

파장분할다중화방식을 수용한 전광전송망 모델 설계에 관한 연구

장문종\*, 안성준, 현덕화, 박병석  
한국전력공사 전력연구원

The Study on the Design for the All Optical Network modeling with WDM

M. J. Jang, H. D. Hyun, Y. H. Ryu  
Korea Electric Power Research Institute of KEPCO

**Abstract** - 최근 인터넷에 대한 수요의 증가로 인해 데이터 트래픽이 음성 트래픽을 초과하는 단계로 이르고 있으며 또한 이동통신 가입자의 급증으로 인한 트래픽도 상당한 것으로 알려져 있다. 이렇게 폭증하는 망에 대한 요구를 수용하기 위해서는 단순히 광섬유를 추가로 설치하기 보다는 기존의 광섬유를 최대한 활용할 수 있어야 한다. 이를 위해 WDM 방식 광통신 시스템이 각광받고 있다.

본 연구에서는 우리나라의 실정에 적합한 트래픽을 모델링하기 위한 PI(Population- Information factor) 트래픽 모델링 기법을 제시하며 이에 기초하여 도출된 트래픽 값으로 WDM을 수용하는 전력통신망 모델을 설계한다. 전력통신망 설계와 특성 분석을 위하여 Visual C로 시뮬레이션 툴을 개발하였으며, 본 결과는 향후 WDM을 수용한 전광전송망을 구축할 때 활용될 수 있다.

1. 서 론

21세기 정보화 시대를 맞이하여 폭증할 것으로 예상되는 데이터, 화상, 인터넷 등의 각종 멀티미디어 서비스를 적절히 수용하기 위해서는 기간 통신망의 전송용량을 크게 증가시켜야 할 필요가 있다. 이를 위하여 우리나라에서도 2005년까지 광섬유망을 전국적으로 확대하고 기간 노드 사이의 전송용량을 수십 Gb/s 이상으로 고속화하기 위한 초고속 정보통신망 구축계획을 추진하고 있다. 그러나, 전송속도가 수십 Gb/s 이상으로 고속화되면 필연적으로 각 노드에서는 수백 Gb/s 이상의 처리 속도를 갖는 회선분배기가 필요하다. 이와 같은 초대용량 회선분배기를 기존의 전기적 신호처리 방식으로 구성하는 것은 경제적이지 못하므로 최근 해외 선진각국에서는 이러한 문제점을 해결할 수 있는 파장분할다중화방식 전광전송망에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.

그러므로, 여기에서는 국내 실정과 정부의 초고속통신망 추진 계획을 고려한 전광전송망의 구조를 설정하고, 향후 예상되는 트래픽을 모델링하여 단계적으로 증가되는 트래픽을 소화할 수 있도록 전광전송망의 규모를 설계한다. 이를 위하여 트래픽 모델링 기법으로는 향후 각 연도별로 예상되는 인구와 이들의 정보화 수준을 고려하여 트래픽을 산출하는 방법을 제안하며, 산출된 트래픽을 이용하여 전광전송망의 설계에 이용한다. 설계를 위하여 exhaustive RWA(Routing and Wavelength Assignment) 알고리즘을 적용한 시뮬레이터를 구현하였으며 2000년도와 2010년도 각각에 대해서 추계인구와 추정 정보화지수를 적용한 결과를 보여준다.

2. 본 론

2.1 국내 전광전송망 구성 방안

국내 전광전송망을 설계하기 위해서는 우선 각 노드의 수와 위치를 결정하여야 한다. 기존에 국내에 설치된 통신망의 구조나 지형 특성, 지역별 인구분포를 고려할 때 전국을 6개의 그룹으로 분류하고 이를 그룹 내에서는

인구분포가 가장 많은 도시를 노드로 선정한다. 그리고, 이들 그룹간에는 상호간에 매쉬(mesh) 구조의 전광전송망을 구성한다. [그림 1]에서는 초고속통신망 기간전송망 계획안을 보여 주고 있으며 이 계획대로 추진하면 전국 144개 지역을 연결하게 된다. 그러므로, 이와 연계하여 6대 도시를 전광전송망으로 구성하는 것이 바람직하다.

