

유럽의 HDTV 방식—HD-MAC

徐德榮, 朴涉亨*

慶熙大學校, 韓國通信 研究開發團*

I. 머리말

1992년 바르셀로나 올림픽에는 일본의 MUSE에 이어 세계적으로 두번째로 개발완료된 HDTV방식인 HD-MAC 방식이 세계인의 눈을 끌었다. 이 기간중 HD-MAC 방식으로 올림픽 실황이 인공위성을 통하여 유럽 각지에 방송되어 시험제작되어 각지에 보급된 1000여개의 HD-MAC 수신기로 수신되었다. 세빌리아 만국박람회에서는 유럽 각지에서 HD-MAC방식으로 송신한 프로그램을 박람회장에 있는 HD-MAC 수신기로 수신하여 그 성능을 과시하였다. HD-MAC 방식은 MUSE 방식보다 그 화질과 전송 방식, 또한 기존 TV 방식과 호환성면에서 우수한 것으로 평가되었다.

유럽에 보급되어 있는 기존 TV방식은 PAL, SECAM, MAC(multiplexed analogue components) 등이다. MAC 방식은 1970년대부터 B-MAC, C-MAC, D-MAC, D2-MAC으로 진화를 해왔으며 위성 TV방송용 protocol로 매우 적합하다. 현재 EC에서 개발하고 있는 HD-MAC은 일본의 MUSE 방식이 일본의 기존 TV전송 방식인 NTSC(National Television System Committee) 방식과 호환성이 없는 반면에 HD-MAC은 MAC과의 호환성을 유지하고 있다.

유럽의 HDTV 개발은 일본에 비하여 상대적으로 매우 짧은 기간에 가시적인 성과를 거두었다. 그것이 가능했던 이유는 다음 몇가지로 요약할 수 있다. 첫째로 개발에 참여했던 유럽의 주요 가전업체들의 연구 개발 잠재력이 컸었으며, 둘째 일본에 대한 국제적인 경쟁 심리가 작용했고, 셋째로 EC의 첨단기술 개발계획의 하나인 Eureka 95를 중심으로 한 협동 연구를 성공적으로 운영한 것 등을 들 수 있다. EC는 회원국 사이의 공동 연

구 개발을 수행하기 위하여 Eureka(European Research Coordination Agency)라는 프로젝트를 운영하고 있는데, 1991년 현재 400여 개의 프로젝트가 Eureka에 등록되어 있다. 그 가운데 Eureka 95는 HDTV를 위한 프로젝트이며, 유럽에서 진행되는 HDTV 개발은 전적으로 Eureka 95를 중심으로 진행되고 있다. Eureka 95에서 개발되고 있는 HDTV를 HD-MAC이라 한다. Eureka 95를 수행하기 위한 자본은 각 참가국에서 40%, 참여 기업에서 60%를 제공하며, 프로젝트를 수행하는 과정에서 축적된 기술은 참여기업들이 공유한다.

HD-MAC은 동영상의 움직임 정도에 따라서 부표본화(sub-sampling)하는 형태를 달리하며, 압축된 영상 정보를 애널로그 형태로 전송한다는 면에서 MUSE 방식과 유사하다고 할 수 있다. 본고에서는 유럽에서의 HDTV 개발 과정을 간략히 살펴보고, 현재 유럽 HDTV의 공동규격인 HD-MAC의 신호처리 방법 및 전망에 대하여 살펴보기로 한다.

II. EC의 HDTV 개발, 어떻게 추진되어 왔나?

유럽에서는 1982년에 EBU(European Broadcasting Union), 즉 유럽 방송 연합 산하에 HDTV 연구 그룹이 결성되면서 HDTV 개발에 대한 연구가 시작되었다. 1986년 5월, CCIR 총회에서 일본이 NHK가 개발한 MUSE 방식을 HDTV의 세계통일 규격으로 채택할 것을 제안했는데, EC 회원국들을 중심으로 한 유럽의 주요 각국들이 이에 강력히 반발하였다. 이것을 계기로 1986년 6월에 EC에서 공동으로 HDTV 개발을 수행하

기로 합의하고 1990년 6월까지 유럽의 독자적인 HDTV를 개발하기로 하였다. 이를 위하여 Eureka의 95번째 계획, 즉 Eureka 95라는 프로젝트를 시작하였다.

