

대덕 지역정보통신망을 통한 화상정보전송

김 형 명                      정 신 중  
 한국과학기술대학          한국전자통신연구소

Analog Video Signal Distribution via Daeduk Science Network

Hyung-Myung Kim              Seon-Jong Chung  
 KIT                                  ETRI

요 약 문

대덕연구단지 내의 각 기관에는 데이터통신을 위한 광대역 근거리 통신망이 설치되어 있으며, 각 기관사이의 정보교환을 위하여 지역정보통신망의 설치가 진행되고 있다. 본 연구에서는 상기 지역정보망을 통하여 애널로그 화상정보의 전송이 효율적으로 이루어질 수 있는 화상전송시스템을 제안하였으며, 이를 바탕으로 한 3-node간의 애널로그 화상전송시범을 실시한 후, 그 결과 나타난 전송화질을 평가한 결과를 함께 수록하였다. 화질의 평가를 위하여 객관적 평가에 필요한 측정과 화질평가원을 통한 주관적 측정을 병행하였으며, 이 측정치들을 바탕으로, 전송화질과 제안된 전송시스템의 종합적 평가를 하였다.

1. 화상전송 시스템

대덕연구단지내의 각 기관에는 데이터 통신을 위한 광대역 근거리 통신망 (Broadband LAN)이 설치되어 있으며, 각 기관의 근거리 통신망 사이의 정보교환을 위하여 slotted ring 타입의 지역 정보통신망 설치가 진행되고 있는데, 효율적인 network 이용을 위하여 그림 1에 나타난 바와 같은 2 레벨의 계층적 구조를 가진 것으로 진행되고 있다 [1, 3]. 중추가 되는 네트워크는 광케이블을 사용하여 각 가입기관의 고속단말기나 low cost ring간을 연결하였으며, low cost ring은 동축케이블을 사용하여 각 가입기관의 저속단말기를 수용하도록 되어 있다. 또한 각 기관에 데이터 통신을 위하여 설치되어 있는 광대역 근거리 통신망 (Local Area Network; LAN)의 headend 구성도는 각 기관에 따라 약간씩의 차이는 있겠지만 KIT-NET나 ETRI-NET의 headend는 그림 2에 나타난 바와 같이 구성되어 있다. 통신망 (LAN) 내부의 연결은 동축케이블을 사용하여 이루어지며, 이를 통하여 각 단말기 또는 host 컴퓨터간의 데이터 전송이 이루어지고 있다. 그러므로 Slotted-ring 타입 지역 정보통신망에 애널로그 화상신호를 수용하여, 기존의 각 기관에 설치되어 있는 광대역 근거리 통신망을 통하여 각 기관이 화상신호의 송수신할 가능하도록 하기 위하여는, 다음과 같은 사항들이 고려되어야 한다.

- 애널로그 화상정보를 광섬유 케이블을 통하여 전송하여야 한다.

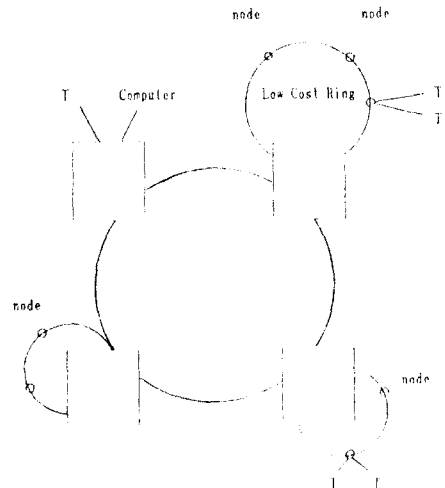


그림 1 연구단지 정보망의 계층적 구조

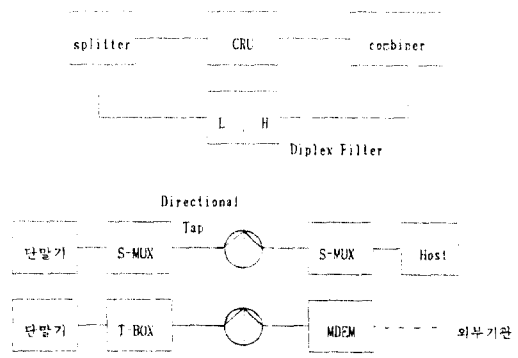


그림 2 Headend 구성도

- 화상정보의 전송이 수용되어야 할 정보통신망은 멀티입이 며 이중 1심 또는 2심만이 화상신호 전송에 할당된다.
- 각 기관내에서의 화상신호의 전송은 동축케이블을 통하여 이루어진다.
- 센터에서 화상신호를 선별적으로 각 기관으로 전송하는 기 능이 있어야 하는데, 이는 센터가 아닌 기관으로부터 방 송된 화상신호도 선별된 다른 기관에서 수신이 가능하도록 이루어져야 한다.

