

# 가입자망 구축 비용 산출 Tool 개발

정희원 이상윤\*, 정수환\*, 임채운\*\*, 유건일\*\*, 권순철\*\*

## CETAN : A Cost Estimation Tool for Access Networks

Sangyun Lee\*, Souhwan Jung\*, Chaewoon Lim\*\*, Gunil Yoo\*\*, Suncheol Gweon\*\*

*Regular Members*

### 요 약

가입자망을 위한 구축비용 산출 도구인 CETAN은 FTTC(Fiber-To-The-Curve) 가입자망 계획시 효과적인 비용 산출을 위하여 개발되었다. CETAN은 수동모드와 자동모드의 두 가지 운용 모드를 가지고 있다. 수동모드는 사용자에 의하여 어떤 특정지역의 장비들 값을 설정 한 후에 비용 산출 함수들을 이용하여 그것을 자동으로 계산해 주는 모드이고, 자동모드는 대략적인 비용 산출을 위하여 수많은 비용 요소들을 고려하는 대신에 몇 개의 중요한 비용 요소만을 이용하여 빠르게 비용 산출을 할 수 있게 해주는 모드이다. 개선된 GUI 는 또한 서로 다른 구조들의 비용을 쉽게 비교 할 수 있도록 해준다. FTTC 구조에서 CETAN을 이용해 산출한 몇 가지 비용 산출 결과들을 비교 토의하였다.

### ABSTRACT

CETAN, which is estimating building cost for access network, is developed for effective estimating cost in case of planning FTTC access network. CETAN have manual and auto operation modes. In manual mode, building cost is estimated by using cost functions after configuring unit cost in a specific area. Auto mode is for approximately estimating building cost by using some core factors instead of considering numerous cost factors. And auto mode is fast compared to manual mode. And it is also easy to compare the building cost of different architectures due to improved GUI. Some cost results using CETAN are discussed in FTTC architecture.

### I. 서 론

고속 인터넷 접속을 위하여, 다양한 방법들의 유·무선 기술들이 현재 사용되고 있다. 그리고 그러한 통신 기술들은 가입자망 분야에서 서로 경쟁적으로 발전하고 있다. 가입자망 계획을 위해서는 이용 가능한 접속 기술과 접속 장비, 케이블링, CPE 등에 있는 수많은 비용 요소들을 조사해야 한다<sup>[1]</sup>.

그러한 모든 장비들의 비용을 계산하고 비교하고, 그리고 비용 면에서 각 구조별로 장점과 단점을 조사하는 일은 굉장히 지루한 일이다. 따라서 비용 산출 툴은 구조별 비용 비교 기능과, 비용 산출 기능,

효과적인 망 계획 기능들을 효과적으로 사용자에게 제공해야 한다. TITAN<sup>[2]</sup>, GRDM 그리고 LECOM 과 같은 현재의 툴들은 공통적으로 유저 인터페이스에 문제점들을 가지고 있다. 이러한 툴들은 사용자가 아주 방대한 자료를 입력해야 하고, 텍스트 모드이기 때문에 비용을 산출하는데 있어서 매우 불편하다는 단점을 가지고 있다. 그래서 본 논문에서는 다양한 가입자망 구조의 효과적인 계획을 위하여 가입자망 비용 산출 툴인 CETAN을 개발하였다. 그리고 CETAN은 이러한 기능을 수행하기 위해 자동 모드와 수동 모드라는 두 가지 운용 모드를 가지고 있다.

\* 숭실대학교 정보통신공학과 초고속 통신 연구실  
논문번호 : 00233-0623, 접수일자 : 2000년 6월 23일

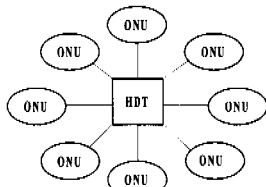
\*\* 한국통신 가입자망 연구소

※ 본 연구는 한국통신 가입자망 연구소 관리로 수행되었습니다.