Eureka 95의 phase I은 약 4,000억원의 예산으로 1986년 6월부터 1990년 6월까지 진행되었는데, phase I의 가장 큰 목표는 MAC방식과 호환성이 있는 HDTV방식의 개발이었으며 그 결과가 바로 HD-MAC이었다. 1986년 11월에는 EC내의 위성 TV 방송방식으로 MAC방식을 채택하였다. 1988년 9월 IBC(International Broadcasting Convention)에서 EC의 HDTV 공동규격을 HD-MAC으로 결정하였다. MAC 시스템도입의 첫번째 단계로 1989년 MAC 4:3 (가로세로비, aspect ratio)가 방송되었고, 1991년에는 16:9 MAC(wide MAC)이 방송되었다. HDTV방송인 16:9 HD-MAC은 1995년 방송 예정이다. 유럽의 HDTV 개발전략의 장점은 이렇게 단계별로 호환성을 가지면서 유연하게 전개된다는데 있다. HD-MAC 방식에서 채택한 코딩방식으로 부호화/복호화된 영상의 화질은 1989년 8월 IFA에서 공개되었다. 1990년 7월에 시작된 Eureka 95의 phase II에서는 encoder/decoder 시스템의 집적화 수준 향상, 더 많은 소프트웨어의 개발, HDTV 주변기기 연구개발을 목표로 하고 있다. 이에 따라 1991년 말에는 HD-MAC encodeer/decoder 시스템에 사용되는 집적회로의 개발에 성공하였고 집적화수준의 향상을 위해 노력하고 있다.

1989년 12월, HDTV의 EEIG(European Economic Interest Grouping) 그룹 설립 회의가 EC 위원회 주최로 개최되어 "VISION 1250"이 4년 예정으로 활동을 시작하였다. 이 그룹에는 Thomson, Philips 및 Eureka 회원 이외에 TV 생산기업, 방송 사업자가 참가하고 있다. 이 그룹의 주요 목표는 참가 회원간의 협력관계를 조정, HDTV 방송용 프로그램 제작, 1250/50 방식(1250 라인, 50Hz)의 보급 확대를 위한 홍보 등이다.

현재 Eureka 95는 11개의 PG(project group)으로 나누어져서 종합적이며 조직적으로 진행되고 있다. Phase II에서는 PG 5 와 PG 6가 합쳐지고 PG 11과 PG 12가 새로 시작되었다. 다음은 각 PG 별 참여기관과 그 기능을 간략히 설명한다.

PG 1: BBC, CCETT, HHI, ITVA, NTL, PESA, Philips, RAI, Thomson이 참여하고 있으며 영상의 질을 측정하는 기준 설정, 시험용 동영상 제작 및 배포, CODEC 알고리즘 선택을 책임진다.

PG 2: AVS, BBC, BTS, CCETT, HHI, ITVA, NTL, PESA, Philips, Thomson, UNIDO 등이 참여

하고 있으며 CCIR에 국제적 스튜디오 규격 제안, 50Hz에서 59.94Hz로 변환방식 개발등을 책임진다.

PG 3: Angenieux, Barco, BASF, BBC, BTS, Gretag, ITVA, Quantel, PESA, Rank Cintel, Schneider, Rhode/Schwarz, Thomson, TU Braunschweig 등이 참여하고 있으며 스튜디오 기기의 제작을 책임진다.

PG 4: BBC, British Telecom, CCETT, DBP/FTZ, Eutelsat, Fuba, IRT, Nokia, NTL, Philips, RAI, RETEVISION, Thomson 등이 참여하며 HD-MAC 신호의 전송을 책임지며 방법으로는 위성방송, cable, 지상방송 등이 고려된다.

PG 5/6: BBC, CCETT, DBP, Grundig, ITT, Nokia, NTL, Philips, RAI, Thomson, UNIDO 등이 참여하며 HD-MAC 시스템의 최적화와 100Hz 등으로 up-conversion하는 방법을 연구한다.

PG 7: Barco, Grundig, Intermetall, Nokia, Philips, Seleco, Siemens, Thomson 등이 참여하며 HD-MAC 수상기의 시제품 제작을 한다.

PG 8: Grundig, Philips, Thomson 등이 참여하며 VCR, laser disk player 및 disk 등 주변기기를 개발한다.

PG 9: BTS, ITVA, NOB, Studio Hamburg, Thomson, TVE, Vision 1250 등이 참여하며 HDTV 방송용 프로그램을 제작하였으나 Phase II부터는 Vision 1250에서 이 일을 전담한다.

PG 10: BBC, DBP/FZT, EUTELSAT, HHI, Philips, Thomson 등이 참여하며 digital coding시 bit rate reduction 방식을 연구한다.

PG 11: BBC, B&O, CCETT, IR, Nokia, Philips, RAI, SGS-Thomson, Thomson 등이 참여하며 음성신호 전송에 관한 연구를 한다.

PG 12: BTS, Gretag, HHI, Laser Creations, LeGrandSon, Philips, RAI, SBP, SFP, Seleco, Thomson, ViDiSys 등이 참여하며 다른 PG에서 다루지 않는 HDTV의 응용방법에 대하여 연구한다.

