

KDI 세미나 - 2008년

아날로그의 디지털 전환 시 RF와 IP의 기술적 차이

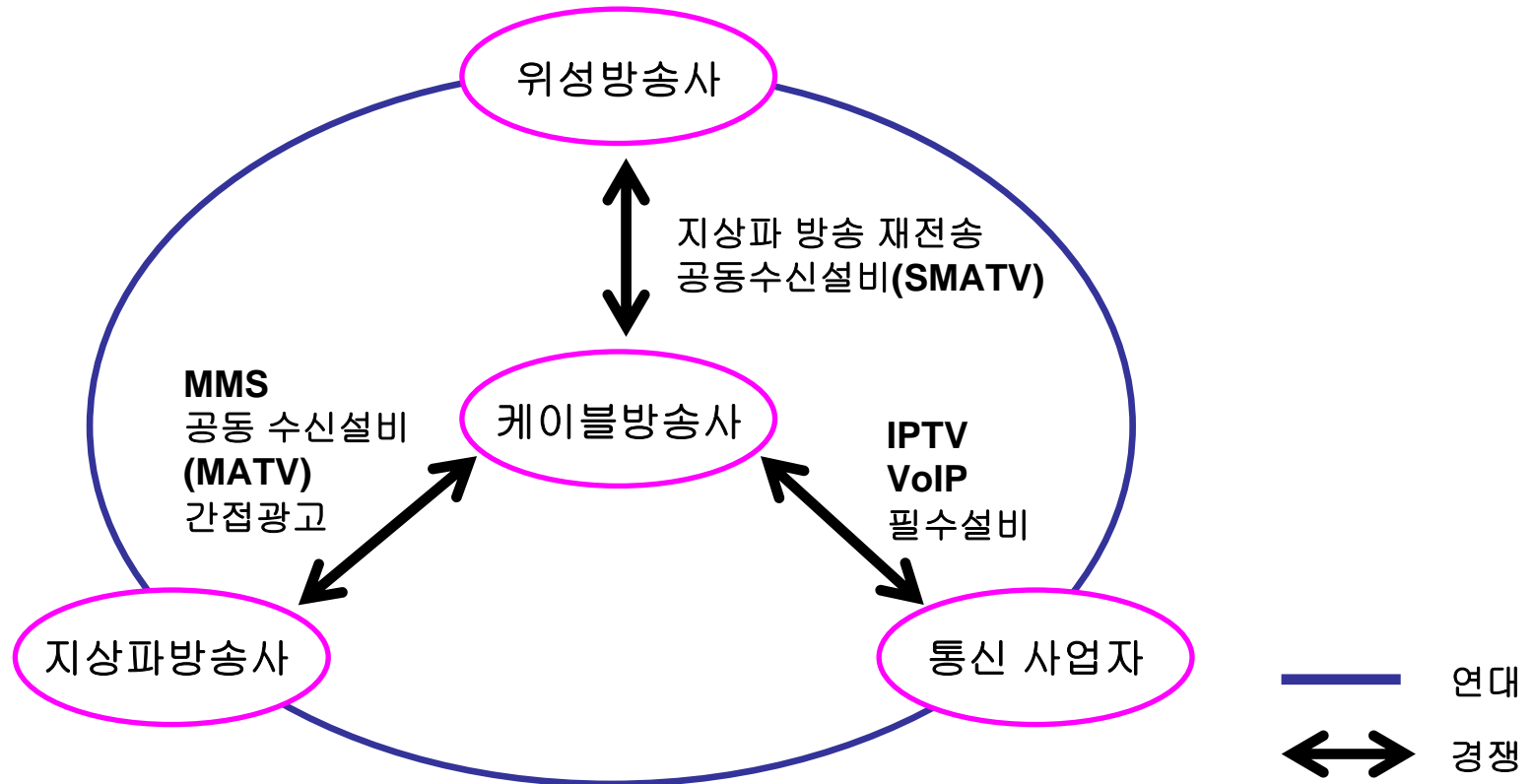
2008. 03. 28.

서울산업대학교
매체공학과/IT정책전문대학원
최성진 교수



서울산업대학교
SEOUL NATIONAL UNIV. OF TECHNOLOGY

- 통신사업자의 막강한 자본력을 기반으로 방송시장 진입
- 지상파 방송사의 콘텐츠 경쟁력으로 유료플랫폼 영역에서 **PP**형태로 영역 확대 성공 및 디지털 전략을 고화질을 중심으로 다채널(**MMS**) 영역으로 진입 추구
- 지상파/통신사업자 모두 위성방송, **DMB**, **IPTV**까지 외연을 확장



- Digital TV의 해상도

SDTV(standard definition TV)

해상도: 720(가로) x 480(세로)

frame rate: 29.97

aspect ratio: 4:3 또는 16:9

HDTV (high definition TV)

해상도: 1920(가로)x1080(세로)

frame rate: up to 60 frames

aspect ratio: 16:9

* 국내 지상파 방송은 SDTV와 HDTV를 동시 방송

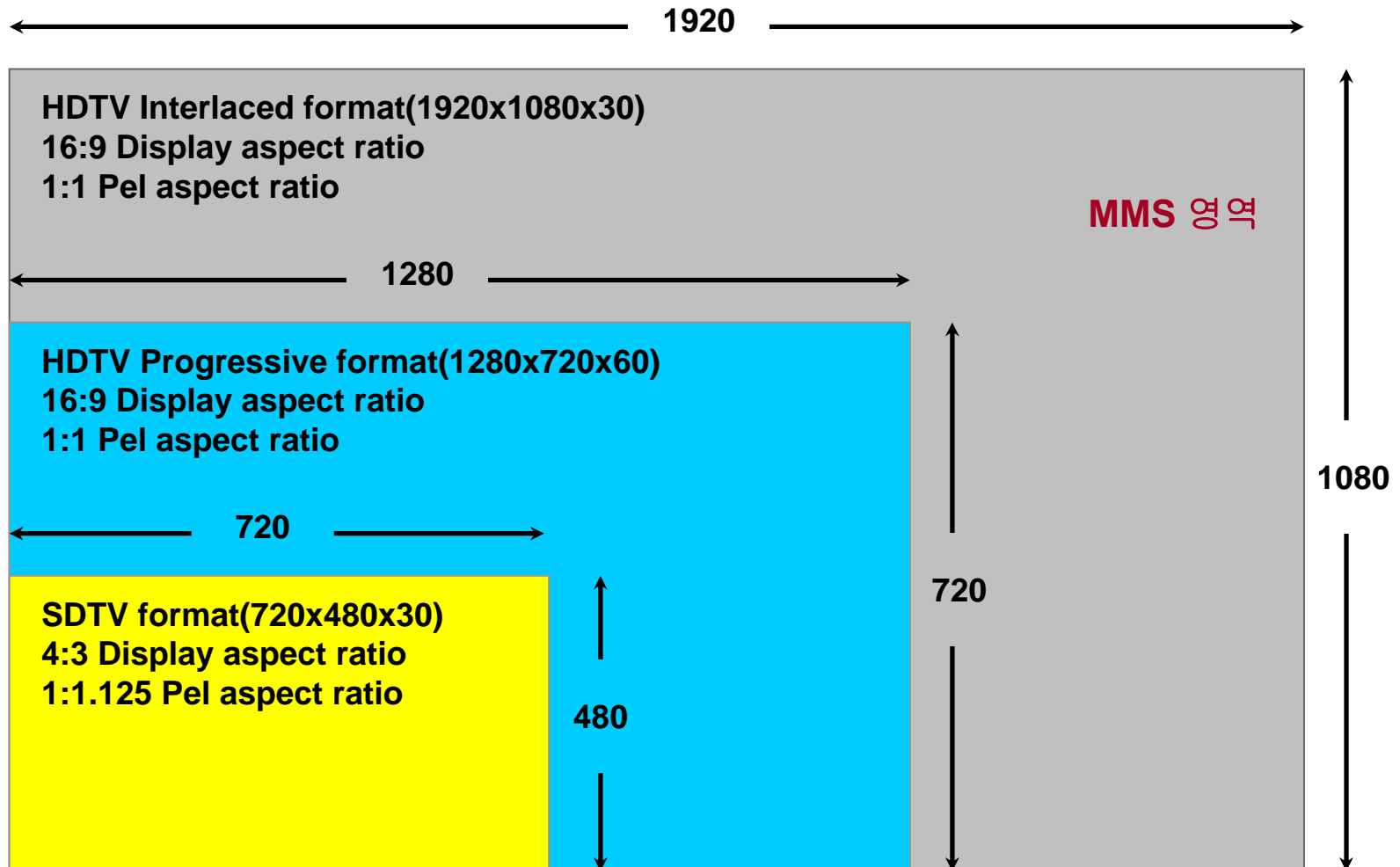


SDTV



HDTV

■ Resolution of Digital Video Signals



- Digital TV에서의 오디오

- CD수준의 고품질 음향
- Multilingual service
- 5.1 channel Stereo

- 5.1 channel이란?

Left Front

Right Front

Left Rear

Right Rear

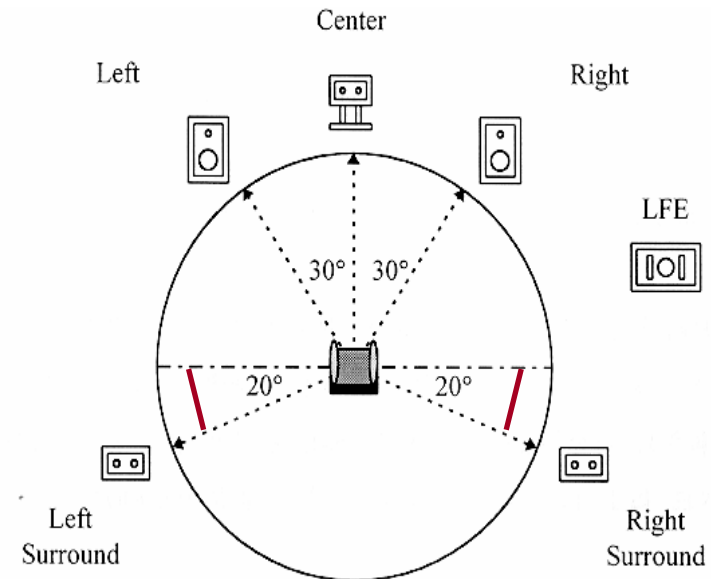
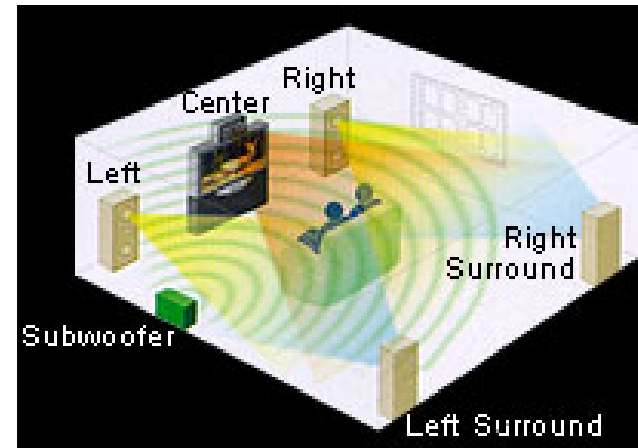
C(Center) : 대사재생 및 정면 효과음

