

고관국의 위치와 가입구역결정에 관한 연구

83317

이 무 신 \*                    오                    양 연구\*\*  
한국전기통신연구소\* 책임연구원, \*\* 선임연구원

A Study On Determining Appropriate Locations  
and Boundaries for Exchanges

Mu Shin LEE and Hyun Koo KAHNG  
KOREA ELECTROTECHNOLOGY AND TELECOM. RESEARCH INSTITUTE(KETRI)

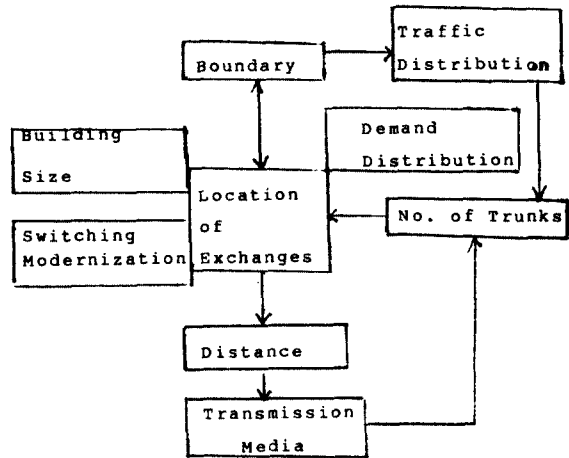
Abstract

It is the aim of the placement studies of telephone exchanges to provide facility plans which give the most economic investment time and size to satisfy the future telephone demand of the area.

Main subjects of the studies are usually the optimal number, locations, service areas, final capacity of the telephone exchanges.

This paper explains about the basic methodologies and algorithms expressed in PLAX, a software developed by KETRI to tackle the placement problem in urban areas.

관련 요인들이 연쇄반응적으로 일어나기 때문에, 한가지로 대표되는 model 의 개발은 거의 불가능하므로 컴퓨터를 이용한 반복법으로 처리한다.



1. 서론

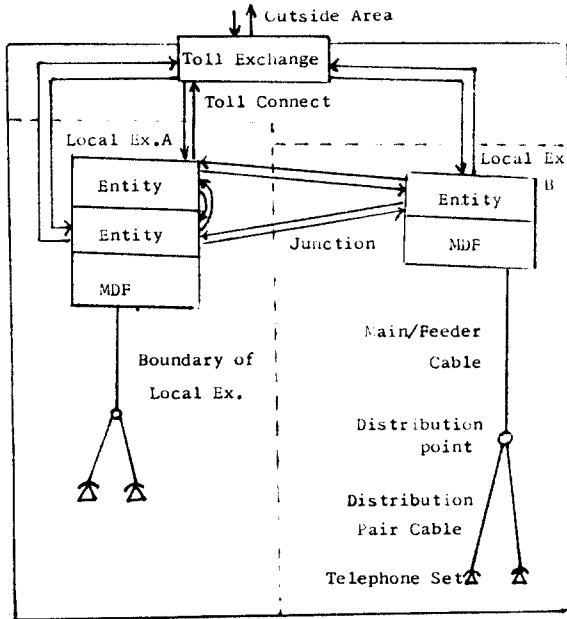
급증하는 통신수요를 충족시키기 위하여 무자되는 통신시설 비용은 막대하다. 더구나 통신수요는 한 시점에서 대량 발생하는 것이 아니고 시간이 지남에 따라 증가하기 때문에 단기 시설투자도 중장기에 변화가 예상되는 통신량을 고려해서 계획되어야 한다. 본 서에서는 시설투자계획중 고관국설치계획에 대한 분야를 중점적으로 소개 하고자 한다. 고관국 설치계획의 목적은 가입자에게 최대의 서비스를 제공 하면서 시설투자비를 최소로 하는 최적 고관국의 수, 위치, 가입구역, 종국용량, 국사규모 및 설치년도등을 결정하는데 있다. 그러나 최적 계획에서의 최적해를 구할때 부분적으로는 수학적 model 에 의해 가능 하지만, (그림 1)에서 보는 바와 같이 Exchange 변경시 상호

(그림 1) 고관국의 위치선정시 상호관련도  
Mutual relation according to change the location of Ex.  
특히 선진국에서 Location Planning 에 대한 Program Package 의 개발은 오래전부터 시작하였다. 당 연구소에서도 1978년도부터 이의 S/W 개발에 역점을 두어 PLAX(Computer Program for Placement of Exchanges in Urban Areas )라는 Package 를 개발 하였으며, 현재 Version II 까지 완성되었다. 이에 본 서에서는 그간 개발된 PLAX(1) 에 대한 입만론과 Computer 에 의해 처리되는 과정을 소개하고자 한다.