III. HD-MAC에서는 여러가지 신호들이 어떻게 처리되나?

HD-MAC방식의 영상신호는 D2-MAC 또는 D-MAC 위성 방송용 송수신방식에 TDM(time division multiplexing) 방식으로 실려서 송수신된다. 이는 BBS

(broadcasting satellite service)에 의해 송신되고 12개의 채널이 300-450 MHz 대역에서 변조되며 각 채널당 12 MHz가 할당된다. 현재 MAC 채널이 동작하고 있는 인공위성은 BSkyB's Marco Polo 위성들과 ASTRA 위성이 있다. HD-MAC 방식에서는 디지털 데이터와 아날로그 데이터가 혼합되어 구성되며, 영상신호는 아날로그 형태로 전송된다. TDM 구조는 64 micro-sec 길이의 라인 625개로 구성된 40ms 길이의 프레임을 기본으로 한다. TDM의 기본 세가지 요소는 다음과 같다.

-HD-MAC 영상신호 (이 신호만 아날로그형태로 전송된다.

-LBI(line blanking interval): 음성 및 데이터를 전송한다.

-VBI(vertical blanking interval): DATV 및 데이터를 전송한다.

여기서 영상신호의 대역폭은 10.125MHz이며 (기존 MAC방식에서는 8.4MHz), DATV는 20.25Mbps로 송신되나 duobinary coding 방식을 이용하여 대역폭은 10.125MHz보다 작게된다. 채널과 채널사이에 여유가 적은 편이므로 채널간 간섭을 줄이기 위해 고주파성분에서 잡음을 줄이는 기술을 필요로 한다.

음성신호는 D/D2-MAC과 같은 방식으로 디지털형태로 송신된다. 표본화율(sampling rate)은 고음질 32kHz, 중음질 16kHz이며 샘플당 14비트나 10비트로 양자화된다. 채널코딩(에러정정)을 포함하여 동시에 8개의 고음질 음성채널을 송신할 수 있으며, 이는 유럽처럼 여러 언어가 쓰이는 지역에서 필수적인 요소이다.

D/D2-MAC 방식은 기존 TV 신호를 송수신하기 위하여 만들어진 방식이다. HD-MAC에서도 40ms 프레임의 같은 위치에 아날로그 형태로 영상 신호를 심기 때문에 다른 MAC방식과 호환성을 가지게 되는 것이다. 기존 MAC방식을 통하여 HDTV신호를 송수신하기 위해서는 고화질 영상신호를 가로로 2:1, 세로로 2:1 압축하여야 한다. 영상 신호 압축을 위하여 HD-MAC에서 사용하는 압축방식은 다음과 같이 요약된다.

- ① 세부 블록으로 나누어 움직임 추정
- ② 블록별 움직임 정도에 따라 다른 부표본화 (sub-sampling)
- ③ 움직임 보상
- ④ 휘도와 색차 신호의 분리

1. HD-MAC 사양

○ 입력 고화질 RGB신호 : 한 라인당 1440 샘플, 한

프레임당 1152 라인, 매초당 25 프레임 (50 격행주사 필드)

○ 송수신 채널상 휘도 신호 : 한 라인당 720 샘플, 한 프레임당 576 라인, 매초당 25 프레임 (50 격행주사 필드)

○ 송수신 채널상 색차 신호 : 한 라인당 360 샘플, 한 프레임당 288라인, 매초당 25 프레임 (50 격행주사 필드)

여기서 가로, 세로의 비율은 4:3이다. 이 비율이 16:9인 경우의 처리방식을 자세히 언급한 문헌은 찾을 수 없으나 현재로서는 가로방향으로 화소가 길게 되는 것으로 추정한다.

2. 세부 블록으로 나누어 움직임 추정

HD-MAC에서는 영상프레임을 16×16 블록으로 나누어 처리한다. 이는 digital HDTV방식에서도 일반적으로 적용되고 있다. 영상 코딩에서 같은 신호적 특성을 가지는 화소끼리 그룹을 만들게 되면 매우 효과적으로 압축률을 신장할 수 있다. 그러나 일반적으로 그 그룹의 크기를 가변적으로 하는 것은 간단하지 않으므로 정해진 크기의 블록으로 나누는 방식을 채택한다. 여기서 각 블록은 같은 신호적 특성을 가지는 것으로 가정된다. 3-1 절에서 설명된 사양에 의하면 영상은 가로로 90개 (1440/16), 세로로 72개로 나누어져서 총 6480개의 작은 블록으로 나누어진다.