위의 구성요건들을 만족시키는 적합한 시스템 구성을 위하여 광 통신 관련기술, 광통신 및 전기적 다중화기술, TV 주파수를 통 한 화상정보의 전송기술, 전기적 신호의 광신호로의 변환 기술 들을 조합하여 가장 적합한 화상전송 시스템을 구성하였는데 [2] 이를 그림-3 및 그림-4에 나타내었다. 그림 3은 일반 가 입기관이 화상정보의 송신 또는 수신을 할 수 있도록 광화상 송 수신 장치를 구비한 가입기관의 경우이며 그림 4의 경우는 다른 일반 가입기관으로부터 전송되어 온 화상정보를 다시 각 가입기 관으로 배분 또는 중계하여 주는 화상정보 전송의 센터가 되는 기관의 경우이다. 그림 3 및 그림 4는 2심의 광케이블을 통한 쌍방향 화상 전송을 위한 구성도인데, 장차 화상 전송량이 늘어 나는 경우 이를 수용하기 위하여 각 기관의 headend는 확장 구성되어야 하며, 그림 3 및 4의 구성도는 과장 분할 다중화 장치 및 주파수 다중화 장치를 이용하여 그림 5에 보인 바와 같 이 용이하게 확장 구성될 수 있다.

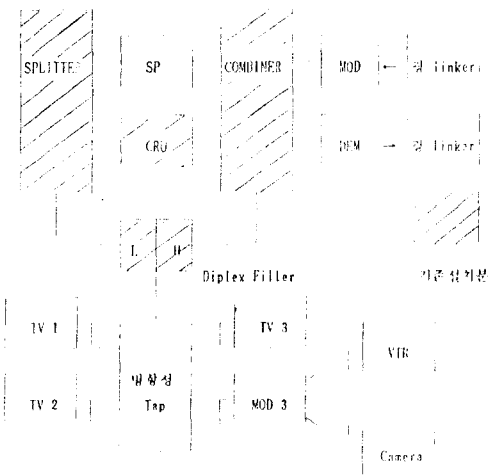


그림 3 Headend 확장 구성도

## 2. 애널로그 화상전송 시법

### 가. 화상 전송 시법

제1절에서 제시된 화상정보 전송시스템에 의한 화상전송이 실제로 이루어질 경우의 전송화질을 예측 및 평가하기 위하여 한국과학기술대학 (KIT), 한국전자통신연구소 (ETRI) 및 한국 표준연구소 (KSRI)간의 화상전송을 실시하였으며, 화상 전송

