

공통선 신호망의 토폴로지 설계 알고리즘에 관한 연구

(A Study on the Topology Design Algorithm for Common Channel Signalling Network)

李 竣 豪*, 金 重 圭*, 李 相 培*, 朴 政 用*

(Jun Ho Lee, Jung Gyu Kim, Sang Bae Lee, and Mignon Park)

要 約

본 논문에서는 공통선 신호망의 구조를 연구하고 이를 기초로 단일쌍 구조와 다중쌍 구조에 대한 공통선 신호망 설계 알고리즘을 제안하였다.

공통선 신호망의 경우 엄격한 신뢰성과 빠른 전달 속도가 우선적으로 요구되는 사항이다. 이를 바탕으로 본 논문에서는 기존의 경제성 위주의 알고리즘과는 다르게 단일 경유 트래픽, 2개의 신호전달 점 고장시 고립되는 신호점의 최대수로 정의되는 신뢰도, 전체 비용이라는 세 파라미터를 선정하고 신뢰도와 전체 비용을 제한 조건으로 두고 단일 경유 트래픽을 최대로 하는 알고리즘을 단일쌍 구조와 다중쌍 구조에 대해 제안하였다.

제안된 알고리즘들과 경제성 위주의 알고리즘들을 신뢰도 값을 변화시키면서 동일 랜덤 데이터로 수행시켜 본 결과 경제성 위주의 알고리즘과 비교하여 단일 경유 트래픽을 증가 시키면서도 경제성을 잃지 않음을 확인하였다. 또한, 단일쌍 구조와 다중쌍 구조를 제안된 알고리즘 수행 결과로 비교한 결과 같은 전체 비용을 갖더라도 다중쌍 구조가 단일쌍 구조에 비해 높은 단일 경유 트래픽과 신뢰성을 갖는다는 것을 알 수 있었다.

Abstract

In this paper, design algorithms for SMP(Single Mated Pair) and MMP (Multiple Mated Pair) structure of CCS (Common Channel Signaling) network are proposed through the study of the structure of CCS network.

High reliability and fast message transfer time are the most important requirements for the CCS network. Based on it, three parameters such as monotraffic, reliability (maximum isolated SP (Signalling Point) number when any two STP(Signalling Transfer Points) fail) and total network cost are defined. And the proposed algorithms different from preexisted algorithm that minimizes total network cost, maximize monotraffic with two constraints, reliability and total network cost.

Comparing the experimental results of the proposed algorithms with those of the preexisted algorithm that minimizes total network cost, shows that the proposed algorithms produce a more reliable topology that has more monotraffic and a little higher total network cost. Additionally, with the results of the proposed algorithms, SMP and MMP structures are compared.

*正會員, 延世大學校 電子工學科
(Dept. of Elec. Eng., Yonsei Univ.)

接受日字: 1990年 8月 13日

2000년대에 전국적인 종합정보 통신망(ISDN)을 실현하기 위해 종합 정보 통신망 발전 기본 계획을 확정하여 통신망의 디지털화, 동기망의 구축, 공통선 신호 방식(No.7 신호 방식)의 도입, ISDN의 기본 기능(2B+D)부여, 전국적인 ISDN 실현등의 제반사항들을 단계별로 추진할 계획으로 있다.^{11,12,13)}

그런데 이들 ISDN을 이용하는 이용자들의 통신회선을 제어하거나 통신망을 관리하는등 ISDN의 신경계 역할을 담당하는 것이 공통선 신호망이다. 따라서 ISDN의 실현을 위해서는 공통선 신호망의 구축이 실현되어야 하며, 이를 위해 공통선 신호망의 특성을 고찰하고 효율적이고 경제적인 신호망 설계 방법에 관한 연구가 선행되어야 한다.⁶⁾

신호망 설계 알고리즘에 관한 연구는 아직까지 그리 활발한 편은 아니다. 주로 공통선 신호 방식이나 신호망 특성에 관한 연구가 많이 발표되고 있을뿐이다.^{23,6)} 현재 알려진 설계 알고리즘은 단일쌍 구조에 대한 경제성 위주의 알고리즘과 다중쌍 구조에 대한 단일 경유 트래픽 증가 알고리즘 등이다.^{4,5)}

II. 공통선 신호망의 기본 사항

1. 구성 요소

공통선 신호망은 전송 링크로 상호 접속되어 있는 다수의 교환 노드 및 처리 노드 사이에 No.7 신호방식이 사용되는 신호망이다. 따라서 No.7 신호 방식이 사용되기 위해서는 각각의 교환 노드들이 CCITT에서 권고하고 있는 No.7 신호방식을 채택하고 있어야 한다. 이와 같이 함으로써 공통선 신호망은 No.7 신호방식에 따라 교환기간의 회선을 제어하는 신호기능 역할을 할 뿐만 아니라 특수 응용을 위하여 망 특수 설비(데이터 베이스, OAM 센터 등)를 응용함으로써 통신망내의 특수 데이터망 또는 보조 서비스 망적인 성격을 갖게 된다. 따라서 공통선 신호망은 통신망의 중추 신경이라 할 수 있으며 다양한 부가 서비스의 제공을 가능케 해준다.

공통선 신호망의 구성 요소는 다음과 같다.

1) 신호점(signalling point:SP)

신호정보가 만들어지거나 이들을 사용하는 노드를 말한다.

2) 신호 전달점(signalling transfer point:STP)

신호점 사이에 신호 메시지를 전달해 주는 역할을 하는 노드로서 각 신호링크를 통해 입력된 신호 메시지를 판별하여 각 목적지별로 경로 선정 및 분배 기능을 수행한다.

3) 신호링크(Signalling Link:SL)

신호점들을 상호 연결하는 것으로 신호메세지의 오류 제어를 위한 레벨 2 기능을 가지고 있다. 한편 두 신호점을 직접 상호 접속하는 여러개의 신호 링크는 신호 링크 집합을 구성한다.

2. 신호망 구조

공통선 신호 방식은 여러 가지 형태의 신호망 구조로 실현될 수 있으나, 현재의 전화 통신망의 구조와 망 관리 측면이 고려되어야 할 것이다. 또한, 망 설비의 가용도(Availability), 신뢰도(Reliability) 및 신호메세지의 전송 지연(Transmission Delay)등이 요구 조건이다.¹¹⁾

공통선 신호망은 통신망의 신경에 해당하는 중요한 기능을 수행하므로 엄격한 신뢰성이 보장되어야 한다. 이를 위해 신호망의 구성 요소(신호 전달점과 신호링크)의 이중화로 망을 구성해야 한다.¹¹⁾

1) 단일쌍 구조와 다중쌍 구조

신호망 설계시 하나의 신호 전달점에 장애가 발생하더라도 어떠한 신호점도 망과의 연결이 단절되지 않고 신호 관계를 유지해야 하며 각 메세지 전달의 최대 수는 정상 동작 시와 동일하여야 한다. 따라서 각 신호점은 두개의 신호전달에 동시에 연결되도록 신호망을 구성하여야 한다. 이때 각 신호점들을 어느 신호 전달점 쌍에 연결한 것인가에는 다음과 같은 두가지 방법이 제시되고 있다.¹¹⁾

단일쌍 구조: 신호단국들을 일정한 신호구역으로 나누고 그곳에 한쌍의 신호중계국을 두어 모든 신호단국이 한쌍의 신호중계국에 연결되도록 하는 방법이다. 이때 한 신호전달점은 다른 신호전달점의 파손에 대비하여 예비로써 두며 정상시에는 각 신호단국의 트래픽의 1/2을 각 신호전달점을 이용하게 한다. 한 신호전달점의 파손시에는 전 트래픽을 쌍의 다른 신호 전달점을 거치도록 한다.