2. 통신망 모형설정

PLAX(1) 에서 취급 하는 통신망 모형은 (그림 2)와 같다. 즉 Local Exchange 와 Toll Exchange 로 고관망을 구성하고, Local Exchange는 Entity(Unit System) 별로 고백되며, Inter-Entity 와 Toll Exchange 간은

Full Mesh Network 으로 연결하고 Junction 및 Toll Connect 는 One-way Trunk 로 한다. 물론 한 Office 내에서는 몇개의 Multi-System 설치도 가능 하나, Tandem Exchange 는 고려하지 않았다.

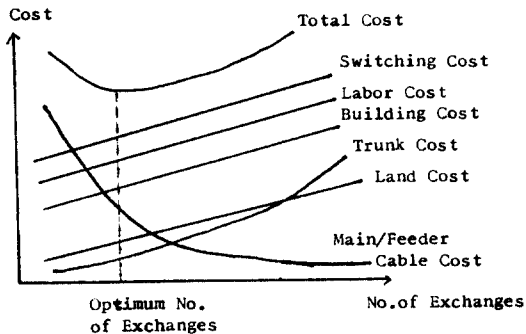


(그림 2) 통신망 모형

Network Considered by PLAX

3. 일반론

일반적으로 Exchange 수가 증가하게 되면 main/Feeder Cable (그림3 참조) 비용만이 감소하게 되고 Junction, Toll Connect, Building, Switch, Power Equipment, Land 및 Labor Cost 등은 증가하게 된다.



(그림 3) 비용분포곡선

Cost Curves depending on increasing in the No. of Exchange  
그러므로 Exchange 수의 변화에 대한 최적해는

Exchange 수를 하나씩 증가시키면서 최적상태가 되도록 가입구역과 위치를 추적하면서 총비용이 최소가 되는 통신망에서 결정된다. 그러나 Location 을 결정할때 Exchange 외 위치가 변한다 하더라도 Distribution Point 이하에 있는 Network 즉 Distribution Pair Cable의 거리는 변하지 않는다. 따라서 Distribution Pair Cable 비용은 최적해를 구하는데 전혀 영향을 주지 못하므로 계산하지 않는다. 한편 Exchange 수가 증가할때마다 산출되는 최적 비용은 (그림3)의식과 같이 Smooth Concave 곡선이 아닌 지그자그식 Concave 곡선을 그리게 된다.

4. Input Data

다음은 여러가지 Input Data 에 대한 계산방법과 내용에 대해서 소개한다.

(1) Demand Forecasting  
TEDAS Program 을 이용하여

$$-Y = \alpha + \sum_{i=1}^n \beta_i X_i$$

( $X_i$ : 경제지표, 인구수, 가구수, 시간변수 등)

$$-Y = \frac{K}{1 + \alpha e^{-\beta t}}$$

(K = Upper Limit, t = 시간변수)

동외 model 에 의해 수요 예측

(2) Demand Distribution Matrix

DIMS program 을 이용하여, 단위 Grid Cell(보통 250 x 250 (m<sup>2</sup>) 또는 500 x 500 (m<sup>2</sup>))에 대한 목표년도별 수요분포도 예측, 그 절차는 (그림 4)와 같다.

(3) Traffic Forecasting

TRAFU Program 을 이용하여

- K-Factor method :

$$T'_{ij} = K_{ij} (T'_i \cdot T'_j) / T'_i$$

- Unitary Traffic method:

$$T'_{ij} = T_{ij} \frac{T'_i \cdot T'_j}{T_i \cdot \sum_j ((T'_j / T_j) \cdot T_{ij})}$$

동외 method 에 의해 통화량을 예측

(4) Switching Modernization Plan

REPS Program 을 이용하여

- 기존 교환시설의 존속 여부  
(Present mode of operation)

- 감존(Capping)

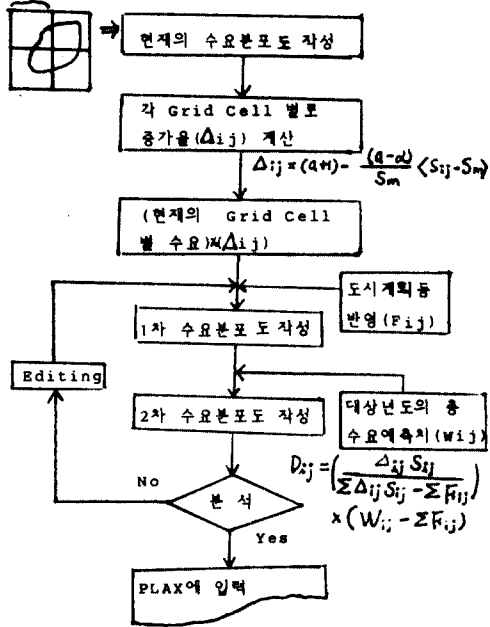
- 새로운 교환시설로 대체(Replacement)

