

# 공학적 장기증분원가모형의 가입자망 설계방법분석

민대홍

한국전자통신연구원 정보화기술연구소

## Local loop re-designing method in Engineering LRIC Model

Dae Hong Min

ETRI IT Management Reseach Group

E-mail : dhmin@etri.re.kr

### 요 약

경제적 비용을 토대로 한 접속료 산정방식을 적용한다는 취지하에 주요 통신선진국에서는 장기증분비용(LRIC ; Long Run Incremental Costs)모형에 대한 연구가 활발히 진행중에 있다. 이러한 LRIC 모형에는 미국의 HAI 모형, BCPM 모형, 일본 우정성 모형 등의 공학적인 방법에 의한 LRIC 모형과 영국의 Top-Down 모형과 같이 회계적 자료를 바탕으로 한 LRIC 모형으로 구분될 수 있다. 이에 본고는 현재 세계적으로 선호되고 있는 Bottom-up 방식의 LRIC모형을 구축하기 위한 선진외국의 가입자망 재설계 방법을 살펴보았다.

### 키워드

LRIC, 가입자망, 장기증분원가, 통신망재설계

## 1. 서 론

90년대에 접어들면서 미국, 영국, 일본 등 통신선진국을 중심으로 통신사업에의 경쟁체제 도입이 본격화되고 이에 따라 상호접속정책 및 제도가 중요한 정책과제로 부상하게 되었다. 특히 경쟁체제 도입에 따라 통신망간 상호접속이 빈번해지고 접속료 시장이 확대됨에 따라 사업자간 접속료 정산문제가 주요 이슈로 등장하였다. 이에 따라 합리적인 접속료 산정방식에 대한 논의가 학계, 산업계, 정부에서 다각적으로 이루어졌다.

경쟁체제의 초기에는 원가자료의 부족, 적용의 편의성 등으로 인하여 요금기준방식이나 수익배분방식이 활용되었다. 하지만 경쟁체제가 성숙단계에서는 접속료 산정의 공정성과 합리성을 확보한다는 취지 하에 비용방식이 적용되었다. 특히 통신산업의 활성화를 도모하고 효율성 향상을 달성한다는 취지 하에 경제적 비용을 토대로 한 접속료 산정방식의 도입에 관심이 집중되었다. 이를 통하여 통신설비의 경제적 이용을 도모하고 설비투자에 대한 투자의사결정에 있어 합리적인 결정을 내릴 수 있도록 유도한다.

오늘날 경제적 비용을 토대로 한 접속료 산정방식

을 적용한다는 취지하에 주요 통신선진국에서는 장기증분비용(LRIC ; Long Run Incremental Costs)모형에 대한 연구가 활발히 진행중에 있다. 이러한 LRIC 모형에는 미국의 HAI 모형, BCPM 모형, 일본 우정성 모형 등의 공학적인 방법에 의한 LRIC 모형과 영국의 Top-Down 모형과 같이 회계적 자료를 바탕으로 한 LRIC 모형으로 구분될 수 있다.

## II. 미국모형의 가입자망 설계방법

### 1. HAI모형

#### (1)기본가정

배선 및 휘더모듈에서 공통적으로 적용되는 가정은 우선 CBG는 사각형의 형태이며, 전화국은 여러 CBG에 서비스하고, 각 CBG는 하나의 전화국에서 서비스를 받는다. 아울러 모든 배선케이블은 동케이블을 가정한다. 하지만 휘더케이블은 여러 가지 기준에 따라 동케이블 혹은 광케이블이 될 수 있다.

#### (2) 옥외설비구조

옥외설비구조는 배선 및 휘더케이블을 유지, 수용,

안내, 보호하는 일련의 설비를 말한다. 구조물의 설치 방법은 가공, 매설, 지하의 세 가지 형태가 있다.

① 가공구조물

가공구조물은 전주를 의미하는데, 전주에 대한 투자는 전주를 설치하는데 드는 재료비와 노무비의 합수로 나타낸다. HAI 모형에서는 CBG내에서 가공의 배선 및 휘더구조에서 총투자를 계산하는데, 그 방법은 전주사이의 거리, 전주에 대한 투자, 케이블 외피의 총길이, 경로에 따른 가공구조물간의 거리를 고려하여 파라미터를 계산한다.