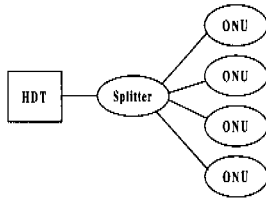
이 논문의 나머지 부분은 다음과 같이 구성되어 있다. 2절에서는 가입자망 구조에 대하여 조사하였고, 3절에서는 CETAN의 요구사항들과 기능 특징들을 나열하였으며, 4절에서는 비용 산출을 위하여 CETAN에서 사용된 비용 함수들을 설명하였고, 5절에서는 CETAN을 이용하여 도출한 몇 개의 결과들에 대하여 설명을 하였으며, 마지막으로 6절에서는 결론을 요약하였다.

## II. 가입자망 구조

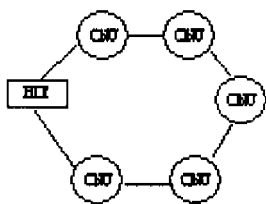
FTTC(Fiber-To-The-Curb)는 광케이블을 일반 사용자의 근처지역까지 연결하고 그 다음은 일반 전화선을 이용한 xDSL기술을 적용하는 방법으로 FTTx기술 가운데 가장 경제성 있는 방법이라 할 수 있으며 전화국측 장치인 HDT(Host Digital Terminal)와 가입자 주거밀집 지역에 설치되는 ONU(Optical Network Unit)로 구성된다<sup>[3]</sup>. FTTC에서는 STAR, PON(Passive Optical Network), RING, ADS(Active Double Star)와 같은 구조들이 있으며, 그림 1은 이러한 FTTC 구조들을 보여준 것이다.



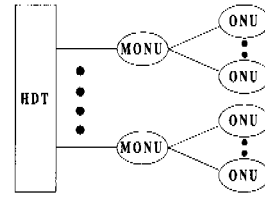
STAR



PON



RING



ADS

그림 1. FTTC 구조들

그림 1. FTTC 구조들을 이용하여 FTTC 구조에 대하여 비용 산출을 했으며 그 결과들을 논문의 뒷 부분에 나열하였다. 다음 Section에서는 CETAN의 기능 특징들과 요구사항들을 설명하였다.

## III. CETAN의 기능적인 특징들

구축 비용 최소화와 최대 이익 창출에 대한 압력이 증가됨에 따라, 서비스 요구와 지역적 특징에 적합한 구조를 선택하기 위하여 다양한 가입자망 구조들이 제안되어 왔다. 그리고 가입자망의 경제적인 구축을 위하여 현존하는 기반 구조들과 기술발전의 경향들이 고려되어야 한다. 단기 또는 장기적인 가입자망 구축 계획시에 고려할 주요 사항으로, 시장 정보와 기술 발전 추이를 지켜보아야 할 것이다.

그리고 비용 산출을 위해서 IFC(Installed Field Cost)을 고려해야 하는데, IFC는 고정 비용과 변동 비용으로 나뉜다. 고정 비용은 가입자들이 연결되기 전에 네트워크 구축시 필요한 기반구조 비용을 나타낸 것이고, 변동 비용은 가입자를 위하여 서비스를 시작할 때 추가되는 모든 비용 요소들을 나타낸 것이다<sup>[5]</sup>. 이러한 IFC를 이용하여 가입자망 구축 비용을 산출하게 되는데, 다양한 비용 요소들을 가지고 가입자망 계획을 좀더 쉽고 효과 적으로 하기 위해 비용산출 및 분석 틀이 필요한 것이다. 그리고 그 틀은 미래의 가입자망 기술들과 접목시킬수 있도록 확장성을 갖추어야 한다.