HD-MAC방식에서는 움직임의 정도에 따라 각 블록을 세계의 모드로 분류하고 각 모드별로 각기 다른 코딩방식을 적용한다. 움직임을 추정하는 방식은 부호기(encoder) 제작자의 재량에 달려있으나, HD-MAC을 설명하는 논문들에서는 주로 BMA(block matching algorithm)을 권고하고 있다. 즉, 필드 n 내의 어떤 블록을 시간적으로 인접한 필드 (필드 n-1과 필드 n+1)에서 좌우상하로 이동하여 가장 차이가 없는 위치를 찾는 방식으로 움직임 정도를 추정한다. 시간적으로 선행하는 필드만 가지고 움직임 추정을 하면 asymmetric motion estimation이라고 하고, 시간적으로 전후 두 필드를 이용하면 symmetric motion estimation이라고 하는데 HD-MAC 부호기에서는 주로 후자를 사용하는 것으로 알려져있다. 따라서 복호기에서 움직임 보상을 할 때도 두개의 인접한 필드의 샘플값들을 이용한다.

각 필드는 시간적으로 20ms 차이가 있는데 (20ms = 64 micro-sec × 625 lines = 1/50 Hz), 움직임을 분류하는데는 0.5 화소/20ms 움직임과 6 화소/20ms 움직임을 경계로하여 세 모드로 분류된다. 여기서 움직임이 0.5 화소 이하는 80ms 모드, 1 화소에서 6 화소이하는

40ms 모드, 그 이상은 20ms 모드라고 부르는데 그 이유는 다음 절에서 설명된다.

영상을 세부 블럭으로 나누어 처리하게 되면 크게 두 가지 문제가 있다. 첫째, 인접된 두 블럭이 다른 방식으로 처리되는 경우, 그 두 블럭 경계에서 열화를 피할 수 없게 된다. 그것 때문에 블럭이 서로 겹치게 (overlap) 처리하는 방식도 있으나 HD-MAC에서는 이를 채택하지 않았고 실제로 본 저자들이 HD-MAC을 simulation 할 때에도 이것이 문제가 되었다. 두번째 문제는 어떤 한 블럭내의 화소들이 동일한 방향으로 이동하지 않는 경우에 발생한다. 즉, HD-MAC에서는 한 블럭내의 모든 화소들이 동일한 방향으로 병진 운동(translation) 하는 것을 가정하므로 회전 운동(rotation), zooming, 두개이상의 운동체 등의 경우에는 열화가 일어나게 된다.

움직임 추정에는 밝기정도차(grey level difference)의 합을 최소로 하는 위치를 찾는 방식과 블럭내에서 어떤 구조(structure)를 추출하고 그 구조의 이동을 감지하는 방식이 있다. HD-MAC에서 채택하는 전자의 방식을 사용하면 소프트웨어나 하드웨어의 복잡성은 매우 적으나, 움직임은 없고 밝기만 시간적으로 변하는 경우에 움직임을 잘못 추정하기 쉽다.

3. 모드별 코딩방식

HD-MAC의 영상 신호 코딩 방식은, 코딩방식을 크게 파형부호화(waveform coding)와 변환부호화(transform coding)로 나눌 때, 파형부호화에 해당된다. 즉 영상신호를 주파수영역(frequency domain)이 아닌 공간영역(spatial domain)에서 압축한다. 압축률은 휘도 신호의 경우 입력 고화질 신호가 50Hz 격행 주사(interlaced) 신호일 때 가로방향으로 2:1, 세로방향으로 2:1이다.

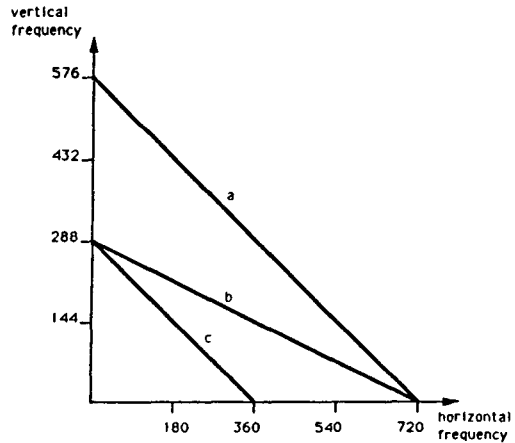
走馬看山는 한자 숙어는 사람이 움직이는 사물을 볼 때는 자세히 보기가 힘들다는 의미를 담고있다. HD-MAC에서는 (다른 영상 코딩 방식에서도 마찬가지지만) 이런 인간의 시각적 특성을 이용한다. 즉, 움직임이 적은 블럭은 공간적 해상도를 높여서 코딩하고, 움직임이 많은 블럭은 공간적으로는 해상도를 줄이고 시간적으로 해상도를 높여서 코딩한다. 그러나 사람의 시각이 처리할 수 있는 동영상의 시공간적 정보량은 일정하다는 가정하에, 각 블럭에 대하여 시공간적으로 전송되는 총 정보의 양은 동일하다.