등을 결정

(5) Transmission Media

ECOTS<sup>(60)</sup> Program 을 이용하여 Distance 와 Channels 수에 따른 경제적인 전송 media 결정(VF, PCM, Fiber Optics, ect)

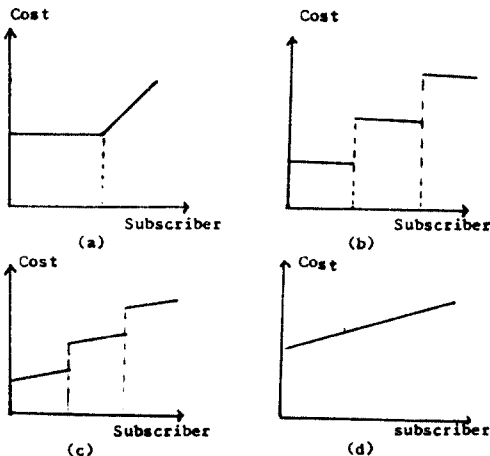
250 or 500(m)



(그림 4) DIMS의 처리 흐름도  
Flow chart of DIMS [9]

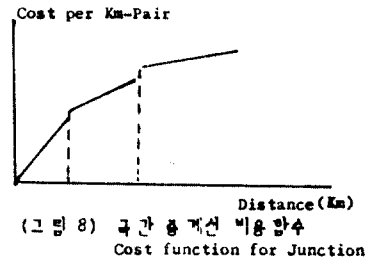
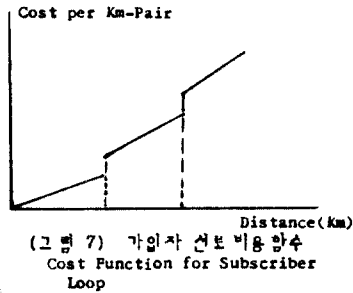
(6) Financial Data and Cost Function

- Financial Data
  - . Main/Feeder Cable cost
  - . Junction, Switching cost
  - . Building and Land cost
  - . Power Equipment and labor cost
- Cost Function



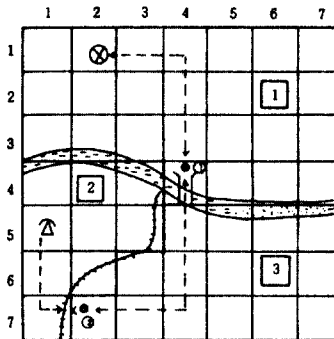
(그림 6) 급사, 태지, 교환, 전원장비및 인건비용에 대한 비용함수

cost functions for Building, Land, Switch, power equipment and Labor



(7) Technical Data and Constraints

- . Grid map
- . Initial and Reserved Exchange
- . Fixed and movable Exchange
- . Reserved and minimum Area
- . Minimum and Maximum Capacity
- . Traffic Land zone and Distance Matrix
- . Routing zone; obstacle zone and Transit node



(Obstacle Zone and Routing Zone Matrix)

- ⤴ : Subscriber
- ⊗ : Exchange
- : Routing Point
- : Routing Zone Number

(그림 9) 장애지역 및 루팅지역의 지형도

Obstacle Zone and Routing Zone Matrix

(2) PLAX 에서 계산하는 Entity 및 Inter-Entity Traffic 산출 공식

→ Entity 외 계산

SPC ESS 는 일반적으로 Computer Memory Size , Call Handling Capacity 및 Maximum Termination 수가 정해져 있으므로

이들 제약조건으로 부록 최대 수용 가입자수를 계산하여야 한다.