이 논문에서는 이러한 요구조건을 만족시키기 위한 비용산출 및 분석 틀인 CETAN을 개발하였다. CETAN의 가장 큰 특징은 두가지 운용 모드인 수동모드와 자동모드를 가지고 있다는 것이다. 수동모드는 사용자가 직접 마우스를 이용하여 드래그 & 드롭으로 비용 계산을 하고자 하는 망 구조를 직접 설계한 후 모든 비용 요소의 입력으로부터 비용을 구하는 기능이고, 자동모드는 수많은 비용 요소를 고려하는 대신에 비용 요소에 큰 영향을 미치는 몇

가지 주요 비용 요소만의 입력만으로 선택된 방식이나 망 구조에 따른 비용을 빠르고 간단하게 구하는 기능이다. 그리고 CETAN은 개선된 GUI 기능을 이용하여 사용자 친화적인 인터페이스를 제공한다.

이 툴의 개발은 마이크로 소프트웨어 Visual Basic 6.0을 이용하였고, 여러 비용 요소들과 장비 데이터들을 저장 또는 수정하기 위하여 마이크로소프트 Access 7.0을 이용하였다. 그리고 이 툴은 Windows 98 과 Windows NT에서 운용될 수 있다.

CETAN의 특징은 다음과 같다.

- CETAN 의 운용모드는 자동모드와 수동모드 두 가지를 가지고 있다.
- 장비들은 Drag & drop 에 의해 쉽게 설치될 수 있다.
- 구성 요소들의 위치 정보와 속성값들은 DB에 저장 또는 수정이 가능하다.
- 자동모드 이용시 빠르게 대략적인 전체 비용을 얻을 수 있다.
- 저장된 구성요소들과 속성들은 쉽게 만들 수 있고 삭제, 수정이 가능하다.

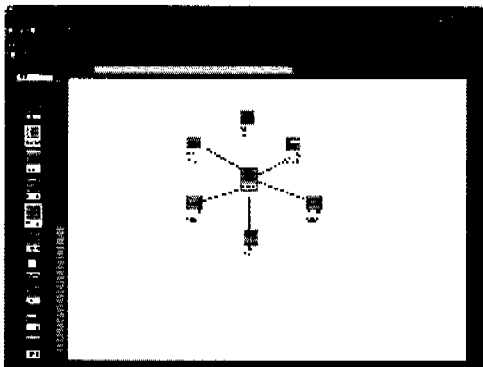


그림 2. CETAN의 초기 화면 (수동모드)

그림 2는 CETAN의 초기화면이다. 이 그림은 CETAN 의 수동모드를 보여주는 것인데, 그림에서도 보듯이 왼쪽에 있는 아이콘 윈도우로부터 드래그 & 드롭을 이용하여 HDT 와 ONU 같은 장비들을 화면에 쉽게 설치할 수 있다. 그리고 비용 산출을 위해서 각 장비에 마우스를 위치 시킨 후 오른쪽 버튼을 누르면 장비의 가격과 용량을 입력할 수 있는 메뉴가 뜨는데, 필요한 값을 입력 한후 그 값을 가지고 계산 버튼을 누름으로서 전체 비용을 쉽게 얻을수 있다. 수동모드와 자동 모드의 기능 비

교는 다음과 같다.

수동모드

- 아이콘 창의 망 구성 방식 리스트로부터 방식을 선택
- 선택된 방식에 포함되는 장비들의 아이콘들을 DB로부터 아이콘창으로 등록
- 등록된 아이콘들을 사용하여 sheet 창에서 망 설계
- 해당된 아이콘의 위치와 속성값들을 sheet창에 저장
- 비용함수는 저장된 속성값을 이용으로 하여 비용 산출 자동모드
- 자동 모드 메뉴에서 망 구성 방식을 선택
- 선택된 방식에 포함되는 주요 비용 요소를 DB로부터 sheet창으로 등록
- 등록된 주요 비용 요소 입력
- 비용함수는 입력된 값을 이용으로 하여 비용산출

