

위성 DMB 기술기준 및 표준화 동향

서종수

(연세대학교 전기전자공학부 교수/차세대 방송기술 연구센터장)

1. 위성 DMB 표준화 동향

위성 디지털 멀티미디어 방송(DMB)은 위성을 방송 매체로 사용하여 고정 수신과 휴대 수신뿐만 아니라 이동 중에도 차량 단말기나 이동 전화형 단말기, PDA 등의 이동용 단말기에 CD 수준의 음악방송 외에도 뉴스, 교통정보, 기상정보, 지리위치정보, 동영상 정보등 다양한 멀티미디어 정보를 전송할 수 있다. DMB는 '모빌리티'와 '멀티미디어'를 지원하며 방송과 통신망을 융합하는 새로운 방송 매체로 발전할 전망이다. 국내에서는 2004년 상용 서비스 계획에 따라 이를 위한 표준 방식과 기술 기준 제정을 위한 연구가 진행되고 있다.

1.1 국외 표준화 동향

1979년 WARC-79의 결정에 따라 WP10-11S에서 위성 DMB에 대한 기술적인 검토가 시작되었다. 1985년 WARC-ORB-85에서 위성 DMB에 대한 추가연구를 요구하였고, 1988년에 WARC-ORB-88에 제출하기 위한 보고서가 작성되었으며, WARC-ORB-88에서 추가 연구가 요구되었다. 1991년에 DMB 서비스 및 시스템의 요구사항 초안이 작성되었다. 1992년에 WARC-ORB-88의 내용을 추가하여 WARC-92에 제출하였으며, WARC-92에서 DMB 주파수가 할당되고 시스템 요구사항이 권고로 채택되었다. 1993년에는 보고서 BO.955-2, 권고 BS.774 및 BO.789가 제정되었고, 1994년에 DMB에 사용되는 시스템 권고 BS.1114와 BO.1130이 채택되었다.

Rec.ITU-R BO.1130-4에 포함된 위성 DMB 시스템은

ITU-R Digital System A(Eureka-147), ITU-R Digital System B(VOA-JPL 시스템), ITU-R Digital System D(Worldspace 시스템), ITU-R Digital System E(일본의 CDM 시스템)가 있으며 각 시스템의 특징은 다음과 같다.

- 1) 디지털 시스템 A : OFDM 전송방식으로 주파수 사용 효율이 우수하고, 저출력 SFN에 의한 광역방송이 가능하며 On-channel 중계기 사용으로 난청지역 해소 가능하다. 1993년 ITU가 지상 및 위성 DAB 방식으로 권고하고 1995년 ETSI가 유럽표준 DAB 방식으로 공표했다.
- 2) 디지털 시스템 B : VOA/JPL(Voice of America/ Jet Propulsion Laboratory)가 제안한 시스템으로 도심지 수신환경인 다중경로 페이딩을 보상하기 위해 적응형 등화 기술을 이용했다.
- 3) 디지털 시스템 Ds : 월드스페이스에서 운용하는 방식으로 1452~1492MHz 대역에서 최적화 되었으며, 실내외 고정, 휴대, 이동 수신기를 이용한 서비스가 가능한 시스템이다.
- 4) 디지털 시스템 Dh : 하이브리드 위성/지상망 월드스페이스 시스템으로 저가 수신기를 이용할 수 있는 장점이 있다. 시스템 Ds에 기반을 두고 지상파 전송 시스템을 추가함으로써 웨도잉 수신환경에서 성능을 개선시켰다.
- 5) 디지털 시스템 E : 일본의 ARIB(Association of Radio Industries and Businesses)에서 제안한 시스템으로 전력 사용효율이 우수하고 위성파 지상파 중

계기를 통해 고품질 멀티미디어 방송이 가능하다. 2630~2655MHz 대역에서 최적화 되었으며 저가 수신기 개발이 가능한 장점이 있다.

1.2 국내 표준화 동향

국내 위성 DMB 표준화 추진은 2002년 4월 부터 학계, 연구소, 제조업체, 정부 등이 참여하는 위성 DMB 표준화 추진위원회에서 15회 회의를 통하여 시스템별 평가항목을 점검하였고, 시스템 A, B, Ds, DII, E 등 ITU-R 표준 다섯 가지 중에서 시스템 A인 OFDM 방식과 시스템 E인 DS-CDM 방식이 경합을 벌였고, 2003년 2월 공청회를 거쳐 2003년 5월에 ITU-R BO.1130-4 시스템 E 방식을 국내 단일표준으로 최종 확정하였다. 이후 위성 DMB의 세부 기술기준과 송수신 정합표준을 제정하기 위하여 2003년 5월 부터 8월까지 위성 DMB 무선설비 기술기준 위원회를 운영하였다.

