

OFDM에 關한 政策方案

김 국 진
통신개발연구원/책임연구원

I. 序 論-問題提起

1997년 2월 11일 정부는 2001년부터 지상파TV와 FM방송이 디지털방식으로 전환되고, 2010년까지는 AM라디오와 단파방송을 제외한 국내의 모든 방송을 디지털방식으로 변경한다고 발표하였다. 계획에 의하면, 디지털방송과 관련된 장비의 기술개발이 추진돼 오는 1999년말에 완료될 전망이다.

정보통신부는 '지상파TV, FM방송디지털방식 전환 기본 계획'을 확정하고 오는 1999년말까지 280억원을 들여 한국전자통신연구원(ETRI), 학계, 연구계, 방송사 및 산업체 공동으로 지상파 디지털방송에 사용될 송,수신 시스템을 개발하고, 2000년 1년동안 시험방송을 거쳐 2001년부터 디지털 방식의 정규 방송을 시작할 계획이라고 밝혔다.

기존의 아날로그 방송도 2010년까지는 디지털방송과 병행되며 AM라디오 방송과 단파방송은 국제적인 추이를 지켜본 후 별도 전환을 추진할 예정이다.¹⁾ 방송방식의 디지털 전환을 위해 정부는 5월 이후 공청회를 개최해 여론을 수렴하는 한편 각국의 기술기준 등을 파악해 올해 안에 디지털방식 세부 전환계획을 수립하고 방송방식, 기술기준 등을 확정할 계획이라고 한다.

디지털방송은 이미 1993년 7월 무궁화위성을 이용한 위성방송의 방식을 디지털로 선정한 바 있으나 실질적인 디지털방송의 등장을 보지 못하고 있는 상황에서 관련정책이 논의되는 시점으로 볼 때, 만시지탄의 감은 있으나 디지털 방송에 대한 본격적인 정책수립 및 국내 도입추진이라는 점에서는 기대되는 바가 크다고 하겠다.

실로 정보, 통신, 방송등 부문을 불문하고, 디지털은 한국

공통어가 되고 있는 상태에서 디지털에 대한 정책은 종합적으로 검토되고, 수용될 필요가 있다. 디지털화는 멀티미디어 내지 통합의 개념으로 이어지는 것이므로 종합적인 구도하에 개발, 선택도입이 불가피하다고 하겠다. 즉, 방송의 디지털화라고 하여 단지 음성과 영상의 기존의 아날로그 방송을 단순히 다채널, 고화질이 가능하게 하는 것만으로는 디지털의 의의를 충분히 찾았다고 하거나 기술적 효율성을 발현했다고 할 수 없는 것이다. 이러한 점은 디지털 방송도입이라는 과제를 놓고, 기술에 대한 충분한 비교, 연구개발이 필요하며 장기적인 안목에서 선택되어야 한다는 점을 말하는 것이다.

커뮤니케이션 테크놀로지는 단순한 해당 기술의 가능성 이상의 의미를 갖는다. 커뮤니케이션 테크놀로지는 하나의 사회적 제도이기도 하며 복합산업이기도 한 것이다. 그러한 의미에서 보면, 특정국가에서 개발된 커뮤니케이션 테크놀로지가 다른 국가에서 도입된다는 것은 해당 기술과 관련된 개발국 내지 발달국의 제도와 문화가 같이 전이되는 것을 의미한다. 그러한 양상은 이미 아날로그시대의 방송이나 CATV등에서도 관련된 각종제도가 동시에 수입되어 왔던 점에서도 알수 있다. 한편 커뮤니케이션 테크놀로지는 그 자체가 오늘날 거대한 복합산업을 형성한다. 이것은 바로 기술도입이 복합산업을 형성하게 한다는 것을 의미하며 해당 기존의 산업의 구조와 행동 나아가 성과마저 변혁시키는 것이 된다는 것이며 다른 한편으로는 해당 기술의 선진국에게 시장을 만들어 주는 것을 의미하기도 한다는 것이다.

이러한 사실을 직시한다면, 디지털방송으로의 전환은 해당 기술에 대한 보다 조심스러운 접근과 연구와 개발이 있

1) 정부는 특히 디지털 방송이 상용화될 경우 디지털 방송 송신장비 및 TV수상기, FM라디오 분야에서 2001년부터 2010년까지 약 20조원 이상 수요 창출 효과가 일어나 국내 전자산업의 활성화와 함께 수출산업에도 큰 효과를 거둘 것으로 전망하고 있다.