다중쌍 구조: 각 신호 단국이 쌍을 이루지 않는 2개의 신호전달점에 연결되도록 하는 방법이다. 이때 신호 트래픽 처리 방법은 단일쌍 구조와 동일하다.

3. 신호망 구성시 고려 사항

본 논문에서는 신호망 설계 변수로 다음의 세가지를 고려하였다.

1) 신뢰도

공통선 신호망의 신뢰도와 유용도는 전화망 또는 기존의 어느 데이터망 보다도 높아야 한다. 이것은 신호망에 충분한 여분(Redundancy)부여, 관리망 기능 그리고 오류 제어 기능등에 의해 달성될 수 있다.⁶⁾

이중에서 망 설계시 고려될 수 있는 사항은 신호전

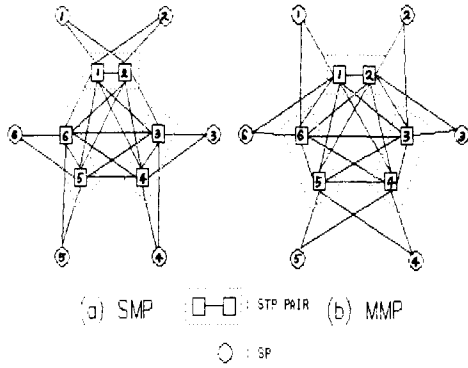


그림 1. 단일쌍 구조와 다중쌍 구조
Fig. 1. SMP and MMP structure.

달점의 이중화와 다중신호 링크에 의해 여분이 부여된다. 그림 1에서 살펴보면 단일쌍 구조의 경우, 쌍을 이루는 두 신호전달점은 1, 2의 고장시 신호점 1, 2가 고립되게 된다. 다중쌍 구조의 경우는 두 신호전달점 2, 3의 고장시 신호점 2, 3이 고립되게 된다. 이와 같이 신호전달점을 쌍으로 배치하고 한 신호점을 두개의 신호전달점에 연결하더라도 두 개 이상의 신호전달점의 고장시 고립되는 신호점이 생기게 된다. 본 논문에서는 단일쌍 구조의 경우 쌍을 이루는 두 신호전달점의 고장시, 그리고 다중쌍구조의 경우는 임의의 두개의 신호전달점의 고장시 고립되는 최대 신호점의 수를 계산, 이 값을 제한 조건으로 두어 전체 신호점의 수에 대해 일정 비율 이상 넘지 못하도록 함으로써 망의 신뢰도를 더욱 높이도록 하였다.

2) 단일 경우 트래픽

공통선 신호망에서 신호 메시지의 전송 지연 시간은 메시지 길이, 송수신단에서의 메시지 변환 시간, 대기 지연 시간, 신호전달점에서의 메시지 처리 시간 그리고 거치는 신호전달점의 수에 의존하게 된다.⁶⁾

이중 망 설계시 고려될 수 있는 사항은 두 신호점 사이에 신호메시지가 전송될 때 경유하게 되는 신호전달점의 수이다. 이 신호전달점의 수가 작을수록 망의 성능이 향상된다. 한 신호전달점만을 거쳐 전송되는 트래픽을 단일 경우 트래픽이라 하며, 경유 신호전달점의 수를 줄이는 문제는 이 단일경유 트래픽을 최대로 하는 문제와 동일하다. 그림 1에서 살펴보면 신호전달점 1에 같이 연결된 신호점 1, 6사이의 트래픽량이 단일 경우 트래픽을 형성하게 된다. 따라서 본 논문에서는 주어지는 제한 조건을 만족하면서 단일경유 트래픽이 최대가 되는 망을 구성하도록 하였다.

3) 경제성

경제성은 망 전체의 비용으로 정의된다. 즉 신호전달점 설치 비용, 신호점과 신호전달점을 연결하는 비용 그리고 신호전달점끼리 연결하는데 드는 비용으로 계산한다.

이 세 요소를 모두 최적화 시키는 해를 구하는 것은 아주 어려운 문제이다. 예로 경제성만을 최적화시키는 문제도 공통선 신호망의 경우와 같은 문제에 대한 일반적 해법이 아직 알려져 있지 않다.⁶⁾ 그래서 본 논문에서는 경제성에 앞서 공통선 신호망이 엄격한 신뢰도와 빠른 전송 속도를 요구하기 때문에 신뢰도와 경제성을 제한조건으로 두고 단일 경우 트래픽을 최대로 하는 알고리즘을 구현하였다. 그러나 아주 경제성을 무시한 것은 아니며 단일 경우 트래픽을 변화시키지 않는 범위에서 경제성을 최적화시키도록 하였다.

Ⅲ. 신호망 설계 알고리즘

1. 기본 가정 및 입출력

1) 기본가정

1계위 계층구조 : 상위 계층은 신호전달점들이 완전한 망 구조를 이루고 있다. 하위 계층은 신호점들로 이루어지고 상위계층의 신호전달점에 연결된다.

단일쌍 구조와 다중쌍 구조

모든 신호전달점의 용량은 동일하다.

쌍을 이루는 신호전달점간 연결 비용은 고려치 않는다.

다중쌍 구조의 경우 신호전달점 후보지에 하나의 신호전달점만 설치할 수도 있다.

2) 입력자료

- 신호전달점과 신호점 사이의 연결 비용
- 신호점 사이의 트래픽 양(msg/sec)
- 신호전달점 사이의 연결 비용
- 신호전달점 후보지의 집합
- 신호점의 집합
- 신호전달점 후보지의 수
- 총 신호점의 수
- 신호전달점의 용량(msg/sec)
- 신호전달점 후보지에 한 신호전달점을 설치하는데 드는 비용
- 2개의 신호전달점 고장시 고립되는 최대 신호점수

3) 출력

- 후보지 중 선택된 신호전달점 및 갯수
- 선택된 신호전달점과 신호점의 연결 형태
- 신호망의 전체 단일 경우 트래픽 양
- 신호망의 전체 비용

- 구성된 신호망에서 2개의 신호전달점 고장시 고립되는 신호점 수의 최대값

4) 사용 기호

- cost[i][j] : i 신호전달점에 j 신호점을 연결시키는데 드는 비용
- traffic[i][j] : i 신호점에서 j 신호점으로 가는 트래픽 양(msg/sec)
- traffic[j][i] : j 신호점에서 i 신호점으로 가는 트래픽양(msg/sec) 이 두 양은 일반적으로 같은 값이 아니다.
- stpcost[i][j] : i 신호전달점과 j 신호전달점을 연결시키는데 드는 비용 stpcost[i][j] = stpcost[j][i]
- stpset : 신호전달점 후보지의 집합
- spset : 신호점의 집합
- stpnun : 신호전달점 후보지의 수
- spnum : 총 신호점의 수
- stpcapacity : 신호전달점의 용량(msg/sec)
- fixedcost[i] : i 신호전달점 후보지에 한 신호전달점을 설치하는데 드는 비용
- connectspnumlimit : 2개의 신호전달점 고장시 고립되는 최대 신호점 수

- openstp : 신호전달점 후보지중 선택된 신호전달점 쌍의 집합
- notopenstp : 선택되지 않은 신호전달점의 쌍
- connectsp[i] : i 신호점이 연결된 신호전달점 쌍
- connectsp[i] : i 신호전달점 쌍에 연결된 신호점의 집합
- connectspnum[i] : i 신호전달점 쌍에 연결된 신호점의 수
- group[i], sp : i group에 속한 신호점의 집합
- group[i], spnum : i group에 속한 신호점의 수
- group[i], sptraffic : i group에 속한 신호점의 총 트래픽의 합
- groupcost[i][j] : i 신호전달점에 j group을 연결하는데 드는 비용
- notselectsp : group에 속하지 않는 신호점의 집합
- sptraffic[i] : 신호점 i에서 발생되거나 들어오는 모든 트래픽의 합

2) 파라미터 계산

앞에서 정의된 세가지 변수를 단일쌍 구조의 경우 다음과 같이 계산한다.