2. 위성 DMB 국내 표준안

국내의 위성 DMB 표준안은 위성 디지털 멀티미디어 방송의 송수신 정합을 위하여 ITU-R Rec. BO.1130-4, ISO/IEC 13818-1, ISO/IEC 13818-7, ISO/IEC 14496-10을 참조하여 작성하였다. 참조 권고 및 표준으로 국제표준은 ITU-R Rec. BO.1130-4, ISO/IEC 13818-1, ISO/IEC 13818-7, ITU-T Rec. H.264 | ISO/IEC 14496-10 AVC, ARIB STD-B10, B41이 있으며, 국내표준으로는 KS X 1005-1, KS X 1001, KS X 1002가 있다.

2.1 개요

본 표준은 2.6GHz 대역의 위성 디지털 멀티미디어 방송(DMB)을 위한 서비스 및 시스템 요구사항, 송수신 정합규격과 단말기 정합규격을 규정함을 목적으로 한다. "위성 DMB"라 함은 공중이 직접 수신할 수 있도록 할 목적으로 디지털 비디오, 오디오 및 데이터 등의 방송 프로그램 신호를 위성 송신설비 및 지상 중계설비를 이용하여 극초단파

대역에서 방송하는 것을 말한다. 채널 대역폭은 극초단파 대역의 25MHz를 기본으로 한다. 위성 DMB 서비스는 비디오 서비스, 오디오 서비스와 데이터 서비스를 포함한다.

2.2 위성 디지털 멀티미디어 방송 서비스 및 시스템 요구 사항

위성 DMB 시스템의 지구국은 다중화된 전송신호를 위성으로 전송하며, 위성은 가입자 단말기로 송신 신호를 직접 전송하거나 지상 중계설비를 통하여 가입자 단말기로 전송한다. 위성 DMB 시스템은 다채널 오디오 및 비디오 방송, 데이터 방송 등 다양한 멀티미디어 방송 서비스를 고정수신, 휴대 및 이동수신 환경에서 제공할 수 있어야 한다. 비디오 서비스의 비디오와 오디오 신호간 지연 시간은 -40 ~ +40 ms 이내여야 한다.

데이터 방송 서비스란 방송 프로그램과 연동되거나 혹은 독립적으로 행해지는 부가가치를 지닌 오디오, 비디오 및 부가 데이터 등의 멀티미디어 서비스로서 서로 다른 데이터 용량을 갖는 부가가치 서비스(예, 교통 정보 서비스, 여행 정보 서비스, 기상재해 방송 서비스 등) 공급이 가능해야 한다.

위성 DMB의 비디오 수신 품질은 5인치 급 LCD를 기준으로 최소 VCD급의 화질을 제공할 수 있어야 한다. 오디오 품질은 고품질 CD급 수준의 음질을, 그리고 비디오 서비스와 함께 제공되는 오디오는 아날로그 FM급 이상의 품질을 제공하여야 하며, 데이터 품질은 해당 서비스가 요구하는 비트 오류율 기준을 만족하여야 한다. 비디오 신호의 해상도는 화면의 화소수가 320 40 이상으로, 초당 15프레임 이상 제공할 수 있어야 한다. 오디오 신호는 최대 48KHz로 표본화된 2채널 오디오 서비스가 가능하여야 한다.

위성 DMB는 전파음영 및 차단환경에서의 수신 성능 개선을 위하여 필요한 경우 지상 중계설비(Gap Filler)를 이용하여 수신 성능을 개선시켜야 하며, 서비스 할당의 융통성을 위하여 주어진 다중화 내에서 융통성 있는 서비스의 할당을 허용해야 한다. 주어진 송신출력으로 커버리지를 확장하기 위하여 서비스 품질과 프로그램 수 및 데이터 서비

스의 수의 절충을 허용해야 한다. 위성 DMB는 다른 서비스로부터의 간섭에 강하고 다른 서비스에 간섭 신호로 작용하지 않도록 하여야 한다.