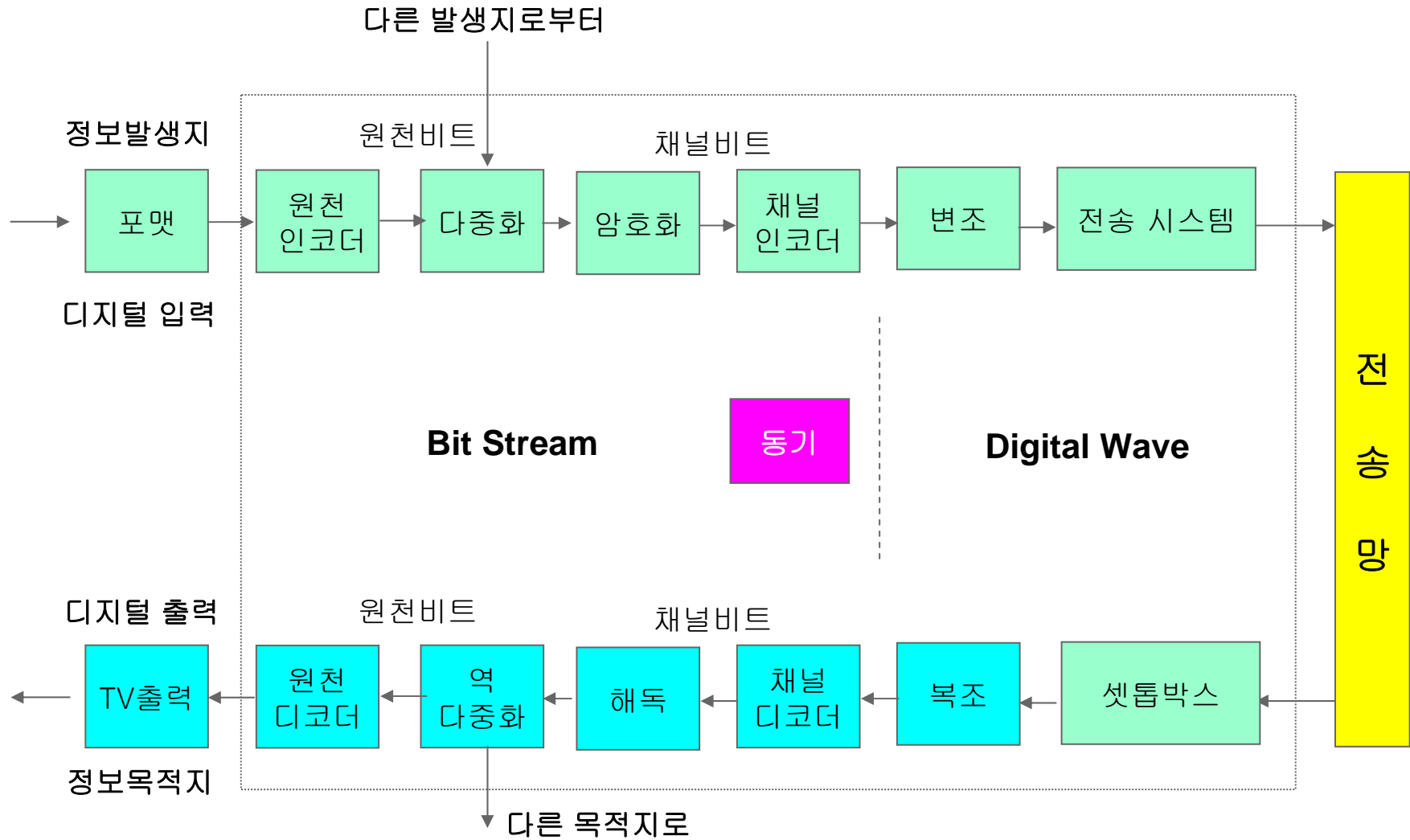
Subwoofer

- Sub Woofer:

다른 오디오에 비해 10%인 저역성분인 120Hz만을 재생.

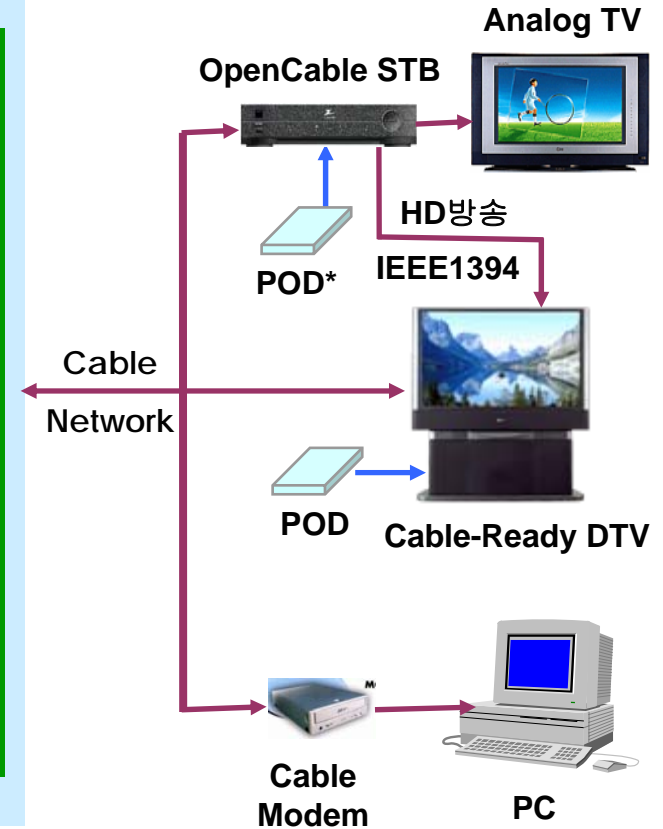
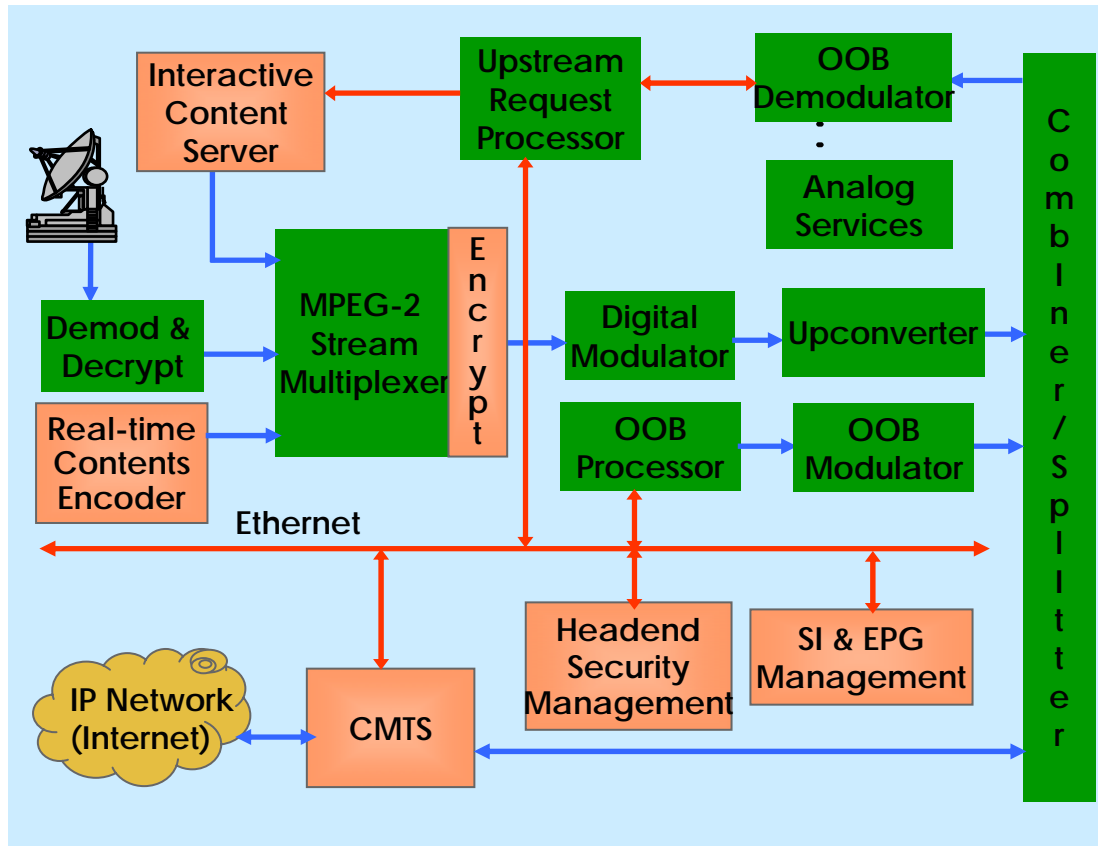
저주파 대역의 임장감을 높이기 위해 사용.