(1) 단일 경우 트래픽 : 선택된 각 신호전달점 별로 연결된 신호점들 사이의 트래픽의 합으로 계산.

$$totalmonotraffic = \sum_{i \in openstp} \sum_{\substack{j, k \in connects p(i) \\ j \neq k}} (traffic[j][k] + traffic[k][j])$$

(2) 신뢰도 : 한 신호전달점쌍에 연결된 신호점의 수 중 최대값으로 계산.

이것은 신호전달점 쌍 고장시 고립될 수 있는 신호점 갯수의 최대값이다.

$$reliability = \max_{i \in openstp} |connectspnum[i]|$$

(3) 경제성

$$totalcost = 2 \times \left[\sum_{i \in openstp} \sum_{j \in connects p(i)} cost[i][j] + \sum_{i \in openstp} fixedcost[i] + \sum_{\substack{i, j \in openstp \\ i \neq j}} stpcost[i][j] \right]$$

3) 알고리즘 개요

(1) 문제

$$maximize \quad totalmonotraffic$$

$$s. \quad t. \quad reliability \leq connectspnumlimit \quad (1)$$

$$\sum_{\substack{j, k \in connects p(i) \\ j \neq k}} traffic[j][k] \leq stpcapacity[i], \quad i \in openstp \quad (2)$$

$$totalcost \leq maxallowablecost \quad (3)$$

(2) 해법

해를 구하기 위해 heuristic을 사용하였으며, 단일

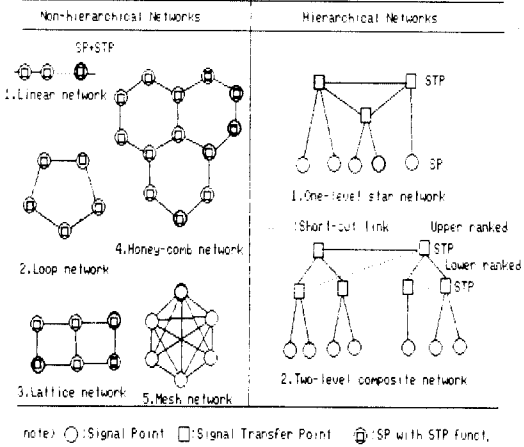


그림 2. 계층 구조망과 비계층 구조망의 예
Fig. 2. Hierarchical and Non-Hierarchical network.

2. 단일쌍 구조 설계 알고리즘

1) 사용되는 기호

- totalcost : 신호망 전체비용
- totalmonotraffic : 신호망 전체의 단일 경우 트래픽
- reliability : 한 신호전달점쌍의 고장시 고립되는 신호점의 최대수

쌍 구조의 경우 전체 단일 경우 트래픽은 각 신호전달점별로 독립적으로 계산할 수 있다. 이를 이용 먼저 신호점들을 그 상호 트래픽이 최대가 되도록 제한조건을 만족하는 한에서 grouping을 한다. 그 다음 생성된 신호점 group들을 대상으로 단일 경우 트래픽을 증가시킬 수 있을 때까지 regrouping을 행한다. 이렇게 하여 생성된 각 신호점 group들의 총 트래픽 양은 한 신호전달점의 용량과 거의 비슷한 값이 된다. 따라서 한 신호점 group은 한 신호전달점 쌍에만 연결될 수 있다. 이것이 최적 할당 알고리즘을 적용케 해 준다.¹⁾ 물론 최적 할당 알고리즘을 그대로 적용할 수는 없다. 왜냐하면 신호점 group의 수와 신호전달점 후보지의 수는 일반적으로 같지 않고 신호전달점 후보지간의 비용이 고려되어야 하기 때문이다. 그래서 먼저 생성된 신호점 group의 수 만큼 신호전달점 후보지중 ADD heuristic¹⁾을 이용 신호전달점을 선택한 다음이 선택된 신호전달점과 신호점 group 사이에 최적 할당 알고리즘¹⁾을 적용 신호망을 생성한다. 그 다음 전체 비용을 계산하여 그 값과 비용 제한 조건을 비교하여 비용 제한 조건을 만족시키도록 재할당한다. 그림 5에 개략적인 흐름도를 보인다.

(1) grouping

0/1 knapsack 문제를 greedy like heuristic으로 푸는 것과 비슷한 방식을 고안하였다.¹⁾

[단계 1] $i=0$, $notselectsp = spset$.

[단계 2] $group[i]. sptraff = group[i]. spnm = 0$,
 $group[i]. sp = \{ \}$.

[단계 3] find two SPs j, k among all SPs in $notselectsp$ traffic of which is maximum.
 $group[i]. sp = group[i]. sp + \{ j \} + \{ k \}$.
 $group[i]. spnum = group[i]. spnum + 2$.
 $group[i]. sptraff = group[i]. sptraff + sptraff[j] + sptraff[k]$.
 $notselectsp = notselectsp - \{ j \} - \{ k \}$.

[단계 4] if $group[i]. spnum < connectspnumlimit$ go to 단계5.
otherwise, go to 단계7.

[단계 5] find all SP j in $notselectsp$ that satisfies
 $group[i]. sptraff + sptraff[j] \leq stpcapacity$
if there is no such SP go to 단계7.
otherwise, compute ϕ for all SP j that satisfies above inequality
$$\phi = \frac{\sum_{k \in group[i]. sp} (traff[j][k] + traff[k][j])}{sptraff[j]}$$

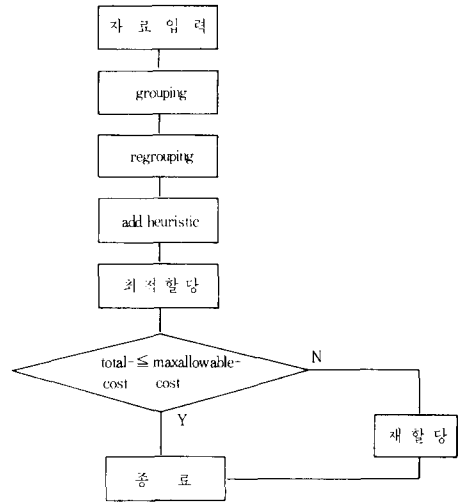


그림 3. 단일쌍 구조 알고리즘 흐름도
Fig. 3. Flow chart for SMP algorithm.

[단계 6] find j that has maximum ϕ
 $group[i]. sp = group[i]. sp + \{ j \}$.
 $group[i]. spnum = group[i]. spnum + 1$.
 $group[i]. sptraff = group[i]. sptraff + sptraff[j]$.
 $notselectsp = notselectsp - \{ j \}$.
go to 단계5.

[단계 7] $i = i + 1$. if $i < stpnum$ go to 단계2,
otherwiss HALT.

(2) regrouping

[단계 1] $improve = false$.

[단계 2] between any two group i, j
for all k in $group[i]. sp$ that satisfies
 $group[j]. spnum < connectspnumlimit$
 $group[j]. sptraff + sptraff[k] \leq stpcapacity$ compute
$$dif_i = \sum_{\substack{l \in group[i]. sp \\ l \neq k}} (traff[l][k] + traff[k][l])$$

$$dif_j = \sum_{\substack{l \in group[j]. sp}} (traff[l][k] + traff[k][l])$$

 $increase = dif_j, dif_i$.
if $increase > 0$, move k to j group and set
 $improve = true$.