전주는 40피트 4급으로 가정한다. 가공케이블의 전주사이의 거리는 주어진 밀도범위 내에 있지만 밀도범위 사이에서는 변할 수 있다. 주어진 경로에서의 전주의 수는 다음과 같이 계산된다.

$$1 + \frac{\text{경로거리}}{\text{전주간격}}, \text{ 반올림한 값}$$

② 매설구조물

매설구조물은 방수 혹은 기타의 침해요인들로부터 보호하기 위한 것들로 구성된다. 매설케이블의 외피 및 방수 비용은 광케이블의 경우에는 피트 당 고정비용이고, 동케이블의 경우에는 케이블비용의 합수로 나타낸다. 매설구조에서 총투자비는 총 경로길이, 매설구조물의 부분, 보호용외피 및 보충물의 투자와 매설비용이다.

③ 지하구조물

지하구조물은 관로를 의미하는데, 휘더설비, 맨홀, 폴박스로 이루어져 있다. 맨홀은 동케이블 경로와 연결되어 이용되며, 폴박스는 광케이블에서 이용된다. 맨홀의 총투자는 밀도지역에 따라 다르며, 재료, 프레임과 덮개, 굴착, backfill, site delivery의 함수이다. 광폴박스에서의 투자는 재료비 및 임금의 함수이다. 지하케이블은 맨홀이나 폴박스까지 이어진 관로에 설치된다. 지하구조물의 총투자는 총경로의 거리, 지하구조물의 부분, 관로 맨홀에서의 투자, 폴박스, 관로를 설치할 때 필요한 매설비용의 함수이다. 각 회선의 밀도범위에서 가공, 매설, 지하구조물의 혼합이 있을 수 있다.

(3) 지형 및 배치

HM은 구조물 투자에 필요한 지리학적 요소의 영향을 구체적으로 반영하고 있다. 모형에서 고려한 지형적 요인은 암반까지의 두께, 암반의 강도, 표토의 성질, 물의 깊이이다. 각 서비스지역에서는 만연되어 있는 CBG의 지형적 특성을 가정한다. CBG내에서 실제 암반의 깊이가 사용자가 계산한 암반 깊이의 디폴트 값보다 얇게 묻혀 있다면, 암반에 따른 승수(rocky placement multiplier)는 전주, 관로, 매설에 따른 구조

물 투자비를 증가시키도록 하는데, 그 이유는 암반에서의 케이블 매설이 어렵기 때문이다.<sup>1)</sup> 설치지역에 암반이 없으면 표토의 성질을 조사하여 채용기술을 결정하여야 한다. 모형에서 암반의 깊이에 따라 암반승수가 변하게 된다.

2. BCPM 모형

BCPM은 가입자위치를 설정하는데 있어서 실제자료를 이용함으로써 보다 정확히 산정한 망 원가자료를 제공하고 있으며, 이를 통해 고비용지역을 효과적으로 파악할 수 있도록 한다.

BCPM의 주 공학적 프로토콜에는 각 전화국의 서비스 제공지역(CSA)의 최대 회선용량이 12,000 피트를 넘지 않는다는 것이다. 이러한 표준을 유지하기 위해 최대 grid 크기는 위도와 경도의 1/25로 제한된다(가로/세로가 약 12000 피트와 14,000 피트임). 즉, 각 DLC로부터 가입자까지 최대 동케이블길이가 18000 피트를 초과하지 않도록 한다.

(1) 주휘더 설계

망설계의 첫 번째 단계는 휘더케이블의 경로를 설정하는 것이다. 전화국에서 시작해서 최대 4개의 주휘더경로가 전화국으로부터 4개의 휘더 서비스지역까지 동, 서, 남, 북으로 곧장 뻗어나간다. 이러한 경로설정은 10,000 피트 내의 경우 일반적으로 가입자들은 시내지역에 거주하고 그 시내지역은 격자형태의 도로망을 구성한다는 가정에 근거한다. 그러나 만약 10,000 피트를 초과할 경우, 주휘더경로의 설정방향은 microgrid의 자료에 나타난 가입자밀집도에 의해 결정된다.

