

통합 망관리를 위한 TMN-DCN 설계

正會員 김 영 명*, 조 영 현*, 송 명 규**, 송 왕 철**, 김 동 춘**, 강 창 언**

Design of TMN-DCN for Integrated Network Management

Young M. Kim*, Young H. Cho*, Myeong K. Song**, Wang C. Song**,
Dong C. Kim**, Chang E. Kang** Regular Members

要 約

근래에 이르러 정보통신에 대한 수요증가와 함께 통신망의 확장, 고도화, 지능화가 가속화 되고 있다. 이에 따라 통신망 운용관리가 통신망 관리자 입장에서 통합적으로 수행되어야 하는 필요성이 커지게 되었다.

그러나 현재의 통신망 운용관리는 단위시설별로 각각의 운용관리시스템(OMS : Operations Management System)에 의해 관리되고 있는 실정이다. 그러므로 이와 같은 개별 관리차원에서 통합적인 관리(INM : Integrated Network Management)차원으로 발전시키기 위해서는 우선적으로 각종 운용관리시스템들을 물리적으로 연결시키는 방법을 연구하고, 이를 실현시킬 수 있는 통신관리망(TMN : Telecommunication Management Network)개념의 데이터통신망(DCN : Data Communication Network)이 구축되어야 한다. 본 논문에서는 단위 시설별로 설치 운용중인 한국통신의 운용관리시스템들을 효과적으로 통합 관리할 수 있는 TMN-DCN 토폴로지(topology)를 설계 제시한다.

ABSTRACT

Recently, there are increasing demands for expansion, intelligence, and high quality of telecommunication networks. Therefore, we need to manage the diverse telecommunication equipments. In other words, the demands for the INM(Integrated Network Management) of diverse network elements are on the increase. But each of telecommunication equipments is managed by its different OMS(Operations Management System). In this paper, we design a topology of TMN-DCN for integrated network management which can manage OMSs efficiently.

*한국통신 연구개발원 통신망연구소

**연세대학교 전자공학과

論文番號 : 95148-0413

接受日字 : 1995年 4月 13日

I. 서 론

근래에 이르러 전 세계적으로 정보통신에 대한 수요는 폭발적으로 증가하고 있으며, 이와 함께 통신망 기술이 고도화, 지능화됨에 따라 통신망 운용관리기술의 자동화에 대한 필요성이 점차 중요한 문제로 떠오르게 되었다. 또한, 통신망의 팽창에 따라 각기 다른 특성을 갖는 통신망간의 연동을 효율적으로 수행하고 다양해진 서비스를 사용자가 불편없이 사용할 수 있도록 하기 위해서는 통신망을 효율적으로 운용하여야만 한다. 이와 같은 이유로 각종 통신망의 운용관리가 통신망 관리자입장에서 효율성있게 통합적으로 수행되어야 하는 필요성이 커지게 되었다.

그러나 현재 통신망의 운용관리는 단위시설별로 각기 다른 운용 관리 시스템 (OMS : Operations Management System)에 의해 관리되고 있는 실정이다. 이로 인해 각 운용관리시스템들간 관리정보의 연동체제가 정립되어 있지 않으며 관리정보의 실시간 처리가 곤란한 상황이다.

그러므로 통신망의 고도화와 지능화에 유연성을 갖고 대처할 수 있고, 개별 운용관리시스템의 한계성을 극복

하기 위해 각국 통신운영체들이 국제표준 권고개념으로 제시되고 있는 통신관리망(TMN) 개념을 통신망 운용관리의 기반구조(infra-structure)로 도입하여 표준화된 개방형 방식의 총체적(global)이고 일원화(uni-fied)된 통신망 운용관리체제를 구축하는 방향으로 전환시켜 나아가고 있다. 그림 1.과 같은 TMN 개념의 실현에 가장 기본적으로 선행되어야 할 연구분야는 정보교환 역할을 담당하는 데이터통신망(DCN) 구축이며, 이를 위해서는 토폴로지 설계가 뒷받침되어야 한다.

본 논문에서는 TMN-DCN 토폴로지 설계에 적합하다고 판단되는 기존 알고리즘¹⁴⁾과 새롭게 개발한 TMN-DCN 토폴로지 설계 알고리즘을 이용하여, 현재 한국통신에 설치운영중인 운용관리시스템을 대상으로 한 전용 데이터통신망(DCN) 구축에 가장 효율적인 토폴로지를 설계 제시한다. 최적의 TMN-DCN 토폴로지는 통합관리하고자 하는 운용관리시스템들의 운용상황(정보교환량, 설치장소 등)에 따라 형태가 결정될 것이다.

Ⅱ장에서 본 논문에 활용된 TMN-DCN 토폴로지 설계 알고리즘을 소개한 후, Ⅲ장에서 설계에 요구되는 입력자료의 분석결과를 토대로 한국통신의 TMN DCN 토폴로지를 설계 제시하고, Ⅳ장에서 결론을 맺는다.