[단계 3] between any two group i, j , for any sp pair,
 k in $group[i]. sp$ and l in $group[j]. sp$
that satisfies
 $group[i]. sptraff + sptraff[l] - sptraff[k] \leq stpcapacity$

```

group[ j ]. spttraffic+ spttraffic[ k]
- spttraffic[ 1] ≤ stpcapacity
compute
inc_i=∑(traffic[m][ 1]+traffic[ 1][ m])
           m∈group(i),sp
           m+k
dec_i=∑(traffic[m][ k]+traffic[k][ m])
           m∈group(i),sp
           m+k
inc_j=∑(traffic[n][ k]+traffic[k][ n])
           n∈group(j),sp
           n+1
dec_j=∑(trafftc[n][ 1]+traffic[ 1][ n])
           n∈group(j),sp
           n+1
ikcrease=inc_i+inc_j-dec_i-dec_j
if increase>0, exchange k with 1, set
improve=true.

```

[단계 4] if improve=false HALT, otherwise go to 단계1.

(3) ADD heuristic

각 group 별로 각 신호전달점 후보지와의 연결 비용을 다음과 같이 계산한다.

$$groupcost[i][j] = \sum_{k \in group(j), sp} cost[i][k]$$

이 값과 stpcost[i][j] 값을 기준으로 ADD heuristic을 응용하여 생성된 group 수 만큼 신호전달점 후보지중에서 신호전달점을 선택한다. 선택기준은 다음과 같이 설정하였다.

$$\begin{aligned}
 & \max_{i \in notopenstp} [\min_{k \in openstp} costdifference - \sum_{k \in openstp} stpcost[i][k] \\
 & \quad - fixedcost[i]] \\
 & \min_{k \in openstp} costdifference = \min_{\substack{J \in spset \\ dl^r > 0}} [dif = groupcost[k][j] \\
 & \quad - groupcost[i][j]]
 \end{aligned}$$

본 논문에서는 기존의 ADD heuristic을 개선하기 위해 초기치를 임의로 선정치 않고 모든 신호전달점 후보지를 각각 초기치로 삼아 해를 구한다음 가장 우수한 해를 선택하도록 하였다.

(4) 최적 할당

본 논문에서는 Kuhn-Munkres의 알고리즘을 사용하였다. 이 알고리즘의 적용은 다음과 같이 행한다.

X=각 신호점 group의 집합
Y=선택된 신호전달점의 집합

$$w_{ij} = -groupcost[i][j]$$

여기서 grcost 값을 음수로 바꾼 것은 위 최적 할당 알고리즘이 주어진 weight를 최대로 하는 matching을 구하기 때문이다.

이 알고리즘의 결과인 matching M_1 가 구하는 신호망의 topology가 된다.

(5) 재할당

(비용 감소량/단일 경우 트래픽 감소량)이 최대가 되는 신호점을 재할당 함으로써 단일 경우 트래픽의 감소를 줄이도록 하였다. 단일 경우 트래픽 감소량이 0일 경우에는 단일 경우 트래픽 감소량을 0.001로 잡아 우선적으로 reassign 되도록 하여 단일 경우 트래픽 감소를 최소로 하도록 하였다.

[단계 1] cost_violation=totalcost-maxallowablecost

[단계 2] for all j in spset, find another stp that maximize decrease of cost and move of j to which is possible. set it anotherstp[j] and compute
 $cost_decrease[j] = cost[connectstp[j]][j] - cost[anotherstp[j]][j]$
 $monottraffic_decrease[j]$

$$\begin{aligned}
 & = \sum_{\substack{m \in connectstp[connectstp(j)] \\ m+k}} (traffic[j][m] + traffic[m][j]) \\
 & \quad - \sum_{\substack{m \in connectstp[anotherstp(j)] \\ m+k}} (traffic[j][m] + traffic[m][j])
 \end{aligned}$$

if monottraffic_decrease[j]=0, monottraffic_decrease[j]=0.001

[단계 3] for all j that has anotherstp[j], compute
 $\phi = cost_decrease[j] / monottraffic_decrease[j]$

find j that has maximum phi and reassign it to anotherstp[j].

[단계 4] if there is no reassignment in step 단계3 go to 단계6.

[단계 5] cost_violation=cost_violation-cost_decrease[j]

if cost_violation>0, go to 단계2. otherwise HALT.

[단계 6] between any two stp i, j, for any sp pair, k in connectsp[i] and l in connectsp[j] that satisfies,

```

group[i]. spttraffic+ spttraffic[l]
- spttraffic[k] ≤ stpcapacity
group[j]. spttraffic+ spttraffic[k]
- spttraffic[l] ≤ stpcapacity
compute.

```

$$inc_i = \sum_{\substack{m \in group(i), sp \\ m+k}} (traffic[m][l] + traffic[l][m])$$

$$dec_i = \sum_{\substack{m \in group(i), sp \\ m+k}} (traffic[m][k] + traffic[k][m])$$

$$decrease_i = dec_i - inc_i.$$

$$\text{inc}_j = \sum_{\substack{n \in \text{group } j, sp \\ n=1}} (\text{traffic}[n][k] + \text{traffic}[k][n])$$

$$\text{dec}_j = \sum_{\substack{n \in \text{group } j, sp \\ n=1}} (\text{traffic}[n][1] + \text{traffic}[1][n])$$

$$\text{decrease}_j = \text{dec}_j - \text{inc}_j$$

$$\text{monotraffic_decrease} = \text{decrease}_i$$

$$+ \text{decrease}_j$$

$$\text{if } \text{monotraffic_decrease} = 0, \text{ monotraffic_decrease} = 0.001$$

$$\text{cost_decrease} = \text{cost}[i][k] - \text{cost}[j][k] + \text{cost}[j][1] - \text{cost}[i][1]$$

$$\text{phi} = \text{cost_decrease} / \text{monotraffic_decrease}$$

[단계 7] find sp pair k, 1 that has maximum phi and exchange k, 1.

[단계 8] if there is no reassignment in step 단계7 go to 단계2.

[단계 9] cost_violation = cost_violation - cost_decrease.
if cost_violation > 0 go to 단계6, otherwise HALT.

3. 다중쌍 구조 설계 알고리즘

1) 사용되는 기호

- totalcost : 신호망 전체 비용

- totalmonotraffic : 신호망 전체의 단일 경유 트래픽

- reliability : 2개의 신호전달점 고장시 고립되는 신호점의 최대수

- openstp : 신호전달점 후보지중 선택된 신호전달점의 집합

- notopenstp : 선택되지 않은 신호전달점

- stppair[i] : i 신호전달점과 쌍을 이루는 신호전달점

- connectstp[i].first : i 신호점이 연결된 첫번째 신호전달점

- connectstp[i].second : i 신호점이 연결된 두번째 신호전달점

- stpremaincapacity[i] : i 신호전달점 용량에서 연결된 모든 신호점의 총 트래픽의 합을 빼 값

- connectsp[i] : i 신호전달점에 연결된 신호점의 집합

- connectspnum[i][j] : i 신호전달점과 j 신호전달점에 동시에 연결된 신호점의 수

- sptraffic[i] : i 신호점에서 발생되거나 i 신호점으로 돌아오는 모든 트래픽의 합

- sptotaltraffic : 모든 신호점들의 트래픽의 합

2) 파라미터 정의

앞에서 정의한 세가지 변수를 다중쌍 구조의 경우

다음과 같이 계산한다.

