

## 광대역 융합 가입자 망 설계를 위한 타부서치 알고리즘 개발

### A Tabu Search Heuristic Algorithm for Hierarchical Location Allocation Problem

박기경 \*, 이영호 \*, 김영옥 \*,

\*고려대학교 정보경영공학과 ([yhlee@korea.ac.kr](mailto:yhlee@korea.ac.kr))

#### Abstract

In this paper, we deal with a hierarchical location-allocation problem in designing the broadband convergence networks (BcN). The objective is to minimize the total cost of switch and cable while satisfying the quality of service (QoS). We formulate the problem as an integer programming model and develop the Tabu Search (TS) heuristic algorithm to find a good feasible solution within a reasonable time limit. Initial solution is obtained by using the tree structure. Three neighborhood generation mechanisms are used by local search heuristic: *insertion*, *switch up*, and *switch down*. In order to demonstrate the effectiveness of the proposed algorithm, we generate lower bounds from nonlinear QoS relaxation problem. We present promising computational results of the proposed solution procedures.

#### 1. 서론

이 논문은 광대역 융합 가입자 망 최적 설계를 위한 타부서치 휴리스틱 알고리즘을 제시한다. 광대역 융합 망은 방송, 통신, 그리고 인터넷이 통합된 서비스를 제공한다. 그러나 광대역 융합 가입자 망은 유지 보수비용이 낮고 구축비용이 높다. 따라서 초기 투자비용을 줄이기 위해 QoS를 만족하면서 총 비용을 줄이는 망 설계 연구가 필요하다.

Lee *et al.* (2008)은 IntServ를 이용한 트래픽 모형을 이용한다. QoS를 고려하기 위해 트래픽을 분류하고, 트래픽 종류에 따라 서비스를 5가지 클래스로 분류하였다. 또한 스위치 이동과 케이블 연결 관계 이동을 이용한 타부서치 알고리즘을 개발하였다. 그러나 30개 이하의 노드에 대해서만 타부서치 알고리즘을 적용하여 알고리즘의 효율성을 입증하지 못하였다. Dilek T., and Laura I.

B 는 Location-Routing 문제를 해결하기 위해 Two-Phase 타부서치 알고리즘을 제안하였다. 하지만 수요제약을 고려하지 못한 한계가 있다.

이 논문은 다음과 같이 구성된다. 제 2장에서 광대역 융합 가입자 망 설계 최적화 모형을 설명하고, 최적화 모형을 제시한다. 제 3장에서 타부서치 알고리즘을 제시하고, 제 4장에서 타부서치를 이용하여 구한 결과를 도출한다. 제 5장에는 결론과 향후 연구 과제를 기술한다.

#### 2. 광대역 융합 가입자 망 설계 최적화 모형

광대역 융합 가입자 망 설계문제는 QoS 제약조건을 고려한 계층적 위치선정 및 할당 문제 (Hierarchical Location-Allocation Problem, HLA) 이다. 이 논문에서 광대역 융합 가입자 망 설계를 위하여 최적화 모형을 개발한다.

##### 2.1 광대역 융합 가입자 망 모형 설명

<그림1>은 광대역 융합 망 설계 모형 예시를 나타낸다. 물리망 설계를 위해 실제 관로 구조인 트리 구조에서 스위치 위치 및 대수를 결정하고, 트래픽을 할당하는 문제이다. 광대역 융합 망 기술 구조는 Residential Gateway (RG), Secondary L2 Switch (S-L2), Primary L2 Switch (P-L2), 그리고 Access Edge Service Node (A-ESN) 로 이루어져 있다. RG는 가정 내 트래픽을 집선하여 S-L2 스위치로 전송하고, S-L2 스위치는 P-L2 스위치에, P-L2 스위치는 A-ESN 으로 집선된다. 이 연구는 가입자에게 발생한 트래픽을 집선하여 전화국까지 연결하기 위해 스위치 설치 비용과 케이블 비용을 최소로 하는 문제이다.