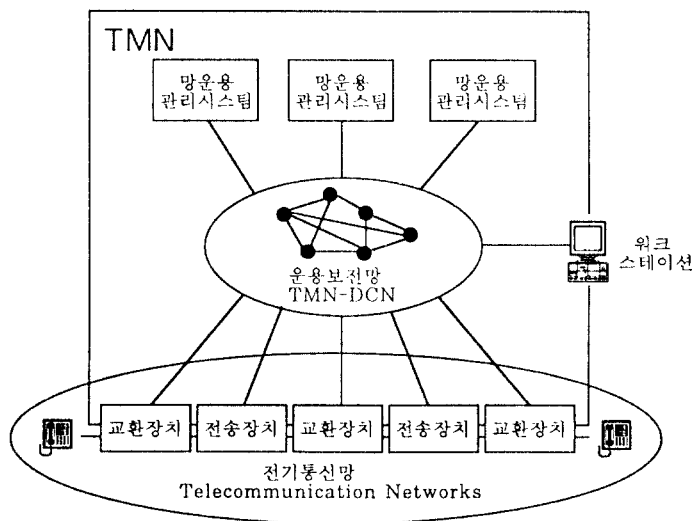


그림 1. 통신관리망 개념
Figure 1. TMN Concept

II. 토폴로지 최적화 알고리즘

이번 장에서는 각각의 연결 노드와 모든 쌍의 노드 사이에 링크비용(link cost)이 주어진 경우(대부분 matrix 형태로 주어짐.)에 최적의 데이터통신망(DCN) 토폴로지를 설계할 수 있는 기존 MENTOR 알고리즘(14)과 TMN-DCN 특성에 맞게 새롭게 개발한 TMN-DCN 토폴로지 설계 알고리즘을 소개한다. MENTOR 알고리즘은 일반적인 통신망 토폴로지 설계에 적합한 발견적인 알고리즘(heuristic algorithm)이다. 그러므로 본 논문과 같은 TMN-DCN 설계에도 활용할 수 있으며, 그의 다양한 분야에도 적용이 가능하다. 새롭게 제시된 TMN-DCN 토폴로지 설계 알고리즘은 TMN의 데이터통신망(DCN) 구축을 목표로 한다. 주요 특징은 계산의 복잡성이 적은 설계 알고리즘을 기반으로 하면서 기존 알고리즘의 가정을 제거한 보다 효율적인 토폴로지 설계가 가능하다는 것이다. 본 논문에서는 MENTOR 알고리즘과 TMN-DCN 토폴로지 설계 알고리즘을 이용하여 통합 망관리를 지원하는 TMN-DCN의 토폴로지 최적화 설계에 대해 논의한다. 우선 MENTOR와 TMN-DCN 알고리즘들을 살펴본 후 TMN-DCN 알고리즘의 계산복잡성, 안정성, 효율성 등을 언급한다.

1. MENTOR(MESH Network Topology Optimization and Routing) 알고리즘

가. 가정

- (1) 비용은 거리에 따른 증가 함수이다.
- (2) 링크비용의 최적화를 실시할때 비용의 전부, 혹은 일부를 고정비용으로 모델링하는 것이 가능하다.
- (3) 링크 비용함수는 삼각부등식을 만족한다.
- (4) 비용함수는 대칭(symmetric)이다. 이것은 링크 용량이 양방향성(bi-directional)을 갖는 것을 뜻한다.

MENTOR 알고리즘은 이와 같은 가정하에서 주어지는 비용 matrix와 트래픽 matrix를 입력자료로 하여 링크용량을 초과하지 않고 트래픽 요구량을 만족하는 최소비용의 DCN 토폴로지를 설계한다.

나. 설계 특성

- (1) 트래픽 요구량은 우회경로가 아닌 직접경로를 기준한다.
- (2) 링크용량은 가용 링크용량으로 간주한다. 초과용량은 비용의 증가로 고려된다.
- (3) 경제성이 고려된다.

다. 설계 단계

[1단계] 중심찾기(Find the Center)

모든 노드의 장점(figure of merits)을 계산하고 그 최소값을 갖는 노드를 찾는다. 이 노드를 중심노드로 간주한다. 장점이란 임의의 노드 i 에 대응되는 모든 노드에 대한 거리와 각 노드의 전체 트래픽을 곱한 후, 이를 더한 값으로 다음과 같이 표기된다.

$$F_i = \sum w_j d_{ij}$$

w_j : 노드 j 에 대한 전체 트래픽(가중치)

d_{ij} : 노드 i 와 노드 j 간의 거리

최소값을 갖는 노드를 중심노드로 간주하면, 총경로길이의 최소화로 근접시킬 수 있다.

[2단계] 트리찾기(Find the Tree)

트리내의 중심노드 하나로 시작한다. 즉, 트리내의 노드와 밖의 노드의 연결시 비용을 계산한다. 그중 최소값을 갖는 노드를 트리에 포함시킨다. 이와 같은 단계를 트리가 구성될 때까지 반복한다.

[3단계] 트래픽 요구(Sequence the Requirements)

주어진 트래픽 요구가 처리될 수 있기전에 고려되어야 하는 트래픽 요구량을 기록한 의존 matrix⁽²⁾를 구한 후, 각각의 노드쌍을 고려하여 어디로 'home'(트래픽 유입)시킬 것인가를 결정한다.

의존도란 하나의 노드쌍이 다른 노드쌍의 트래픽 전송에 사용되어 지는 경우 다른 노드쌍에 대해 의존도를 갖는다고 한다.