$$S1 \leq (BHCA) / (3600 \times (\text{Both-way traffic/Sub.}))$$

$$S2 \leq \text{Switching Capacity (Erl.)} / (\text{Both-way Traffic per Sub.})$$

$$S3 \leq \text{Maximum No. of Terminations}$$

$$\therefore \text{Capacity of Entity} = \text{Min}(S1, S2, S3)$$

- Inter-Entity Traffic의 계산

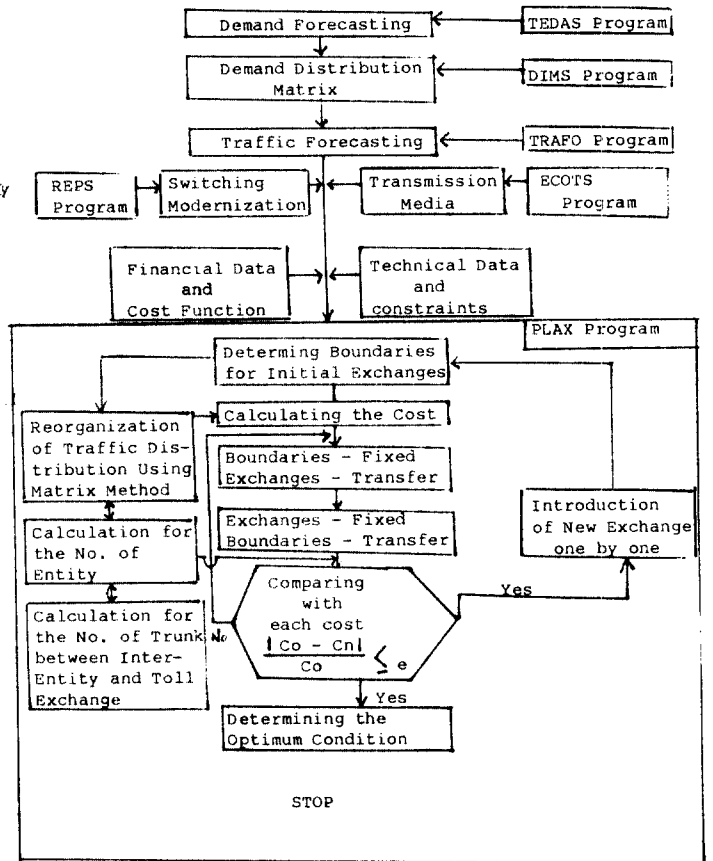
$$t_{ij} = T_{ij} \times \frac{S_i}{\sum S_i} \times \frac{S_j}{\sum S_j}$$

$t_{ij}$  : i-Entity에서 j-Entity로의 Originating Traffic

$$T_{ij}$$
 : i-office에서 j-office로의 Originating Traffic

$$S_i (S_j)$$
 : i(j)-Entity의 가입자

5. 입력절차 및 Computer 처리과정



(그림9) 교환국 설치계획에 대한 수행절차  
Flow chart for Location Planning.

6. Computer Output

다음은 임의의 Sample 자료를 입력하여 수행된 출력을 보인것이다.

(7) Network Cost

NUMBER OF EXCHANGES = 3						ITERATION = 1					
EXCHANGE	VERT(X)	HURI(Y)	CAPACITIES		SUBSCRIBER	NETWORK			COST		
			MAXI.	MINI.		BLD*LAND	POWER	STAF	SWITCHING	CABLE	TOTAL
SAMPLEX1	4	3	5000	500	1570	.75000E+05	.40000E+05	.10412E+06	.58562E+05	.62400E+06	.901677E+06
SAMPLEX2	5	7	5000	500	2715	.50000E+05	.19575E+05	.51715E+05	.79020E+05	.13980E+07	.159831E+07
SAMPLEX3	6	4	1900	0	300	.35000E+05	.30000E+05	.54000E+05	.17487E+05	.96009E+05	.232480E+06
*** T C T A L			11500	1000	4595	.16000E+06	.89575E+05	.20983E+06	.15506E+06	.21180E+07	.273247E+07
*** TOTAL TRUNK COST BETWEEN LOCAL EXCHANGES.						.688200E+06					
*** TOTAL TRUNK COST BETWEEN LOCAL EX. AND TOLL CENTER.						.500800E+06					
*** TOTAL SWITCHING CUST OF TOLL CENTER.						.539800E+05					
*** G R A H D T B T A L C O S T						.397545E+07					

