비스 사업자들에게 의미하는 것

멀티캐스트 기술의 선택은 서비스를 제공하는 비용에 강한 영향을 미칠 수 있다. 비용을 계산하는데 도움이 되는 변수들은

- 필요한 기본시설 기지 수
- 결정된 채널을 지원하기 위한 전체 대역폭
- 일련의 서비스를 제공하는데 필요한 송신기의 총 개수

표 5는 표 2에 나열된 여러가지 기술을 사용하는데 있어서 상대적인 비용을 보여준다. 이 비교는 각각의 시스템이 동일한 링크 마진을 가진다고 가정하였다. 이것은 용량을 제약하는데 영향을 미친다.

이 표는 20개의 실시간 서비스와 서비스당 300 kb/sec를 가정하였다. 그러나 어떤 포맷은 그의 구조적 제한때문에 규정된 비트율에서 바람직한 링

크 마진을 성취할 수 없다. 그들 경우에 평균 비트율과 서비스의 갯수의 곱은 일정하다.

이 분석은 패킷 에러율(Packet Error Rate ; PER), 프로토콜 효율성, 계층적 서비스와 변조의 적용에서 FLO 무선 인터페이스의 탁월한 효율성으로 인하여 FLO 기술은 절반의 스펙트럼과 절반이 안되는 기본시설로 동등하거나 우수한 서비스를 제공할 수 있다. 사용자와 사업자에게 의미하는 것은 비용과 제공되는 서비스 폭에서 상대적으로 월등하다는 것이다.

8. 결 론

FLO 기술로 무선 멀티미디어 서비스의 광범위

한 제공이 과거 어느때 보다도 지금 더욱 경제적이고 더욱 효율적이며 더욱 접근 가능하도록 되었다. FLO 기술은 처음부터 무선 멀티미디어 서비스의 세계적 수요를 만족시키기 위하여 설계되었다. 그 결과 무선 가입자는 보다 나은 멀티미디어 서비스에 더 큰 접근성을 보유할 수 있다.

퀄컴의 단일 주파수 FLO 망을 통한 FLO 기술 개발과 실현은 기술적 가능성과 경제적 발전 가능성간에 밀접한 링크를 제공하는데 이로써 무선 사업자는 멀티미디어 콘텐츠를 그들의 가입자에게 우수하게 공급할 수 있다. FLO 기술은 새로운 획기적인 서비스를 통하여 추가적인 수요를 창출하고 이로서 더 높은 매출을 얻기 위하여 기존의 셀룰러 망과 합동으로 일하도록 설계되었다.

● 저 자 소 개 ●



오 재 하

1986 고려 대학교, 전자 공학부 학사
 1988 고려 대학교, 전자 공학부 석사
 2000 LG 전자
 현재 한국 퀄컴 상무