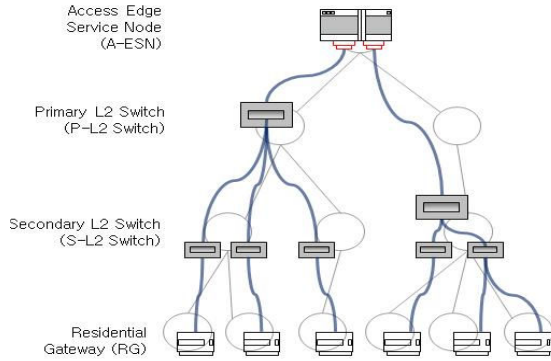


그림 1. 광대역 융합 망 설계 모형

한 노드에 여러 대의 스위치가 설치될 경우, 여러 스위치를 한 개인 것처럼 연결하는 스위치 스택킹 (Switch Stacking) 기술을 적용한다. 스위치 스택킹은 한 스위치에 집선된 트래픽이 과부하 될 경우 초과 트래픽을 다른 스위치로 보내는 기술이다. 이 논문은 기술적 구조를 모델링하여 실제 망 설계에 적용하였다.

**2.2.1. 집합**

$N$ : 가입자 망 선로구조 노드 집합,  
 $M$ : 가입자 노드 집합,  
 $P_j$ : A-ESN이 설치되는 노드와 노드  $j$  사이의 경로 (Path) 에 존재하는 노드 집합

**2.2.2. 모수**

$cs_{ij}$ : 가입자 노드  $i \in M$  에서 노드  $j$  에 설치한 S-L2 스위치 사이 케이블 비용,  
 $cp_{jk}$ : 노드  $j$  에 설치된 S-L2 스위치와 노드  $k$  에 설치된 P-L2 스위치 사이 케이블 비용,  
 $ca_k$ : 노드  $k$  에 설치된 P-L2 스위치와 A-ESN 사이 케이블 비용,  
 $fs_j$ : 노드  $j$  에서 S-L2 스위치 한 대 설치비용,  
 $fp_k$ : 노드  $k$  에서 P-L2 스위치 한 대 설치비용,  
 $fa$ : A-ESN 한 대 서치 비용,  
 $\alpha, \beta, \gamma$ : S-L2, P-L2 스위치, 그리고 A-ESN 포트수,  
 $d_i$ : 가입자 노드  $i \in M$  에 연결한 가입자 수,  
 $\epsilon_s$ : Stream 서비스  $s$  의 블로킹 확률 상한 ( $0 < \epsilon_s < 1$ ),  
 $\delta_s$ : Elastic 서비스  $s$  의 전송지연율 상한 ( $\delta_s > 1$ ),  
 $A_s$ : 서비스  $s$  트래픽 강도,  
 $r_s$ : 서비스  $s$  전송속도 (Access Bit Rate, Mbps),  
 $CS, CP, CA$ : S-L2, P-L2, 그리고 A-ESN 용량

**2.2.3. 결정변수**

$x_{ijk}$ : 가입자 노드  $i \in M$  가  $j \in P_i$  에 설치된 S-L2 스위치,  $k \in P_j$  에 설치된 P-L2 스위치와 연결되면 1, 아니면 0,  
 $zs_{jk}$ : 노드  $k$  에 설치된 P-L2 스위치와 연결된  $j$  노드에 설치된 S-L2 스위치 대수,  
 $y_{jk}$ : 노드  $k$  에 설치된 P-L2 스위치와 연결된  $j$  노드에 설치되면 1, 아니면 0,  
 $zp_k$ : 노드  $k$  에 설치된 P-L2 스위치 대수,  
 $SL2TI_{js}$ : 노드  $j$  에 설치된 S-L2 스위치에서 서비스  $s$  의 트래픽 강도,  
 $PL2TI_{ks}$ : 노드  $k$  에 설치된 P-L2 스위치에서 서비스  $s$  의 트래픽 강도,  
 $AESNTI_s$ : A-ESN에서 서비스  $s$  의 트래픽 강도,  
 $BS_{js}$ : 노드  $j$  에 설치된 S-L2 스위치에서 서비스  $s$  의 블로킹확률,  
 $BP_{ks}$ : 노드  $k$  에 설치된 P-L2 스위치에서 서비스  $s$  의 블로킹확률,  
 $BA_s$ : A-ESN에서 서비스  $s$  의 블로킹확률,  
 $DS_{js}$ : 노드  $j$  에 설치된 S-L2 스위치에서 서비스  $s$  의 전송지연율,  
 $DP_{ks}$ : 노드  $k$  에 설치된 P-L2 스위치에서 서비스  $s$  의 전송지연율,  
 $DA_s$ : A-ESN에서 서비스  $s$  의 전송지연율,  
 $us_s, up_s, ua_s$ : S-L2, P-L2 스위치, 그리고 A-ESN 에서 서비스  $s$  에 할당한 대역폭 비율.