(2) 부 휘더의 경로

주휘더로부터 각 최종 grid로 분기되는 것이 부휘더이다. 부휘더는 하나 이상의 최종 grid에 의해 공유된다. 전화국에서 10,000 피트 내에 있는 주휘더를 따라 부휘더는 1/200의 경도와 위도의 좌표지점마다 하나씩 가지를 쳐 뻗어 나온다. 전화국으로부터 10,000 피트 이상에서 분기하지 않는 주휘더 즉, 하나의 주휘더의 경우에는 동서 휘더서비스지역에는 수직적으로 가지가 뻗어나가며 남북 휘더서비스지역에는 수평적으로 가지가 뻗어나간다. 주휘더가 전화국에서 10,000 피트 이상에 있는 경우에는 1/25의 경도와 위도의 좌표지점마다 하나씩 부휘더가 뻗어나간다. 한편 도로중심지가 부휘더와 교차하지 않는 최종 grid의 도로중심지에 부

1) HM의 지질학적 요소의 디폴트 값은 다음과 같다. 매설 비용을 증가시키는 암반의 두께는 24인치이다. 암반이 24인치보다 얇게 묻혀 있는 경질암반의 승수는 3.5이고, 연질암반의 승수는 2.0이다.

휘더를 연결하는 제2 부휘더라고 하며 이는 당연히 다른 최종 grid와 공유될 수 없다. 각 CSA내에서 하나의 DLC 사이트가 설정된다. DLC site에 설치되는 DLC의 수는 CSA내 서비스되는 회선수에 따라 결정된다. 하나의 CSA가 동휘더케이블에 의해 서비스된다면 동휘더케이블설비와 동배선케이블설비의 연결점(FDI)은 최종 grid의 도로중심지에 설치된다. DLC로부터 각 가입자가 있는(non-empty) 배선서비스지역의 도로중심지까지 케이블이 좌우로 또는 수직으로 연결된다. 이러한 상황을 살펴보면 그림. 1과 같다.

전화국에서부터 해당 grid내의 가입자까지 최대 회선거리가 12,000피트 이하일 경우에는 동케이블을 배설하고, 12,000피트 이상일 경우에는 광케이블을 배설한다. BCPM에서 이용하고 있는 광휘더케이블의 크기로는 12, 18, 24, 36, 48, 60, 72, 96, 144, 288을 사용한다.

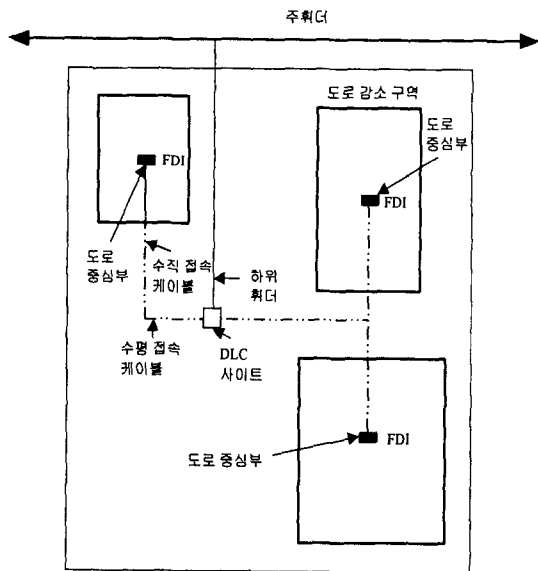


그림 1. FDI간 연결망 구성형태

(3)배선망의 설계

microgrid 크기의 최종 grid를 제외하고 각 최종 grid는 배선구역으로 나누어진다. 최적화 과정을 거친 최종 grid는 도로중심지를 중심으로 4개의 배선지역으로 분할되어 DLC 지점으로 연결된다. 일단 배선지역이 결정되면, 도로망정보에 근거해서 백본케이블과 분기(branch)케이블 길이를 결정한다. 이 때 모형설정 목적상 양 도로가를 따라서 500피트 버퍼에 해당하는 지역을 도로길이가 줄어진 면적(Road-reduced Area)으로 정의한다. 도로가 없는 지역에는 배선설비를 설치하지 않는다. Road-reduced지역의 중심지는 수직적 수평적 연결케이블이 가로 질러가는 거리를 결정한다.