[4단계] 직접링크 찾기(Select Direct Links)

각 트래픽 요구는 [3단계]에서 고려된다. 트래픽 요구가 함께 부가되는 경우 트래픽 요구당 일정한 노력이 든다. 링크를 설치할 것인가에 대한 결정시방향의 트

래픽 요구량을 고려하고 각 방향에 대한 임계값과의 비교를 통해 링크를 설정한다.

2. TMN-DCN 토폴로지 설계 알고리즘⁽¹⁴⁾

본 논문에서 새로 개발하여 제시한 알고리즘은 기존의 MENTOR 알고리즘의 설계시 계산량이 적다는 장점을 유지하면서 총 설치비용을 감소시키는 결과를 얻을 수 있는 개선된 알고리즘이다. 이 알고리즘의 특징은 다음과 같다.

첫번째는 경로비용(링크 설치비용과 트래픽 요구량의 곱에 비례하는 값)을 이용하여 Spanning 트리를 구한다는 점이다. 기존 MENTOR 알고리즘에서는 Spanning 트리를 구할 때 링크 설치비용만 고려한다.

두번째는 Spanning Tree를 구한 후 직접링크를 찾을 때 MENTOR 알고리즘과 다르게 접근한다. 직접링크 설치여부 결정시 고려되는 두 노드간의 트래픽 요구량이 링크용량을 초과하는 경우와 초과하지 않는 경우로 구분하여 고려한다. 즉, 직접링크가 고려되는 두 노드의 설치비용이 우회경로 설치비용보다 아주 적다면 트래픽 요구량이 링크용량보다 적더라도 직접링크를 설치하고, 우회경로 설치비용이 직접링크 설치비용보다 크거나 근접한 경우에는 트래픽 요구량이 링크용량을 초과할 때 직접링크를 설치한다. 여기서 새로운 알고리즘이 MENTOR 알고리즘에서 삼각부동식을 만족해야 한다는 가정을 따르지 않음을 알 수 있다.

세번째는 중심노드를 동적으로 변화시켜 가면서 설계 과정을 반복하여 총 설치비용을 최소화로 근접시키는 특징을 갖는다.

새롭게 제시된 TMN-DCN 토폴로지 설계 알고리즘의 가정과 설계단계를 살펴보면 다음과 같다.

가. 가정

MENTOR 알고리즘의 가정중 (3)에 해당하는 '링크 비용함수는 삼각부동식을 만족한다'는 제외되는 대신에 '설치 링크는 동일한 용량을 갖으며, 트래픽 전송에 링크용량 전체가 모두 활용된다'는 가정이 포함된다.

나. 설계 단계

설계 단계는 MENTOR 알고리즘과 동일하게 네단계로 구성된다. 즉, 중심찾기, 트리찾기, 트래픽 요구, 직접링크 찾기 순서를 거친다.

[1단계] 중심찾기(Find the Center)

중심노드를 임의의 노드로 선택한다. MENTOR 알고리즘의 중심찾기 방법을 이용하지 않고 임의의 노드를 중심노드로 간주한다.

[2단계] 트리찾기(Find the Tree)

임의의 중심노드를 결정한 후 트리구조 내부에는 중심노드 하나가 존재하는 것으로 시작한다. 이는 MENTOR 알고리즘과 동일한 것으로 중심노드이외의 노드는 트리구조 외부에 있는 것으로 간주한다. 트리내의 노드와 밖의 노드의 연결시 비용(Mod_Cost(i, j))을 계산한다. 그중 최소값을 갖는 노드를 트리에 포함시킨다. 이와 같은 단계를 트리가 구성될 때까지 반복한다. 이 트리찾기 방법이 MENTOR 알고리즘과 상이하며, 실제로 총 경로값의 변화만을 구하기 때문에 계산량은 크지 않다.

$$\text{Mod_Cost}(i, j) = \text{Cost}(i, j) - b \times \text{S_Path}(i, j) / \text{Cap}$$

Mod_Cost(i, j) : 트리내의 노드 i와 밖의 노드 j의 연결시 비용

Cost(i, j) : 노드 i와 j간의 링크 설치비용

b : 매개변수 (0 ≤ b ≤ 1)

S_Path(i, j) = Path(i, C) - Path(i, j) : 총 경로값의 차(C : 중심노드)

Cap : 설치 링크용량

Path(i, j) = ∑ Cost(i, j) Traffic(i, j)

: 트리내의 노드 i와 밖의 노드 j간의 총 경로값

Traffic(i, j) : 노드 i와 j간의 트래픽 요구량

[3단계] 트래픽 요구(Sequence the Requirements)

MENTOR 알고리즘과 같은 방법으로 의존도를 조사하여 순서쌍을 구한다.

[4단계] 직접링크 찾기(Select Direct Links)

[3단계]에서 찾은 순서쌍의 순서로 직접링크를 고려한다. 이미 정해진 트리구조를 효율적으로 트래픽처리에 활용하기 위해서 직접링크 설치의 판단 여부를 2개의 조건부동식에 의해 결정하게 된다. 트리구조에 속하는 링크는 설치된 직접링크로 보아도 무방하기 때문에 가능한 트리구조의 링크를 활용한다. 이 조건부동식이 성립하는 경우에는 직접링크를 설치한다.