**2.2.4. 최적화 모형**

$$\begin{aligned} \text{Minimize} \quad & \sum_{i \in M} \sum_{j \in P_i} \sum_{k \in P_j} d_i cs_{ij} x_{ijk} + \sum_{j \in N} \sum_{k \in P_j} (fs_j + cs_{jk}) zs_{jk} \\ & + \sum_{k \in N} (fp_k + cp_k) zp_k + fa za \end{aligned} \quad (1)$$

Subject to

$$\sum_{i \in M} \sum_{j \in P_i} \sum_{k \in P_j} x_{ijk} = 1, \quad \forall i \in M, \quad (2)$$

$$\sum_{i \in M} \sum_{k \in P_j} d_i x_{ijk} \leq \alpha \sum_{k \in P_j} zs_{jk}, \quad \forall j \in N, k \in P_j \quad (3)$$

$$\sum_{j \in P_j} zs_{jk} \leq \beta zp_k, \quad \forall k \in N, \quad (4)$$

$$\sum_{k \in N} zp_k \leq \gamma za, \quad (5)$$

$$\sum_{j \in P_j} y_{jk} \leq 1, \quad \forall j \in N, \quad (6)$$

$$zs_{jk} \leq ns_j y_{jk}, \quad \forall j \in N, k \in P_j \quad (7)$$

$$SL2TI_{js} = \sum_{i \in P_j} \sum_{k \in P_j} d_i x_{ijk} A_s, \quad \forall j \in N, s \in Elastic, \quad (8)$$

$$PL2TI_{ks} = \sum_{i \in P_j} \sum_{j \in P_j} d_i x_{ijk} A_s, \quad \forall k \in N, s \in Elastic, \quad (9)$$

$$AESNTI_{js} = \sum_{i \in M} \sum_{j \in P_j} \sum_{k \in P_j} d_i x_{ijk} A_s, \quad \forall j \in N, s \in Elastic, \quad (10)$$

$$DS_{js} = 1 + \frac{E_c(SL2TI_{js}, \lfloor \sum_{k \in P_j} CS \cdot us_s \cdot zs_{jk}/r_s \rfloor)}{\sum_{k \in P_j} CS \cdot us_s \cdot zs_{jk}/r_s - SL2TI_{js}}, \quad \forall j \in N, s \in Elastic, \quad (11)$$

$$DP_{ks} = 1 + \frac{E_c(PL2TI_{ks}, \lfloor CP \cdot us_s \cdot zp_k/r_s \rfloor)}{CP \cdot us_s \cdot zp_k/r_s - PL2TI_{ks}}, \quad \forall k \in N, s \in Elastic, \quad (12)$$

$$DA_s = 1 + \frac{E_c(AESNTI_{js}, \lfloor CA \cdot us_s \cdot za/r_s \rfloor)}{CA \cdot us_s \cdot za/r_s - AESNTI_{js}}, \quad \forall s \in Elastic, \quad (13)$$

$$\max(DS_{js}, DP_{ks}, DA_s) \leq \epsilon_s, \quad \forall j \in N, k \in P_j, s \in Elastic, \quad (14)$$

$$SL2TI_{js} = \sum_{i \in P_j} \sum_{k \in P_j} d_i x_{ijk} A_s, \quad \forall j \in N, s \in Stream, \quad (15)$$