Road-reduced지역과 배선구역의 가입자수가 백본과 분기케이블의 길이를 결정한다. Road-reduced지역은 가입자위치 설정을 위해 이용하는 것이 아니라 배선구역 내 가입자들에게 서비스하기 위해 필요하게 될 케이블의 길이를 결정하기 위한 수단이다.

최종 grid를 설정할 때 필요한 FDI 수는 해당 grid에서 사용하는 케이블 크기를 검토한 후 결정된다. 배선케이블 크기가 1,200회선을 초과하면 거주지역의 도로중심지에 FDI를 설치한다.

또한 총회선수가 600에서 1200사이인 경우에는 해당 grid내에 2개의 FDI를 배치하는 비용을 계산해 본다. 이것은 하나의 FDI를 공유하는 DLC 지점을 중심으로 좌우로 2개의 배선구역이 설정되는 경우이다. 수평적인 연결케이블은 DLC와 FDI를 연결하고 수직적인 연결케이블은 FDI와 배선구역 내 도로중심지를 연결한다

III. 일본 우정성모형의 가입자망 설계방법

가입자회선모형에서는 일본의 지역매쉬 통계자료 등을 입력자료로 하고 이것을 토대로 가입자회선의 구성형태를 결정하고, 전화국별로 가입자회선수와 설비량을 산정한다.

1. 통신망 구성형태

모형에서는 선로설비로서 동케이블 및 광케이블과, 토목설비로서 가공설비 및 지하설비, 그리고 동케이블 배선을 광케이블로 다중화할 때 사용하는 휘더분기점 원격수용장치로 구성되는 가입자회선의 구성형태를 상정한다. 또한 가입자회선을 가입자에서 휘더분기점 간 배선설비 및 휘더분기점과 전화국간 휘더설비로 구분하여 각각의 설비량을 산정한다.

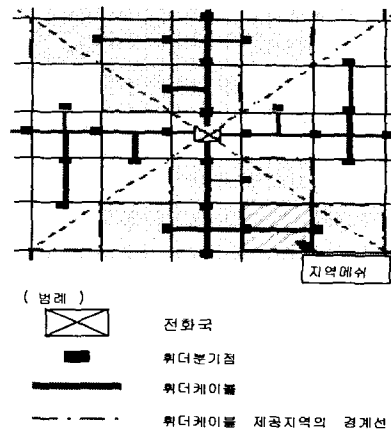


그림 2. 주휘더의 설계

(1) 휘더설비

전화국은 지역메쉬구역의 중심에 위치한다고 가정한다. 또한 수용구역내의 수요가 존재하는 지역메쉬별로 휘더분기점을 설치한다. 전화국과 휘더분기점을 접속하는 휘더케이블은 상기의 그림. 2와 같이 설치한다.

(2) 동케이블/광케이블 및 가공설비/지하설비의 선택

휘더구간의 설비구성을 결정함에 있어서 우선 다음과 같은 기술적 조건을 고려할 필요가 있다.

○ 일정회선 이상의 케이블은 하중제한 등으로 가공설비가 아닌 지하설비를 선택한다.

○ 전화국으로부터 7km이상 떨어진 곳에는 동케이블의 전송손실이 크기 때문에 휘더분기점 원격수용장치 및 광케이블을 선택한다.

이러한 기술적 제약을 고려하더라도 동케이블과 휘더분기점 원격수용장치 및 광케이블, 가공설비와 지하설비 모두를 선택할 수 있는 경우가 있다. 모형에서는 기술적 제약범위 내에서도 설비구성에 여러개의 선택할 수 있는 대안이 있는 경우에는 유지보수비용 등을 포함한 연간경비를 이용하여 각 설비구성형태별 비용을 비교하여 가장 저렴한 설비구성형태를 선택한다.

(3) 多重敷設

다중부설은 하나의 관로에 복수의 케이블을 부설하는 기술로서 최근 일본내 사업자가 도입을 추진하고 있다. 지하관로가 선택되는 구간에 대해서 다중부설이 적용가능한가를 판단한다. 관로는 일본 내에서 가장 잘 이용되는 지름 75mm로 상정하고 해당구간의 케이블이 내관을 포함하여 다중부설이 가능한 경우에 적용한다

(4) 케이블規格의選擇

어떤 케이블규격을 선택할 것인가는 다음과 같은 절차에 따른다.