<조건부등식 1>

노드 i 와 j 사이의 트래픽 요구량이 링크용량을 초과하는 경우

$$\text{Cost}(i, j) \leq \text{Cost}(i, K) + \text{Cost}(K, j)$$

<조건부등식 2>

노드 i 와 j 사이의 트래픽 요구량이 링크용량을 초과하지 않는 경우

$$\text{Cost}(i, j) \leq (\text{Cost}(i, K) + \text{Cost}(K, j)) \times (\text{Traffic}(i, j) + H) / \text{Cap}$$

H : 노드 i 또는 노드 j 로 'home'된 트래픽 요구량

3. TMN-DCN 설계 알고리즘의 특성

가. 계산의 복잡성(Computational Complexity)

일반적으로 Mesh 형태를 갖는 토폴로지 최적화 설계 문제는 매우 복잡하다. 왜냐하면, 용량배정^[1-6], 링크선택, 경로설정^[7,8] 등이 모두 관련되기 때문이다. MENTOR 이전의 일반적인 알고리즘^[9-12]들의 경로설정과정의 복잡성은 $O(N^3)$ 이며, 이를 Mesh 형태의 토폴로지 최적화 설계에 응용하기 위해 'Branch Exchange' 과정을 도입하면 복잡성이 $O(N^5)$ 으로 증가한다. 이에 반해 MENTOR^[14]는 계산의 복잡성이 $O(N^2)$ 로 감소시킨 발견적인 알고리즘이다.

본 논문에서 새롭게 제시한 TMN-DCN 설계 알고리즘은 이 MENTOR 알고리즘을 기반으로 하였으며, 각 설계 단계별로 토폴로지 결정부분만 차이를 가질 뿐 계산의 복잡성을 크게 변화시키는 요인은 없다. 단지, 중심노드의 반복 선택으로 인한 산술적인 계산량 증가는 있으나 계산의 복잡성을 변동시킬만 한 요인은 없으므로 입증되었다^[17].

MENTOR를 기반으로 TMN-DCN 알고리즘을 개발한 이유는 이와 같은 계산의 복잡성을 최소화하는 방향을 모색하기 위함이었다.

나. 알고리즘의 안정성(Stability)

토폴로지 설계 알고리즘에서 중요하게 고려되는 요인 중 하나는 중심노드의 선택이다. 기존 MENTOR의 경우에는 중심노드를 고정시킨 채 토폴로지를 설계하는 반면 TMN-DCN 알고리즘은 임의의 노드를 중심노드로 지정하여 토폴로지를 설계하며, 계속적으로 중심노드를

변화시켜 가면서 총 설치비용을 최소화하는 결과를 도출한다. 그러므로 중심노드의 동적 변화에 따른 알고리즘의 안정성이 중요한 문제가 될 수 있다. MENTOR 알고리즘과 비교한 TMN-DCN 알고리즘의 안정성을 살펴보면 그림 2.와 같다. 그림 2.에서 보는 바와 같이 중심노드로 선택된 노드의 과반수정도가 MENTOR 알고리즘의 설계결과보다 적은 설치비용이 소요됨을 알 수 있다.

MENTOR 알고리즘의 경우에는 매개변수(α) 값이 0.1에서 0.6사이에서 총 설치비용이 최소가 된다. 그러나 본 논문에서 제시한 TMN-DCN 알고리즘은 그림 2.에서 총 설치비용을 최소화하는 설계결과를 중심노드를 변화시키는 반복과정을 통해 도출한다. 즉, 중심노드가 5 이고 매개변수(β) 값이 0.8에서 1.0사이에서 결정되어 최소의 총 설치비용을 갖는 토폴로지를 제시하게 된다. 이는 MENTOR 알고리즘의 설계결과보다 개선된 결과를 의미한다.

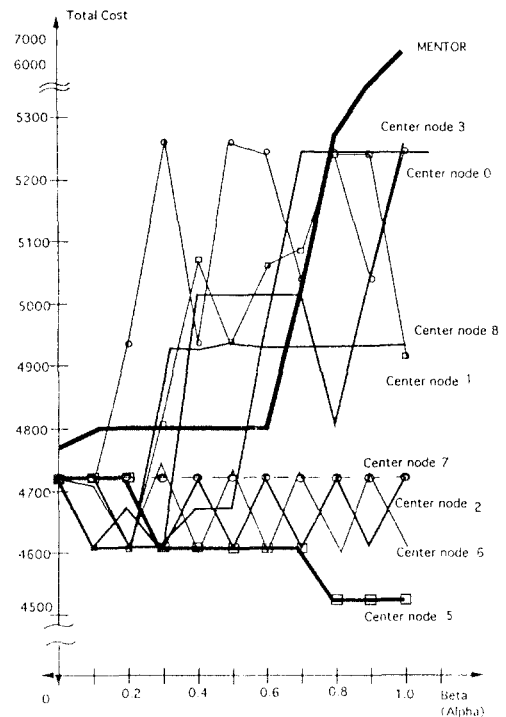


그림 2. TMN-DCN 설계 알고리즘의 안정성
Figure 2. Stability of TMN-DCN Algorithm

다. 알고리즘의 효율성(Efficiency)

MENTOR의 경우 알고리즘의 효율성을 입증하기 위하여 활용한 입력 데이터는 'E. Hansler' 논문^[11]에서 인용되었으나 '삼각부등식 만족'이라는 가정을 만족시키지 못해 데이터 일부를 수정 적용하였다. 분석결과 MENTOR 알고리즘이 효율적인 것으로 제시되었다.