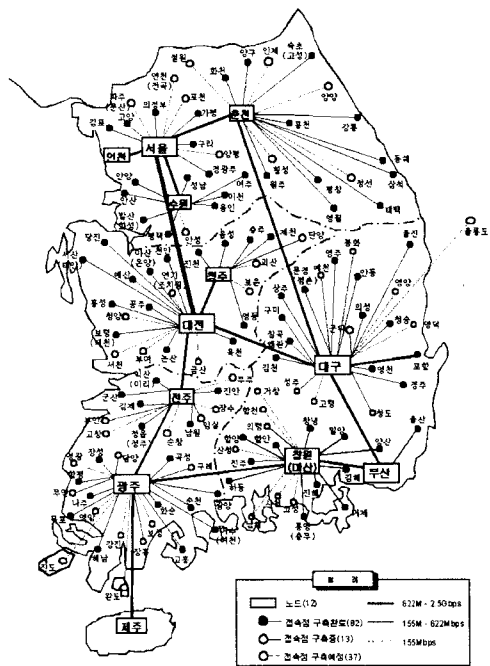


그림 1. 초고속통신을 위한 국내 기간전송망도

그러므로, 서울과 대전, 대구, 부산, 광주, 춘천을 해당 그룹의 대표 노드로 선정하여 트래픽 모델링에 적용한다.

2.2 트래픽 모델링

다음으로는 6대 도시를 기준으로 구성된 기간망에서 필요로 하는 트래픽을 산출할 수 있어야 한다. 국내에서는 아직까지 실제 트래픽 통계를 측정하여 보고된 바가 없으므로, 필요로 하는 트래픽을 산출하기 위해서 추정치를 많이 사용한다.

이를 위한 다양한 트래픽 모델링 기법들이 있는데, 가장 단순한 방법으로는 인구 분포비를 이용하여 데이터 송수신량을 추정하는 방법이 있다. 단순 인구비를 기준으로 추정하는 방법은 많은 오차를 내포하고 있으므로, 유럽의 RACE 그룹의 COST 239 프로젝트에서는 인

구분포에 거리를 포함하여 트래픽을 산출하는 방법을 제안하였다. 또 다른 방법으로는 인구비와 거리에 오차를 보정하는 인자를 추가한 방식도 있다. 이 밖에도 다른 많은 모델링 기법들이 제시되고 있다.

여기에서 소개하는 트래픽 모델링 기법은 인구비와 정보화지수를 이용하는 방법이다. 기존의 모델링 기법은 거리를 모델링의 팩터로 사용하고 있으나 본 기법에서는 거리를 무시한다. 향후 트래픽은 인터넷과 이동통신이 대부분을 차지할 것으로 예상되며 이들 서비스의 공통점은 거리의 제약을 받지 않는다는데 있다. 그러므로, 예전처럼 거리에 따른 트래픽의 변동은 무시할 수 있을 것으로 본다. 인구-정보화지수 트래픽 모델링은 트래픽을 발생시키는 데 직접 관계있는 인구비를 이용하여 트래픽을 산정하는 방식을 취한다. 그러므로, 아래의 식과 같이 나타낼 수 있다.

$$\text{Traffic}(s,d) = k \cdot \text{IP}(s) \cdot \text{IP}(d)$$

여기에서 Traffic(s,d)은 출발지(s)와 도착지(d) 사이에 발생하는 트래픽을 나타내며, k는 적절한 상수값이고, IP(i)는 i노드에서의 트래픽을 발생시키는데 직접 관련 있는 인구(Informative Population)를 나타낸다. 아래의 식으로 계산한다.

$$\text{IP}(i) = \text{Information Index}(i) * \text{Population}(i)$$

송신노드	수신노드	정보화 인구분포	그룹내 백분율	전체 백분율
서울	대전	3,754,265	18.31%	9.43%
	대구	4,658,211	22.72%	11.70%
	부산	6,659,016	32.49%	16.73%
	광주	4,464,302	21.78%	11.22%
	춘천	962,792	4.70%	2.42%
	서울	21,764,042	56.52%	5.02%
대전	대구	4,658,211	12.10%	1.07%
	부산	6,659,016	17.29%	1.54%
	광주	4,464,302	11.59%	1.03%
	춘천	962,792	2.50%	0.22%
서울	대전	3,754,265	9.98%	1.10%
	대구	4,659,016	17.71%	1.95%
	광주	4,464,302	11.87%	1.31%
	춘천	962,792	2.56%	0.28%
	서울	21,764,042	61.13%	9.63%
부산	대전	3,754,265	10.54%	1.66%
	대구	4,658,211	13.08%	2.06%
	광주	4,464,302	12.54%	1.98%
	춘천	962,792	2.70%	0.43%
	서울	21,764,042	57.58%	6.08%
광주	대전	3,754,265	9.93%	1.05%
	대구	4,658,211	12.32%	1.30%
	부산	6,659,016	17.62%	1.86%
	춘천	962,792	2.55%	0.27%
서울	대전	3,754,265	52.70%	1.20%
	대전	3,754,265	9.09%	0.21%
	대구	4,658,211	11.28%	0.26%
	부산	6,659,016	16.12%	0.37%
춘천	부산	4,464,302	10.81%	0.25%
	광주	4,464,302		