○ 구간의 동케이블, 광케이블별 수요에 대응하는 회선수에 고장, 지장 이전 등에 대응한 예비율을 예상하여 필요회선수를 산정한다.

○ 필요회선수의 바로 상위규격의 케이블을 선택한다.

(5) 架空設備量의算定

가공설비로 선택된 구역은 이것을 지지하는 전주가 필요하기 때문에 가공설비의 루트길이를 전주의 평균간격으로 나누어 필요 전주수를 산정한다. 지역 메쉬별 회선수가 주어졌다 하더라도 실제수요는 균일하지 않게 분포하고 있고, 해당 지역메쉬 내의 어느 구역에 수요가 존재하는지 명확하지 않으면 정확한 설비량은 산정할 수 없다

따라서 일본 국토지리원이 발행한 25000분의 1지도

를 토대로 지도상 건물을 나타내는 기호를 화상처리로 식별하고 제3차 메쉬를 64분할한 사방 125m의 구역마다 건물이 존재하는지의 여부를 1 또는 0의 수치정보로 나타낸 건물위치정보를 작성하고 이를 토대로 배선설비량을 산정한다

(6) 配線設置情報

지역 메쉬별 회선수가 주어졌다 하더라도 실제수요는 균일하지 않게 분포하고 있고, 해당 지역메쉬 내의 어느 구역에 수요가 존재하는지 명확하지 않으면 정확한 설비량은 산정할 수 없다.<sup>2)</sup>

따라서 일본 국토지리원이 발행한 25000분의 1지도를 토대로 지도상 건물을 나타내는 기호를 화상처리로 식별하고 제3차 메쉬를 64분할한 사방 125m의 구역마다 건물이 존재하는지의 여부를 1 또는 0의 수치정보로 나타낸 건물위치정보를 작성하고 이를 토대로 배선설비량을 산정한다.

V. 결 론

선진 각국은 통신접속원가를 산정하는 기본원칙으로서 LRIC를 도입하는 사례가 점차 증가하고 있다. 특히 공학적인 통신망을 재구축하고 이를 바탕으로 원가를 산정하는 Bottom up방식이 선호되고 있는 실정이다.

우리나라에서도 가입자선로 공동활용제도의 대가를 산정하기 위해서 Bottom up방식을 채택하도록 하여 이제 Bottom up방식의 LRIC모형의 개발에 착수한 상태로 여겨진다. 우리나라의 가입자망 재설계 모형에서도 외국의 경우와 마찬가지로 각 지형 및 지질조건을 반영한 재설계를 시행함으로써 현실성 있는 재설계가 이루어졌다 할 수 있다. 외국의 모형에서도 재설계를 위하여 상당부분 여러 가지 전제조건과 가정이 많이 사용되었는데, 이러한 부분의 현실반영이 중요하다 하겠다.

Bottom up형식의 LRIC모형은 통신망의 재설계를 통하여 원가를 산정하는 만큼 네트워크 요소의 충실한 반영과 타당성 있는 망설계의 가정과 전제가 모형의 신뢰성을 결정하는 중요 요소가 될 수 있기 때문에 향후 공학적 형태의 LRIC 모형의 개발시 이러한 사항을 유념해야 할 것이다.

2) 미국 HCPM모형의 경우, geocode라 불리는 건물위치정보를 이용하여 수요가 균일하게 분포되어 있지 않은 분포를 모형화 하고 있지만, 아직 일본에서는 이에 해당하는 공식적인 자료가 존재하지 않는다.

### 참고문헌

- [1] BellSouth, INDETEC International etc., Benchmark Cost Proxy Model Release 3.1, 1998. 4.
- [2] HAI Consulting, Inc., HAI Model Release 5.0a Model Description, 1998. 2
- [3] HAI Consulting, Inc., HAI Model Release 5.0a Automation Description and User Guide, 1998.
- [4] 郵政省 長期増分費用モデル研究會, 「長期増分費用モデル研究會報告書」, 1999. 9.
- [5] 郵政省 電氣通信審議會, 接續料算定に關する研究會報告書, 1999. 9.