HD-MAC에서는 세가지 다른 공간적 부표본화방식이 있다. 그림 1의(a), (b), (c)는 각각 80ms 모드, 40ms

1 0 3 0 1 0 3 0	1 0 1 0 1 0 1 0	1 0 0 0 1 0 0 0
0 2 0 4 0 2 0 4	0 0 0 0 0 0 0 0	0 2 0 0 0 2 0 0
3 0 1 0 3 0 1 0	0 2 0 2 0 2 0 2	0 0 1 0 0 0 1 0
0 4 0 2 0 4 0 2	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 2 0 0 0 2
1 0 3 0 1 0 3 0	1 0 1 0 1 0 1 0	1 0 0 0 1 0 0 0
0 2 0 4 0 2 0 4	0 0 0 0 0 0 0 0	0 2 0 0 0 2 0 0
3 0 1 0 3 0 1 0	0 2 0 2 0 2 0 2	0 0 1 0 0 0 1 0
0 4 0 2 0 4 0 2	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 2 0 0 0 2

(a) 80ms 모드 (b) 40ms 모드 (c) 20ms 모드

그림 1. 1250/50/2:1, 고화질 샘플 격자에서 휘도신호 부표본화(블럭의 크기는 16×16이나 여기서는 편의상 8×8만 도시하였다.



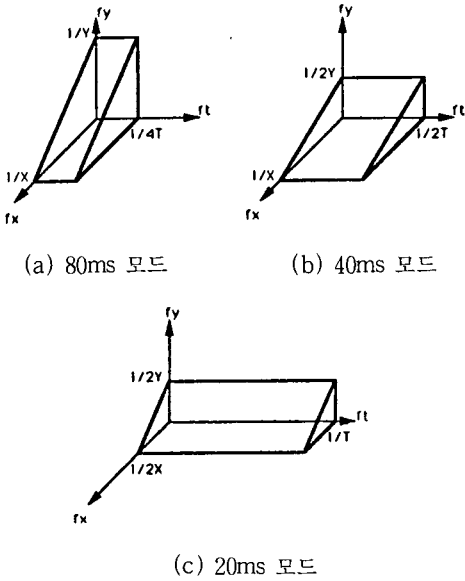
(a) 80ms 모드 (b) 40ms 모드 (c) 20ms 모드

그림 2. 휘도 신호 샘플 페턴에 따른 겹침방지용 2차원 필터 통과대역

모드, 20ms 모드에 사용되는 부표본화 방식이다.

80ms 모드에서는 80ms 동안 (4필드) 1, 2, 3, 4 번호가 쓰인 위치의 샘플을 송신한다. 이 모드에서는 80ms 동안 움직임이 없음을 가정하므로 4필드 (두 프레임)에서 한 프레임에서만 샘플을 취해도 된다. 그런데, D/D2-MAC에 영상신호를 실어 송신하는 경우 한 블럭당 8×4 샘플(32 샘플)만 보낼 수 있으므로, 1 위치의 샘플은 첫번째 필드에, 2, 3, 4 위치의 샘플들은 각각 두번째, 세번째, 네번째 필드에 실어 송신한다. 여기서 32 샘플이 8×4 블럭에 속해야 하므로, 라인 3, 7, 11, 15의 샘플들은 각각 라인 1, 5, 9, 13에 샘플들 사이에

끼우고, 라인 4, 8, 12, 16의 샘플들은 각각 라인 2, 6, 10, 14에 샘플들 사이에 끼워서 송신하며, 이를 shuffling이라고 한다. (여기서 첫번째 라인을 라인 1로 정의한다.) 복호기(decoder)에서는 4 필드동안 보내진 샘플들을(128 샘플) 모아 16×16 블록으로 내삽(interpolation)하게 된다.



을(64 샘플) 모아 16×8 블록으로 내삽하여 홀수 필드 내의 40ms 모드 블록을 만들고, 짝수 필드의 40ms 블록은 움직임보상(motion compensation) 방법을 통하여 채우게 된다.

20ms 모드에서는 20ms 동안(1 필드) 홀수 필드에서는 1 위치의 샘플을, 짝수 필드에서는 2 위치의 샘플을 송신한다. 여기서는 샘플들이 4×8 구조로 샘플링되므로, 8×4 형태로 shuffling이 필요하다. 복호기에서는 한 필드동안 보내진 샘플들을(32 샘플) 모아 16×8 블록으로 내삽하여 홀수 필드나 짝수 필드 내의 20ms 모드 블록을 각각 만들게된다.