$$BS_{js} = E_B(SL2TI_{js}, \lfloor \sum_{k \in P_j} CS \cdot us_s \cdot zs_{jk}/r_s \rfloor), \quad \forall j \in N, s \in Elastic, \quad (16)$$

$$PL2TI_{ks} = \sum_{i \in P_j} \sum_{j \in P_j} d_i x_{ijk} (1 - BS_{js}) A_s, \quad \forall k \in N, s \in Elastic, \quad (17)$$

$$BP_{ks} = E_B(PL2TI_{ks}, \lfloor CP \cdot us_s \cdot zp_k/r_s \rfloor), \quad \forall k \in N, s \in Elastic, \quad (18)$$

$$AESNTI_{js} = \sum_{i \in M} \sum_{j \in P_j} \sum_{k \in P_j} d_i x_{ijk} (1 - BS_{js})(1 - BP_{ks}) A_s, \quad \forall j \in N, s \in Elastic, \quad (19)$$

$$BA_s = E_B(AESNTI_{js}, \lfloor CA \cdot us_s \cdot za/r_s \rfloor), \quad \forall s \in Elastic, \quad (20)$$

$$1 - (1 - BS_{js})(1 - BP_{ks})(1 - BA_s) \leq \epsilon_s, \quad \forall j \in N, k \in P_j, s \in Stream, \quad (21)$$

광대역 융합 가입자 망 최적화 모형에서 목적식 (1)은 스위치 비용과 케이블 비용의 최소이다. 식 (2)부터 식 (7)까지는 스위치 설치 및 연결 제약식이다. 식 (2)는 가입자 수요 노드의 가입자 미분할 연결 제약식이다. 식 (3)부터 식 (5)는 각 스위치의 포트 수 제약을 나타낸다. 식 (6)과 식 (7)은 S-L2 스위치의 미분할 연결 제약식이다. 광대역 융합 가입자 망은 트리구조에서 스위치 위치를 선정하고 가입자를

할당하기 때문에 집합  $P_j$  를 사용하여 결정변수의 개수를 줄일 수 있다.

다음 식 (8)부터 식 (21)은 트래픽 클래스 별 QoS 제약식이다. 식 (8)부터 식 (14)는 Elastic 트래픽 QoS 제약식을 나타낸다. 식 (8)부터 식 (10)은 트래픽 강도를 계산하는 제약식이고, 식 (11)부터 식 (13)은 Erlang C 공식을 이용하여 전송지연율을 계산하는 제약식이다. 식 (14)는 스위치 연결 구조에서 최대 전송지연율을 이용한 종단간 QoS 제약식으로 나타낸다. 식 (15)부터 식 (21)은 Stream 트래픽 QoS 제약식을 나타낸다. 식 (15)는 S-L2 스위치 트래픽 강도를 나타내고, 식 (16)은 Erlang B 공식을 이용한 블로킹 확률을 나타낸다. 식 (17)과 식 (18)은 P-L2 스위치, 식 (19)와 식 (20)은 A-ESN의 블로킹 확률을 나타낸다. 식 (21)은 블로킹 확률을 이용한 Stream 트래픽의 종단간 QoS 제약식을 나타낸다.

### 3. 타부서치 휴리스틱 알고리즘

이 논문에서 사용한 타부서치 알고리즘은 초기해 과정, 단기 메모리 과정, 그리고 장기 메모리 과정의 세 가지 세부 절차로 이루어진다.

#### 3.1. 초기해 과정

초기해는 트리 구조의 특성을 이용하여 스위치를 설치한다. 가입자 노드를 선택하여 차수 (Degree)가 3이상인 노드 중 가장 가까운 노드에 연결한다. 차수가 3이상인 노드를 선정하는 이유는 차수가 1인 앞노드에 스위치를 설치할 경우, 다른 가입자 노드가 연결될 수 없기 때문에, 스위치 대수를 줄일 수 없고, 차수가 2인 노드는 경로 노드이므로 스위치를 설치할 경우 비용측면에서 이익이 없기 때문이다. 모든 가입자 노드에 대해 연결을 마친 후, 가입자 노드가 연결된 노드에 가입자 수를 계산하여 S-L2 스위치 대수를 계산한다. 그리고 S-L2 스위치가 설치된 곳을 앞노드로 간주하여 차수를 다시 계산하고, 차수가 3 이상인 노드에 S-L2 스위치를 할당한다. S-L2 스위치가 할당된 노드에서 스위치 대수와 연결된 스위치에 연결된 가입자 수를 고려하여 P-L2 스위치 대수를 계산한다. 또한 P-L2 스위치 대수를 고려하여 AESN 스위치 대수를 계산한다. 위 초기해는 하위 노드부터 스위치 대수를 계산하면서 연결하기 때문에 대부분 QoS를 만족하는 초기해를 선정할 수 있다.