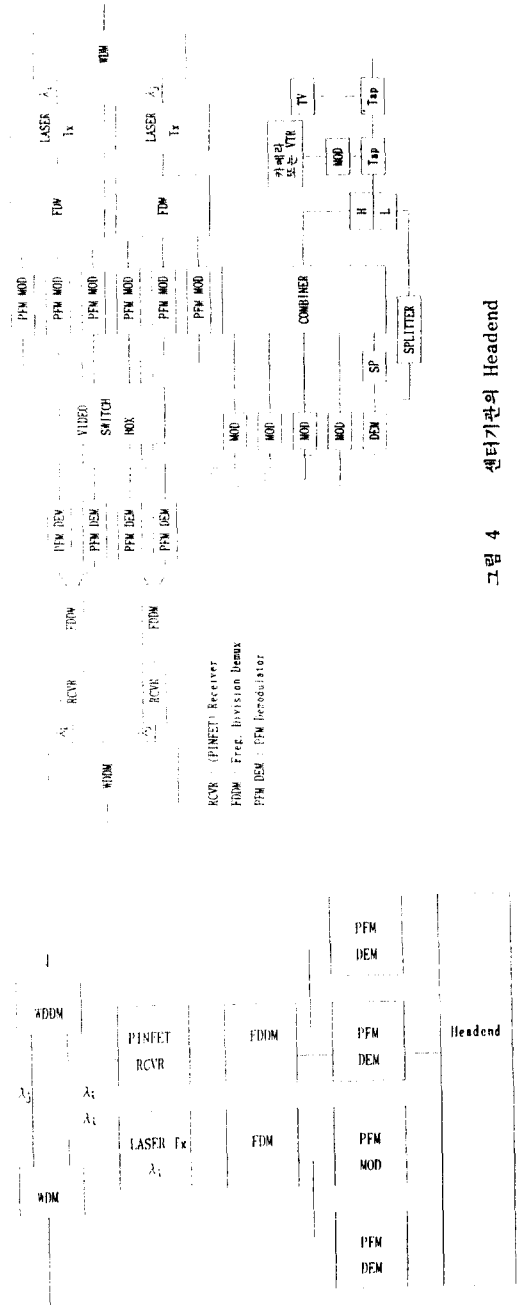


그림 4 센터기관의 Headend

정신을 ring 타입 지어냄

그림 5 다중화방식에 의한 각 node의 확장구성도

시법에 포함되어야 할 사항을 크게 두 가지로 분류하여 시행하 였다. 먼저 쌍방향 전송 시법을 보이기 위하여 KIT와 ETRI에 서 단방향 및 쌍방향 전송시법을 하였으며, 두번째 단계로 ETRI를 센터 기관으로 한 중계시법을 위하여 KIT 방송, ETRI 중계 및 KSRI 수신 3-node간 단방향 전송시법을 실시하였다. 이 때

전송되는 화상의 종류는 정화상 (still scene) 및 동화상 (moving sequence)을 모두 대상으로 하였다.

제1단계 시범으로 KIT와 ETRI간의 쌍방향 화상 전송시범 구성도를 그림 6에 나타내었다. 그림 6의 구성도에 따라 두기관 사이에 시스템을 구성한 후 다음과 같은 방법으로 전송시범을 실시하였다.

- KIT에서 ETRI로, ETRI에서 KIT로 각각 단방향 전송
- 두 기관에서 동시방송 및 동시수신으로 쌍방향 전송
- KIT에서 ETRI로 전송한 화상을 다시 KIT로 보내는 방법으로 화질 비교
- 각 경우의 S/N비 측정 및 화질평가원에 의한 주관평가

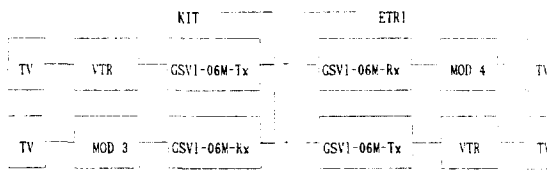


그림 6 쌍방향 전송시범 구성도

제2단계 시범으로 KIT, ETRI 및 KSRI간의 3-node 단방향 화상전송 시범을 실시하였으며, 전송시범 구성도는 그림 7에 나타내었다. 그림 7의 구성도에 따라 시스템을 구성한 후 다음과 같은 방법으로 전송시범을 실시하였다.

- KIT에서 방송, ETRI에서 중계 및 KSRI에서 수신
- 동화상 및 정화상에 대한 S/N비 측정 및 주관평가

나. 화질측정 및 평가

그림 5와 그림 6에 의한 시스템 구성에 의하여 3-node간의 단방향 및 쌍방향 화상전송 시범중, 객관적 평가를 위한, 수신 화상 신호에서의 잡음 레벨의 측정과 10명의 평가원에 의한 주관적 화질 평가를 병행하여 실시하였다. [4, 5, 6] 이와 같이 측정된 잡음의 크기를 신호의 크기 (0.714 V)와 비교하여 S/N비를 계산하였는데 이를 표 1에 나타내었다.