2.3 위성 디지털 멀티미디어 방송 송수신 정합규격

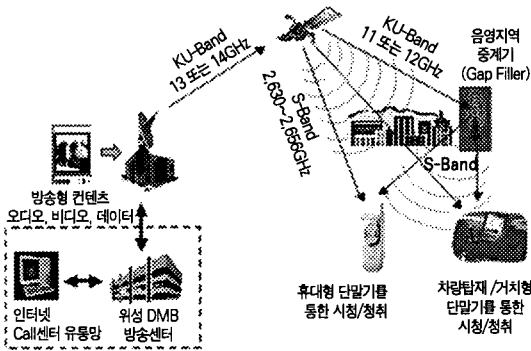


그림 1. 위성 DMB 시스템 개요

위성 DMB 시스템은 그림 1과 같이 지구국, 위성, 지상 중계설비, 가입자 단말기로 이루어져 있으며, CDM 전송방식을 이용하여 멀티미디어 콘텐츠를 지구국에서 위성으로 송출하며, 사용자는 위성으로부터 직접 수신하거나 또는 위성신호가 약한 실내와 같은 음영지역은 지상 중계설비로부터 수신하는 방송 시스템이다.

지구국에서 위성까지는 업링크를 통하여 13.75GHz~14.50GHz 대역의 CDM 신호와 TDM 신호를 전송한다. 위성으로 전송된 CDM 신호는 2.630~2.655GHz로 주파수 변환되어 단말기로 직접 전송되고, TDM 신호는 12.20GHz~12.75GHz 대역의 주파수로 변환되어 지상 중계설비로 전송되며, 지상 중계설비에서 2.630~2.655GHz 대역의 CDM 신호로 변환되어 단말기로 전송된다.

위성 DMB의 전송 매커니즘은 그림 2와 같으며 MPEG-2 및 MPEG-4 ES와 MPEG-2 TS를

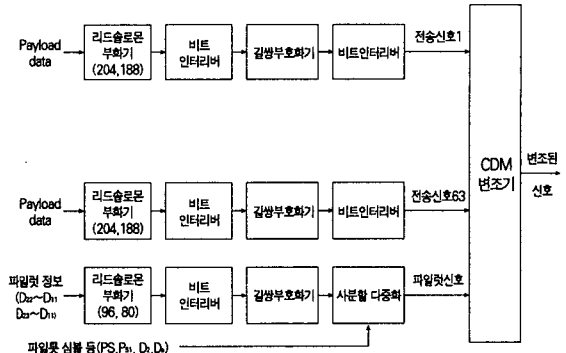


그림 2. 위성 DMB 전송 매커니즘

이용하여 전송하는 구조를 갖는다. 시스템의 다중화 구성정보는 ISO/IEC 13818-1(MPEG-2 System) 및 ARIB STD B.10의 구성정보를 따른다. 단말기와 위성간의 무선 구간은 ITU-R Rec. BO. 1130-4에 정의된 물리계층 규정을 준수한다.

Pay load 데이터의 변조 방식은 QPSK이며, 파일럿 채널의 파일럿 심볼 및 파일럿 채널 데이터부의 유니크 워드, 프레임 카운터 및 D51의 변조방식은 BPSK로 한다. 확산 코드는 코드길이 64의 왈쉬코드를 사용한다. 전송율이 단일 CDM 채널의 전송용량을 넘는 방송은 복수 CDM 채널에 걸쳐서 전송할 수 있다. 이 경우 TS 패킷은 채널번호가 작은 CDM 채널에서 부터 순서대로 분할 및 다중화하며, 복수 CDM 채널을 통해 전송되는 모든 채널의 인터리브 길이 및 부호화율은 동일한 것으로 한다. CDM 전송 프레임의 구성은 그림 3과 같다. 그림에서 파일럿 채널의 상세한 구성은 표 1과 같다.