각 모드의 부표본화는 공간적으로 추림(decimation)이며, 이때 겹침(aliasing)을 방지하기 위해서는 2차원 저역통과 필터링을 하여야 한다. 각 모드별 2차원 저역 필터의 통과대역은 그림 2에 도시되어 있다. 세 모드의 부표본화방식이 모두 기본적으로 대각표본화(quincunx sampling)이므로 통과대역이 마름모꼴이다. 그림에서는 마름모꼴의 오른쪽 상변만 도시되었다. 대각표본의 경우에도 사각형 저역통과필터로도 겹침을 방지하는 필터를 실현할 수 있으나, 사람의 시각이, 대각선방향보다는 수직이나 수평방향의 고주파성분에 민감하므로 그것이 강조되는 마름모꼴 필터를 이용한다. 그런데, 마름모꼴의 필터를 사용하면 수직과 수평성분이 두개의 1차원 필터링으로 분리가 되지않으므로 2차원필터링을 통해야만 구현가능하여 하드웨어가 좀더 복잡해진다.

그림 3. 3차원 주파수영역 (수직, 수평 공간주파수 및 시간 주파수)에 도시된 각 모드의 전송주파수대역 (위의 세 입체도형의 부피는 전송되는 정보량에 비례하는데 도형의 형태만 다를 뿐 부피는 동일함에 유의. 단 (a)에서는 공간적 고주파영역이, (c)에서는 시간적 고주파영역이 강조되어 전송된다.)

40ms 모드에서는 40ms 동안(2 필드) 1, 2 번호가 쓰인 위치의 샘플을 송신한다. 그림에서 홀수번째 라인들은 홀수필드에 속한 라인이고 짝수라인들은 짝수필드에 속하므로 40ms 모드에서는 홀수필드의 샘플만 송신하는 것을 알 수 있다. 그런데, D/D2-MAC에 영상신호를 실어 송신하는 경우, 역시 한 블록당 8×4 샘플(32 샘플)만 보낼 수 있으므로, 1 위치의 샘플은 홀수 필드에, 2 위치의 샘플들은 짝수 필드에 실어 송신한다. 여기서는 샘플들이 8×4 구조로 샘플링되므로 shuffling이 필요없다. 복호기에서는 2 필드동안 보내진 샘플들

80ms 모드의 경우 4 필드동안 한 프레임의 정보를 송신하므로 시간적 4:1추림이며 이때에도 겹침을 방지하기 위해서는 시간적으로 저역통과 필터링을 하여야한다. 그러나, 시간적 저역통과 필터링을 위해서는 많은 기억용량이 필요하고 또한 80ms 모드로 분류된 블록은 시간적으로 고주파 성분이 적을 것을 가정하여 필터링을 생략한다.

4. DATV (Digitally Assisted Television) 데이터 및 움직임 보상

복호기에서 각 블록을 모드에 맞게 내삽하려면 각 블록의 모드와 움직임정도를 알 수 있어야 한다. 이것을 위한 정보는 DATV 채널을 통하여 전송되는데 그 정보량은 약 900kbps 정도이다. DATV 데이터는 매우 중요한 정보이므로 (90, 82) fire code로 에러정정이 가능하도록 되어 있다.

부호기에서 모드의 결정은 각 모드로 부호화/복호화하여 가장 에러가 적은 것으로 선택된다. 각 블록의 모드는 80ms 부호화 주기동안 5개의 경로로 구분하여 결

정된다.

- ① 80ms 모드 4 필드 1 가지 경우
- ② 40ms 모드 4 필드 169×9 가지 경우
- ③ 40ms 모드 2 필드 20ms 모드 2 필드 169 가지 경우
- ④ 20ms 모드 2 필드 40ms 모드 2 필드 8 가지 경우
- ⑤ 20ms 모드 4 필드 1 가지 경우

경로 2와 3에서는 두번째 필드의 움직임보상을 위해 움직임 벡터가 송신된다. 움직임벡터는 좌우로 + / - 6 화소, 상하로 + / - 6 화소범위이므로 169가지 다른 벡터가 가능하다. 경로 2와 4에서 네번째 필드의 움직임보상을 위한 움직임 벡터는 해당 블럭과 인접한 8개의 블럭에서 1, 2 필드에서 40ms 모드인 블럭중에서 적당한 움직임 벡터를 선택하여 이용하며 이 정보도 송신된다.

5. 휘도 신호와 색차 신호의 분리

컬러신호는 붉은색(R), 녹색(G), 푸른색(B) 등 세가지 단색신호로 표현할 수 있다. 그런데 이 세 신호의 연관성은 매우 크므로 각각을 따로따로 코딩하는 것은 매우 비효율적이다. 그러므로 컬러 코딩의 경우에는 이 세 신호를 연관성이 적은 세계의 성분으로 변환하여 코딩하게 된다. 일반적으로는 변환식 이용하여 선형적으로 하나의 휘도 신호(Y)와 두개의 색차신호(U, V)로 변환하는 방식을 사용한다. 선형변환식의 계수는 색도학(colorimetry)에 의거하여 국제적으로 제안되어 있다.

$$Y = 0.30 R + 0.59 G + 0.11 B,$$

$$U = R - Y, \quad V = B - Y$$

Y, U, V 신호로 분리하여 코딩할 때 얻는 가장 큰 잇점은 대부분의 공간적 고주파성분이 Y신호에 몰리게 되는 것이다. 즉, 색차신호는 저주파성분만 가지게 되어 낮은 해상도로 코딩하여도 정보의 손실이 없다. HD-MAC에서는 색차신호는 가로방향으로 휘도신호의 1/2, 세로방향으로 휘도신호의 1/2의 해상도로 코딩하게 된다. 따라서 각 색차신호는 휘도신호의 1/4의 정보량으로 코딩된다.