1) 단일 경유 트래픽

totalmonotraffic =

$$\sum_{i \in \text{openstp}} \sum_{\substack{j, k \in \text{connectsp}[i] \\ j \neq k}} (\text{traffic}[j][k] + \text{traffic}[k][j])$$

$$\sum_{\substack{j, i \in \text{openstp} \\ i \neq j \\ i \neq \text{stppair}[j]}} \sum_{k, l \in \text{connectsp}[i] \cap \text{connectsp}[j]} (\text{traffic}[k][l] + \text{traffic}[l][k])$$

(2) 신뢰도

$$\text{reliability} = \max_{\substack{j, i \in \text{openstp} \\ i \neq j \\ i \neq \text{stppair}[j]}} [\text{connectspnum}[i][j]]$$

(3) 경제성

totalcost =

$$\sum_{i \in \text{openstp}} \left[\sum_{j \in \text{connectsp}[i]} \text{cost}[i][j] + \sum_{i \in \text{openstp}} \text{fixedcost}[i] \right] + \sum_{\substack{j, i \in \text{openstp} \\ i \neq j \\ i \neq \text{stppair}[j]}} \text{stpcost}[i][j]$$

3) 알고리즘 개요

(1) 문제

maximize totalmonotraffic

$$s, t. \text{reliability} \leq \text{connectspnumlimit} \quad (1)$$

$$\sum_{\substack{j, k \in \text{connectsp}[i] \\ j \neq k}} \text{traffic}[j][k] \leq \text{stpcapacity}[i], \quad i \in \text{openstp} \quad (2)$$

$$\text{connectstp}[j].\text{first} \neq \text{stppair}[\text{connectstp}[j].\text{second}], \quad j \in \text{spset} \quad (3)$$

$$\text{totalcost} \leq \text{maxallowablecost} \quad (4)$$

(2) 해법

단일쌍 구조일 때와 마찬가지로 heuristic한 방법을 사용하였다. 다중쌍 구조의 경우 각 신호점을 쌍을 이루지 않는 2개의 신호전달점에 연결시켜야 하기 때문에 신호점과 신호전달점 사이의 연결 상태가 단일 경유 트래픽에 영향을 끼치게 된다. 따라서 단일쌍 구조의 경우와는 다르게 먼저 ADD나 DROP heuristic⁸⁾을 이용 각 신호점을 쌍을 이루지 않는 2개의 신호전달점에 연결시켜 초기 해를 구하고 여기에 단일쌍 구조의 regrouping 알고리즘과 비슷한 알고리즘을 적용 해를 개선한다. 다음에 개략적인 흐름도를 보였다.

(1) 신호점 할당

ADD, DROP은 데이터 망의 집중기(concentrator) 선정 알고리즘이다.⁸⁾ 본 논문에서는 이 ADD와 DROP 알고리즘을 다중쌍의 경우에 적합토록 변경 시킨 MMPADD, MMPDROP 알고리즘으로 신호점을 신

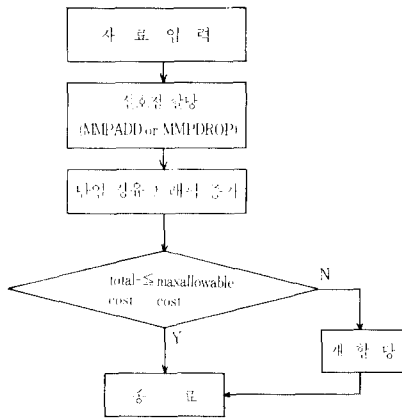


그림 4. 다중쌍 구조 알고리즘 흐름도
Fig. 4. Flow chart for MMP algorithm.

호전달점에 연결시킨다.

① MMPADD

- [단계 1] $i=0$, $soltotalcost=1e20$.
- [단계 2] $openstp=\{ \}$, $openstp=openstp+\{i\}$, $not-openstp=stpset$;
- [단계 3] select $s (s \in stpset)$ such that

$$\max_{i \in notopenstp} [mincostdifference - \sum_{k \in openstp} stpcost[i][k] - fixedcost[i]]$$

$$mincostdifference = \min_{\substack{k \in openstp \\ j \in spset \\ dif > 0}} [dif = cost[k][j] - cost[i][j]]$$
 $openstp = openstp + \{s\}$;
- [단계 4] if $\sum_{i \in openstp} stpcapacity[i] < sptotaltraffic$ then go to 단계3
- [단계 5] for each $j \in spset$, compute cost difference between its best and second assignment in $openstp$.
order j of decreasing cost difference.
- [단계 6] for each j in order, try to find two best stps in $openstp$ that meet to the constraints (1), (2) and (3).
if find, assign it. otherwise go to 단계3.
- [단계 7] compute totalcost of the current solution.
if $totalcost > soltotalcost$, $i=i+1$.
if $i=stpnum$ HALT, otherwise go to 단계2.
- [단계 8] (current solution is better than previous one)
 $soltotalcost = totalcost$,

replace best solution with current solution
 $i=i+1$.

if $i=stpnum$ HALT, otherwise go to 단계2.

② MMPDROP

- [단계 1] (initial assignment)
 $openstp=stpset$.
for each $j \in spset$, compute cost difference between its best and second assignment in $openstp$.
order j of decreasing cost difference.
- [단계 2] for each j in order, try to find two best stps in $openstp$ that meet to the constraints (1), (2) and (3).
if find assign it. otherwise report ERROR and HALT.
- [단계 3] remove any stp with no sps assigned to it from $openstp$
- [단계 4] for each $i \in openstp$.
find a new stp for each $j \in connectsp[i]$ that satisfies three constraints.
if there exists a new stp for all j , compute

$$cost_reduction[i] = \sum_{j \in connectsp[i]} (cost[i][j] - cost[newstp][j]) + fixedcost[i] - \sum_{\substack{k \in openstp \\ k \neq i}} stpcost[i][k]$$
- [단계 5] if there exists no $cost_reduction$ for all $i \in openstp$, HALT. otherwise, find $i \in openstp$ that has maximum $cost_reduction$ value. if $cost_reduction[i] \leq 0$, HALT. otherwise, $openstp=openstp-\{i\}$,
for each $j \in connectsp[i]$, reassign it to its new stp, adjust three constraints for new assignment, go to 단계4.

(2) 단일 경우 트래픽 증가

다음과 같은 기호를 정의한다.

- fromstppair : $stppair[i]$
- anotherstp : i 가 아닌 j 신호점이 연결된 또 하나의 신호전달점
- tostppair : $stppair[k]$
- anotherfromstp : i 가 아닌 j 신호점이 연결된 또 하나의 신호전달점
- anotherstoptp : k 가 아닌 l 신호점이 연결된 또 하나의 신호전달점

[단계 1] set improve=false.

[단계 2] between any two STP i, k in $openstp$ for all j in $connectsp[i]$ that satisfies

$k \neq \text{anotherstp}$, $\text{stppair}[\text{anotherstp}]$
 $\text{connectspnum}[\text{fromstppair}][k] > \text{connectspnumlimit}$
 $\text{stpremaincapacity}[k] \geq \text{sptraffic}[j]$
 compute
 $\text{dif}_i = \sum_{\substack{l \in \text{connects } \rho[i] \\ l \notin \text{connects } \rho[\text{anotherstp}]}} (\text{traffic}[j][l] + \text{traffic}[l][j])$
 $\text{dif}_k = \sum_{\substack{l \in \text{connects } \rho[k] \\ l \notin \text{connects } \rho[\text{anotherstp}]}} (\text{traffic}[j][l] + \text{traffic}[l][j])$
 $\text{increase} = \text{dif}_k - \text{dif}_i$
 if $\text{increase} > 0$, move j from i STP, set $\text{improve} = \text{true}$.