채널에서 발생하는 오류를 정정하기 위하여 전송신호의

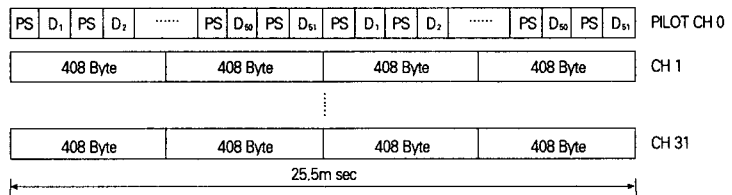


그림 3. CDM 전송 프레임의 구성

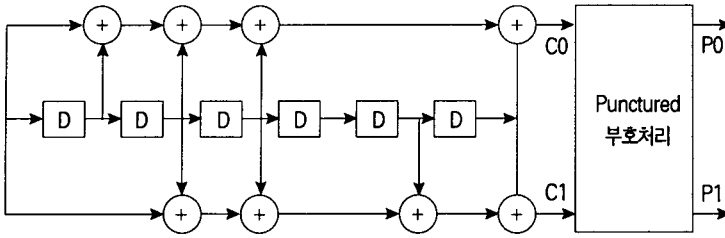


그림 4. 오류정정 내부호 구성도

〈표 1〉 파일럿 채널의 구성

PS	파일럿 심볼 : 동기신호(32비트) 송출순 "11111111 11111111 11111111 11111111"
D ₁	유일단어(unique word) : 프레임 동기신호(32비트) 송출순 "01101010 10110101 01011001 10001010"
D ₂	프레임카운터 : 슈퍼프레임 동기신호(32비트)
D ₃ ~D ₂₂ , D ₂₇ ~S ₄₆	파일럿 정보 : 전송제어
D ₂₃ ~D ₂₆ , D ₄₇ ~D ₅₀	파일럿 오류 정정 부호
D ₅₁	확장정보

오류정정 외부호는 단축된 리드 솔로몬(204, 188) 부호를 사용하며, 파일럿 데이터부의 오류정정 외부호는 단축된 리드 솔로몬(96, 80) 부호를 사용한다. 전송신호의 오류정정 내부호는 그림 4와 같이 구성장 7의 길쌈방식 및 Punctured 부호화 방식의 조합에 의한다. 부호화율은 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8을 사용할 수 있으며, 각 CDM 채널의 부호화율에 대한 정보는 파일럿 채널을 통해 전송된다. 단, 파일럿 정보의 부호화율 1/2을 사용한다.

전송신호의 인터리버는 바이트 인터리버와 비트 인터리버로 구성된다. 바이트 인터리버는 바이트 단위로 주기 12인 길쌈 방식의 인터리버를 사용하고, 비트 인터리버는 비트 단위로 주기 51인 분할형 길쌈 인터리버 방식으로 하며, 인터리브 사이즈는 CDM 코드별로 8가지 중에서 선택한다. 파일럿 신호의 인터리버는 바이트 인터리버로만 이루어지며, 바이트 단위로 주기 12의 길쌈 인터리브 방식으로 한다.

파일럿 정보는 전송제어 등에 관한 정보이며, 동기 신호인 파일럿 심볼은 수신기에 있어서 신호동기를 보조하기 위해 전송되는 특정의 패턴을 갖는 데이터이다. 파일럿 채널의 구성은 표 1과 같다. 파일럿 신호 구성에 대한 세부사항은 ARIB STD-B41 문서의 규정을 따른다.

CDM 변조부의 송신 신호는 그림 5와 같이 채널 별로 각각 다른 확산 부호를 이용하여 전송 신호 및 파일럿 신호를 확산 변조하여 중첩된다. CDM 전송을 위해 전송하려는 직렬 데이터열은 병렬 데이터열로 바뀌고, 각 채널에 할당된 Walsh 부호와 길이 2048 칩(chip)의 의사잡음(PN) 부호에 의해 확산된다. 여기서 의사 잡음 부호는 12단의

귀환형 쉬프트 레지스터로 생성된 4095칩 중에서 2048칩 분량을 추출한 부분 코드를 사용한다. 확산된 데이터는 QPSK 신호로 변조되고 다중화되어 전송된다. 직렬/병렬 변환 후의 전송속도는 256kbit/sec, Walsh 부호 및 PN 부호 가산 후의 전송속도는 16.384Mchip/sec이다.

파일럿 신호 중 동기신호, 프레임 동기신호, 슈퍼 프레임 동기신호 및 확장정보에 대해서는 BPSK로 변조하고 기타 파일럿 신호는 QPSK로 변조하며, 롤-오프율 0.22의 펄스정형 필터(root raised cosine filter)를 사용하여 반송파의 대역을 제한한다. 파일럿 채널의 전력은 방송 채널의 2배로 하며, 반송파 변조 심볼 레이트는 칩 레이트와 동일하게 한다.