어야 하며 엄정한 기술에 대한 평가가 있어야 한다는 점을 강조하지 않을 수 없다. 이와 아울러 해당 기술에 의해 형성되는 산업의 성격과 그 시장성들을 감안하는 것도 필요하다. 특히 해당 부문의 국제표준화가 이뤄지지 않은 단계에서는 이의 중요성을 아무리 강조하여도 부족하다고 하겠다. 이에 본고에서는 디지털방송도입과 관련하여 기술개발의 필요성과 기본 전략을 언급하고 디지털방송의 핵심적인 부분인 변조방식과 관련하여 OFDM방식에 대한 검토와 아울러 이에 대한 정책방안을 다루고자 한다.

II. 디지털 放送導入과 技術開發

1. 디지털 放送 技術開發의 必要性

과거 우리나라는 가전부문을 비롯한 정보, 통신 등 기술진반에 있어서 수출지향정책이 가해져 '先 해외시장진출, 後 국내시장형성'이라는 과정을 거쳤다. 이러한 과정은 국내 시장이 형성되지 않은 상황에서 불가피한 점이 있었다고 하겠으나 기술연구와 개발에는 소홀하고, 해외기술을 단순 이전, 도입하여 상품화에만 치중해 왔으며 그 결과는 오늘날, 우리 기술의 부족이라는 문제로 나타나고 있다고 하겠다. 지속적인 수출지향정책에도 불구하고, 저렴한 중국, 대만, 말레이시아, 태국 등의 상품에도 기존의 해외시장을 빼앗기고, 반면에 고도기술을 바탕으로 하는 부문에서는 여전히 일본을 추월하지 못하고 있는 것이 현실로 드러나고 있는 것이다.

분명히 이전에는 국내시장의 구매력이 부족했던 점을 부인할 수는 없다. 그러한 이제는 국내도 상당한 구매력을 가지게 되었다. 그리고 무방비한 상태에서 외국 사업자들의 거대한 시장이 되고 있다.²⁾ 국내시장은 우리가 수출지향 산업정책에만 급급한 상황에서 방치된 감이 없지 않은 거대 시장이 된 것이다. 이제는 수입대체차원의 산업정책이 필요하다고 하겠다. 이에 필연적으로 해당부문에 대한 기술의 연구, 개발을 보다 활성화하는 것이 병행되어야 한다.

디지털방송 기술개발은 그러한 점에서 대단히 중요하다. 단순히 소비자층의 단말의 국내 디지털시장만도 정부의 평가대로 약 20조원의 시장이라면, 기술연구, 개발의 필요성

이 충분하다고 하겠다. 이에 활용하게 되는 디지털정보촉적, 처리부문들을 포함하고 다양한 서비스를 감안하면, 더욱 그러하다. 안정적인 기술개발없는 안정적인 해당 서비스나 기기산업을 기대할 수 없으므로 해당 기술에 대한 적극적인 자세가 필요하다고 하겠다.

2. 디지털 放送 技術開發 戰略

현재 디지털방송부문의 기술에 있어서 국제표준화가 이뤄지지 않고 있는 상태이다. 따라서 디지털방송 기술연구, 개발에는 어느 단계까지는 다소의 중복성을 피하기는 어렵다. 이는 연구, 개발의 역할분담의 필요성을 야기하게 된다. 공적 영역에서는 중복부분에 대한 비용과 과업을 상당량 감당하여야 할 것이다. 그러나 기존의 개발에 비해 디지털 방송기술과 관련해서는 방송사업자와 전자기기산업계의 적극적인 참여가 더욱 필요하다고 하겠다. 공적 영역에서는 국제표준화를 지향한 연구개발입장을 취하여야 할 것이다. 그러나 방송사업자와 가전사는 해외의 디지털방송기술군에 참여하는 방안도 검토하여 해당 기술개발에 적극적으로 대응할 필요가 있다. 이는 단일한 국제표준화가 이뤄지지 않을 것에 대비한 시장확보의 차원에서도 필요하다.

III. OFDM의 特性과 活用可能性

디지털방송은 표본화와 양자화 그리고 신호원부호화, 채널부호화, 다중화하여 최종적으로 비트스트림을 전송하기 위해서는 전송로의 특성에 맞도록 변조(modulation)를 하여야 한다. 이미 영상압축에는 MPEG-2 부호화가 사실상 표준화되었으므로 변조방식이 가장 중요한 관심의 대상이라고 하겠다.