[단계 3] between any two STP i, k

for any pair j in $\text{connectsp}[i]$, l in $\text{connectsp}[k]$ that satisfies
 $i \neq k$, tostppair and $k \neq \text{fromstppair}$
 $\text{stpremaincapacity}[i] + \text{sptraffic}[j] \geq \text{sptraffic}[l]$
 $\text{stpremaincapacity}[k] + \text{sptraffic}[l] \geq \text{sptraffic}[j]$
 $\text{connectspnum}[\text{anotherfromstppair}][k] \leq \text{connectspnum}[\text{connectspnumlimit}]$
 $\text{connectspnum}[\text{anothertostppair}][i] \leq \text{connectspnumlimit}$
 compute

$$\text{increase}_i = \sum_{\substack{m \in \text{connects } \rho[i] \\ m \neq j \\ m \notin \text{connects } \rho[\text{anotherstopt}]}} (\text{traffic}[m][l] + \text{traffic}[l][m]) - \sum_{\substack{m \in \text{connects } \rho[i] \\ m \neq j \\ m \notin \text{connects } \rho[\text{anotherfromst}]}} (\text{traffic}[m][j] + \text{traffic}[j][m])$$

$$\text{increase}_k = \sum_{\substack{m \in \text{connects } \rho[k] \\ m \neq l \\ m \notin \text{connects } \rho[\text{anotherfromst}]}} (\text{traffic}[m][j] + \text{traffic}[j][m]) - \sum_{\substack{m \in \text{connects } \rho[k] \\ m \neq l \\ m \notin \text{connects } \rho[\text{anothertost}]}} (\text{traffic}[m][l] + \text{traffic}[l][m])$$

$\text{increase} = \text{increase}_i + \text{increase}_k$
 if $\text{increase} > 0$, exchange j with l and set t
 $\text{improve} = \text{true}$.

[단계 4] if $\text{improve} = \text{false}$ HALT, otherwise go to 단계1.

(3) 재할당

단일쌍 구조의 경우처럼 (비용 감소량/단일 경유 트래픽 감소량)이 최대가 되는 신호점을 재할당함으로써 단일 경유 트래픽의 감소를 줄이도록 하였다. 단일 경유 트래픽 감소량이 0일 경우에는 단일 경유 트래픽 감소량을 0.001로 잡아 우선적으로 재할당되도록 하여 단일 경유 트래픽 감소를 최소로 하도록 하였다.

[단계 1] $\text{cost_violation} = \text{totalcost} - \text{maxallowablecost}$

[단계 2] for all i in spset , find anothdr stp that maximize decrease of cost and move of j

to which is possible. set it $\text{newstp}[j]$ and compute

$$\text{cost_decrease}[j] = \text{cost}[\text{connectstp}[j]][j] - \text{cost}[\text{newstp}[j]][j]$$

$$\text{monottraffic_decrease}[j] = \sum_{\substack{l \in \text{connects } \rho[i] \\ l \notin \text{connects } \rho[\text{anotherstp}]}} (\text{traffic}[j][l] + \text{traffic}[l][j]) - \sum_{\substack{l \in \text{connects } \rho[k] \\ l \notin \text{connects } \rho[\text{anotherstp}]}} (\text{traffic}[j][l] + \text{traffic}[l][j])$$

if $\text{monottraffic_decrease}[j] = 0$, $\text{monottraffic_decrease}[j] = 0.001$.

[단계 3] for all j that has $\text{newstp}[j]$, compute

$\text{phi} = \text{cost_decrease}[j] / \text{monottraffic_decrease}[j]$
 find j that has maximum phi and reassign it to $\text{newstp}[j]$.

[단계 4] if there is no reassignment in 단계3, go to 단계6.

[단계 5] $\text{cost_violation} = \text{cost_violation} - \text{cost_decrease}[j]$

if $\text{cost_violation} > 0$, go to 단계2, otherwise HALT.

[단계 6] between any two $\text{stp } i, j$ for any sp pair . k in $\text{connectsp}[i]$ and l in $\text{connectsp}[j]$

that satisfies,

$i \neq k$, tostppair and $k \neq \text{fromstppair}$
 $\text{stpremaincapacity}[i] + \text{sptraffic}[j] \geq \text{sptraffic}[l]$

$\text{stpremaincapacity}[k] + \text{sptraffic}[l] \geq \text{sptraffic}[j]$

$\text{connectspnum}[\text{anotherfromstppair}][k] \leq \text{connectspnumlimit}$

$\text{connectspnum}[\text{anothertostppair}][i] \leq \text{connectspnumlimit}$

compute,

$$\text{decrease}_i = \sum_{\substack{m \in \text{connects } \rho[i] \\ m \neq j \\ m \notin \text{connects } \rho[\text{anotherfromst}]}} (\text{traffic}[m][j] + \text{traffic}[j][m])$$

$$- \sum_{\substack{m \in \text{connects } \rho[i] \\ m \neq j \\ m \notin \text{connects } \rho[\text{anothertost}]}} (\text{traffic}[m][l] + \text{traffic}[l][m])$$

$$\text{decrease}_k = \sum_{\substack{m \in \text{connects } \rho[k] \\ m \neq l \\ m \notin \text{connects } \rho[\text{anothertost}]}} (\text{traffic}[m][l] + \text{traffic}[l][m])$$

$$- \sum_{\substack{m \in \text{connects } \rho[k] \\ m \neq l \\ m \notin \text{connects } \rho[\text{anotherfromst}]}} (\text{traffic}[m][j] + \text{traffic}[j][m])$$

$\text{monottraffic_decrease} = \text{decrease}_i + \text{decrease}_k$

if $\text{monottraffic_decrease} = 0$, $\text{monottraffic_decrease} = 0.001$.

cost_decrease=cost[i][k]-cost[j][k]+
cost[j][l]-cost[i][l].
phi=cost_decrease/monotraffic_decrease.

[단계 7] find sp pair k, l that has maximum phi
and exchange k, l.

[단계 8] if there is no reassignment in 단계7
go to 단계2.

[단계 9] cost_violation=cost_violation-cost_decrease.
if cost_violation>0, go to 단계6, otherwise
HALT.

IV. 성능평가 및 결과 고찰

1. 입력값

본 논문에서 제안한 알고리즘을 다음과 같은 입력
값으로 수행시켰다.

- ① stpnum=20(단일쌍 구조), 40(다중쌍 구조)
- ② spnum=50
- ③ fixedcost[i]=5000
- ④ stpcapacity=10000(msg/sec)
- ⑤ cost[i][j]=1과 maxcost 사이의 random value
maxcost=fixedcost/20
- ⑥ stpcost[i][j]=1과 maxstpcost 사이의 random
value maxstpcost=maxcost+50
- ⑦ traffic[i][j]=1과 maxtraffic 사이의 random

value(msg/sec) maxtraffic= stpcapacity/100

- ⑧ connectspnumlimit=5에서 30까지의 정수값
- ⑨ maxallowablecost=1e20

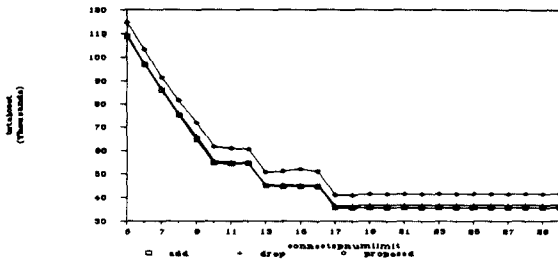
2. 단일쌍 구조 설계 알고리즘 성능 평가

1) 출력 예

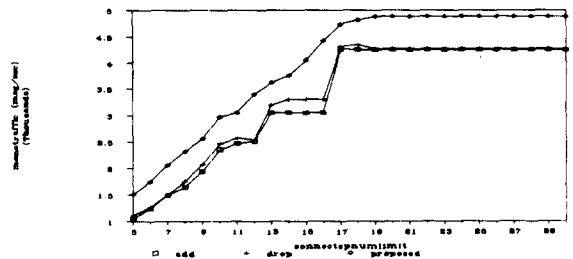
connectspnumlimit값이 5일 때의 결과이다.