각기 다른 확산 코드로 확산된 신호는 동일한 주파수에 중첩되며, 신호의 반송파 주파수 및 위상은 일치한다. 확산 방식은 데이터에 확산 코드를 가산하는 직접 확산 방식으로서, 데이터 주기는 확산 코드 주기의 64배가 되도록 한

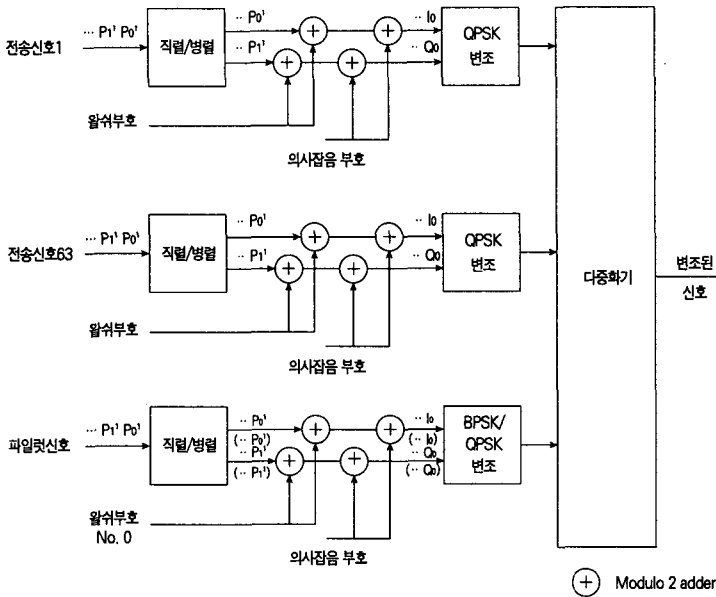


그림 5. CDM 변조부 구성도

다. 의사 잡음 부호의 초기치 설정 타이밍은 프레임의 변화점에 일치시키며, 다중 가능한 Walsh 코드 수는 최대 64로 한다.

비디오 신호의 해상도는 화면의 화소수가 320 40 이상이며 표본화 비트 수는 6비트 또는 8비트로 한다. 오디오 신호의 대역은 20,300Hz 이하이며 오디오 신호의 표본화 주파수는 최대 48,000Hz, 표본화 비트 수는 24 이하로 한다. 데이터 신호의 포맷은 다양한 서비스를 수용할 수 있어야 한다.

비디오 신호의 압축 기본 알고리즘은 ISO/IEC 14496-10(MPEG-4 Part 10) | ITU-T Rec. H.264 방식을 따르며, 오디오 신호의 압축 기본 알고리즘은 ISO/IEC 13818-7(MPEG-2 AAC) + SBR 방식을 따른다.

다중화 방식은 ISO/IEC 13818-1(MPEG-2 System)을 따르며 서비스 정보(SI)의 처리는 ARIB STD B10을 따른다.

유료방송을 실시하는 경우 또는 방송 프로그램에 관한 권리를 보호하려 하는 경우, 제한 수신(Conditional Access : CA)을 위하여 콘텐츠를 스크램블링하여 전송할 수 있으

며, 스크램블링 방식은 서비스 사업자가 정하는 방식을 따른다.

CDM 신호의 주파수 대역은 2.6GHz 대역을 대상으로 점유 주파수 대역은 25 MHz를 기본으로 한다. 위성 방송국 및 지구국 반송파 신호 주파수의 허용편차 및 지상 중계설비의 반송파 신호 주파수 허용 편차는 50ppm으로 한다. 위성 DMB의 간섭허용치는 대역내 들어가는 간섭파의 전력과의 비로 23dB 이상으로 하며, 대역외 불요 복사강도의 허용치는 무선설비 규칙에 준한다. 수신 단말기의 목표 비트 오율 값은 ITU-R Rec. BO. 1130-4 의 기준(2×10^{-4} 이하)에

따른다.

위성 DMB는 ISO/IEC 10646-1(유니코드)와 KSC-5601(완성형 코드) 등 두 가지의 문자 코드를 지원하여야 한다.