그러므로 TMN-DCN 알고리즘의 효율성을 입증하기 위해 동일한 데이터를 사용하여 MENTOR 알고리즘과 설계결과를 비교 분석하였다. 분석결과 TMN-DCN 알고리즘이 동일한 회선수와 비슷한 트래픽 요구량을 유지하면서 총 설치비용이 MENTOR 알고리즘보다 적은 결과를 보여 주었다. 이는 TMN-DCN 알고리즘이 효율성을 갖는 것을 입증하는 결과이다.

표 2. 설계결과 비교

Table 2. Comparison of Design Results

Algorithm	Num. of Links	Traffic Amounts	Total Cost
MENTOR	14	255	14,265
TMN-DCN	14	275	13,955

Ⅲ. TMN-DCN 토폴로지 설계 및 결과분석

1. 운용관리시스템 현황분석

통합 망관리를 위한 TMN-DCN 토폴로지 설계에 요구되는 입력자료를 도출하기 위하여 한국통신에 설치된 운영중인 각종 운용관리시스템들의 현황을 조사 분석하였다. 조사대상은 약 30여종에 이르는 운용관리시스템들 중 지역망 또는 전국망운용관리센터 구축과 함께 각 센

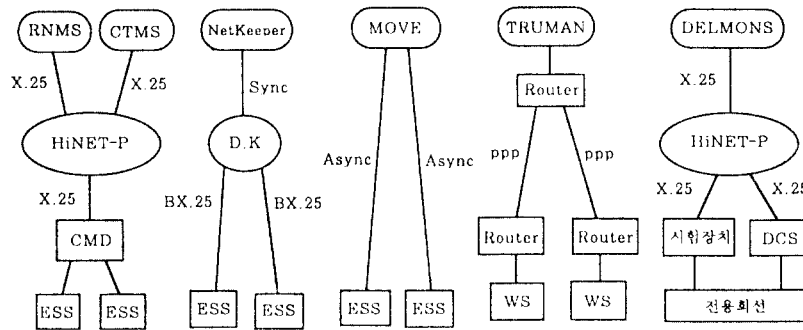


그림 3. 한국통신 운용관리시스템 운용현황
Figure 3. KT OMS Operational Environments

표 2. 운용관리시스템 현황분석

Table 2. KT OMS Environments

시스템명	주요기능	전송속도	전송주기	평균전송량(일)
A	전자교환기 유지보수	1.2 kbps	수시	170MB
B	가입전화 설치관리	9.6 kbps	수시	23MB
C	국제교환망관리	64 kbps	5분, 수시	425MB
D	시외교환망관리	9.6 kbps	5분, 수시	130MB
E	시내교환망관리	9.6 kbps	15/60분, 수시	160MB
F	디지털전송로 운용보전	56 kbps	수시	9MB
G	국간중계회선 종합관리	9.6 kbps	수시	198MB/국
H	전용회선 운용보전	1.2 kbps	수시	10MB
I	운용보전 성과관리	9.6 kbps	수시	4MB

타에 위치할 주요 운용관리시스템들로 국한하였다.

이는 현재 운용중인 시스템들의 구성현황(그림 3. 참조)을 고려하여 하나의 전용 DCN으로 통합관리가 가능한 범위로 축소한 결과이다. 고려대상이 되는 주요 운용관리시스템은 전자교환기 집중운용보전시스템(CSMS/MOVE), 가입전화 설치관리시스템(TIMs), 국제망관리시스템(INMS), 전국망관리시스템(TNMS), 지역망관리시스템(RNMS), 디지털 전송로 운용보전시스템(DTMS), 국간중계회선 종합관리시스템(TRUMAN), 전용회선관리시스템(DELMONS), 운용보전 종합관리시스템(OMAS) 등 총 9개이다.

운용관리시스템들의 데이터 전송현황은 표 2.와 같으며, 이 조사내용은 TMN-DCN 토폴로지 설계에 입력자료로 활용된다.

2. TMN-DCN 토폴로지 설계 및 결과분석

본 논문에서 논의된 통합관리를 위한 TMN-DCN 토폴로지 설계방법은 크게 2가지로 나눌 수 있다. 첫번째로 고려되는 것은 중앙집중식(STAR 구조) 형태이다. 이 방법은 현재 운용중인 운용관리시스템의 종류나 운용하는 방식 또는 실제적으로 관리하는 관리범위에 관계없이 단순하게 DCN 형태를 설계할 수 있는 장점이 있는

표 3. 설치비용
Table 3. Link Construction Costs

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0:서울	0									
1:부산	450	0								
2:인천	44	500	0							
3:대구	330	138	280	0						
4:광주	380	353	420	223						
5:대전	190	270	240	161	225	0				
6:원주	122	425	162	298	422	190	0			
7:청주	160	310	200	200	270	45	150	0		
8:전주	250	400	290	175	126	99	290	140	0	
9:제주	620	500	660	490	205	430	612	390	331	0

표 4. 트래픽 요구량
Table 4. Traffic Requirements

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0:서울	0	680	730	626	577	570	526	521	535	499
1:부산		0	461	362	313	306	262	257	271	235
2:인천			0	358	336	329	285	280	194	258
3:대구				0	232	225	181	176	190	154
4:광주					0	175	131	126	140	105
5:대전						0	124	119	133	98
6:원주							0	75	89	54
7:청주								0	84	49
8:전주									0	63
9:제주										0

반면 별도의 집중노드를 갖추어야 하는 단점을 갖는다. 두번째 방법은 현재 한국통신에서 설치운영중인 모든 운용관리시스템의 특성을 고려하여 분산망 형태인 MESH 구조로 설계하는 방법이다. 입력데이터(설치비용, 트래픽 요구량 등)는 앞절에서 분석한 운용관리시스템 현황자료와 각 지역(예 : 국내경우 10개의 한국통신 지역사업본부)의 관리대상 시설수를 고려하였고, 이를 토대로 통합관리를 위한 TMN-DCN의 토폴로지를 설계하였다.