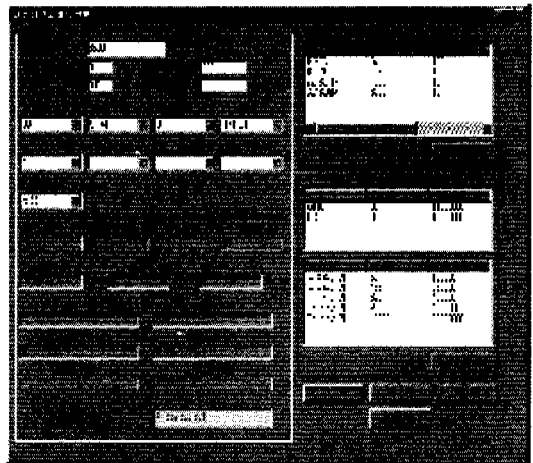


그림 3. FITC 구조의 자동모드 화면

그림 3은 FITC 구조의 자동모드 화면이다. 전체 비용 산출은 콤보박스를 이용하여 값을 선택하는 것과 중요한 데이터를 입력하는 방식에 의하여 구해진다. 그리고 장비가격, 광송수신기 가격, 서비스 타입에 대한 설정된 값들에 관한 정보들은 오른쪽의 리스트뷰에서 나타난다. 자동모드의 또다른 기능 중의 하나가 저장기능인데, CETAN 은 이렇게 저장된 파일들을 비교 할 수 있는 기능을 가지고 있다. 이렇게 저장한 파일들을 이용하여 사용자가 비교 검토함으로써 효과적인 망 설계를 위한 참고 자

료로 활용 될 수 있다. 그리고 사용자가 프린트물 자료로 이용할 수 있도록 결과 보기 기능을 제공한다. 이 기능을 이용하여 사용자는 HTML, TEXT 와 같은 다른 형태의 데이터 포맷으로 변경이 가능하다.

#### IV. 비용 함수

본장에서는 STAR, PON, RING, ADS 구조를 비용 요소들을 가지고 분석하였다. 이 비용 함수들은 간단하게 구축 비용을 산출하기 위하여 최대한 간략화 시킴으로서 계산이 쉽고 빠르게 되도록 설계하였다.

##### 1. Cabling 비용

STAR, PON, RING 구조의 경우는 케이블링 비용을 계산하기 위하여 피더 케이블 길이와 드롭 케이블 길이, 미터당 케이블 비용과 ONU 개수를 이용하였다. STAR의 경우 ONU와 HDT가 포인트 투 포인트로 직접 연결되어 있기 때문에 ONU의 숫자에 피더 케이블과 드롭 케이블의 길이를 더한 값을 곱해주면 되지만, PON의 경우는 스플리터를 기준으로 드롭케이블이 나누어 지기 때문에 Table 1과 같은 식을 이용하였으며, RING은 그림1과 같이 링 모양을 하고 있으므로  $ONU + 1$ 과 같은 형식으로 케이블 길이가 계산된다. ADS의 경우는 마스터 ONU와 슬레이브 ONU가 있기 때문에 이를 구분하여 비용함수에 적용하였다. ADS 에서  $N_{ONU}$  는 총 ONU 개수를 나타내고  $N_{MONU}$ 는 마스터 ONU의 개수를 나타낸다.

Table 1. 케이블링 비용을 위한 비용함수

Topology	Equation
STAR	$2 * N_{ONU}(x + y)m$
RING	$2(x + y(N_{ONU} + 1))m$
PON	$2(x + y * N_{ONU})m$
ADS	$2(N_{MONU} * x + (N_{ONU} / N_{MONU} - 1) * y)$

ONU : ONU 개수     $N_{MONU}$  : 마스터 ONU 개수  
 x : 피더케이블길이    y : 드롭 케이블 길이  
 m: 미터당케이블비용

##### 2. 장비 비용

장비 비용은 ONU 비용, HDT 비용, 광송수신기 비용, 유니트카드 비용, 그리고 가입자 단말기 비용

으로 나누었다. ONU 같은 경우는 동시에 붙을수 있는 가입자 수를 가지고 ONU 용량을 결정하였다. 예를 들어 ONU30 은 동시에 붙을 수 있는 가입자의 수가 30 명이라는 것을 나타낸다. 이렇게 해서 ONU 총 비용은 ONU개수에 ONU 하나의 비용을 곱하는 것에 의해서 간단하게 구해진다.