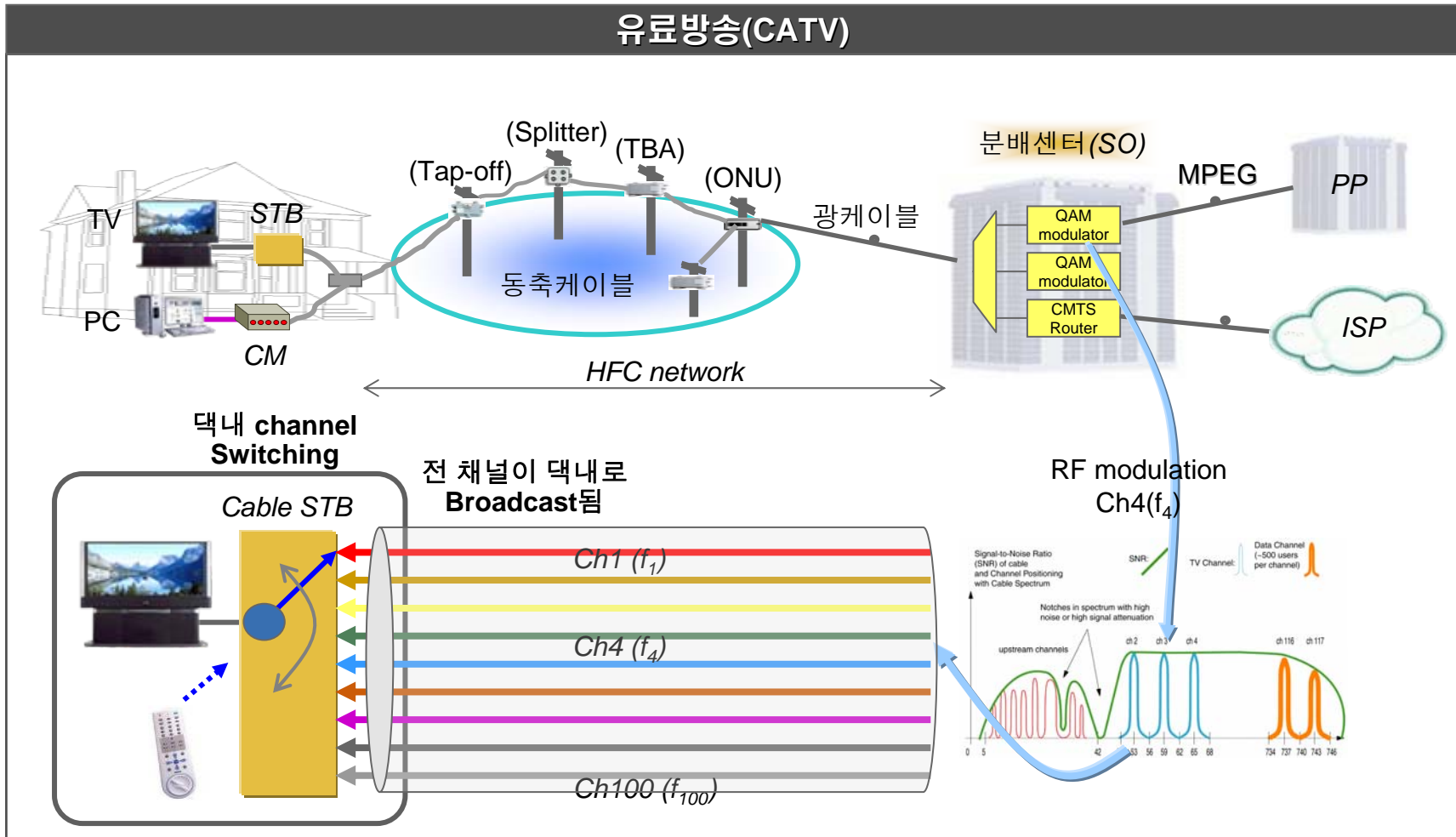
Note 1. Format – 4:4:4, 4:2:2, 4:2:0

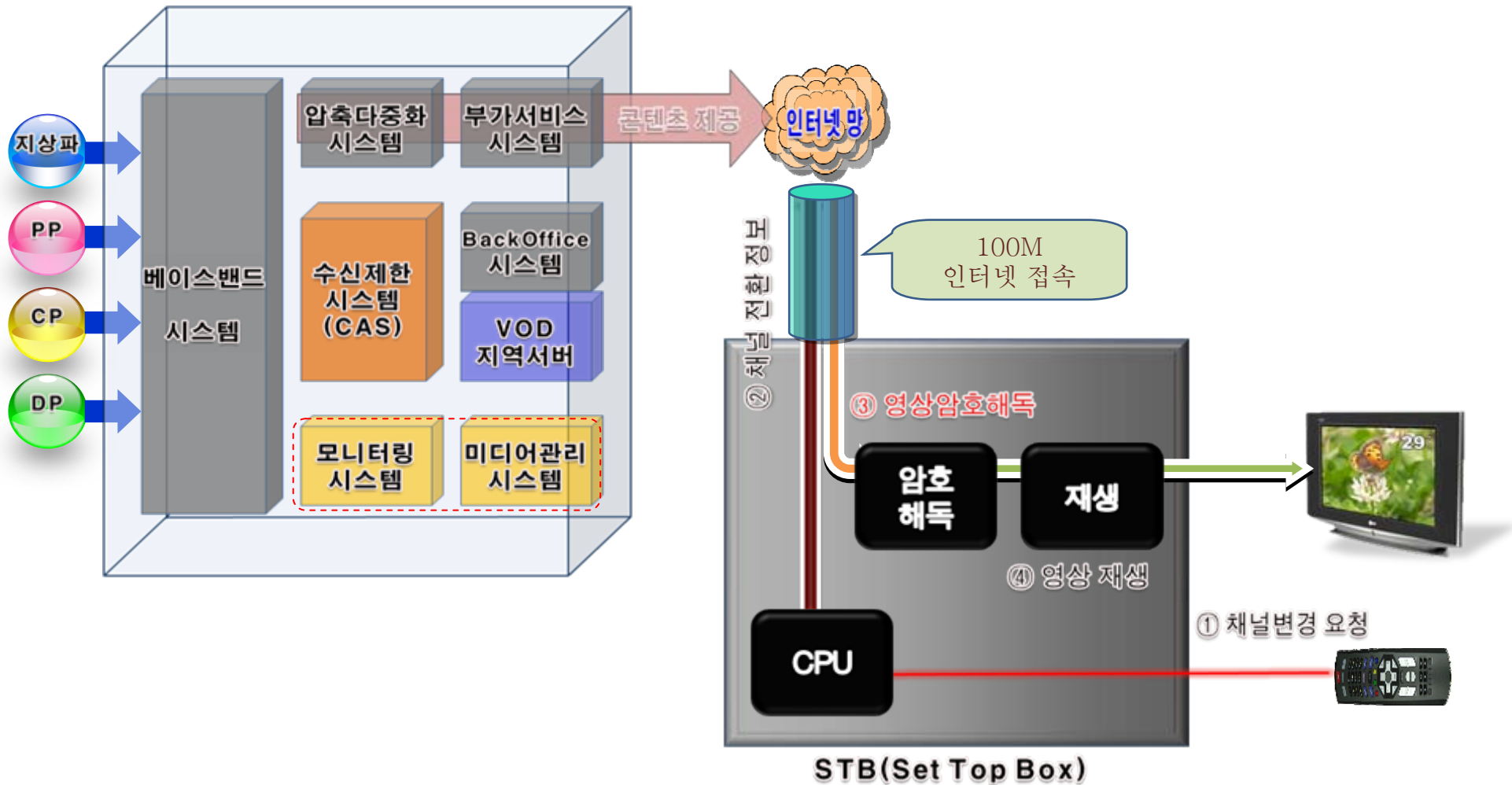
Cable Head-end

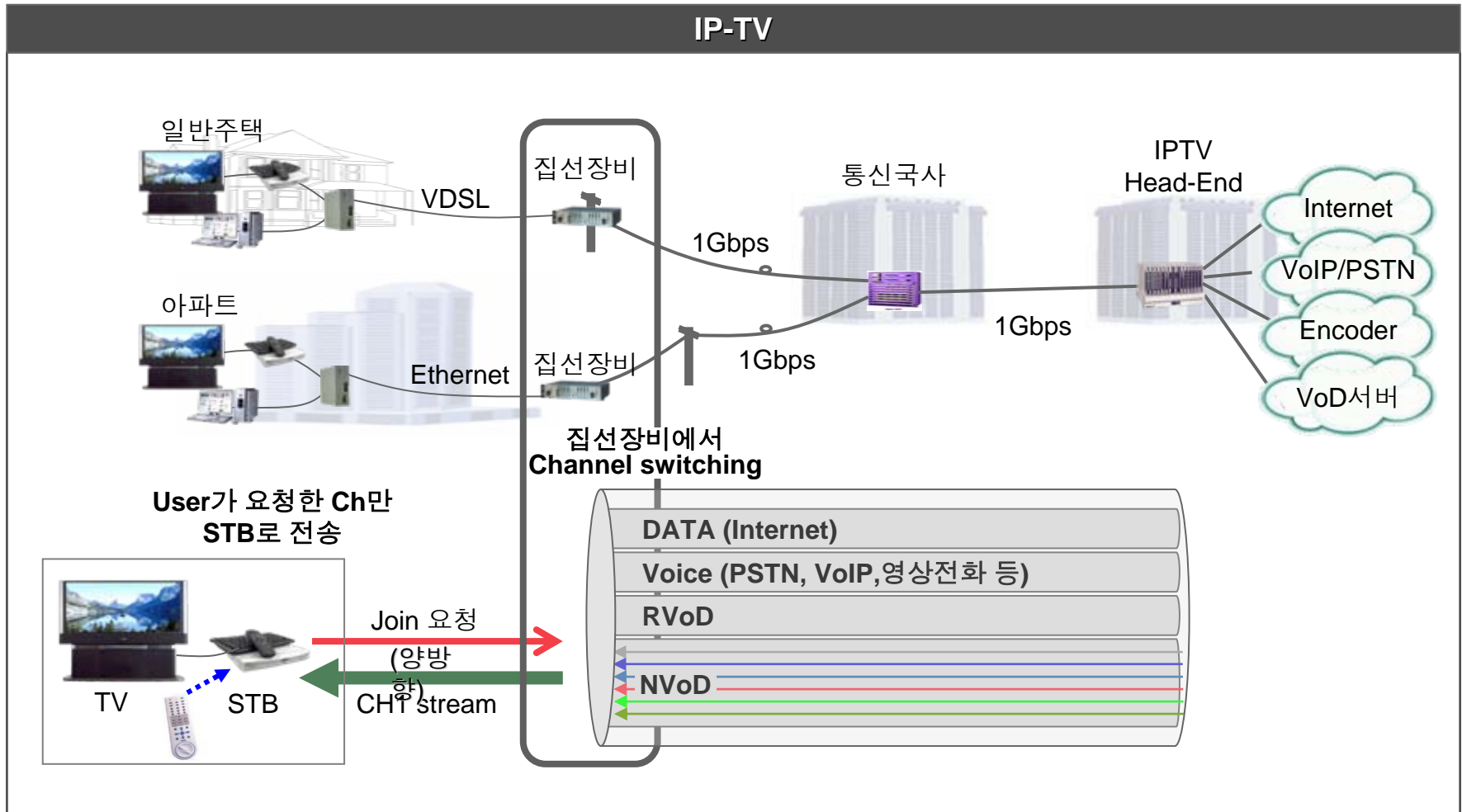


* POD : Point-Of-Deployment

Data Flow →
Control Flow →

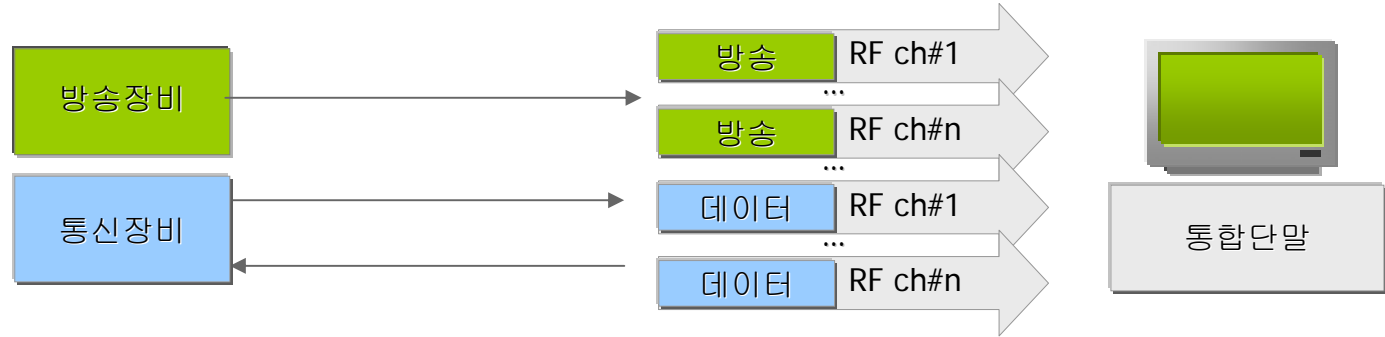






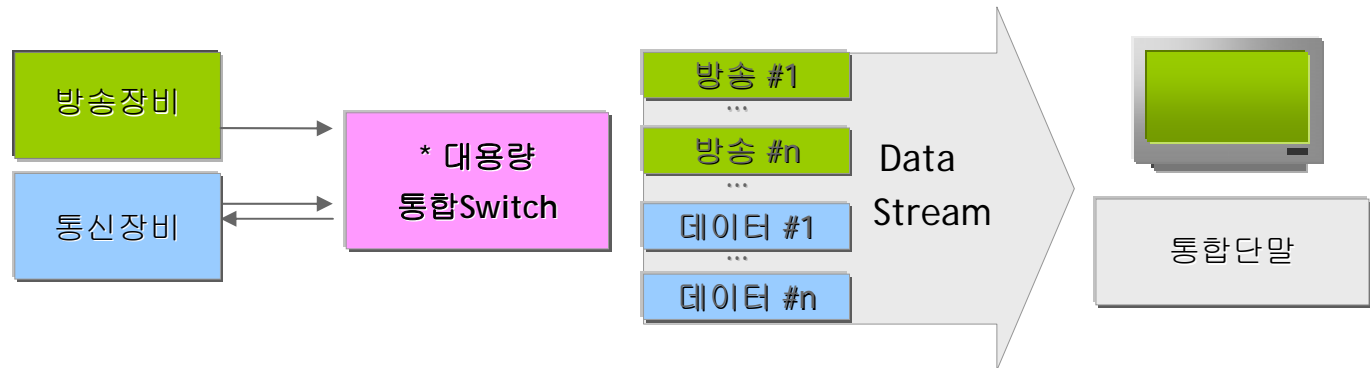
RF - HFC

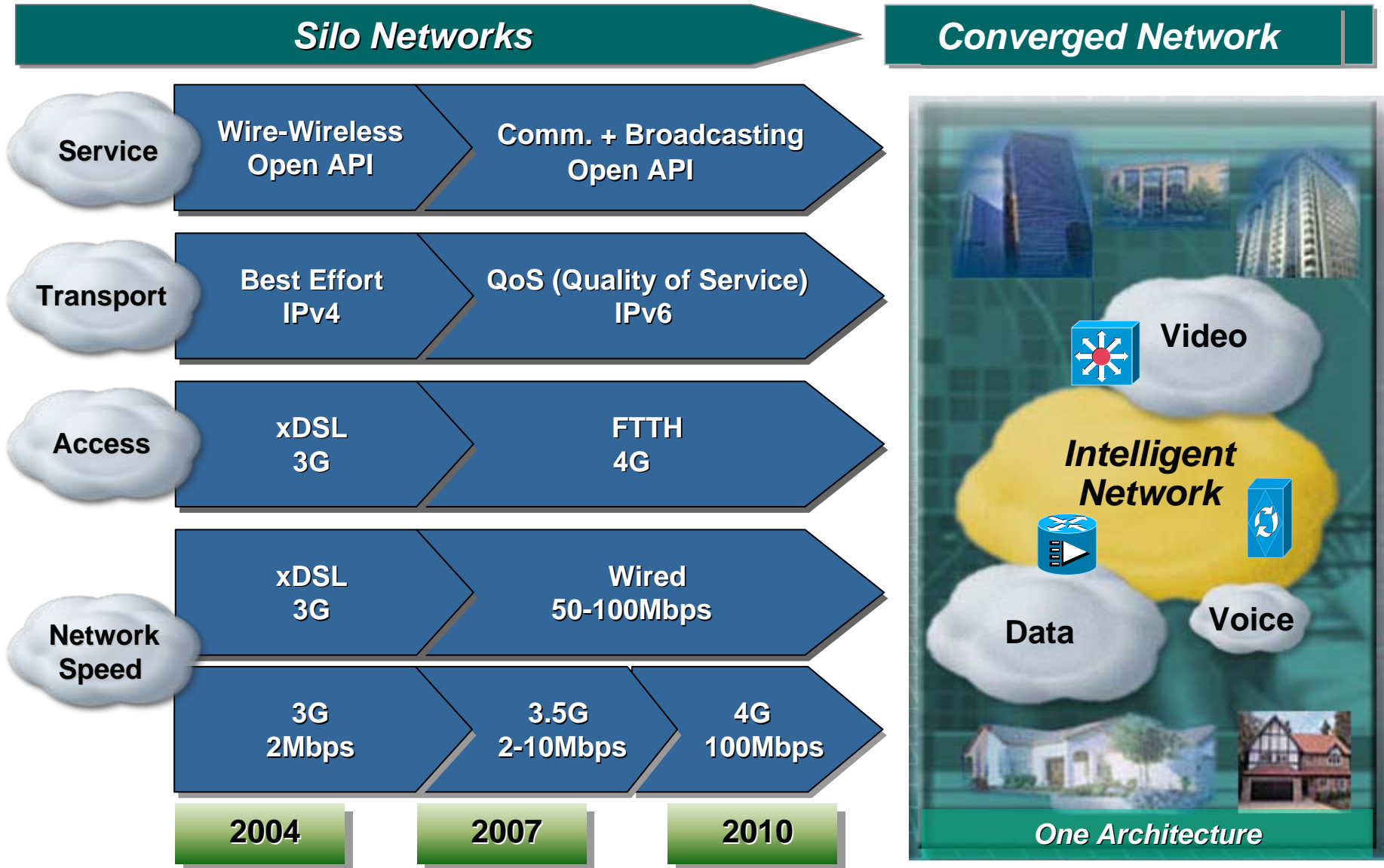
서비스별로 RF채널로 신호 배정 (네트워크상에서 멀티 스트림 전송-대용량스위치 불요)