현실적으로 OFDM방식이 유용한 변조방식으로 부각되고 있으므로 이에 대한 충분한 검토가 필요하다고 하겠다. OFDM(Orthogonal Frequency-Division Multiplexing)로 알려진 멀티캐리어(multicarrier: 다중반송파) 전송기술은 음성밴드(voiceband) 데이터전송을 위해 1960년대에 고안되었다. 비록 OFDM은 여러가지 매력적인 속성을 가지고 있으나 이 기술은 데이터전송에 있어서 널리

2) 국내 시장이 특정부문에서는 일부 외국기업의 독과점적 시장이 되어 버렸다.

활용되어 오지는 않았다. 대부분의 고속 상용모뎀은 단일 캐리어(single-carrier:단일 반송파)전송을 채택하였다. 오늘날 OFDM이 강력한 후보로 추구되고 있는 부문은 두 영역이다. 그 하나는 고속 디지털가입자루프(loops)이며 다른 하나는 디지털 음성, 영상 신호의 방송부문이다.

이미 OFDM에 기초한 QPSK(Quaternary Phase-Shift Keying)시스템이 DAB(Digital Audio Broadcasting)의 표준으로 EBU(European Broadcasting Union)에 의해 채택되었다. 뿐만 아니라 디지털 지상파방송에도 OFDM방식을 채택하였다.

1. OFDM의 特性과 意義

1) OFDM의 原理

OFDM은 주파수간격을 $1/T_s$ (T_s :유효심볼간격)로 하여 다수의 캐리어(다수의 반송파)가 서로 직교하도록 함으로써 부호간 간섭이 일어나지 않도록 하고, 각 반송파에 낮은 전송율의 신호를 할당하여 전체적인 소요 전송율을 달성하는 멀티캐리어(다중반송파) 방식이다. 즉 다수의 디지털변조파를 더한 신호를 송신한다. 각 캐리어의 변조방식은 DAB에서는 $\pi/4$ DQPSK방식이 사용되고 있다. 또한 16QPSK라는 다치변조방식을 사용하는 것도 가능하다.

그림 1은 OFDM의 변조회로를 나타낸다. 입력의 디지털 데이터를 매핑, IFFT, 직렬 직렬교환을 거쳐

이것을 IFFT하면 연속한 시간영역의 데이터가 얻어진다. 복조는 시간영역의 신호를 FFT하면 주파수영역의 신호가 되므로 디메핑하여 원래의 데이터가 얻어지게 된다. 즉 OFDM의 변복조는, 변조는 IFFT, 복조는 FFT연산을 이용하여 행해진다.

OFDM은 멀티캐리어변조방식의 하나로서 일반적으로 오류정정능력을 향상하기 위하여 심볼인터리블를 전후하여 외부호와 내부호를 연결시켜 사용하므로 Coded OFDM, 즉 COFDM이라고 한다. 실용화되는 대부분은 경우는 COFDM이라고 할수 있다.

2) OFDM의 特性

i) 단일 캐리어방식에 비해 멀티캐리어에 데이터를 분산시켜 보내므로 하나의 심볼의 지속시간이 길다. 또한 시간축에서 guard interval을 부가함으로써, 반사파의 지연시간이 인터벌내에 멀티 패스가 가해져도 전송특성의 劣化가 적다. 송신데이터를 N개의 캐리어로 분산하여 보내는 경우, 전송심볼 1개당 지속시간은 단일 캐리어(반송파)방식의 약 N배가 된다. 이와 같이 전송심볼당 지속시간이 길어 지므로 시간축상에서 약간의 가드인터벌을 부가하면, 멀티 패스(다경로) 간섭이 있어도 전송특성이 약해지는 것을 막을 수 있다는 특징을 갖는다.

ii) 디지털 데이터열을 주파수축상의 일정한 간격을 두고 각 캐리어에게 할당하면, 등가적으로 주파수Interleave효과가 얻어져 적당한 오류정정부호와 조합시켜서 주파수선