HDT 비용을 계산하기 위해서는 먼저 최대 HDT PORT 수가 먼저 결정되어야 한다. HDT PORT 수를 가지고 ONU 개수를 나눈값이 HDT의 개수가 된다. STAR 구조에서만 최대 HDT PORT 수가 HDT 개수로 이용될 수 있다. 다른 구조들의 경우는 Table 2 에서와 같이 HDT 개수를 얻기 위해서 다른 비용 함수들이 이용된다. 이렇게 얻어진 값들을 가지고 ONU 경우와 마찬가지로 개수와 HDT 단일 비용을 곱함으로써 HDT 총 비용을 얻을 수 있다. HDT 와 ONU 비용 계산시 광송수신기 비용과 서비스 유니트 비용은 제외 하였다. 광송수신기 비용과 서비스 유니트 비용은 각 구조에 민감하게 반응하는 비용 요소이기 때문에 따로 분리하여 계산후 합치는 방식을 이용하였다.

Table 2. HDT 개수를 구하기 위한 비용함

Topology	HDT 개수	HDT 포트수
STAR	$\text{roundup}(NONU / NHP)$	$NHP = NMHP$
RING	$\text{roundup}(NONU / NHP)$	$NHP = \text{roundup}(NONU / NONURING)$
PON	$\text{roundup}(NONU / NHP)$	$NHP = \text{roundup}(NONU / NSD)$
ADS	$\text{roundup}(NONU / NHP)$	$NHP = \text{roundup}(NONU / (NSONU + 1))$

ONU : ONU 개수.    NMHP : 최대 HDP 포트수  
 NHP : HDT 포트 수    NONURING : 링당 ONU 의 개수  
 NSONU : 슬레이브 ONU 개수    NSD : 스플리터 분기수

광송수신기 비용을 구하기 위해서는 광송수신기 대역폭과 광송수신기 개수 그리고 광송수신기 대역폭별 비용이 필요하다. 먼저 광송수신기 개수는 ONU 개수를 이용하여 Table 3 에 있는 비용함수들을 통하여 구할 수 있다. 광송수신기 대역폭은 여러 가지가 있는데 CETAN 에서는 50Mbps, 155Mbps, 622Mbps, 2.5Gbps를 고려하였다. 광송수신기 대역폭을 결정할때는 서비스별 필요한 대역폭

보다 커야 하므로 Table 3의 광송수신기 대역폭에 있는 것과 같은 방법으로 광송수신기 대역폭을 결정한다. STAR 구조에서만 서비스 대역폭에 따라 광송수신기 대역폭이 결정되지만 다른 구조들의 경우는 서비스 대역폭뿐만 아니라 분기 수에 따라서 달라져야 하기 때문에 그것을 적용한 비용 함수들을 이용하였다.

Table 3. 광송수신기 비용을 구하기 위한 비용함수

Topology	광송수신기 비용	광송수신기 대역폭
STAR	$2 * \text{NONU} * \text{Ctran}$	$\text{Btran} \geq \text{BSERVICE}$
RING	$(2 * (\text{NONU} + 1)) * \text{Ctran}$	$\text{Btran} \geq (\text{NONURING} * \text{BSERVICE})$
PON	$(\text{NONU} + 1) * \text{Ctran}$	$\text{Btran} \geq (\text{NSD} * \text{BSERVICE})$
ADS	$(\text{NONU} + \text{NHP}) * \text{Ctran}$	$\text{Btran} \geq (\text{NSONU} + 1) * \text{BSERVICE}$