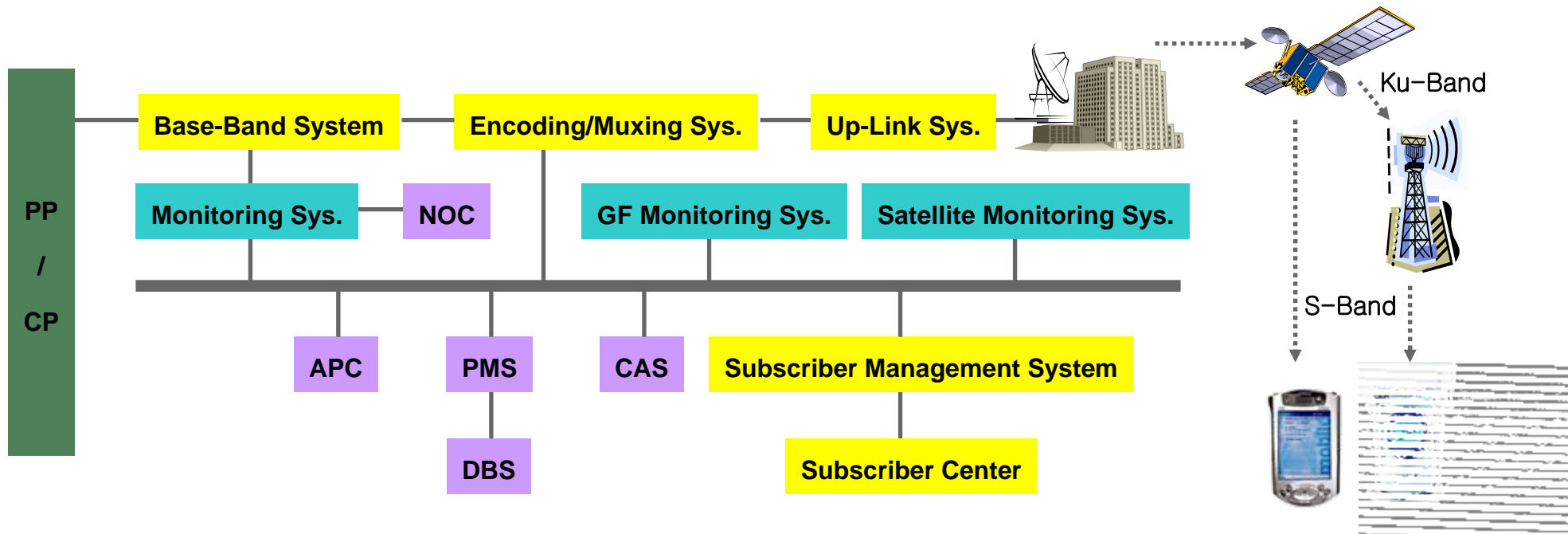
IP - FTTx

서비스를 Data stream에 포함하여 통합 전송 (대용량 스위치 요구)

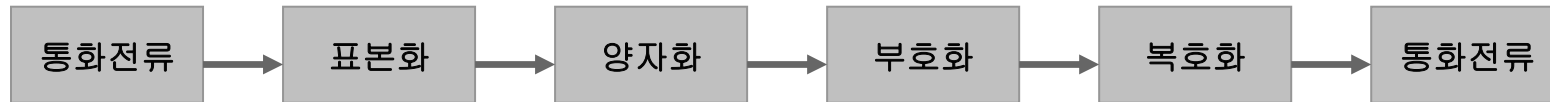




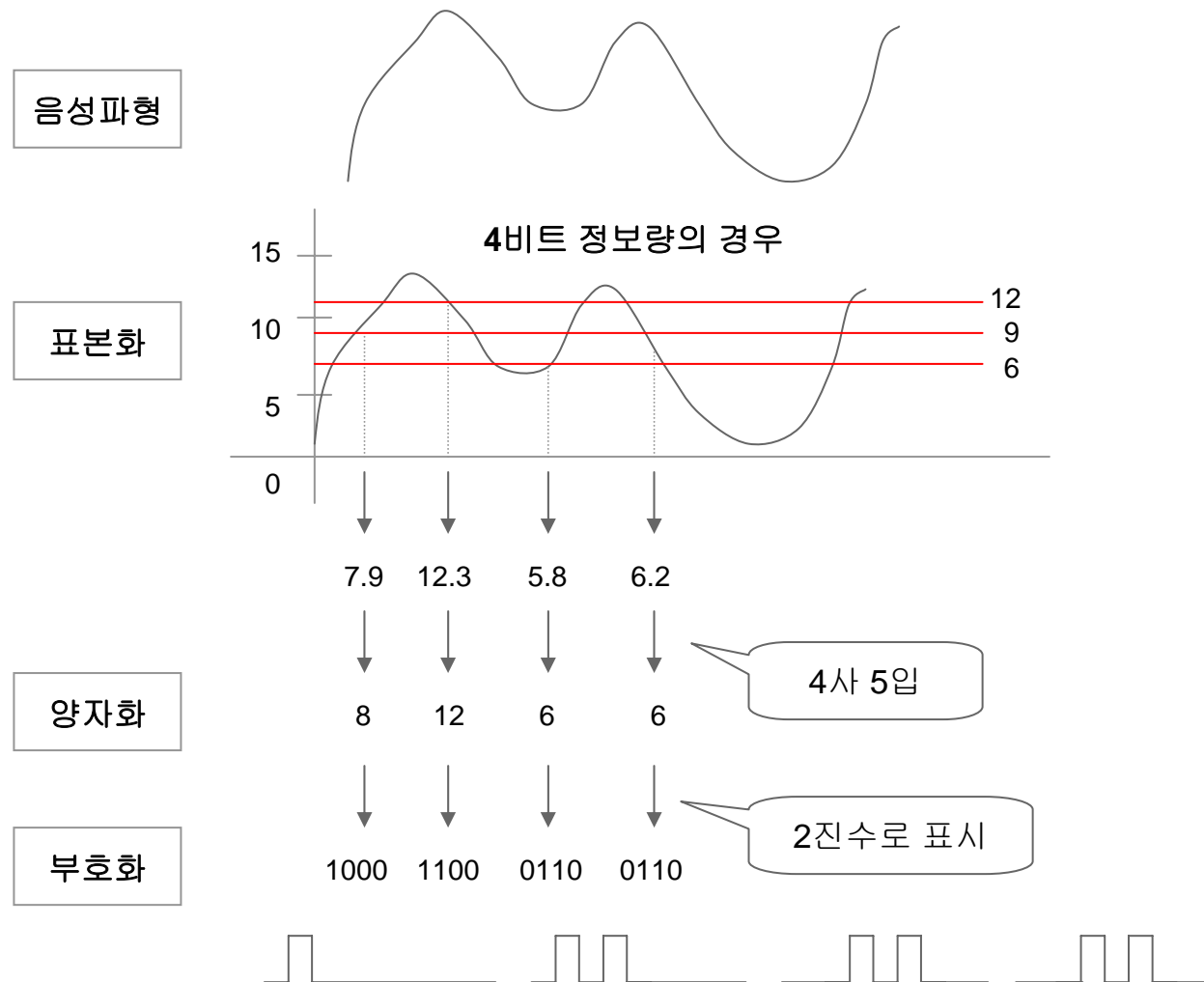
- 전용선, 위성 안테나, 공중파 등으로 수신한 PP, CP 들의 방송 프로그램은 Tu-Media 채널 계획에 따라 재편성되고 영상방송, 음성방송 등으로 채널을 구분한 신호는 압축다중화 후 TDM/CDM 변조기를 통하여 위성으로 송출
- 베이스밴드시스템, 방송수신시스템(I/O Link), 프로그램 자동송출 시스템(APC), 프로그램 관리시스템(PMS), 수신제한시스템(CAS), 압축다중화시스템, 업링크시스템, 데이터방송 시스템, 가입자관리시스템, 종합관제시스템(NOC) 등으로 구성