즉, 전국을 10개 지역으로 나누고 각 지역의 중심도시(한국통신의 사업본부 위치도시)를 하나의 노드로 가정한 후 운용관리시스템 통합관리를 위한 TMN-DCN을 설계한다. 입력데이터중 설치비용은 물리적인 거리에 비례한다고 가정하였고, 트래픽양은 각 지역별로 수집되는 운용관리시스템들의 전송데이터양과 각 지역의 관리대상 시설수를 토대로 작성하였다. 표 3.과 표 4.는 이러한 현황 및 통계자료를 기반으로 작성된 TMN-DCN 토폴로지 설계의 입력자료이다. 표 3.은 설치비용을 표 4.는 트래픽 요구량을 각각 나타낸다. TMN-DCN 토폴로지는 PC 윈도우환경하에서 C++ 언어로 작성된

S/W 프로그램을 활용하여 설계하였으며, 이 S/W 프로그램은 본 논문의 TMN-DCN 토폴로지 설계뿐만 아니라 분산망형태를 갖는 일반적인 통신망의 토폴로지 설계에도 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

표 5. 및 표 6.과 그림 4. 및 그림 5.는 기존 MENTOR 알고리즘을 적용한 결과이고, 표 7.과 그림 6.은 새롭게 개발한 TMN-DCN 토폴로지 설계 알고리즘을 적용한 결과이다.

α 값이란 0에서 1사이의 값을 갖는 변수로 TMN-DCN 토폴로지 설계 (2단계)인 트리찾기 과정에서 최적의 spanning 트리를 찾기 위해 활용된다.

spanning 트리란 직접 연결된 경로를 사용하지 않는 모든 트래픽을 처리할 때 사용되는 구조이다. $\alpha=0$ 이면 최소 spanning 트리(minimal spanning tree), $\alpha=1$ 이면 star 구조 트리(shortest path spanning tree)를 갖게 되며, 여러 실험결과 α 값이 0.2에서 0.5 사이에 있을 경우 찾고자 하는 최적의 트리를 구성할 수 있는 것으로 연구되어 있다^[14].

표 5.와 표 6.은 최적설계가 예상되는 α 값 0.5와 그렇지 않은 α 값 0.7인 경우로 구분하여 설계한 결과가

표 5. 설계결과-1($\alpha=0.5$)(MENTOR 알고리즘 적용)
Table 5. Design Results-1 using MENTOR Algorithm($\alpha=0.5$)

Node	Num. of Link	Traffic Amounts	Cost
0 2	4	3358	176
0 3	2	1800	660
0 5	1	900	190
0 6	1	827	122
0 7	3	1867	480
0 8	2	1800	500
1 3	4	3147	552
3 4	1	900	223
3 5	3	2254	483
4 8	3	2540	378
4 9	2	1515	410
5 7	4	2702	180
5 8	3	2133	297
6 7	1	900	150
TOTAL	34	26643	4801

표 6. 설계결과-2($\alpha=0.7$)(MENTOR 알고리즘 적용)
Table 6. Design Results-2 using MENTOR Algorithm($\alpha=0.7$)

Node	Num. of Link	Traffic Amounts	Cost
0 2	4	3358	176
0 3	2	1800	660
0 5	2	1800	380
0 6	1	827	122
0 7	3	1867	480
0 8	1	900	250
1 3	4	3147	552
3 5	3	2254	483
3 8	1	900	175
4 8	3	2135	378
5 7	3	2497	135
5 8	3	1854	297
6 7	1	900	150
7 9	2	1515	780
TOTAL	33	25754	5018

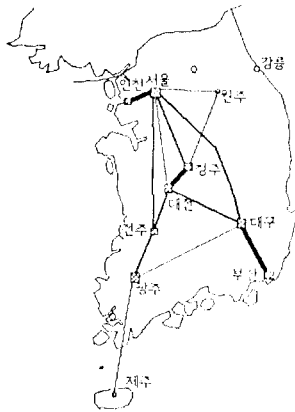


그림 4. 설계결과-1($\alpha=0.5$)에 따른 TMN-DCN 설계
Figure 4. TMN-DCN Topology-1 using MENTOR Algorithm($\alpha=0.5$)

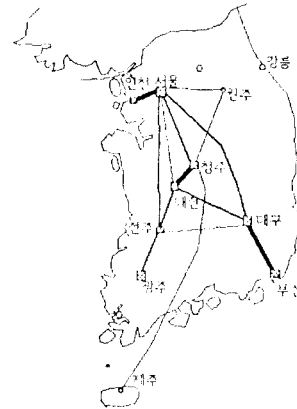


그림 5. 설계결과-2($\alpha=0.7$)에 따른 TMN-DCN 설계
Figure 5. TMN-DCN Topology-2 using MENTOR Algorithm($\alpha=0.7$)