tran : 광송수신기비용

BSERVICE : 서비스 대역폭

Btran : 광송수신기 대역폭

장비는 서로 다른 유니트 카드들을 가지고 있다. 만약 ONU가 ADSL, ISDN, T1과 같은 서비스에 이용된다면 ONU 장비는 그러한 서비스를 제공할 수 있는 유니트 카드를 가지고 있어야 한다. 그래서 총 가입자 수와 서비스 비율이 고려되어야 한다. 유니트 카드 개수는 서비스 비율과 가입자수를 곱하여 얻을 수 있다. 이렇게 해서 구해진 유니트 카드 개수와 유니트 카드 비용을 곱하여 유니트 비용이 구해진다.

FTTC 구조에서 총 비용은 크게 케이블링 비용과 장비 비용으로 나뉘고, 장비 비용은 HDT 비용, ONU 비용, 광송수신기 비용, 유니트 카드 비용으로 나누어 계산된다.

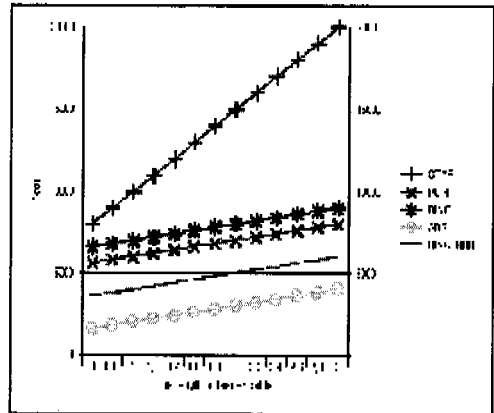
### V. 비용 산출 결과

먼저 케이블링 비용을 구하기 위해서 실험에 이용한 시뮬레이션 환경이 Table 4에 나와 있다. ONU 개수는 5 개로 정의하였고, 피더 케이블의 길이를 0.6 km에서 3.0 km 까지 0.2 km 씩 증가시켰다. 그리고 드롭 케이블 길이는 1.0 km에서 6.0 km

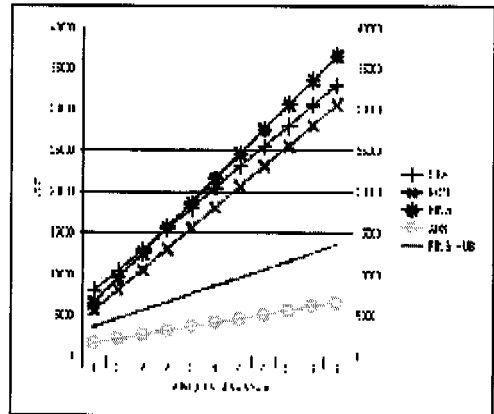
까지 0.5 km 씩 증가시켰다.

Table 4. 케이블비용을 구하기 위한 환경 설정ONU 개수: 5

	시작	끝	간격
피더 케이블	0.6 Km	3.0 Km	0.2 Km
드롭 케이블	1.0 Km	6.0 Km	0.5 Km



(a) 케이블링 비용 (피더 케이블)



(b) 케이블링 비용 (드롭 케이블)

그림 4. 케이블링 비용

그림 4 는 피더 케이블이 1 km 일 때의 결과를 보여준다. 그리고 드롭 케이블의 길이가 증가할수록 그림 4-(a)와 같이 고정된 피더 케이블의 길이에 따라 케이블링 비용이 증가하는 것을 볼수 있다. 비슷하게 그림 4-(b)는 고정된 드롭 케이블의 길이에 따라 케이블링 비용이 증가하는 것을 보여준다. 이 그

림에서 X 축은 케이블 길이를 나타내고, Y 축은 케이블링 비용을 나타낸다. 그림 4(a)에서 보듯이 STAR 구조가 초기에는 비용이 가장 많이 드는 것으로 나왔다. 하지만 드롭케이블이 증가함에 따라 RING 구조가 STAR 구조보다 비용이 더 많이 들을 그림 4(b)을 통해 알 수 있다. 즉 피더 케이블의 길이가 고정되어 있을때는 드롭케이블 길이가 짧을 수록 RING 구조가 이익이지만 드롭케이블 길이가 증가할수록 STAR 구조가 이익이 됨을 알 수 있다.