색차 신호의 블럭별 모드는 해당 블럭의 휘도신호의 모드에 따라 결정된다. 색차 신호의 경우에는 움직임 보상을 하지 않는다. 따라서, 움직임 정도가 비교적 큰 40ms 블럭은 20ms 모드로 처리한다. (상하나 좌우의 움직임 벡터의 절대값이 3 화소보다 큰 경우)

IV. 다른 HDTV 방식과 비교

HDTV(high definition television)의 정의를 CCIR에서 권고된 것처럼 가로 세로비 16:9, 수직 수평으로 2배의 해상도, CD수준의 음질을 갖춘 것으로 할 때, HD-MAC과 비교할 수 있는 방식은 PALplus, MUSE, digital HDTV가 있다. 본장에서는 이들과 비교하여 HD-MAC의 장단점을 살펴본다.

1. PALplus

이 방식은 유럽에 널리 보급된 PAL방식과 호환성을 가지고 있으며, HD-MAC과 마찬가지로 50Hz방식이다. PAL방식은 FDM(frequency division multiplexing)방식을 사용하여 휘도 신호, 색차 신호, 음성 신호를 동시에 전송하므로 신호간의 간섭(cross-colour)이 큰 문제로 대두되었으나, PALplus에서는 이 점을 크게 개선하였다. 전송 채널로 지상 방송 및 cable 방송에 대해서는 충분히 연구가 되었으나 위성방송 및 VCR 사용 측면에서 더 연구가 필요하다. 그러나 ASTRA 위성에는 PAL방송 채널이 잘 마련되어 있다. 또한 하드웨어가 복잡하다는 단점과 기존 방송국 스튜디오가 PALplus의 규격에 맞춰 갖춰져 있다는 장점이 있다. 이 시스템은 해상도가 HDTV의 기준에는 미치지 못하는 일종의 enhanced compatible TV system이다.

2. MUSE

현재 일본에서 하루 8시간씩 방송을 하는 방식으로 HD-MAC과 같이 아나로그 방식이나, 움직임정도에 따라 두가지 모드로(HD-MAC은 세가지 모드) 처리하는 것과 화면을 작은 블럭으로 나누지 않는 점이 다르다. HD-MAC에서의 20ms 모드에 해당하는 모드가 없으므로 빠르게 움직이는 부분의 열화가 심하고, 블럭으로 나누지 않으므로 잡음이 화면에 전체적으로 분포될 수 있다. 1125 라인 방식이며 60Hz를 사용하므로 50Hz를 사용하는 나라에서는 채택하는데 어려움이 있다. HD-MAC에 대하여 가장 큰 단점으로 기존의 TV방식과 호환성이 없는 것이 지적된다.

3. Digital HDTV

이 방식은 미국과 유럽에서 놀랄만한 속도로 개발되고 있다. 장점으로는 전송 및 신호 처리 동안 발생하는 잡음을 크게 줄일 수 있고 수정이 용이하며, 날로 가격이 저렴해지는 디지털 소자를 최대한 이용할 수 있다는 것을 우선 들 수 있다. 또한 multimedia, MPEG2 등 호환성을 갖출 수 있는 각종 미디어의 개발이 동시에 이루어지고 있고, 디지털 신호 방송용 위성 채널이 확대

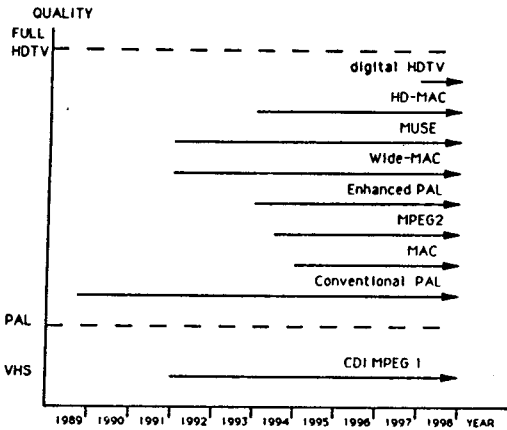


그림 4. HDTV 시스템의 개발 전망


(M. D. Windram and G. M. Dury, "HDTV Broadcasting: The Choices", IBC 92, Amsterdam, pp. 1-8, July 1992 참조)

되고 있어서 그 전망이 매우 밝다. 그러나 MAC방식이 1982년에 개발되어 1989년에 상용화 되었듯이, 경제성을 갖춘 상용화 시점은 아직 먼 것으로 보인다.