표 7. 설계결과-3(TMN-DCN 토폴로지 설계 알고리즘 적용)
Table 7. Design Results-3 using New Algorithm

Node	Num. of Link	Traffic Amounts	Cost
0 2	4	2512	132
0 5	2	1800	380
0 6	1	827	122
0 7	3	1979	480
0 8	2	1742	500
1 3	3	2247	414
1 5	1	900	270
2 3	1	846	280
3 4	1	900	223
3 5	2	1800	322
3 8	1	508	175
4 8	2	1680	252
4 9	1	655	205
5 7	3	1954	135
5 8	1	849	99
6 7	1	900	150
7 9	1	860	390
TOTAL	29	22959	4529

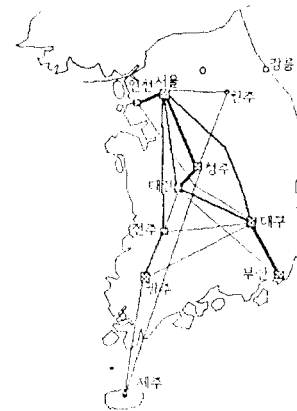


그림 6. 설계결과-3에 따른 TMN-DCN 설계
Figure 6. TMN-DCN Topology-3 using New Algorithm

며, 이에 따른 TMN-DCN 토폴로지는 각각 그림 4, 및 그림 5. 와 같이 구성된다.

3. 결과 분석

지금까지 각 운용관리시스템 운용현황(데이터 전송상황)을 기본적인 입력데이터로 활용하고, TMN-DCN의 각 노드가 되는 도시를 중심으로 한 지역적인 설계정보

(시설수)를 고려하여 TMN-DCN의 토폴로지를 설계 제시하였다. 이는 현재 한국통신에서 운용중인 9개의 운용관리시스템들을 대상으로 실제적인 TMN-DCN 토폴로지를 설계한 것이다. 설계결과에서 총비용(Total Cost)은 설계의 효율성을 나타낸다. 설계결과-1 과 설계결과-2의 차이는 MENTOR알고리즘의 중요 매개변수인 ' α (alpha)' 값의 차이에 따른 것이다. 즉, $\alpha = 0.5$ 및 0.7 일 경우의 결과이다. 두 설계결과를 비교해보면 총 링크수, 총 트래픽량, 총 링크설치비용에서 차이가 나는 것을 알 수 있다. 기존의 MENTOR 알고리즘을 활용할 경우에는 다른 설계요소의 값차이(링크수(1), 총 트래픽량(889))가 크지 않은 반면 가장 중요한 기준인 총 설치비용이 적은 설계결과-1(설계결과-2보다 217 정도 적음)이 한국통신의 TMN-DCN 설계모형으로 선택되는 것이 타당할 것이다.

설계결과-3은 TMN-DCN 토폴로지 설계를 위해 개발한 새로운 알고리즘을 적용한 결과이다. 이 결과에서 보는 바와 같이 총 설치비용이 4529로 기존 MENTOR 알고리즘 적용결과인 5018, 4801 보다 적고, 총 트래픽량도 22959로 기존 방법(26643, 25754)보다 훨씬 적은 것으로 나타났다. 그러므로 새로운 알고리즘을 적용하여 설계한 설계결과-3에 따라 구축하고자 하는 TMN-DCN을 설계하는 것이 바람직하다. 즉, 그림 6.에 따라 TMN-DCN이 구축되는 것이 합리적이다.

설계 제시된 한국통신 TMN-DCN 토폴로지에서 보는 바와 같이 전반적으로 링크설치비용과 트래픽량이 상대적으로 각각 적거나 많은 구간(예 : 서울-인천, 서울-청주, 부산-대구, 대구-대전, 광주-전주, 대전-청주, 서울-대전, 서울-전주 등)이 직접링크로 연결되며 요구되는 회선수도 많은 것으로 나타났다.

현재 운용중인 운용관리시스템과 관련된 운용현황(전송속도, 데이터 전송량, 관리대상 시설수 등)에 대한 변화가 없는 경우에는 본 논문에서 설계 제시한 TMN-DCN 토폴로지가 한국통신의 전용 DCN 구축을 위한 설계모형으로 선택될 수 있다. 그러나 설계결과에 영향을 줄 정도의 중요한 변화가 있는 경우는 본 논문에서 제시한 설계방법(S/W 프로그램)을 활용하여 최적의 TMN-DCN 토폴로지를 재설계할 수 있다.

IV. 결론 및 향후 계획

본 논문에 제시된 TMN-DCN 알고리즘은 계산의 복잡성, 안정성, 효율성 등을 고려해 볼 때 TMN의 데이터통신망(DCN) 설계시 기존 알고리즘(예 : MENTOR)들 보다 유용한 것으로 나타났다. 그러나 보다 정확하고 빠르게 토폴로지를 설계하기 위해서는 알고리즘의 최적 설계결과를 가져다 주는 중심노드와 매개변수(β) 값을 손쉽게 찾을 수 있는 방법이 연구되어야 할 것이라 생각된다.