Table 5. 4 가지 서비스 지역

	POTS (64Kbps)	ISDN (128Kbps)	ADSL 1M	ADSL 6M
농업지역	100%	10%	-	-
일반 주거 지역	100%	10%	10%	-
대규모 아파트 지역	100%	10%	10%	10%
비즈니스 지역	100%	10%	30%	10%

Table 5에서 보듯이 FTTC 비용을 계산하기 위하여 네 가지 지역을 구분 정의 하였다. 그리고 지역을 구분하기 위해 서로 다른 서비스들을 설정하고 각각에 대하여 다른 비율을 적용하는 방식으로 농업지역, 일반 주거 지역, 대규모 아파트 지역, 비즈니스 지역으로 구분하였다.

각 지역에 따른 비용을 구하기 위해 ONU는 60 가입자용을 이용하였고, 피더 케이블 길이는 3 km 그리고 드롭케이블 길이는 0.5 km 로 설정하였다.

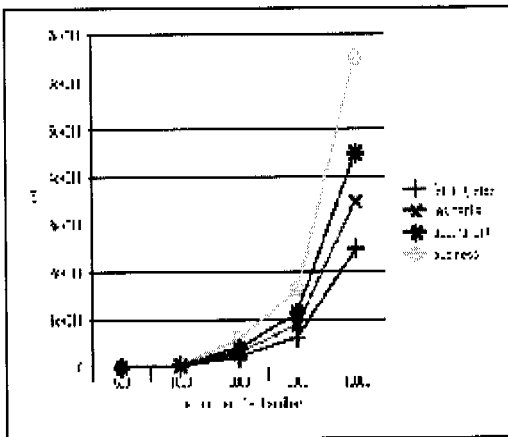


그림 5. FTTC 구조에서 가입자수에 따른 총 비용

그리고 가입자 수를 500, 1000, 3000, 5000, 10000 으로 증가 시키면서 총비용을 살펴 보았다. 그 결과가 그림 5 에 나타나 있다.

케이블은 피더 케이블 3 km 그리고 드롭케이블 0.5 km 로 고정 시켰기 때문에 실제 가입자 수에 따라 늘어나는 비용은 장비 비용만 늘어나게 되는데, 5000 명 이하까지는 장비 가격의 차이가 크지 않아서 비용 증가의 기울기도 크지 않지만 대용량으로 갈수록 격차가 크게 벌어지는 것을 알 수 있다. 그리고 각 서비스 지역별로 정해진 대역폭이 다르기 때문에 장비에 들어가는 광송수신기 대역폭이 달라지게 되고 이것은 결국 장비 가격 상승의 결과를 가져온다.