2.4 위성 디지털 멀티미디어 방송 단말기 정합규격

위성 DMB 단말기는 그림 6과 같이 튜너, CDM 복조부, 비트 디인터리버, 비터비 복호기, 바이트 디인터리버, 리드 솔로몬 복호기, 역다중화기(DEMUX) 및 디코더로 구성된다. 휴대형 단말기의 경우 크기 및 휴대성을 고려하여 안테나 다이버시티를 사용하지 않을 수 있다.

튜너(Tuner)는 주파수 발생기로부터의 신호와 입력신호를 혼합하여 기저대역(Baseband) 신호를 얻는다. CDM 복조부는 짧은 부호와 의사잡음 부호를 사용하여 CDM 신호를 복조한다. 여기서 짧은 부호(Short Code)는 주기 64의 Walsh 부호를 사용한다. 비트 디인터리버는 주기 51의 분할형 길쌈 방식의 비트 인터리빙된 신호에 대한 복호를 수행한다. 비터비 복호기는 구속장 7의 비터비 복호를 수행한다. 바이트 디인터리버는 주기 12의 길쌈 방식으로 바이트

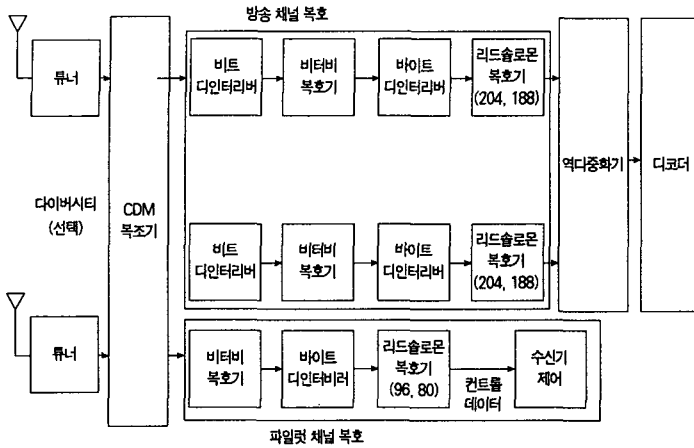


그림 6. 위성 DMB 단말기 구성도(예)

인터리빙된 신호의 복호를 수행한다. 리드솔로몬 복호기는 단축된 리드솔로몬(204, 188)의 복호를 수행한다. 단, 파일럿 채널은 리드 솔로몬(96, 80)의 복호를 수행한다. DEMUX는 MPEG-2 TS로 다중화된 각각의 비디오/오디오/데이터 신호를 추출한다. 디코더는 압축된 비디오/오디오의 Elementary Stream에 대한 복호화를 수행한다.

비디오 복호 처리는 MPEG-4 Part10 Baseline Profile@L1.3(ISO/IEC 14496-10) 또는 ITU-R Rec. H.264 형식을 지원한다. 비디오 해상도는 QVGA (320*240) 이상의 해상도 및 초당 15 프레임 이상이 처리 가능하여야 한다. 표본화 비트수는 6비트 또는 8비트를 처리하여야 하며, 비디오 신호의 처리 시에는 최소 1채널 이상의 오디오 신호를 동시에 처리할 수 있어야 한다. 비디오

신호부는 시간 계위(Temporal Scalability)로 부호화된 스트림을 처리할 수 있어야 한다.

오디오 복호 처리는 MPEG-2 AAC(ISO/IEC 13818-7)+SBR 형식을 지원한다. 표본화 주파수는 최대 48kHz로 양자화 비트수는 최대 24비트로 한다. 복호 가능 채널 수는 하나의 오디오 데이터 채널당 최대 2 채널로 복호한다. 오디오 복호 기능은 싱글모노, 듀얼모노, 스테레오 등의 오디오 모드를 복호한다. 또한 싱글모노, 듀얼모노, 스테레오의 오디오모드에 대해서

이들의 식별 및 표시기능이 있어야 한다.

3. 참고 권고 및 표준

- [1] ITU-R Rec. BO. 1130-4
- [2] ISO/IEC 13818-1,7
- [3] ISO/IEC 10646-1
- [4] ITU-T Rec. H.264(ISO/IEC 14496-10 AVC)
- [5] ARIB STD-B10, B41
- [6] KSC 5601
- [7] KSX 1005-1
- [8] KSX 1001
- [9] KSX 1002