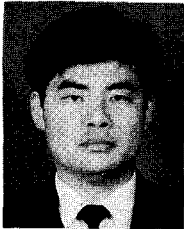
V. 앞으로 HD-MAC의 전망과 우리의 대책은?

HD-MAC방식과 호환성이 있는 D/D2-MAC 수상기는 현재(1991년) 영국에 20만대, 스칸디나비아 반도에 3백만대 정도 보급되어 있으며, 1992년 5월 EC는 1995년까지 국가의 재정지원을 받는 모든 TV방송국은 D2-MAC으로 방송할 것을 결정하여, HD-MAC이 유럽에서 차세대 TV방식으로 선택될 가능성은 매우 높다.

EC의 선택은 새로운 큰 시장으로 떠오르는 동구권에도 큰 영향을 미칠 것이므로 HD-MAC의 시장성은 매우 높은 것으로 전망된다. 그러나 그 선택에 있어서 유럽에 널리 보급된 PAL방식을 진화시킨 PALplus 등의 개발과 미국의 digital HDTV방식의 개발 속도에 크게 영향을 받게되어 있다. 더구나, full digital 방식의 개발이 빨라지면 HD-MAC의 시장에서의 수명은 그만큼 짧아지게 되어있다. Eureka 95는 유럽의 종합적인 가장 큰 규모의 HDTV 연구 프로젝트이나 가장 큰 자금원중에 하나인 독일이 통독부담금으로 인해 그 계획의 축소를 희망하고 있고, EC경제 통합이 전 유럽에 미치는 영향 등의 변수때문에 Phase II의 성공여부가 불투명해지고 있다.

국내에서는 몇몇 회사가 wide MAC용 칩설계를 시도하고 있고, 생산기술연구원에서는 HD-MAC 수신기의 신호처리 부분의 시제품제작을 독자적인 설계로 1994년 정도에 완료할 것으로 보인다. HD-MAC 수신기의 상품화에 걸림돌이 있다면 국내의 ASIC 수준이 상품화 시점에 고주파수(54MHz)신호를 다루는 시스템을 현실적인 가격으로 제작할 수 있는데까지 이를 수 있느냐하는 것과 몇몇 필수 설계 사양에 대한 정보의 입수가능성(DATV format, conditional access 방식 등), 그외 특허 문제 등이 있다. 실제로 Eureka 프로젝트는 다른 나라에 대하여 매우 폐쇄적이다. Eureka에는 EC이외의 국가는 참여할 수 없게 되어 있으며, 정보도 Eureka 사무국의 허가없이 유출할 수 없게 되어 있다. 일본은 유럽내의 회사를 인수하는 방법으로 간접적으로 참여하고 있는 것으로 알려져 있다. 우리도 94년이 후에 전개될 상품화 및 수출 전략에 대한 사전 연구가 필요한 시점에 온 것으로 보인다. 이에 HDTV 주변 기기의 연구 및 개발, HDTV방송용 프로그램의 제작 대책, 국제적 시장 및 기술 동향 분석 등이 포함되어야 할 것이다. 

筆者紹介

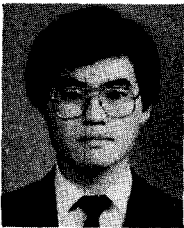


徐 德 榮

- 1957年 12月 24日生
- 1980年 2月 서울대학교 공과대학 원자핵공학과(학사)
- 1985年 6月 미국 Georgia Institute of Technology (조지아 공과대학) 원자핵공학과(석사)
- 1990年 6月 Georgia Institute of Technology (조지아 공과대학) 전기 및 컴퓨터공학과(박사)

- 1982年 12月 ~ 1983年 12月 한국전력기술주식회사
- 1990年 9月 ~ 1992年 2月 상공부 생산기술연구원 HDTV연구개발단 선임연구원
- 1992年 3月 ~ 현재 경희대학교 공과대학 전자공학과 조교수

주관심분야: 디지털신호처리, 디지털 통신, 영상인식, 의료영상



朴 涉 亨

- 1961年 9月 21日生
- 1984年 2月 서울대학교 공과대학 제어계측공학과(학사)
- 1986年 2月 서울대학교 대학원 제어계측공학과(공학석사)
- 1990年 8月 서울대학교 대학원 제어계측공학과(공학박사)

- 1990年 9月 ~ 1992年 9月 생산기술연구원 HDTV 개발연구실 선임연구원
- 1992年 10月 ~ 현재 한국통신 연구개발단 선임연구원