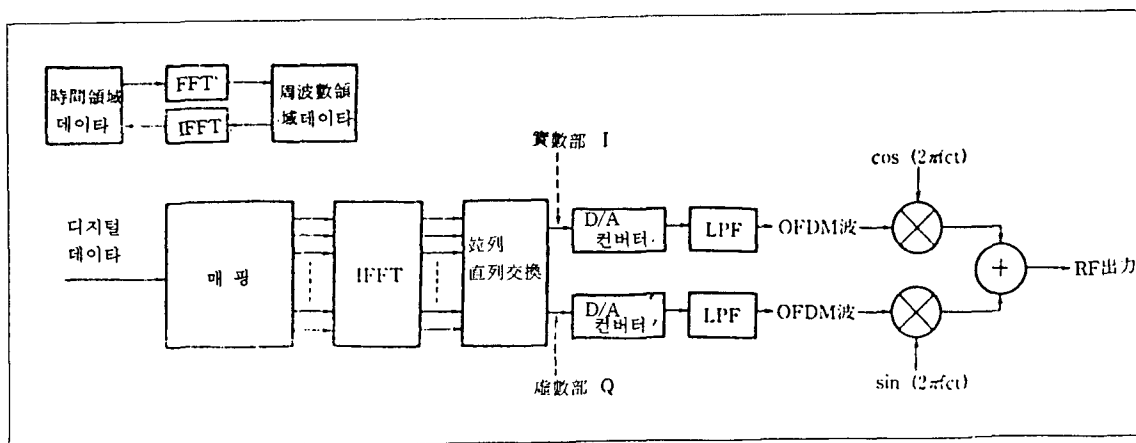


그림 1. OFDM변조기의 구성도

택성 페이싱이 강해진다. 다시말해 데이터를 전송대역전반에 분산하여 보내므로 어느 특정 주파수대에 방해신호가 있어도 그 영향을 받는 것은 일부데이터가 되므로 인터리브와 오류정정부호에 의해 특성을 효과적으로 개선할 수 있다는 것이다.

iii) SFN (Single Frequency Network) 동일 주파수에서 네트워크 구성할 수 있다. 즉, 멀티패스간섭에 강하다는 특성을 살려 비교적 소출력의 다수의 방송국을 이용하여 단일 주파수로 서비스 영역을 커버하는 네트워크가 가능하다는 것이다.

iv) 주파수간격이 같은 멀티캐리어방식이므로 전송로에 비직선성 특성이 존재하면, 상호변조에 의한 특성열화가 발생하기 쉽고, 따라서 방송기의 전력증폭, 수신기의 고주파나 중간주파회로는 충분한 직선성의 영역에서 사용할 필요가 있다.

v) 신호파형은 불규칙 잡음에 가까우므로 다른 통신에 방해될 거의 주지도 받지도 않는다.

3) OFDM의 意義

OFDM의 의의는 OFDM이 다중반송파(멀티캐리어) 변조방식의 일종으로 다경로(멀티패스)간섭을 받는 환경 및 페이딩의 영향을 받는 이동수신 환경에서 우수한 성능을 유지하는 변조방식이라는 점에서 찾을 수 있다.

또 고스트에 강한 이점을 이용하면, 단일주파수 네트워크(Single Frequency Network)를 구성할 수 있고, 방해받기 쉬운 특정 주파수대의 반송파를 사용하지 않도록 선택할 수 있어서 혼신보호비를 향상시킬 수 있다는 점에서도 찾을 수 있겠다.

이상의 의의는 디지털화가 단순히 방송에 국한하지 아니하고, 멀티미디어화하는 차원에서 이룩되어야 한다는 점에 부응하는 기술적 가능성을 제공해 준다고 하겠다.

2. OFDM의 活用과 外國의 立場

OFDM방식이 활용되고 있는 경우는 DAB에서 찾을 수 있다. 디지털 음성 방송(DAB: Digital Audio Broadcasting)은 디지털 부호화된 음성을 디지털변조방식

에 의해 CD수준의 고품질방송을 하는 것이다. 그런데 OFDM방식을 사용함으로써 기존의 FM방송과는 달리 자동차처럼 빠른 속도로 이동하고 있는 이동체속에서도 다경로 간섭은 물론이고, 페이딩에도 강한 CD수준의 방송이 수신가능하게 된다는 것이다.

이외에도 고스트에 강한 성격으로 인해 지상파 디지털 TV방송에도 사용될 수 있다. 뿐만 아니라 OFDM을 사용할 때 아날로그TV의 영상반송파와 음성반송파가 있는 주파수근처에 OFDM반송파를 보내지 않고, 소위 carrier hole를 만들면, 기존의 아날로그TV로부터의 방해량을 대폭 감감할 수 있어 과도기적 단계에도 용이하게 사용될 수 있을 것으로 보인다.