#### 3.2. 단기 메모리 과정

단기 메모리 과정은 이동을 정의하고, 이를 바탕으로 이웃해를 탐색하여 새로운 해를 찾는 단계이다. 이 논문은 스위치 이동과 삽입을 이웃해로 정의한다. 또한 평가함수 값 (Evaluation Function Value, EV) 이 최소인 해를 이웃해로 선정하고, 타부는 스위치 위치와 대수로 정의한다.

3.2.1. 이동과 이웃해

이동은 스위치 이동과 삽입을 이웃해로 선정한다. 스위치 이동은 S-L2 또는 PL2 스위치 이동, 가입자 노드 할당, S-L2 스위치 대수 재계산, SL2 스위치 할당, P-L2 스위치 대수 재계산, 그리고 AESN 대수 재계산으로 나뉜다. S-L2 또는 P-L2 스위치가 설치된 노드의 스위치를 경로상의

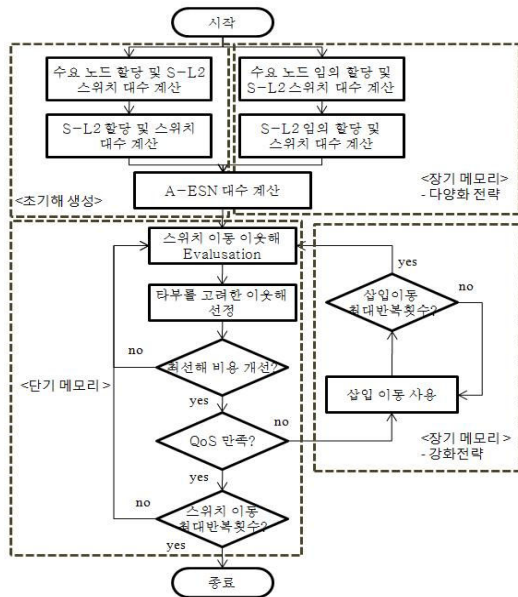


그림 2. 타부서치 알고리즘 순서도  
 다른 노드로 옮긴다. 현재 경로상에 스위치 위치와 대수를 고정된 후 가입자 수가 큰 가입자 노드부터 가장 가까운 S-L2 스위치에 할당한다. 연결되지 않은 스위치가 생길 경우, 스위치를 제거한다. 마찬가지로 방법으로 S-L2 스위치를 P-L2 스위치에 할당하고, P-L2 스위치를 다시 계산한다. 마지막으로 A-ESN 대수를 재계산하여 이웃해를 선정한다. 삽입 이동은 QoS를 만족하지 않는 해가 이웃해로 선정될 경우 사용한다. 가입자 노드의 연결을 변경하여 주변 해를 탐색한다.

3.2.2. 이웃해 평가 (Evaluation)

이웃해 평가는 생성된 총 비용을 기준으로

비교 평가한다. 스위치 이동은 스위치를 옮긴 후 연결을 재할당하기 때문에 케이블 비용과 스위치 비용이 모두 변한다. 따라서 총 비용을 이용하여 이웃해를 평가한다.

3.2.3. 타부 선정 및 타부크기

타부서치에서 이동 속성 중 스위치 종류, 스위치 위치, 그리고 스위치 대수를 타부로 정의한다. 기존 연구와 실험 결과를 바탕으로 타부리스트 크기 (Tabu Tenure)는  $|M|/2$ 로 지정한다.