- ① 선택된 신호전달점의 번호 : 0, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 17, 18
- ② 단일 경유 트래픽 : monotraffic=1550.0 (msg/sec)
- ③ 전체 비용 : totalcost=115475.0
- ④ 신뢰도 : reliability=5
- ⑤ 신호점과 신호전달점의 연결 형태

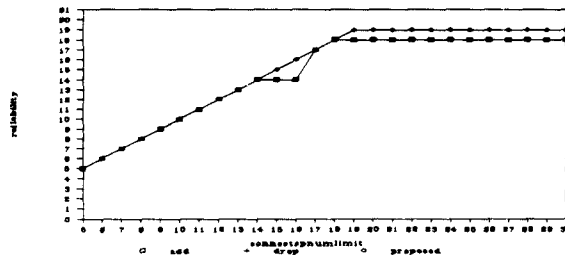
STP	연결된 SP
0	0 6 38 40 41
7	2 8 17 27 45
8	19 39 44 46 48
9	3 16 24 32 36
10	14 20 23 28 49
11	7 9 13 18 29
13	5 10 21 26 34
15	12 25 31 42 47
17	11 15 30 33 35
18	1 4 22 37 43



(a) 전체 비용



(b) 단일 경유 트래픽



(c) 신뢰도

그림 5. 단일쌍 구조 알고리즘 수행 결과

Fig. 5. Results of SMP algorithm.

2) connectspnumlimit 값의 변화에 따른 영향

그림 5는 connectspnumlimit의 값을 5에서 30까지 변화시켰을때 제안된 단일쌍 구조 설계 알고리즘과 ADD, DROP heuristic을 동일 데이터로 수행시켜 얻은 결과이다. 그림(b)로 부터 단일 경유 트래픽을 증가시키음을 확인할 수 있으며 그림(a)로 부터 전체 비용이 경제성 위주의 ADD, DROP 알고리즘 결과에 비해 최악의 경우 16.54% 증가됨을 알 수 있다. 이것으로 제안된 알고리즘이 경제성도 잃지 않음을 알 수 있다.

3. 다중쌍 구조 설계 알고리즘 성능 평가

1) 출력 예

(1) MMPADD를 사용한 경우

- ① 선택된 신호전달점 : 12, 13, 32, 33, 34, 35
- ② 단일 경유 트래픽 : monotraffic=8479.0 (msg/sec)
- ③ 전체 비용 : totalcost=43194.0
- ④ 신뢰도 : reliability=5
- ⑤ 신호점과 신호전달점의 연결 형태

STP	연결된 SP
12	26 1 2 3 5 7 29 14 9 35 38 46 41 20 42 10 15 17
13	25 0 43 35 40 23 12 19 22 44 33-13
32	5 6 11 16 20 21 22 24 28 32 34 25 26 49 18 29
33	27 30 31 36 37 39 45 47 48 4 8 1 43 42 38 12 2 13
34	3 4 6 7 8 11 16 17 27 30 31 0 32 41 44 18 40 46
35	14 19 23 24 28 33 34 35 36 37 39 47 48 21 9 49 15 10

(2) MMPDROP을 사용한 경우

- ① 선택된 신호전달점 : 14, 18, 24, 30, 32, 38
- ② 단일 경유 트래픽 : monotraffic=8647.0 (msg/sec)
- ③ 전체 비용 : totalcost=44020.0
- ④ 신뢰도 : reliability=5
- ⑤ 신호점과 신호전달점의 연결 형태

STP	연결된 SP
14	44 9 45 28 14 10 3 33 11 32 22 19 15 16 26 34 25 17
18	3 9 13 16 21 29 36 42 5 49 20 31 44 7 0 37 39 22
24	35 39 27 43 45 2 6 46 33 29
30	1 2 14 15 17 18 20 24 30 31 32 38 40 41 42 46 47 48
32	0 11 12 13 18 21 23 24 27 28 30 34 38 43 48 49 8 4
38	1 4 5 6 7 8 10 19 23 25 26 35 36 40 37 41 12 47

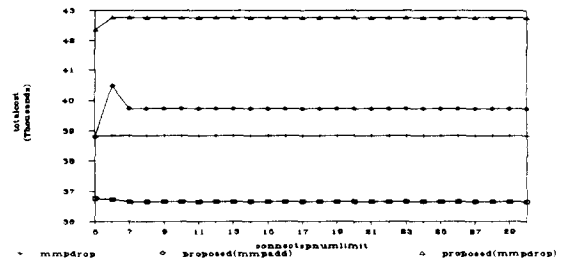
2) connectspnumlimit 값의 변화에 따른 영향

그림 6는 connectspnumlimit의 값을 5에서 30까지 변화시켰을때 제안된 다중쌍 구조 설계 알고리즘과 MMPADD, MMPDROP을 동일 데이터로 수행시켜

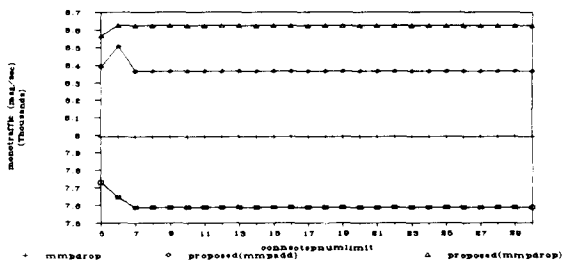
얻은 결과이다. 그림(b)에서 단일 경유 트래픽의 증가를 확인할 수 있으며 그림(a)에서 전체 비용은 경제성 위주의 MMPADD, MMPDROP 알고리즘과 비교할 때 제안된 MMPADD-based 알고리즘의 경우 MMPADD의 결과에 최악의 경우 10.20% 증가됨을 제안된 MMPDROP-based 알고리즘의 경우 MMPDROP의 결과에 최악의 경우 10.16% 증가됨을 알 수 있다. 이것으로 제안된 두 알고리즘이 단일 경유 트래픽을 증가시키면서 경제성을 잃지 않음을 알 수 있다.

3. 단일쌍 구조와 다중쌍 구조의 비교

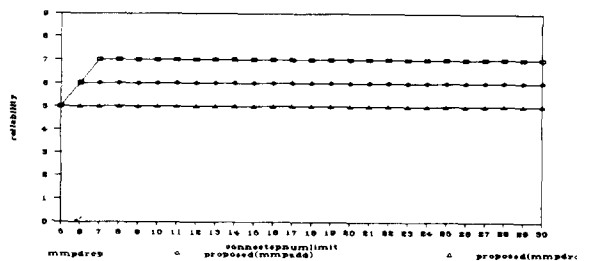
그림 7은 단일쌍 구조와 다중쌍 구조의 장단점을 비교하기 위해 동일 데이터로 제안된 세개의 알고리즘을 수행시킨 결과이다. 이 결과를 세가지 요소별로 나누어 분석해보면 다음과 같다.



(a) 전체 비용



(b) 단일 경유 트래픽



(c) 신뢰도

그림 6. 다중쌍 구조 알고리즘 수행 결과
Fig. 6. Results of MMP algorithm.