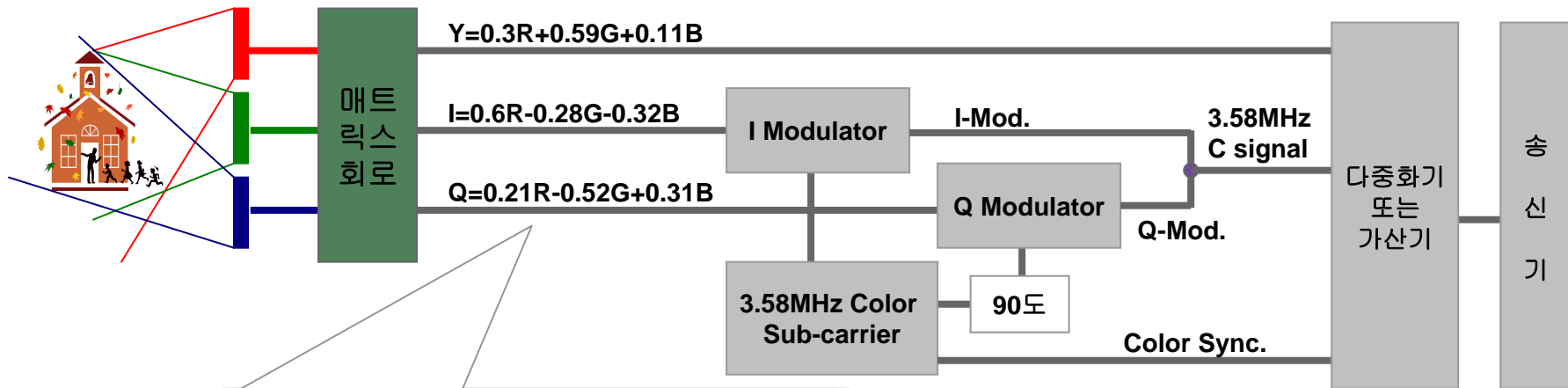
- 아날로그 신호를 디지털로 변환하는 방법을 **PCM (Pulse Code Modulation)**이라 함.
- **PCM**은 표본화(**Sampling**), 양자화(**Quantization**), 부호화(**Encoding**)으로 이루어 짐.



표본화	<ul style="list-style-type: none">• 아날로그 신호를 일정한 간격으로 샘플링하는 것을 표본화라고 함.• 표본화 정리(Shannon의 정리)에 의하면, 샘플링 주기는 원 신호 최고 주파수의 2배의 빈도로 표본화 하면 원래의 신호는 완전히 복구 됨.• 전화의 경우, 최고 주파수가 4kHz이기 때문에 2배인 8kHz, 즉 매초 8,000회의 빈도로 표본화 함. 이는 $T=1/f$ 임으로 125us의 주기로 샘플링 함.• 이렇게 매초 8,000의 표본치 하나하나가 8bit의 2진 부호화되니까 $8,000 \times 8 = 64,000$, 즉, 64kbit/s의 부호 정보가 됨.
양자화	<ul style="list-style-type: none">• 아날로그 파형은 간단히 수치화하기 어렵다. 어느 수치와 수치 사이에 있을 수 있는 수치가 많기 때문에 이를 4사 5입해서 간단한 수치로 고치는 것을 양자화라고 함.
부호화	<ul style="list-style-type: none">• 양자화 값을 2진 디지털 부호로 바꾸는 것을 부호화라 함.• 최대 변동폭을 세밀하게 구분하면 할 수록 샘플 값을 정교하게 보낼 수가 있다. 그러나 한 개의 샘플 값을 보내는데 필요한 "0"과 "1" 펄스의 수 부호화 비트 수가 늘어나면 그만큼 반도체 부품이 늘어나게 되고, 반대로 등성등성 부호화 하여 비트 수가 적어지면 품질이 나쁘게 됨.

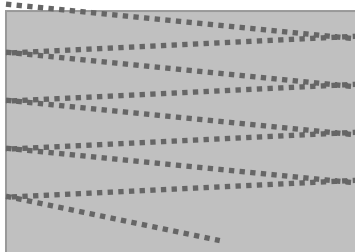


- 포맷은 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환한 후, 디지털 정보의 표현방식을 의미 함
- 포맷의 종류에는 4:4:4 포맷, 4:2:2 포맷, 4:2:0(4:1:1) 포맷, SIF, CIF, QCIF 포맷들이 있음
- 일반적으로 지상파 방송의 경우는 4:2:0 포맷으로 전송하고, 케이블TV방송의 경우는 4:2:2 포맷을 사용하는 경우도 있음.

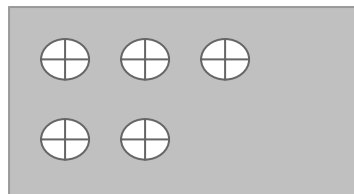


비디오신호의 녹화 및 편집을 위해 D1(Component), D2(composite)와 같은 다양한 디지털 포맷을 사용했었으나, 국제적 프로그램 교환 등을 쉽게 하기 위해 CCIR이 component 형태(4:2:2 포맷, Y, Cr, Cb)로 디지털 비디오 포맷을 단일화 하였음.

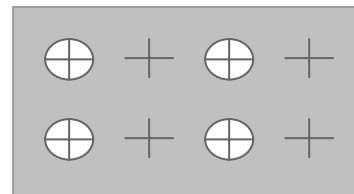
○ Chrominance
+ Luminance



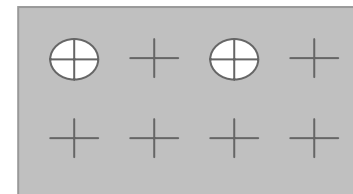
4:4:4 Format



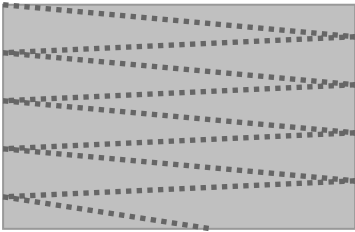
4:2:2 Format



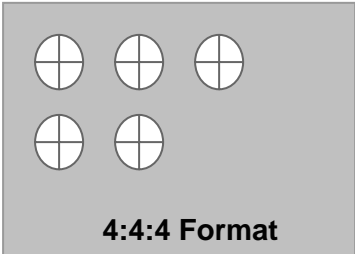
4:1:1 Format



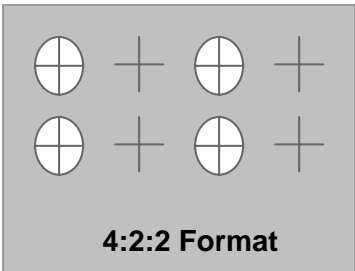
❖ 아날로그 신호를 디지털 신호로 변경했을 경우, 신호 정보용량이 상당한 증가를 초래함



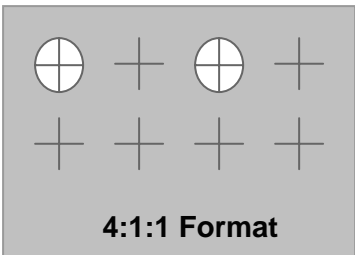
- 아날로그 신호의 1개 frame은 525line x 700 pixel 이고, 1초에 30 frame이 전송 됨.
- 따라서 pixel 측면에서는 $525 \times 700 \times 30 = 11,025,000$ 임.



- 아날로그 신호가 디지털신호로 변환될 때, Y, Cr, Cb로 변환됨, 따라서 아날로그의 1 frame은 디지털로 Y, Cr, Cb의 3개 frame으로 변환됨.
- 따라서 4:4:4 format 인 경우에 pixel 수는 $525 \times 700 \times 30 \times 3 = 33,075,000$ 임.
- 그리고 pixel들은 일반적으로 비디오의 경우는 8비트로 표현됨으로 1초당 비트 수는 $33,075,000 \times 8 \text{ bit} = 264,600,000 \text{ bit/s}$ (264.6Mbit/s) 임.



- 따라서 4:2:2 format인 경우에 Y frame의 pixel 수는 $525 \times 700 \times 30 = 11,025,000$ 이고, 비트 수는 $11,025,000 \times 8 \text{ bit} = 88,200,000 \text{ bit/s}$ 임.
- 그리고 Cr, Cb frame 의 pixel 수는 각각 $525 \times 350 \times 30 = 5,512,500$ 이고, 비트 수는 $5,512,500 \times 8 \text{ bit} = 44,100,000 \text{ bit/s}$ 임
- 결국 총 bps는 $88,200,000 + 44,100,000 + 44,100,000 = 176,400,000 \text{ bit/s}$ 임



- 4:2:0 format 인 경우 Y 신호의 BPS 는 $525 \times 700 \times 30 = 11,025,000$ 이고, Cr, Cb의 경우는 각각 $262.5 \times 350 \times 30 = 2,756,250$ 임
- 따라서 총 BPS 는 $(11,025,000 + 2,756,250 + 2,756,250) \times 8 \text{ bit} = 132,300,000 \text{ bit/s}$ 임.

- 부호화 이론(nyquist Sampling Theorem) 인 신호의 대역폭의 최소한 2배 이상의 속도로 샘플링 하여야 원 신호를 복원할 수 있음
- 음성신호의 대역폭은 약 3.4kHz 임으로 8kHz로 샘플링, 오디오 신호의 대역폭은 약 22kHz임으로 48kHz로 샘플링, 영상신호의 대역폭은 약 4MHz 임으로 14.3MHz로 샘플링 함