표 1. 2010년도 추계인구 및 정보화지수 기준 트래픽 발생비

[표 1]은 전국을 6대 지역으로 구분하고 이를 중심으

로 2010년도의 추계인구와 추정 정보화 지수를 이용하여 산출한 트래픽 발생비이다. 각 연도별 추계인구는 통계청에서 발표한 자료를 이용하고, 각 연도별 추정 정보화 지수는 정보통신정책연구원에서 지역별 정보화지수 측정에 관한 연구의 결과로 나온 수치를 사용하였다.

서울과 대전 구간에는 약 60 Gbps 정도의 전송로가 설치되어 있으며, 현재의 트래픽을 수용한다고 볼 때 적절한 상수값 k는 2000년도 추계인구와 정보화지수를 이용하여 산출한 인구를 고려할 때 700으로 추정하였고, 2010년도의 경우에는 1000으로 추정하여 국내 트래픽 용량을 추정하였다. [표 2]와 [표 3]은 각각 2000년도와 2010년도의 추정 트래픽 발생치를 나타낸다.

노드	서울	대전	대구	부산	광주	춘천
서울		65.1	83.3	120.9	78.7	16.2
대전	34.2		7.2	10.5	6.8	1.4
대구	44.9	7.4		13.7	8.9	1.8
부산	69.0	11.4	14.5		13.7	2.8
광주	42.1	6.9	8.9	12.9		1.7
춘천	7.9	1.3	1.7	2.4	1.6	

표 2. 2000년도 기준 트래픽 발생 추정치

노드	서울	대전	대구	부산	광주	춘천
서울		94.3	117.0	167.3	112.2	24.2
대전	50.2		10.7	15.4	10.3	2.2
대구	63.8	11.0		19.5	13.1	2.8
부산	96.3	16.6	20.6		19.8	4.3
광주	60.8	10.5	13.0	18.6		2.7
춘천	12.0	2.1	2.6	3.7	2.5	

표 3. 2010년도 기준 트래픽 발생 추정치

### 2.3 전광전송망 설계

전광전송망 설계를 위하여 시뮬레이터를 구현하였으며, 이 시뮬레이터는 입력으로 노드와 링크, 트래픽 행렬을 입력으로 받아 설계된 전광전송망 구조를 출력한다. 전광전송망 설계를 위하여 사용하는 알고리즘은 크게 Heuristic-Sequential RWA 방식과 Exhaustive RWA 방식이 있으며, 전자의 경우에는 routing은 fixed 방식과 unconstrained 방식 중 하나를 선택할 수 있고, 파장 할당의 경우에는 가장 많이 사용하는 파장을 먼저 사용하는 방식과 가장 먼저 선택된 파장을 사용하는 방식 중 하나를 선택하도록 되어 있다.

[그림 2]는 Heuristic-Sequential RWA 방식 중 routing은 fixed 방식을, 파장 할당은 가장 많이 사용하는 파장을 우선적으로 사용하도록 하는 방식을 선택한 사용자 화면이다.

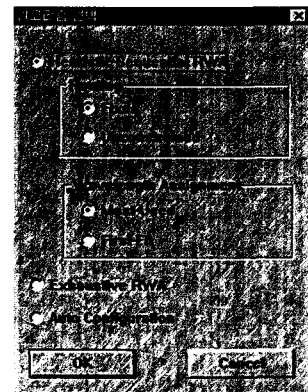


그림 2. 알고리즘 선택용 사용자 인터페이스

[그림 3]은 6대 노드를 선정하여 남부와 북부 2개의 링 형태를 가지는 물리적인 링크를 가지는 망 구조를 보여 주며, 트래픽 행렬은 [표 2]의 2000년도 기준 트래픽 발생 추정치를 이용한다.

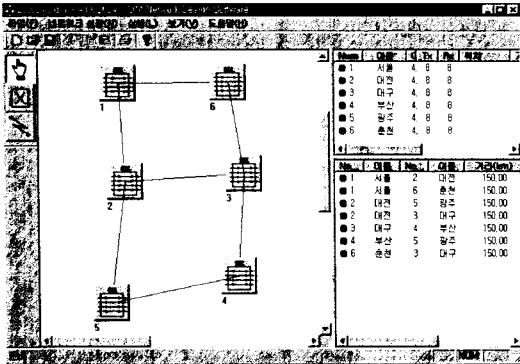


그림 3. 전광전송망 설계 시뮬레이터

[그림 4]는 전광전송망 설계 시뮬레이터를 이용하여 전광전송망의 각 링크당 필요한 용량을 보여주고 있다. 각 행의 값들은 다음과 같은 의미를 가지고 있다.