3.3 장기 메모리 과정

장기메모리과정은 기존에 탐색한 해 영역을 집중적으로 탐색하는 강화전략 (Intersification)과 탐색하지 않은 해 영역을 탐색하는 다양화전략 (Diversification) 으로 나뉜다. 강화전략은 단기 메모리 과정에서 얻은 해 중에서 비용은 비용 효율적이지만 QoS를 만족하지 않는 해를 탐색한 경우, QoS를 만족하는 해를 찾기 위한 전략이다. QoS를 만족하지 않을 경우 가입자 노드 삽입 전략을 사용하여, QoS를 만족하는 해를 찾는다. 다양화전략은 기존에 탐색하지 않은 영역을 탐색하기 위해 초기해과정에서 가입자 노드가 연결되는 노드를 임의 (Random)로 선정한다. 다양한 초기해를 바탕으로 기존에 탐색하지 않은 영역을 탐색할 수 있다.

3.4. 종료조건

타부서치 알고리즘은 횟수 제약을 만족하는 경우 종료한다. 단기메모리 과정에서 종료조건 횟수는 100번이고, 장기메모리 과정에서 강화 전략은 10번으로 한다.

4. 타부서치 결과

4.1. 실험 데이터

개발한 휴리스틱 알고리즘 성능을 실험하기 위하여 사용한 스위치 장비 및 케이블 비용 파라미터는 표1이고, 트래픽 파라미터는 표2 이다. 가입자 망 선로 구조는 임의트리 생성기법을 사용하였다.

	S-L2 스위치	P-L2 스위치	A-ESN
스위치용량(Mbps)	80	280	500
스위치비용(백만원)	100	300	500
케이블비용(백만원/Meter)	0.1	0.5	1.0

표 1. 스위치 장비 및 케이블 비용

서비스 클래스		ABR (Mbytes/Sec)	BHCA (호출/sec)	<sup>1)</sup> PS or CD (Mbytes or Sec)	QoS Limit
Stream 트래픽	Speech	0.064	0.000556	360	0.01
	High Interactive Multimedia	6	0.000278	360	0.01
	Multimedia	10	0.000014	5400	0.02
Elastic 트래픽	Messaging	0.01	1	0.01	1.01
	Switched data	1	0.1	1	1.1

표 2. 트래픽 파라미터

타부서치 알고리즘은 C로 구현되었으며, 결과는 Pentium IV CPU 3.00GHz, 512 Mbyte RAM PC를 이용하였다. 그리고 비교 대안으로 제시한 하한은 CPLEX11.0을 이용하여 해를 구한다.

4.2 실험 결과 및 분석

가입자 망 선로구조에서 스위치마다 포트 수는 다르다. 각 스위치 포트 수는 스위치 사이 연결 관계를 변화시켜 총 비용과 종단간 QoS에 영향이 크다. 따라서 이 논문은 각 스위치 포트 수를 변화시키면 총 비용과 종단간 QoS를 비교한다.

타부서치 알고리즘 결과와 비교할 대안은 Kim(2008) 이 개발한 최적해 알고리즘이다. 최적해 알고리즘은 비선형 QoS식을 선형완화하여 해를 도출한다. 도출한 해가 QoS를 만족하지 않을 경우 이점적 제약기법 (Disjunctive constraints)를 이용하여 최적해를 도출한다.

Problem	# of Node	Z_EA	Z_TS	Gap	T_EA	T_TS
N50_R1	50	9421.6	9615.0	2.1%	75.5	1.0
N50_R2	50	10057.8	10064.2	0.1%	16.0	0.7
N50_R3	50	8828.2	8843.3	0.2%	18.1	0.8
N50_R4	50	9010.5	9034.8	0.3%	432.0	1.0
N60_R1	60	13084.5	13341.4	2.0%	11.9	1.1
N60_R2	60	13174.1	13244.6	0.5%	4.2	1.2
N60_R3	60	8666.9	8786.8	1.4%	3600+	1.4
N60_R4	60	13837.7	14251.5	3.0%	388.2	2.3
N70_R1	70	15565.2	15565.2	0.0%	11.2	1.7
N70_R2	70	15272.4	15587.6	2.1%	0.3	1.8
N70_R3	70	9526.8	9526.8	0.0%	2.7	1.2
N70_R4	70	7181.3	7209.1	0.4%	337.4	2.7