영상
압축기술

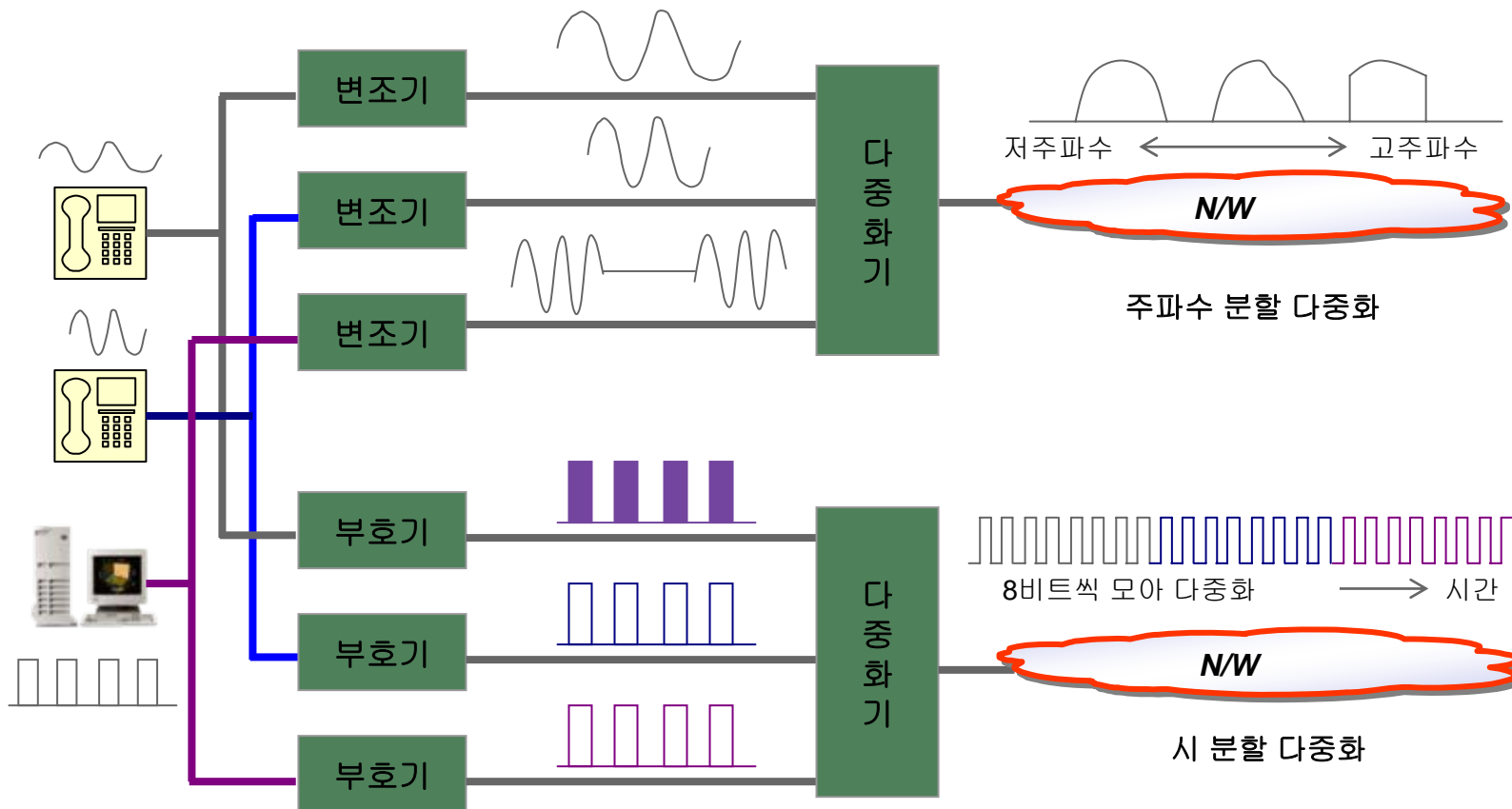
- MPEG(Moving Picture Experts Group)에서 만든 기술들이 세계적 표준으로 사용 됨.
- MPEG-1 : 영상 저장용 (1.5Mbps 급으로 저장, SDTV 급)
- MPEG-2 : 영상 전송용 (100Mbps 이하, DVD 급)
- MPEG-4 : 영상 전송용 (배경과 객체를 분리하여 전송, DVD 급)
- MPEG-7 : 영상 검색용
- MPEG-21 : 영상 상거래용
- JPEG(Joint Photographic Experts Group)

음성
압축기술

- MP3 : MPEG-1의 오디오 압축 기술이고, 세 번째로 위치한 기술 임.
- MPEG-2 : MPEG-2의 오디오 압축 기술 (5.1 채널)
- AAC(Advanced Audio Coding) : MPEG-2 방식에 MPEG-1 의 방식을 혼합하여 압축율을 높인 방식 임 (5.1채널)
- AC-3(Audio Coding-3) : 미국의 돌비 연구소에서 개발한 오디오 코딩방식의 3번째 형태를 말함. (5.1채널)

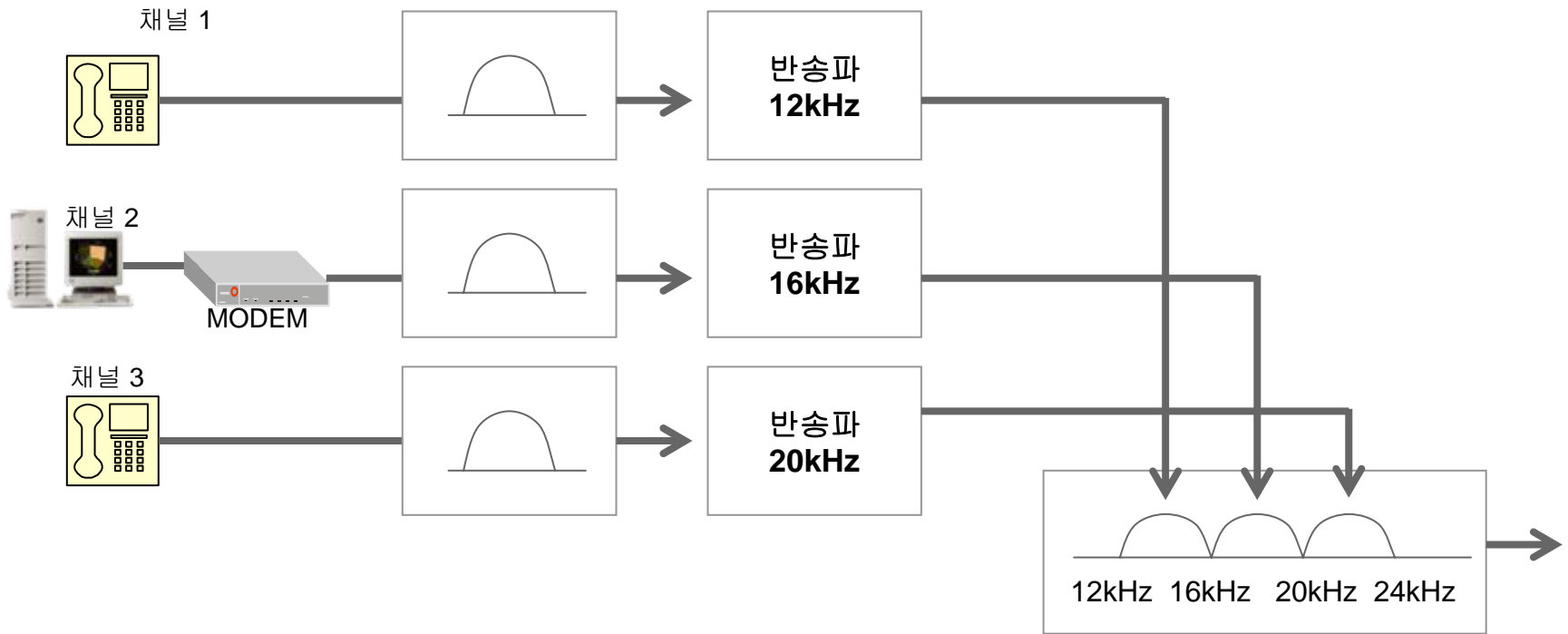
<p>영상압축 기본원리</p>		<ul style="list-style-type: none"> • 경사방향에 대한 시감도는 수평, 수직 방향에 비해 낮음. • 높은 주파수 성분에 대한 시감도는 낮음 • 움직이고 있는 물체에 대한 시감도는 낮음 • 높은 주파수의 잡음은 눈에 잘 띄지 않으므로 양자화 비트 수를 줄일 수 있음. • 경계(Edge)의 위치에 대해서는 민감하지만, 경계의 크기에 대해서는 둔감. • 색신호에 대한 시감도는 휘도 신호에 비해 낮음. • Intra Frame, Inter Frame의 2가지 종류의 중복성(Redundancy)가 존재하므로, MPEG 에서는 I(Intra)-Picture, P(Predicted)-Picture, B(Bidirectional)-Picture 등 3가지 유형의 프레임이 사용 															
<p>음성압축 기본원리</p>		<ul style="list-style-type: none"> • 청각의 마스킹 효과(HAM:Human Auditory Masking)를 이용하여 잡음을 신호 스펙트럼 아래로 숨김. • 사람의 청각 특성을 최대한 이용함(Psychoacoustics) 															
<p>최근 동향</p>		<ul style="list-style-type: none"> • MS TV Foundation Edition : MPEG-4 Part 10과 유사한 형태이며, 자체 Solution, VOD, SVOD, Interactive Program Guide 등을 포함하여 케이블방송에 적용되기 위한 Platform • MPEG 4 Part 10, H.264 : 2002년 10월에 ITU-T 표준으로 채택하였고, MPEG-4~2 보다 30~40% 정도 압축 효과가 큼. 															
<p>국내 압축 표준</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>방송 방식</th> <th>비디오</th> <th>오디오</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>지상파 TV</td> <td>MPEG-2</td> <td>AC-3</td> </tr> <tr> <td>케이블 TV</td> <td>MPEG-2</td> <td>AC-3</td> </tr> <tr> <td>위성 TV</td> <td>MPEG-2</td> <td>MPEG-2 Layer 2</td> </tr> <tr> <td>위성 DMB 및 지상파 DMB</td> <td>H.264</td> <td>MPEG-2 AAC, MPEG-4 BSAC</td> </tr> </tbody> </table>	방송 방식	비디오	오디오	지상파 TV	MPEG-2	AC-3	케이블 TV	MPEG-2	AC-3	위성 TV	MPEG-2	MPEG-2 Layer 2	위성 DMB 및 지상파 DMB	H.264	MPEG-2 AAC, MPEG-4 BSAC
방송 방식	비디오	오디오															
지상파 TV	MPEG-2	AC-3															
케이블 TV	MPEG-2	AC-3															
위성 TV	MPEG-2	MPEG-2 Layer 2															
위성 DMB 및 지상파 DMB	H.264	MPEG-2 AAC, MPEG-4 BSAC															

- 정보신호를 전기신호로 바꿔서 전송로를 통해 상대방에게 연결하는 것이 통신인데, 한 가닥의 전선이나 무선으로 두 사람만이 통화할 수 있다면 매우 비효율적임.
- 따라서 한 가닥의 전선으로 많은 사람이 통화할 수 있게 하는 것이 다중화 임.
- 다중화 방식에는 주파수 분할 다중화(FDM:Frequency Division Multiplexing), 시분할 다중화(TDM:Time Division Multiplexing), 코드분할 다중화(CDM:Code Division Multiplexing) 등이 있음.



FDM

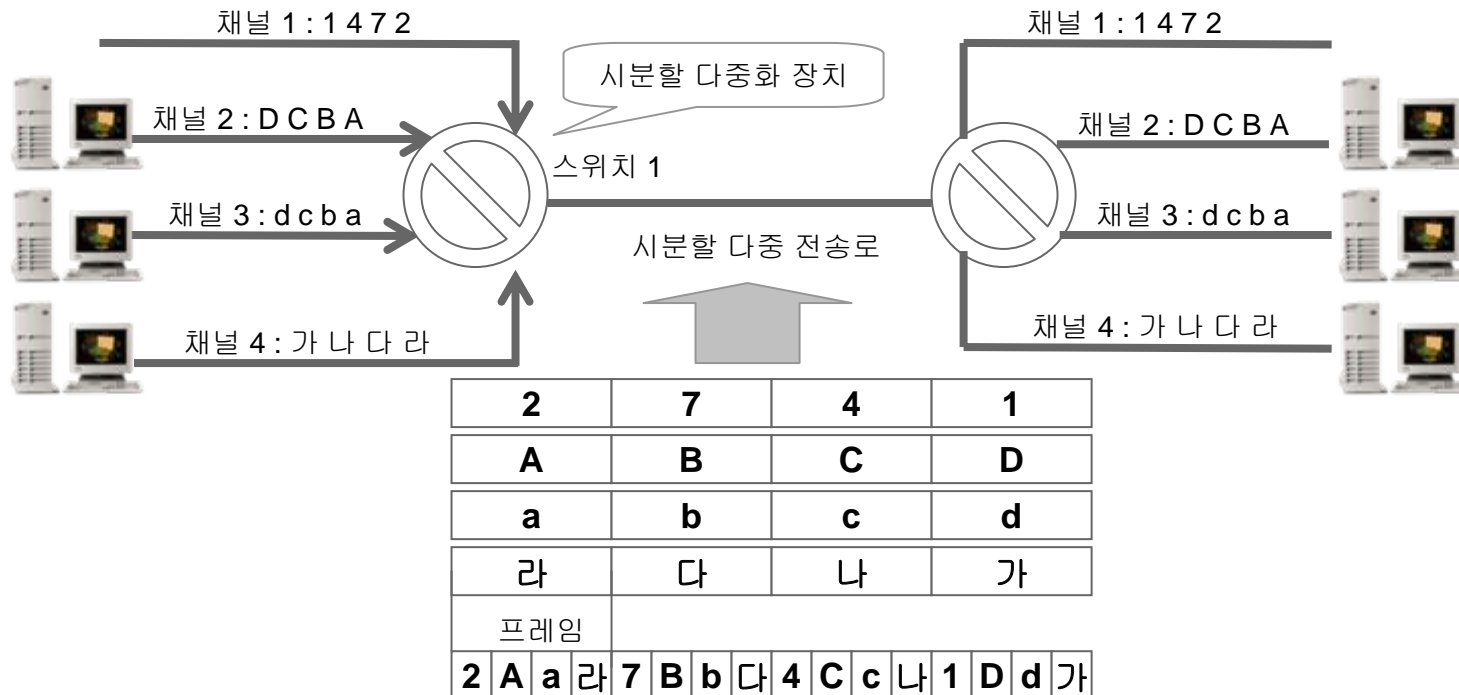
- 아날로그 전송에 채용된 다중화 기술.
- 인간의 목소리를 전기신호로 나타내면 300Hz – 3,4kHz 대의 주파수이기 때문에 1회선당 4kHz 대역이 필요 함. 따라서 같은 신호를 한 가닥의 선에 실으면 서로 충돌하기 때문에 각각의 음성을 회선별로 다른 주파수로 변경하여 전송하고, 이를 받는 측에서 원래의 주파수로 되돌리는 방법사용
- 주파수 변경은 변조를 사용 함.
- 변조된 신호는 전송로의 위에 나란히 놓더라도 서로 간섭이 없이 신호를 전송할 수 있음.