### VI. 결론

비용 산출 툴인 CETAN은 망 계획을 좀더 손쉽게 하기 위하여 비용 산출 함수들과 가입자망의 여러 구조들을 기반으로 개발되었다. 이를 위해 FTTC 가입자 기술들을 비용 요소에 따라 분석하였다. CETAN은 자동 모드, 수동 모드의 두 가지 운용 모드를 가지고 있는데, 수동 모드에서는 드래그드롭 방식을 이용하여 주 장비들을 화면에 위치시켜 사용자가 원하는 네트워크 구성 후 비용을 산출할 수 있다. 이와 달리 자동 모드에서는 주어진 가입자 구조에 대하여 대략적인 비용 산출을 편리하게 할 수 있는 방법을 제공한다. 이러한 모드들을 이용하여 서로 다른 구조에 따른 비용과 서로 다르게 설정된 값에 따른 여러 가지 가입자망 대하여 산출된 비용을 비교할 수 있는 기능을 제공한다. 이 외에도 CETAN은 산출된 결과를 미리 보기 하는 기능이 있고 이것을 text, html 등과 같은 다른 형태의 파일포맷으로도 저장이 가능하며, 네트워크 구성 화면을 저장 로드가 가능하게 설계되어 있다. CETAN의 이러한 기능들은 이전 툴들이 가지고 있는 사용의 불편함을 개선시킨 기능들이다. 이러한 CETAN의 기능들을 이용하여 비용산출을 해볼수 있는데, 케이블링 비용에서는 STAR 구조가 초기에는 비용이 가장 많이 나오지만, 드롭케이블 길이가 증가함에 따라 구조가 STAR 구조보다 비용이 더 많이 들을 알 수 있다. 즉 피더 케이블의 길이가 고정되어 있고 드롭케이블 길이가 짧을 수록 구조가 이익이지만 드롭케이블 길이가 증가할수록 STAR 구조가 비용면에서 유리함을 알 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] Kwanhong Lu, "Network planning technology", The Journal of the Korean institute of communication sciences, vol. 15, no. 5, pp. 49-67, May 1998
- [2] A. Zaganiaris, "Presentation of TITAN" in Proc. RACE2087/TITAN Workshop, 4.-6. July 1995, Aveiro, Portugal.
- [3] A. Mattheus, M. Salerno, J. Schneider, P. Schroter, E. Demierre, U. Ferrero, B. Jacobs, G. Paksy, "Business-Opportunities for FTTH as a Consumer Product", in Proc. NOC 98, Manchester, UK, 23~25, June 1998.
- [4] Inheng Lee, "The trend of evolution for wireless access technologies, The Journal of the Korean institute of communication sciences, vol. 15, no. 7, pp. 62-76, July 1998
- [5] Thomas E. Chapuran, "Broadband Access Networks for High-Speed Data Services", Bellcore Horizons Program, September 1997.

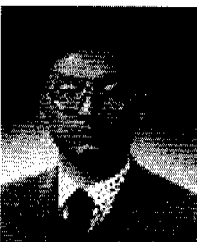
이 상 윤(Sang-yun Lee) 정회원



1999년 2월: 송실대학교  
정보통신공학과 졸업  
2001년 2월: 송실대학교  
정보통신공학과  
석사졸업  
2001년 2월~현재: LG전자  
차세대통신연구소  
이동 멀티미디어 연구실

<주관심 분야> 정보보호, 컴퓨터 네트워크

정 수 환(Souhwan Jung) 정회원



1985년 2월: 서울대학교  
전자공학과 학사  
1987년 2월: 서울대학교  
전자공학과 석사  
1988년~1991년: 한국통신  
전임연구원  
1996년: 미 워싱턴 주립대  
(시애틀) 박사

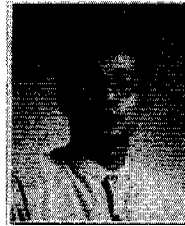
1996년~1997년: Stellar One SW Engineer

1998년~현재: 송실대학교 정보통신전자공학부

조교수

<주관심 분야> VoIP security, 사용자 인증, Cryptography, PKI

임 채 운(Chaewoon Lim) 정회원



1986년: 전북대학교 전자공학과  
(BS)

1990년: 전북대학교 전자공학과  
(MS)

1990년: 한국통신 가입자망  
연구소 전임연구원

유 건 일(Gunil Yoo) 정회원



1984년: 한양대학교 전자통신  
공학과 (BS)

1986년: 한양대학교 전자통신  
공학과 (MS)

1987년: 한국통신 가입자망  
연구소 FLC 연구실장.

권 순 철(Suncheol Gweon) 정회원



1983년: 고려대 전자공학과(BS)

1985년: 서울대 전자공학과  
(MS)

1990년: 미국 Texas A&M  
Univ (Ph.D)

1985년~1986년: 해태전자  
특수 개발부

1991년~현재: 한국 통신 가입자망연구소 연구기획  
팀장 .