표 3.  $\alpha = 16, \beta = 4, \gamma = 2$

Problem	# of Node	Z_EA	Z_TS	Gap	T_EA	T_TS
N50_R1	50	7297.8	7352.3	0.7%	25.8	1.0
N50_R2	50	7893.3	7916.3	0.3%	4.2	0.8
N50_R3	50	6534.4	6662.7	2.0%	21.5	0.8
N50_R4	50	6739.2	7106.3	5.4%	490.8	1.3
N60_R1	60	9894.8	10069.5	1.8%	43.5	1.1
N60_R2	60	10246.6	10513.6	2.6%	3.0	1.5
N60_R3	60	6352.8	6629.8	4.4%	328.4	1.2
N60_R4	60	10443.6	10729.0	2.7%	114.2	4.4
N70_R1	70	12603.2	12603.2	0.0%	2.8	4.3
N70_R2	70	11958.9	12587.5	5.3%	0.3	3.1
N70_R3	70	7017.5	7017.5	0.0%	5.6	2.9
N70_R4	70	5726.2	5820.6	1.6%	509.8	2.2

표 4.  $\alpha = 16, \beta = 8, \gamma = 4$

Problem	# of Node	Z_EA	Z_TS	Gap	T_EA	T_TS
N50_R1	50	6233.8	6856.5	10.0%	140.3	1.7
N50_R2	50	6792.1	6926.7	2.0%	1.9	1.8
N50_R3	50	5285.0	5364.1	1.5%	1.6	2.0
N50_R4	50	5703.2	5960.6	4.5%	3600+	1.5
N60_R1	60	8547.1	8745.8	2.3%	483.3	1.3
N60_R2	60	9039.4	9274.4	2.6%	28.6	1.5
N60_R3	60	5320.6	5761.2	8.3%	673.8	2.1
N60_R4	60	8843.5	8916.4	0.8%	2975.2	3.8
N70_R1	70	11048.1	11296.6	2.2%	183.1	2.0
N70_R2	70	10163.1	10245.3	0.8%	5.0	1.2
N70_R3	70	6115.5	6115.5	0.0%	21.6	2.9
N70_R4	70	5047.6	5176.1	2.5%	44.7	1.2

표 6.  $\alpha = 24, \beta = 8, \gamma = 4$

Z\_EA와 T\_EA는 Kim(2008)이 선형 완화하여 도출한 해와 소요된 시간이고, Z\_TS와 T\_TS는 휴리스틱 알고리즘으로 얻은 해와 소요된 시간이다. 포트수가 증가할수록 스위치에 연결될 수 있는 가입자 수가 증가하기 때문에 비용을 감소시킬 수 있다. 이 논문은 대부분의 테스트 문제에서 의미있는 시간과 해를 타부서치 알고리즘을 이용하여 도출하였다.

5. 결론

이 논문은 광대역 융합 가입자 망 설계를 위한 최적화 모형을 개발하고, 설계 문제를 해결할 수 있는 타부서치 알고리즘을 제시하였다. 기존 연구와 달리 대형 문제를 풀 수 있는 알고리즘을 개발하였고, 이를 바탕으로 광대역 융합 망 설계 문제를 풀 수 있다. 추후 연구과제로 QoS를 측정하는 확률 모형을 변형하여 스위치 트래픽 처리 방식과 동일한 모형을 개발할 수 있다.

참고문헌

이영호, 윤현정, 이순석, 박노익 (2008). BcN 서비스 가입자 망 설계를 위한 타부서치 휴리스틱 알고리즘 개발, 대한산업공학회지, Vol 34, No. 2, pp 205-215

Youngwook Kim, Youngho Lee, Gigyoung Park (2008). A Branch-and-cut Procedure for Solving a Large-Scale Next Generation Access Network Design Problem, 2008 INFORMS Annual Meeting

Dilek T., and Laura I. B., (1998), A two-phase tabu search approach to the location routing problem, European Journal of Operational Research, 116, 87-99