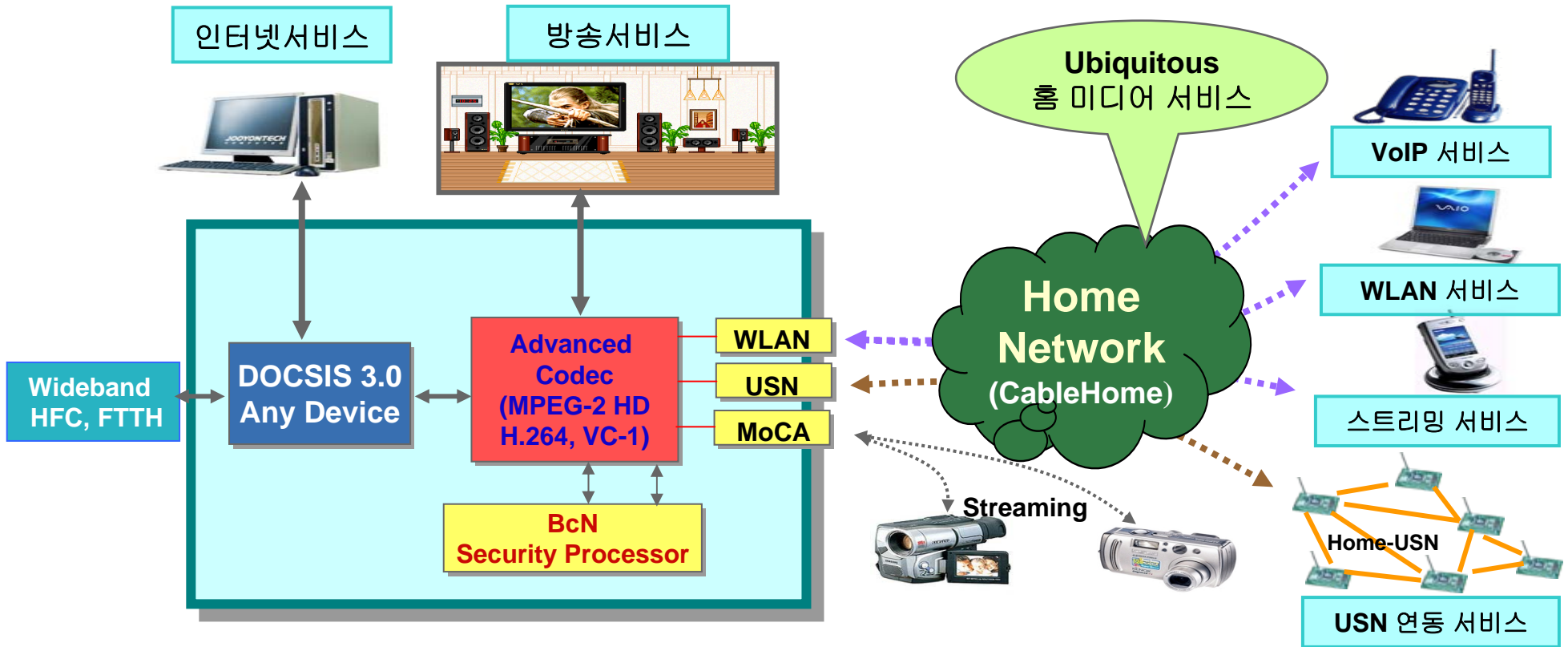


회선을 다중화함에 따라 동시 전송이 가능

TDM

- 시분할 다중화는 여러 회선의 디지털신호를 한 가닥의 전송로 위에 조금씩 간격을 두고 실는 방식
- 로터리 스위치 S1이 일정한 주기로 회전하면서 4대의 송신 단말기의 디지털 정보를 전송로에 송신하므로 시분할 다중이 이루어짐.
- 수신측의 로터리 스위치 S2는 송신측 S1과 같은 위상과 주기로 회전하면서 각각 4대의 수신 단말기에 디지털 정보를 건네는데, 이러한 로터리 스위치에 작용을 하는 것이 시분할 다중화 장치임.
- 로터리 스위치 회전 주기가 음성의 표본화 주기($1/8,000\text{Hz} = 125\mu\text{s}$)로 되어 있는 다중화 기법을 PCM 다중 또는 PCM 전송 방식이라 부름.
- 로터리 스위치가 1회전하는 사이에 송신되는 데이터 모임을 프레임(frame)이라 하고, 1프레임은 음성의 통신회선이 되는 24개의 채널과 프레임 동기를 취하는 1비트를 포함시킨 193비트로 구성





- 네트워크는 xDSL급, Optic-LAN, HFC, FTTH 등이 있음

구분	xDSL	HFC	LAN	FTTH	위성	계	비율
KT	4,868,662	-	1,411,391	66,881	1,684	6,348,618	45.5%
HTI	680,708	2,082,467	825,765	16,233	-	3,605,173	25.9%
LG-PC	-	588,329	449,454	-	-	1,035,783	7.4%
CATV-SO	46,920	2,125,924	68,814	-	-	2,241,658	16.1%
계	5,675,859	5,152,531	3,030,989	83,114	1,684	13,944,177	100%
비율	40.7%	37.0%	21.7%	0.6%	0.0%	100%	-

자료 : 정보통신부

□ 이동통신 기술방식 별 경쟁력

구분		Down Link Speed (Max. / Mbps)
비동기식	▪HSDPA	14.4 (7.2)
	▪WCDMA	2
동기식	▪1xEVDV	3.1
	▪1xEVDO	2.4
	▪ 1x	0.5
보완/대체제	▪ WiBro	1 Mbps ~ ('06년~)
	▪ DMB	1.15 ~7Mbps 단 방향 방송 ('05.12 ~)

- HSDPA : High Speed Downlink Packet Access

Actual Speed

~ 2Mbps

~ 1Mbps

~ 1Mbps

~ 600kbps

~ 80kbps

~ 1Mbps

100kbps ~
600kbps

Price

1.5x

1.5x

1.5x

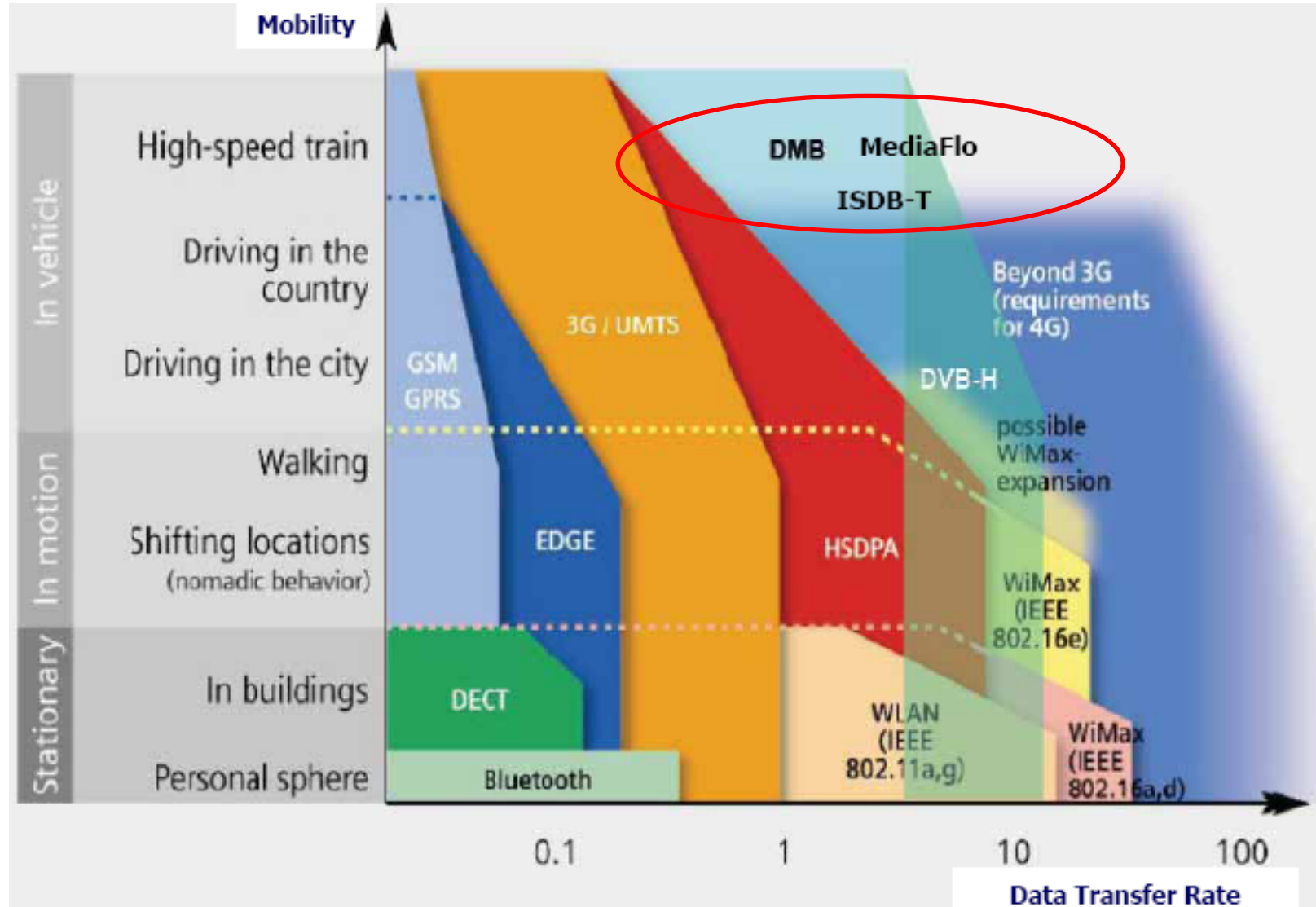
2x

1x (사용형)