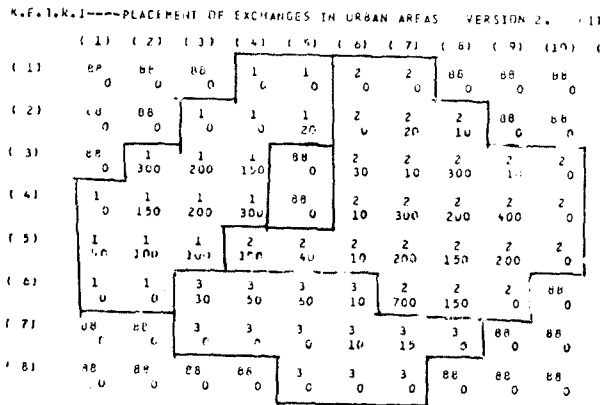
(1) Traffic Matrix

TRAFFIC MATRIX BETWEEN SYSTEMS. AREA NAME---SAM-CITY (1986)						
I	J	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
I	I	ISAMPLEX11	SAMPLEX12	SAMPLEX21	SAMPLEX31	TOLL.EX.
ISAMPLEX11I		6.24	14.42	20.05	2.08	14.60
ISAMPLEX12I		14.42	33.34	46.37	4.80	33.77
ISAMPLEX21I		32.19	74.44	98.70	10.67	63.55
ISAMPLEX31I		2.24	5.17	7.13	.74	5.08
ITOLL.EX. I		12.30	28.44	54.97	4.30	0.00

(3) Trunk matrix

TRUNK NUMBERS BETWEEN SYSTEMS. AREA NAME---SAM-CITY (1986)						
I	J	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
I	I	ISAMPLEX11	SAMPLEX12	SAMPLEX21	SAMPLEX31	TOLL.EX.
ISAMPLEX11I		13	27	36	7	27
ISAMPLEX12I		23	45	60	11	46
ISAMPLEX21I		54	121	160	21	103
ISAMPLEX31I		7	12	14	4	11
ITOLL.EX. I		21	40	69	10	0

(4) Location and Boundaries for Exchanges



7. 결 어

이상에서 설명한 바와 같이 당 연구소에서 약 5년전부터(1978년도) 개발해온 Computer Program PLAX의 내용을 간단히 소개하였다. ITLS(ADLN)<sup>(6)</sup> NTT(OEP) 및 AT&T(WCP) 에서 개발한 Program 과 견주어 볼때, approach하는 방법은 대동소이하나 Network 에서는 보충할 부분이 많다. 특히 Subscriber Network 에서의 RSU 와 Concentrator 방식 도입과 Junction Network에서의 Tandem Exchange를 이용한 Alternative Routing 도 고려되어야 할 것이다. 그러나 아무리 훌륭한 Computer Program 을 개발하였다 하더라도, 신뢰할 수 있는 결과는 역시 Input Data 의 정확도에 좌우됨을 명심하여야 할

것이다. 그것이 부정확하다면 Slag in Slag out 일 수

밖에 없을 것이다. 실제 모든 통신망을 Computer Input Format 에 맞게 작성하는 것은 상당히 어렵고, 현재의 통신망을 그대로 입력시킬 수가

없기 때문에, Computer Output에 대한 판단은 오직 Planner 자신만이 결정하여야 할 것이다. 한편 PLAX을 이용하기 위하여는 많은 입력자료를 작

성하는 일이지만은 그것 이외에 독립된 개별 Program 들을 이용하는 경우가 많으므로, 이에 대한 종합 작업이 이루어져야 할 것이다. 그리고 Location 자처에 대한 Algorithm 의 보완은 물론, 향후 고압 및 전송 기술이 급속도로 변화하고 있으므로 이에 대비한 수정 및 보충 작업이 계속되어야 할 것이다.

\* 참고 문헌

(1) 강현구, 라기영 PLAX(Computer Program for Placement of Exchanges in Urban Areas) User's manual, Version 11, KETRI, 1982. 12

(2) Y. Rapp, Planning of Exchanges Location and boundary in Multi Exchange Network, Ericsson

Techniques, Vol. 18, No.2, 1962

(3) Y. Rapp, Some Economic Aspects on the Long-term planning of Telephone Networks, Ericsson Review, Vol. 45, No.2, 1968

(4) M. Anderberg, T.Fried and A.Rudberg, Optimization of Exchange Locations and Boundaries in Local Telephone Network, ITC, 1971

(5) M. ENRIQUEZ DE SALAMANCA and J. ZULUETA, Computer Aids to Networks planning; Placement of Telephone Exchange in Urban Areas, Electrical Communication, Vol 46, No.3, 1971

(6) ITLS, Computer Program for Analog-Digital Local Network-User's manual, 1981

(7) NTT, NETWORK PLANNING-TELEPHONE EXCHANGE ESTABLISHMENT PROGRAM, 1976

(8) 김성주, TARC(Computer Program for Traffic Distribution Matrices Forecasting) User's manual, KETRI, 1979

(9) DMS(Subscriber's Distribution Method-Software) KETRI, 1981

(10) ECOTS(Computer Program for Economic Comparison of Transmission System), KETRI, 1980

(11) TELDAS(Computer Program for Telecom, Demand Analysis System), KETRI, 1983

(12) REPS(Switching Replacement Schedule), KETRI, 1983