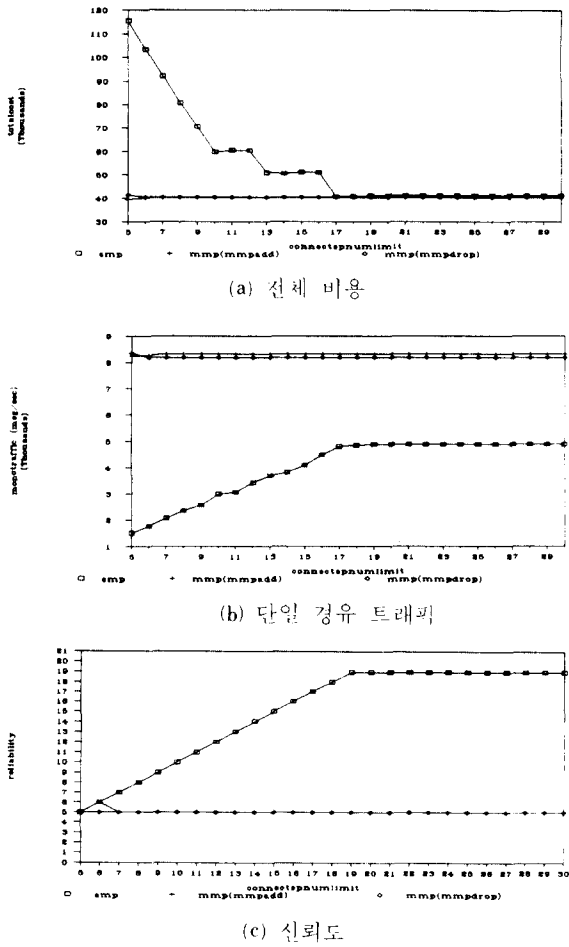


그림 7. 단일쌍 구조와 다중쌍 구조의 비교
Fig. 7. Comparison of SMP and MMP algorithm.

- 1) 전체 비용
단일쌍 구조의 경우 connectspnumlimit 값에 거의 반비례하며 일정값에 이를 때까지 다중쌍 구조보다 높은 전체 비용값을 갖는다. 이에 비하여 다중쌍 구조의 경우 connectspnumlimit 값에 영향을 거의 받지 않는다.
- 2) 단일 경우 트래픽
단일쌍 구조의 경우 일정값에 이를 때까지 connectspnumlimit 값에 거의 비례하며 다중쌍 구조의 경우 connectspnumlimit 값에 거의 영향을 받지 않으며 단일 경우 트래픽량 또한 단일쌍 구조의 경우보다 훨씬 많다.
- 3) 신뢰도
단일쌍 구조의 경우 일정값에 이를때까지 connectspnumlimit 값과 동일하며 다중쌍 구조의 경우는 영

향을 받지 않으며 단일쌍 구조보다 작은 값을 보인다.

이상에서 본다면 단일쌍 구조의 경우 전체 비용을 낮추고 단일 경우 트래픽을 증가시키려면 connectspnumlimit 값이 커져야 하는데 이 값이 커진 경우 신뢰도값도 증가되어 고립되는 신호점 수가 많아지게 되므로 신뢰성 있는 망이 되지 못한다. 반면에 다중쌍 구조의 경우는 connectspnumlimit 값의 영향을 거의 받지 않으므로 낮은 신뢰도값으로도 전체 비용을 낮추고 단일 경우 트래픽양을 증가시킬 수가 있다. 따라서 다중쌍 구조로 신호망을 구성하는 것이 빠른 전송 속도와 신뢰성 있는 경제적 신호망이 될 것이다.

V. 결 론

본 논문에서는 공통선 신호망의 구조를 연구하고 이를 기초로 단일쌍 구조와 다중쌍 구조에 대한 공통선 신호망 설계 알고리즘을 제안하였다. 공통선 신호망은 계층 구조로 구성하는 것이 적합한데 그 이유는 계층을 증가시키므로서 많은 신호점들도 경제적으로 처리할 수 있고 신호 배제지를 전달할 때 기지는 신호 전달점의 수를 제한할 수 있으며 망 구성과 회장이 용이하기 때문이다. 계층 수의 결정은 실제 신호점의 수와 신호 링크, 신호전달점의 최대 용량, 가격 그리고 신호 배제지의 신호 전달점 경우 횟수등에 따라 결정될 수 있으며 우리나라의 경우 우선은 1계위 구조로 망을 구성하는 것이 경제적이다고 생각된다.

공통선 신호망의 경우 엄격한 신뢰성과 빠른 전달 속도가 우선적으로 요구되는 사항이다. 이를 바탕으로 기존의 경제성 위주의 알고리즘과는 다르게 본 논문에서는 단일 경우 트래픽, 신뢰도(2개의 신호전달점 고장시 고립되는 신호점의 최대수), 전체 비용이라는 세 파라미터를 선정하고 신뢰도와 전체 비용을 제한 조건으로 두고 단일 경우 트래픽을 최대로 하는 알고리즘을 단일쌍구조와 다중쌍 구조에 대해 제안하였다.

이 알고리즘 수행 결과 제안된 알고리즘들은 경제성 위주의 알고리즘 결과와 비교하여 볼 때 전체 비용이 크게 차이가 나지 않으면서도 단일 경우 트래픽이 많고 신뢰성 있는 망을 구성함을 확인할 수 있었다. 또한 단일쌍 구조와 다중쌍 구조를 제안한 알고리즘 수행 결과로 비교하여 볼 때 같은 전체 비용을 갖더라도 다중쌍 구조의 경우가 단일 경우 트래픽이나 신뢰성이 훨씬 크다는 것을 알 수 있다.

參 考 文 獻

- [1] CCITT Recommendation, Blue Book Q. Series
- [2] Shingo Suzuki, Yasufmi Satake and Hiroshi Tokunaga, "Common Channel Signalling Network," Review of the Electrical Communication Laboratories, vol. 28, pp. 50-66, 1980.
- [3] Yuji Matsuo, Kazunori Mizuashi and Sadahiko Kano, "New Common Channel Signalling System," Japan Telecommunications Review, pp. 300-307, October 1980.
- [4] Brigitte Delosme and Joelle Risson, "Structure of the common channel signalling network," Ann. Telecommun., 36, n'9-10, pp. 369-375, 1981.
- [5] U. Kang and T. Pecsvaradi, "Planning for a common channel signaling network," Tencon 87, Seoul.
- [6] 이남희, "공통선 신호망 설계에 관한 연구" 대한전자공학회 하계종합학술대회 논문집 vol. 7, no. 1, 84/7.
- [7] 연세대학교 전자공학과 NAS Lab, "국내 ISDN을 위한 공통선 신호망의 설계에 관한 연구" 1989.
- [8] Mischa Schwartz, "Computer-Communication Network Design and Analysis," pp. 198-201, Prentice-Hall, 1977.
- [9] M.N.S. Swamy, "Graphs, Networks, and Algorithms," Wiley-Interscience, 1981.
- [10] Richard Loulou and Eleftherios Michaelides, "New Greedy-like Heuristics for the Multidimensional 0-1 Knapsack Problem," Opns. Res. 26, pp. 1101-1114, 1978.
- [11] 한국전기통신공사, "CCITT no. 7 공통선 신호방식 개요," 1987.
- [12] 한국전자통신연구소, "공통선 신호장치 개발" 1988.
- [13] 한국전기통신공사, "공통선 신호방식 도입전환 계획에 관한 연구," 1988.
- [14] 디지콤정보통신연구소, "CCITT no. 7 공통선 신호방식 시스템의 개발에 관한 연구," 1988.
- [15] Hasan Pirkul, "Locating Concentrators for Primary and Secondary Coverage in a Computer Communications Network," IEEE Transaction of Communications, vol. 36, no. 4, 1988.

著 者 紹 介



李 峻 豪 (正會員)

1964년 3월 16日生. 1988년 2월 연세대학교 전자공학과 졸업. 공학사 학위 취득. 1990년 8월 연세대학교 대학원 전자공학과 졸업. 공학석사 학위 취득. 1991년 5월 현재 연세대학교 전자공학과 박사과정. 주관심분야는 MAP, 분산 처리 오퍼레이팅 시스템 등임.

李 相 培 (正會員) 第27卷 第3號 參照

현재 연세대학교 전자공학과 교수

朴 玟 用 (正會員) 第27卷 第3號 參照

현재 연세대학교 전자공학과 교수

金 重 圭 (正會員) 第27卷 第3號 參照 準

현재 연세대학교 전자공학과 박사과정