전 송 시 범	측정 node	잡 음 크 기	S / N 비
KIT → ETRI	ETRI	20mV	46.05dB
ETRI → KIT	KIT	20mV	46.05dB
KIT → ETRI → KIT	KIT	40mV	40.03dB
ETRI → KIT → ETRI	ETRI	40mV	40.03dB
KIT → ETRI → KSRI	ETRI	20mV	46.05dB
KIT → ETRI → KSRI	KSRI	30mV	42.53dB

표 1 잡음크기 및 S/N비 측정치

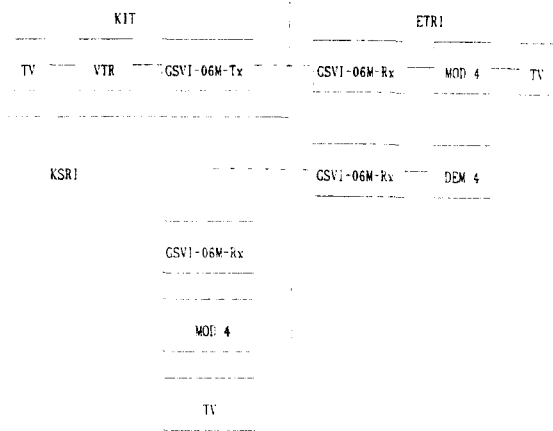


그림 7 3-node 단방향 전송시범 구성도

주관적 화질평가를 위하여 그림 8에 보인 3가지 관점과 등급 기준 [7]에 따라 화질평가원 10명이 각각 화질평가를 실시하였다. 이를 실시한 결과 각 경우에 대한 평균치를 표 2에 나타내었다. 표 2에 나타난 평균치를 예를 들어 설명하면, 품질척도 평가치가 4.5인 경우는 5등급 (Excellent)과 4등급 (Good)의 중간단계임을 나타내고, 두화질 비교평가가치가 -0.5인 경우는 0 (same)과 -1 (slightly worse)의 중간단계임을 나타낸다.

평 가 구 분	등 급
1. 품질 척도	- 5등급: Excellent - 4등급: Good - 3등급: Fair - 2등급: Bad - 1등급: Very bad
2. 방해 척도	- 5등급: Imperceptible - 4등급: Perceptible but not annoying - 3등급: Slightly annoying - 2등급: Annoying - 1등급: Very Annoying
3. 두 화질 비교	- +3: Much better - +2: Better - +1: Slightly better - 0: Same - -1: Slightly worse - -2: Worse - -3: Much worse

그림 8 화상전송 시범 화질 평가기준

[정화상] (동화상)

평 가 구 분	ETRI → KIT	ETRI ← KIT	KIT → ETRI → KSRI
품질척도 평가	[4.7] (4.7)	[4.3] (4.3)	[4.5] (4.5)
방해척도 평가	[4.3] (4.3)	[4.0] (4.0)	[4.2] (4.2)
비 교 평 가	[-0.1] (-0.1)	[-0.5] (-0.5)	[-0.5] (-0.5)

표 2 주관평가 결과

위표에서 보듯이, 모든 경우의 화질이 관찰자의 눈에 4등급 (good) 또는 5등급 (excellent)으로 인식되었으며, 잡음정도를 나타내는 방해척도 또한 거의 느끼지 못하는 정도임을 잘 알 수 있다. 또한 송신화면과 수신화면을 비교한 경우에도 대부분 같은 정도의 화질로 인지되었음을 나타내 주고 있다.

### 3. 화상전송 시스템 평가

#### 가. 광화상 전송

화상정보가 각 기관의 광대역 근거리 통신망으로부터 지역 정보통신망으로 송출되어 수신기관의 광대역 근거리 통신망으로 전달될 때까지 화상정보 전송은 광화상신호를 전송하는 형태로 이루어진다. 광화상전송의 양 끝단은 각각 송신용 광 linker와 수신용 광 linker가 되는데, 광 전송로에서의 최대 허용손실폭을 알아보도록 한다. 광 linker의 최소입력 및 최대출력 레벨은 광 linker마다 다르지만, 일례를 들어 금성전선에서 애널로그 광송 수신기 제작을 위하여 작성한 GSOA-4 T/R의 표준제작 사양서에 나타난 자료를 인용하도록 한다. 표 3에 필요한 사양을 보였다. 표 3에 나타난 시스템 여유도에 대한 내용은 표 4에 보였다.