이같은 OFDM를 유럽에서는 광범위하게 채택하고 있으며 일본등 기타 국가에서도 이를 채택하고 있다. 단 미국에서 그리고 기존의 주파수대역의 DBS, CATV에서는 OFDM을 사용하지 않고 있으나 향후 위성방송부문에서는 개발, 도입될 여지가 많다고 하겠다.

III. OFDM에 對한 政策方案

1. OFDM에 對한 研究開發의 必要性

OFDM에 대한 연구개발의 필요성은 OFDM의 기술적 가능성과 전망에 있다고 하여야 할 것이다. 현실적으로 미국을 제외에 국가에서 지상파 디지털방송의 변조방식으로 채택, 개발되고 있는 점은 그만큼 검증된 기술이라고 할 수 있으며 국제표준화에도 유리하다고 하겠다. 특히 지상파 디지털TV⁹에 효율적인 활용이 가능한 속성을 가지고 있으며 다른 미디어와의 사용등을 모두 감안하면, 이에 대한 충분한 검토가 있어야 함을 알 수 있다. 현재 세계적으로 COFDM의 실용화를 위한 검토가 활발히 진행되고 있는데 아직 해결해야 할 문제들도 많다. 우리나라에서도 이에 대한 철저한 검토가 필요하다고 하겠다.

2. OFDM에 對한 政策과 디지털政策

OFDM에 대한 정책은 근본적으로 전체적인 디지털정책

3) 영국에서 제시한 디지털로의 이행에 소요되는 추정비용을 보면, 지상파가 위성이나 케이블에 비해 적게는 4배에서 12배이상차이가 날 정도로 지상파부문이 유리한 것으로 되어 있다.

하에서 다뤄지고 조율되어야 한다. 디지털정책중에서 구태여 방송부문의 디지털정책에 국한하여 다뤄질 성격도 아니다. 방송부문의 디지털정책과 결부하여 OFDM의 정책방안을 언급한다면, 다음과 같이 할 수 있을 것이다.

먼저 지향하는 디지털화의 목표가 무엇인가를 분명히 할 필요가 있다. 그리고 그 목표에 부합되는 기술을 선택하거나 개발하여야 할 것이다. 이 단계에서 OFDM는 어디에 위치하게 되는가가 문제가 될 것이다.

방송의 디지털화는 시청자들에게 저렴한 가격으로 다양하고 풍부하며, 편리한 서비스를 안정적으로 제공하는 것과 아울러 국내 기기산업부문의 시장형성을 주요 목표로 한다고 하면, 이 목표에 부합되는 디지털방송 기술은 무엇인가? 당연히 방송망구축비용이 적게 드는 지상파 디지털 방송화를 정부가 전략적으로 중시할 필요가 있으며 위성파 케이블부문은 사업자들의 주도적 역할을 하도록 해줄 필요가 있다고 하겠다.⁴⁾ 디지털 지상파 방송으로 소비자에게 다양하고 풍부한 구매의욕을 일으킬 수 있는 서비스가 되기 위해서는 단지 고화질, 다채널보장으로는 안된다. 사업자들에게는 그것이 사업진입과 사업운영에 용이함을 제공해주겠지만, 소비자입장에서는 큰 매력 되지 않으며 디지털로의 전환의 동기로는 부족하다. 단순히 기존의 TV수상기의 라이프사이클만에 의존하여 디지털TV보급이 이뤄지기를 바라는 것은 바람직하지 못하다.

그러면 소비자들이 디지털로 전환하는 매력을 주고 구매행위를 유발하기 위한 서비스는 이동, 휴대수신이 용이한 서비스이외에는 현실적으로 기대하기 어렵다. 이동/휴대통신은 오늘날 통신의 꽃으로 개화되어 있으며 우리나라는 특히 그 보급이 대단히 급속히 증가하고 있는 국가이다. 라디오방송이든 TV방송이든 간에 이동수신이 용이한 것이 필요한 시대이다. 이것을 용이하게 하는 것이 바로 OFDM이다. 따라서 OFDM에 대한 근본적으로 디지털변조방식의 골격으로 연구개발될 필요가 있다. 최소한 디지털 지상파방송과 라디오방송에서는 OFDM을 실용화한 COFDM을 표준으로 검토하여야 할 것이다. 그리고 향후 다른 전송로의 변조방식에도 OFDM의 개선 적용가능성에 대해서 지속적인 연구개발이 있어야 할 것이다. 이를 위해 정부는 안정적인 해당 기금을 확보하고, 산, 학, 연의 연대속에 지속