현재 한국통신에서 설치운용중인 각종 운용관리시스템들을 통합 관리하는 것을 목표로 TMN-DCN 토폴로지를 설계 제시하였다. 이와 같은 연구는 통신운영체 입장에서는 보다 효율적인 통합 망관리를 수행할 수 있도록 물리적인 관리구조(TMN 물리구조)를 구축하는데 도움을 줄 수 있을 것이다. 현재 설치 운용중인 운용관리시스템들의 운용현황 및 관리시설 정보를 분석하여 TMN-DCN의 토폴로지 설계를 위한 입력자료로 활용하였다. 즉, 관리정보의 전송속도, 수집처리되는 데이터양, 물리적인 거리 등이 트래픽요구량과 설치비용으로 대표되는 입력데이터를 구성한다.

III장에 설계 제시된 토폴로지는 본 논문에서 조사분석된 운용관리시스템의 운용현황에 따라 도출된 결과이며, 본 논문의 목적으로 설계된 최적의 TMN-DCN 토폴로지이다. 그러나 운용관리시스템 운용환경 또는 관리대상 시설수에 변화가 생긴다면 그 내용에 따른 입력데이터를 다시 분석하여 새로운 환경에 적합한 최적의 TMN-DCN 토폴로지를 설계하여야 한다.

참고문헌

1. L. Kleinrock L., "Queueing System Vol.1 : Theory", Wiley, 1975.
2. Mischa Schwartz, "Computer Comm. Network Design and Analysis", Prentice-Hall 1977.
3. M. Gerla, "The Design of Store-and-Forward Networks for Computer Comm.", Ph.D Thesis, UCLA, 1973.
4. N. Zadeh, "Construction of Efficient Tree Networks : The Pipeline Problem", Networks, Vol. 3, pp.1-31, 1973.
5. V.K.M. Whitney, "Lagrangean Optimization of Stochastic Comm. System Model", Proc. of the

Symposium on Computer Networks & Teletraffic, pp.385-395, 1972.

6. B. Gavish, "Backbone Network Design Tools with Economic Tradeoffs", ORSA J. on Computing, Vol.2, pp.236-252, 1990.
7. M. Gerla, et. al., "The Flow Deviation Method : An Approach to Store and Forward Comm. Network Design", Networks, Vol.3, pp.97-133, 1973.
8. E. Gafni, et. al., "Second Derivative Algorithms for Minimum Delay Distributed Routing in Networks", IEEE Trans. on Comm., Vol. 32, pp.911-919, 1984.
9. H. Frank & W. Chou, "Topological Optimization of Computer Networks", Proc. of the IEEE, Vol. 60, pp.1385-1397, 1972.
10. W. Chou, et. al., "A Cut Saturation Algorithm for Topological Design of Packet Switched Comm. Networks", Proc. of the IEEE ICC, pp.493-498, 1978.
11. E. Hansler, "An experimental Heuristic Procedure to Optimize a Telecommunication Network under Nonlinear Cost Functions", Proc. 7th Annual Princeton Conf. Info. Science Sys., 1973.
12. K. Maruyama, "Designing Reliable Packet Switched Comm. Network", Proc. of the IEEE ICC, 1978.
13. C.L. Monma, et. al., "Backbone Network Design & Performance Analysis : A Methodology for Packet Switching Networks", IEEE SAC, Vol. 4, pp.946-965, 1986.
14. Aaron Kershenbaum, "MENTOR : An Algorithm for Mesh Network Topological Optimization and Routing," IEEE Trans. Comm. Vol. 39, pp.503-513, 1994.
15. V. R. Saksena, "Topological Analysis of Packet Networks", IEEE SAC., Vol. 7, 1989.
16. S. G. Chang & B. Gavish, "Telecom. Networks Topological Design & Capacity Expansion : Formulations & Algorithms", Telecom. Sys., pp.99-131, 1993.
17. 김동춘, 송명규, 강창언, "고정비용과 추가비용으로 분리된 최소비용을 갖는 배쉬망의 설계 알고리즘", '94 추계 종합학술대회, 전자공학회.
18. Aaron Kershenbaum, "Telecommunication Network Design Algorithm", McGraw-Hill, 1993.
19. ITU-T Rec. M.3010, "Principles for a TMN", 1992.
20. ITU-T Rec. M.3020, "TMN Interface Specification Methodology", 1992.

김 영 명(Young M. Kim)

정회원

한국통신학회 논문지 제19권 제1호 참조



송 명 규(Myeong K. Song) 정회원

1987년 2월 : 연세대학교 전자공학과(공학사)

1989년 2월 : 연세대학교 전자공학과(공학석사)

1989년 1월~1994년 4월 : (주)디지털 전일연구원

1992년 3월~현재 : 연세대학교 전자공학과(박사과정)

*주관심 분야 : 데이터통신, 망관리

조 영 현(Young H. Cho)

정회원

한국통신학회 논문지 제19권 제1호 참조

송 왕 철(Wang C. Song)

정회원

한국통신학회 논문지 제20권 제8호 참조



김 동 훈(Dong C. Kim) 정회원

1965년 5월 24일생
1993년 2월 : 제주대학교 공과대학
전자공학과(학사)
1995년 2월 : 연세대학교 공과대학
전자공학과(석사)
1995년 3월~현재 : 한라전문대학
전산정보처리과 강사

강 창 언(Chang E. Kang)

정회원

한국통신학회 논문지 제20권 제1호 참조