항 목	사 양
영상신호 입력력 레벨	1 Vpp
광송신 레벨	-12~-16dBm
수광 레벨	-25~-32dBm
시스템 여유도	5dB

표 3 GSOA - 4T/R의 사양

내 용	크 기
온도변화에 따른 여유	0.2dB/Km
이설시 여유	0.6dB/개소
power penalty	1dB
장비자체 특성 열화 등 기타	2dB

표 4 시스템 여유도

광 linker의 수신 및 송신측 접속기에서의 손실 (1dB/개소) 2dB와 광 jumper cord에서의 손실 (-0.6dB/10m) 0.5dB, 그리고 시스템 여유도 5dB를 모두 고려하면 7.5dB의 손실이 된다. 그런데 표 3에 보았듯이 최대 출력레벨이 -12dBm이며 최소 입력레벨이 -32dBm이므로 송신측 광 linker와 수신측 광 linker 사이에 허용 손실 크기는 20dB임을 알 수 있다. 광전송로에서의 최대 허용손실은 20dB - 7.5dB = 12.5dB가 되는데, 단일 광전송로의 손실량이 1dB/Km라면 대략 12.5Km까지 무중계 전송이 가능하다는 결론이 나온다. 물론, 이 경우에는 광전송로에서의 케이블 접속 등이 고려되지 않았으며 어디까지나 표 3의 사양에 따른 광 linker를 사용하였을 경우에 해당된다.

참고로 금성전선에서 광케이블을 포설한 후 측정된 KIT,

ETRI 및 KSRI 사이의 거리와 광케이블에서의 측정손실을 표 5에 보였다.

설 치 구 간	길 이	손 실	측 정 장 비
KIT ↔ ETRI	3,740m	2.38dB	OTDR (Anritsu)
ETRI ↔ KSRI	1,200m	0.816dB	OTDR (Anritsu)

표 5 KIT, ETRI, KSRI간 광케이블 측정손실

표 5에 따르면 3-node간의 광케이블 평균손실은 0.65dB/Km임을 알 수 있다. 위에서 고려한 바와 같이 시스템 여유 5dB를 포함한 손실 7.5dB를 감안하여도, KIT와 ETRI간은 양단의 광 linker 사이에 10dB 미만의 손실이 예측된다. 화상신호를 10dB 정도 감쇠시킨 경우, 감쇠에 의한 영향 또는 잡음 증가에 의한 영향을 전혀 감지할 수 없었다. 실제로 12dB 감쇠까지는 육안으로 감쇠현상을 인지할 수 없었다. 이로써, 광화상 전송로에 따라 화상정보를 전송할 경우, 고품질의 애널로그 화상전송이 이루어질 수 있음을 알 수 있다.

#### 나. RF 신호 전송

수신측 광 linker에서 전기적 baseband 화상신호로 변환된 후 광대역 근거리 통신망을 통하여 TV에서 수신되기까지와 카메라나 VTR에서 방송되어 광대역 근거리 통신망을 통하여 송신측 광 linker에 입력되기까지 화상정보는 baseband 화상신호 또는 RF 신호의 형태인 전기적 신호로 전송되어진다. 이 경우에 고품질을 유지하면서, 화상정보가 근거리 통신망을 통과하는 동안, 허용되는 최대손실량을 알아보도록 한다.

그림 3 또는 그림 4에 따르면, 수신측 광 linker로부터 baseband 화상신호가 출력되어, TV 주파대 변조기, combiner 및 DF, splitter, SP 및 combiner를 거치게 되므로, 각 장비의 최소입력레벨과 최대출력레벨을 먼저 알아야 된다. 이들 값은 장비마다 제작사에서 제작한 사양에 따라 다르겠지만, 참고로 표 6에 이들 값을 특정제품의 경우를 예로 들어 나타냈다.

장 비 명	입력레벨	출력레벨	제 작 사	모 델
변 조 기	1.7~1.5 Vpp	60dBm	General Instr.	S300M
복 조 기	-20~30 dBm	1~2 Vpp	"	C4D
SP	-20dBm	60dBm	"	6150
TV	6dBm			

표 6 근거리 통신망 장비의 입·출력 레벨

DF 및 combiner/splitter 그리고 동축케이블의 경우 손실량을 표 7에 나타내었다.