적인 검토와 실용화 전략을 수립하고, 지속적인 연구개발을 하여야 할 것이다.⁵⁾

IV. 結 論

디지털화는 통합이다. 기능의 통합이며, 활용의 통합이며 이는 곧 효율극대화와 관련된다. 그러한 의미에서 자원의 효율극대화를 이루는 기술개발이 중시되어야 한다. 그러나 그 못지 않게 중시되어야 하는 것은 이를 수용하여 이뤄지는 서비스하고자 하는 사업자들의 비용이며 서비스의 품질이고 이러한 서비스를 받는 소비자들의 구매욕구에 얼마나 부응하느냐 하는 것이다.

사업자들에게는 단일주파수네트워크의 실현과 특정채널의 활용등 주파수효율을 높여주고, 소비자에게는 이동수신이 용이하고 다양한 서비스를 제공하여 구매력을 유발할 수 있는 기술이 도입되어야 한다. 그러한 면에서 OFDM에 대한 검토와 아울러 실용화를 위한 연구개발이 필요하다고 하겠다.

참고문헌

- 김국진, "DAB의 현황과 전망", 방송과 기술(통권 제49호), 한국방송기술인연합회, 1996. 7.
- "디지털방송의 현황과 전망(I)", 통신정책동향(통권 156호), 통신개발연구원, 1996. 2.
- "디지털방송의 현황과 전망(II)", 통신정책동향(통권 159호), 통신개발연구원, 1996. 3.
- "디지털위성방송의 현황과 전망", 정보통신정책(舊통신정책동향, 통권 179호), 1997. 2.
- 한국방송개발원, 종합디지털방송 실현을 위한 기술정책연구(연구보고 95-13), 1995. 12.
- Osamu Yamada, "Development of Digital Terrestrial Television Broadcasting in Japan", Workshop on Terrestrial Digital Broadcasting Technology, 1996. 10. 24-25.
- J.W. Modestino, "Modulation and Channel Coding Issues for Digital Television", in R. De Gaudenzi and M. Luise(ed.), Audio and Video Digital Radio Broadcasting Systems and

4) 향후 지상파, 위성, 케이블의 연동이 가능하도록 연구개발이 이어져야 겠으나 현 단계에서는 각 전송로에 적절한 기술을 개발, 도입할 필요가 있다.

5) 그러나 이미 정부는 디지털화로 전환계획을 발표하였으므로 기술기준에 향후 필요성과 가능성을 감안하여 OFDM에 대한 긍정적인 검토가 있을 것으로 기대해 본다.

Techniques, 1994

Flavio Daffara and Jacqueline Lamour, "Multiresolution Semidifferential Modulation for Orthogonal Multicarrier Systems", in R. De Gaudenzi and M. Luise (ed.), Audio and Video Digital Radio Broadcasting Systems and Techniques, 1994

H. Sari, G. Karam and I. Jeanclaude, "Transmission Techniques for Digital Terrestrial TV Broadcasting", IEEE Commun. Mag., Vol. 33, no. 2, 1995

Mark Van Bladel and Marc Moeneclaey, "Comparison of single-carrier and multi-carrier QAM for digital TV transmission via CATV", in R. De Gaudenzi and M. Luise(ed.), Audio and Video Digital Radio Broadcasting Systems and Techniques, 1994

<http://www.sm.luth.se/csee/sp/projects/ofdm/ofdm.html>

<http://diva.eecs.berkeley.edu/%7EElinnartz/issue.html>

<http://diva.eecs.berkeley.edu/%7EElinnartz/MCCDMA.html>

<http://diva.eecs.berkeley.edu/%7EElinnartz/broadcast.html>

<http://www.it.chalmers.se/research/commsyst/ofdm.html>

<http://www.cablelabs.com/ST/stech9506.html>

<http://strliis.strl.nhk.or.jp/newsttopics/rd-news/rdnews11.html>

<http://www.tsc.uvigo.es/GTS/BerbeX/cofdmuk.html>

<http://www.gr.ssr.upm.es/~ana/ofdma/ofdma.htm>

기타 FCC alc ITU site자료 참조

필자소개



김 국 진

약력: 한국외국어대학교 강사 등
현재통신개발연구소

주관심분야
-방송정책 및 뉴미디어, 미디어 산업론