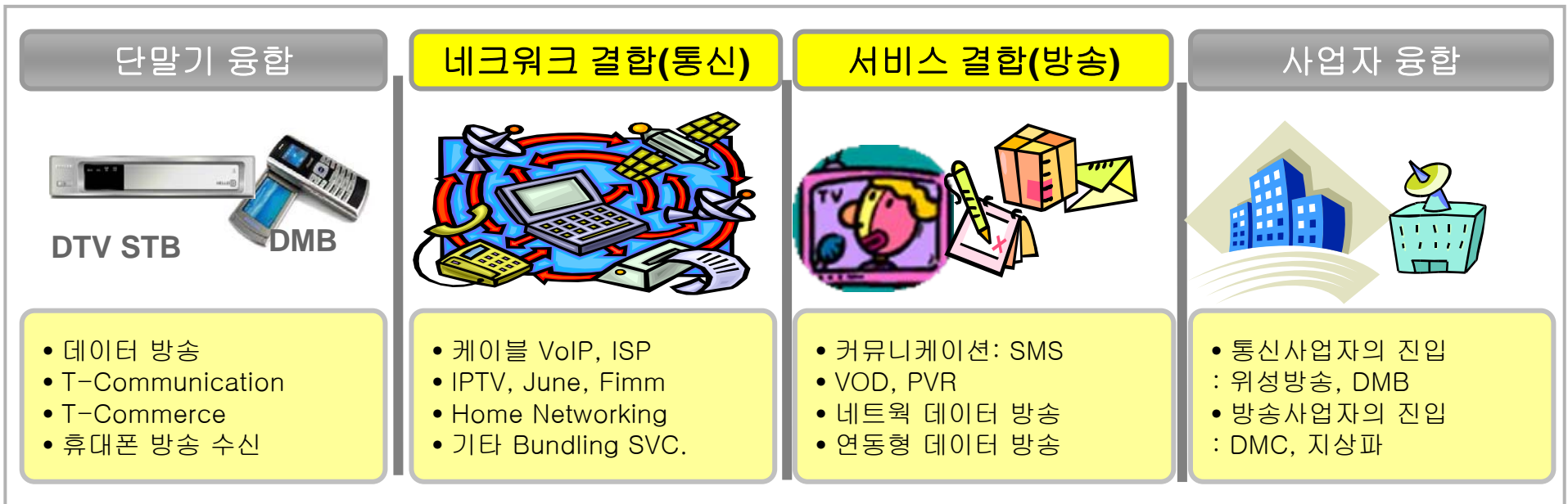
1~2만원/월

0~1.3만원

무한
정액제
(1~5만원)
+
사용형

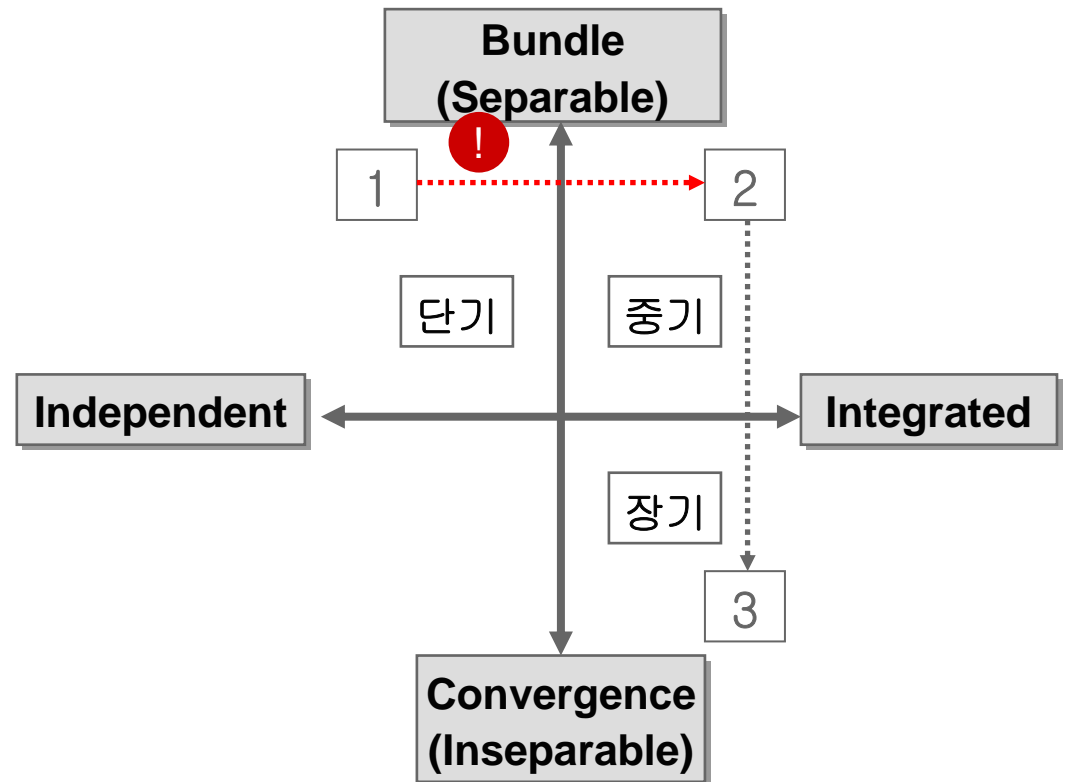
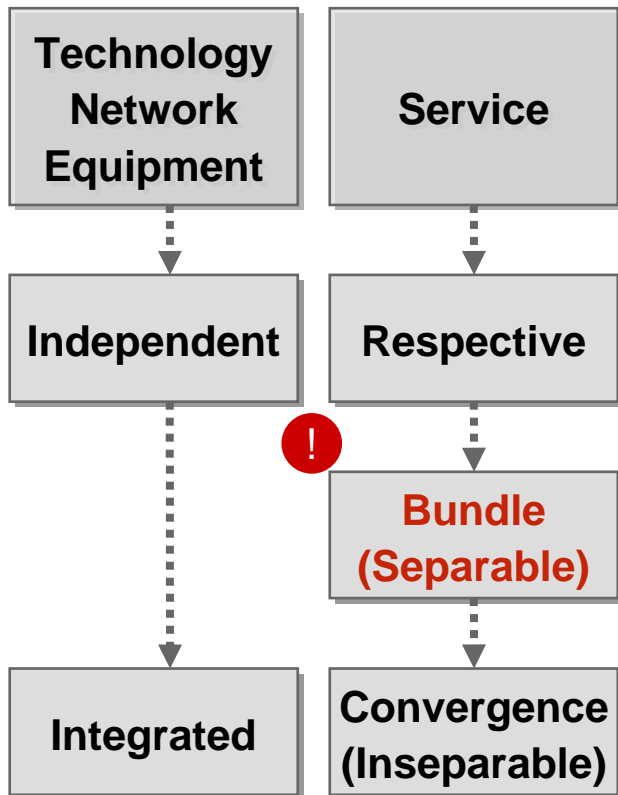


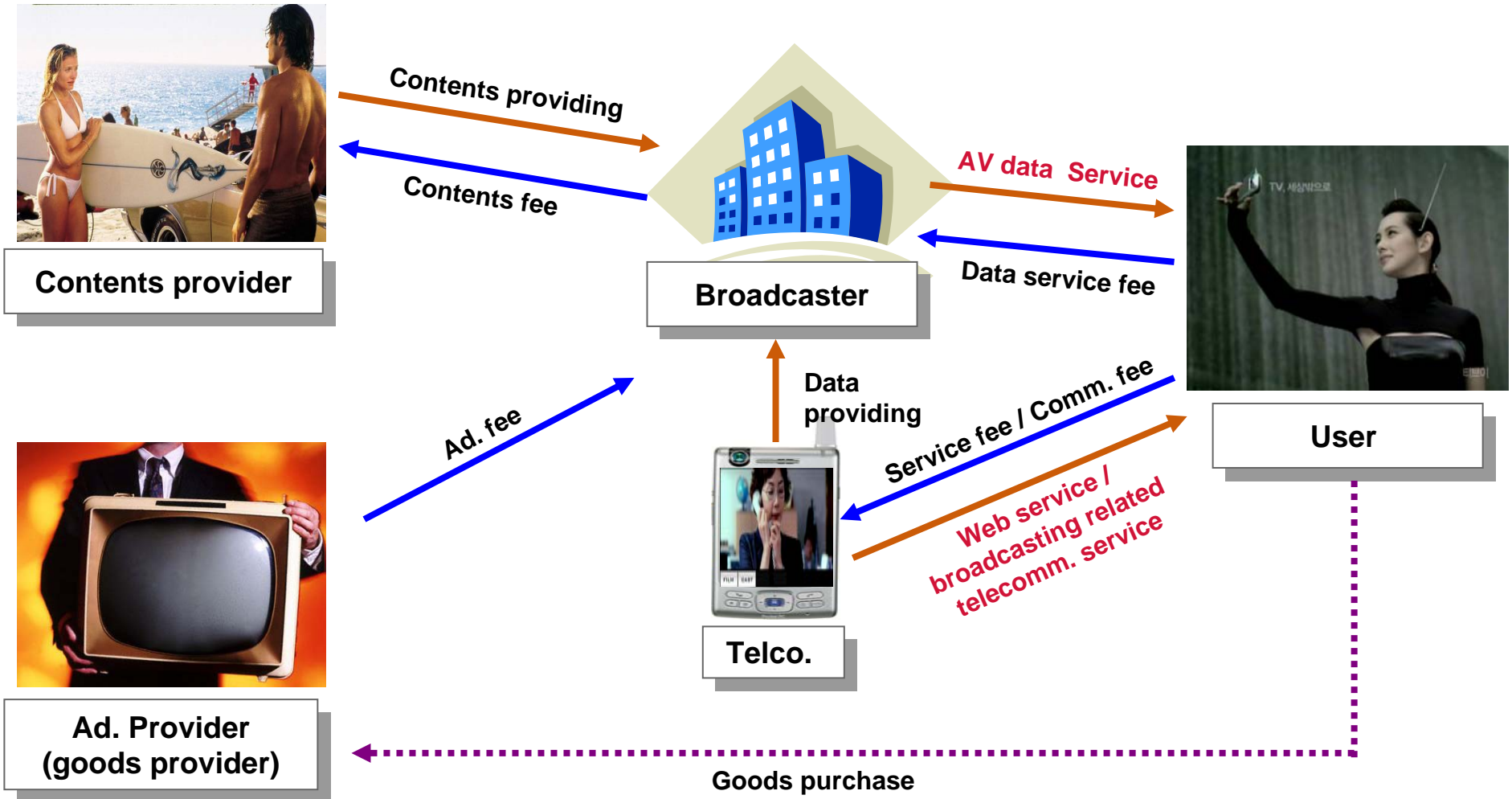
- 광의의 정의 : 서로 다른 기술 또는 제품들이 유사화 혹은 복합화 하면서 산업영역 간 경계가 무너지고 통합하는 현상으로 단순기술의 변화가 아닌 **기술 Paradigm의 변화**
- 협의의 정의 : 다양한 **네트워킹 플랫폼**들이 비슷한 서비스가 가능하고, 다양한 **디바이스**들인 전화, TV, 컴퓨터 제품들이 함께 등장하는 것 - **1997. 12. 3 EC Green Paper[COM(97) 623]**



**Convergence = Co-petition
= Cooperation + Competition**

- 현재 방송통신융합은 제1단계에서 제2단계로 전이되는 과정으로, 새로운 융합서비스가 창조되는 것이 아니라, 기존 서비스와 기술발전 결과에 따라 각기 진화된 서비스들이 결합되어 서비스 되는 시점 임
- **Ubiquitous** 상황으로 진입 되는 시점(2010년 전후)에서는 2단계에서 3단계로 전이될 것임으로(H/W, BCN), 이 시점에서는 방송통신융합을 위한 통합법제가 필요할 것임





감사합니다.

대표전화: +82-17-260-7428
E-mail: ssjchoi@snut.ac.kr
<http://www.snut.ac.kr>