장 비 명	손 실 량	제 작 사	모 델
Combiner	-16dB	General Instr.	HC - 8X
Splitter	-16dB	"	HC - 8X
Diplex Filter	-0.6dB	"	TF - 108 FHE
동축케이블	-71dB/Km		5C - 2V

표 7 근거리 통신망 장비의 통과손실

전기적 화상신호가 광대역 근거리 통신망을 통하여 전송되는 동안, 송수신 망 linker나 변·복조기들은 일반적으로 headend 쪽 근처에 설치되므로, headend의 DF와 각 수신단까지의 trunk 케이블을 통한 전송로가 가장 문제가 될 것이다. Headend내에서의 전송을 살펴보면 다음과 같다. 수신측 망 linker로부터 baseband 화상신호는 1 Vpp로 출력되어 (표 3) 이 신호가 입력 레벨 0.7~1.5 Vpp의 변조기에 입력된 후 60dBm의 RF 신호로 출력된다. 이 RF 신호가, combiner 및 DF를 거치는 동안 16.6dB 감쇠 (표 7) 되어, trunk 케이블에 송출될 때는 43.4dBm의 레벨이 된다. TV의 수신레벨이 6dBm임을 고려하면, DF에서 TV까지의 허용손실은  $43.4 - 6 = 37.4$  [dB]임을 알 수 있다. 이 경우, trunk 케이블내에서의 최대 허용손실이 37.4 dB이며, trunk 케이블이 5C-2V 타입으로 이루어져 있다고 보면, 최소 500m까지 고품질을 유지한 채 전송되어 갈 수 있게 된다. 송신의 경우에는 SP의 입력레벨이 -20dBm이므로 (표 6) DF 및 splitter에서의 손실 16.6dB를 고려하면 DF에서의 입력레벨이 -3.4dBm은 유지되어야 함을 알 수 있다. 변조기를 사용하여 방송하는 경우로 가정하면 변조기의 출력레벨이 60dBm이므로 trunk 케이블을 통과하는 동안 허용되는 손실량은  $60 - (-3.4) = 63.4$  [dB]까지이다. 5C-2V 케이블 사용의 경우 890m 이상을 전송시킬 수 있게 된다. 또한 신호가 외부로 송출되는 경우는 SP에서 combiner를 거쳐 복조된 후 송신측 망 linker에 전달되는데 이 과정은 표 6에 의하여 아무런 문제도 야기되지 않음을 잘 알 수 있다.

#### 4. 요약 및 결론

대역연구단지내에 산재하여 있는 각 기관사이에 지역정보통신망을 통한 애널리로그 화상정보의 교환이 이루어질 수 있도록 화상전송 시스템을 구성하여 제시하였다. 화상전송 시스템은 관련된 기술들을 고려하여 효율적이며 고품질의 화상전송이 이루어지도록 제안되었으며, 각 기관에서 송출된 화상정보의 선별적 분배가 가능한 형태로 이루어졌다. 제안된 화상전송 시스템에 의한 전송화상의 품질을 측정하기 위하여 한국과학기술대학, 한국전자통신연구소 및 한국표준연구소의 세 기관 사이에 시범 전송망을 구축하여 전송된 화상의 품질을 평가하고 S/N비를 측정하였다. 광섬유 지역 정보통신망을 통하여 세 기관 사이에 전송된 화질은 아주 우수한 것으로 평가되었으며, 전송된 화상정보에 포함된 잡음은 감지하기 힘든 정도였음을 확인할 수 있었다.

제안된 화상전송 시스템의 종합적 성능평가를 위하여는 다중화 장비 등을 구비하여 실시하여야 할 것이지만, 세 기관 사이의 전송시범 결과로 얻어진 화질평가에 근거하여, 제안된 애널리

그 화상정보 전송시스템이 고품질의 화상전송을 이룰 수 있음을 구체적인 자료를 들어 보여주었다.

#### 참 고 문 헌

1. 정선종의, "교육연구용 기술정보통신망 설계연구 - 최종 연구보고서," 과학기술처, 1987. 5.
2. 신병철, "Broadband LAN 사이의 화상전송에 관한 연구," 한국전자통신연구소, 1987. 3.
3. 정선종의, "지역 정보통신망 구성연구 - 중간보고서," 과학기술처, 1987.11.
4. 한국전기통신공사 간행, "분배함 (광섬유 케이블) 취급설명서," 1987.
5. G. A. Baxes, "A practical primer : Digital Image Processing," Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1984.
6. Electronic Life 편집부, "Video 신호의 측정," Electronic Life, Feb. 1987, pp. 55-61.
7. J. Allnatt, "Transmitted - Picture Assessment," John Willey & Sons, New York, 1983.

\* 본 논문은 전자통신연구소의 위탁과제의 일환임