출발지-도착지: 추정트래픽 (회선속도x필요한 회선수)

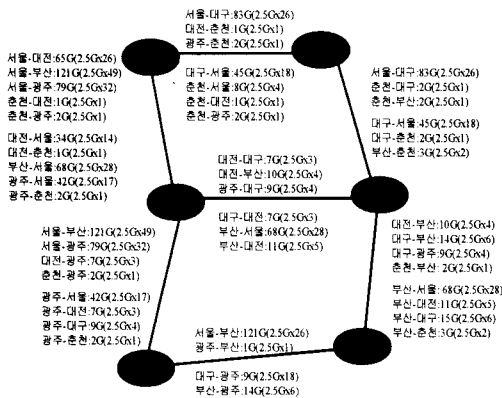


그림 4. 2.5 Gbps 파장채널로 구성된 전광전송망 구조 (2000년 추계인구와 정보화지수 기준)

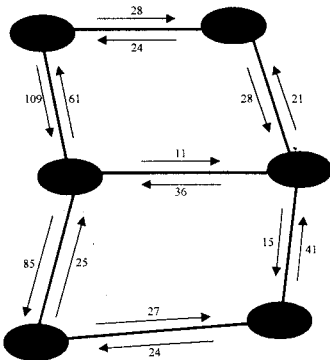


그림 5. 링크별 양방향 파장 채널 할당도

이를 기준으로 전광전송망의 각 링크당 필요한 채널을 할당한 것이 [그림 5]이다. 그림에서 나타난 것처럼 서울과 대전간 추정 트래픽이 가장 많음을 알 수 있다.

[그림 6]에서는 2010년도 추계인구와 정보화 지수를 기준으로 설계한 전광전송망을 보여준다. [그림 3]과 비교하여 보면, 망을 단계적으로 증설할 경우 각 링크별로 얼마의 파장 채널을 할당하여야 하는지를 알 수 있다. 이를 이용하면 기간망의 용량을 단계적으로 확대할 때 많은 도움이 될 것이다.

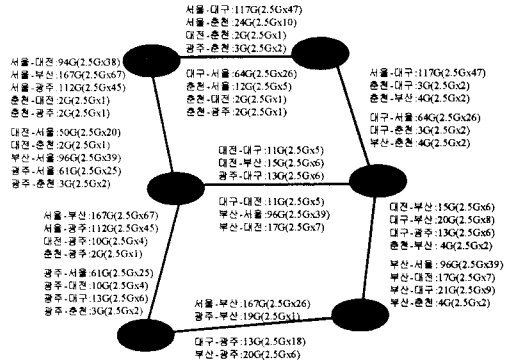


그림 6. 2.5 Gbps 파장 채널로 구성된 전광전송망 구조 (2010년 추계인구와 정보화지수 기준)

### 3. 결 론

일반적으로 기간망은 한 번 설치하면 오랜 기간을 사용하므로 설치시 대응량을 수용하도록 설계를 한다. 그러나, 너무 먼 미래의 트래픽을 고려한다면 현재 망을 증설하는 시점에서 비효율적일 수 있다. 그러므로, 5년 이하 10년 단위로 트래픽의 추이를 살펴가면서 전광전송망을 운용하는 것이 더 경제적이라 하겠다.

이런 점을 고려하여 본 연구에서는 국내의 기간망 구조와 지형적 특성, 인구 분포를 고려한 트래픽 모델링 기법을 제안하고, 이를 이용하여 향후 기간망이 단계적으로 진화할 것을 대비하여 2000년도와 2010년도를 대상으로 전광전송망을 설계하여 보았다.

2000년도와 2010년도의 전광전송망을 상호비교함으로써 향후 얼마나 많은 채널을 추가로 증설할지 알 수 있을 것이다. 또한, 2.5 Gbps 기반도 향후 기술의 발전으로 인해 10 Gbps 기반으로 나아가고 있으므로 광섬유의 추가적인 포설 없이도 증대되는 트래픽을 수용할 수 있을 것이다.

### (참 고 문 헌)

- [1] Ahmed Mokhtar, "Adaptive Wavelength Routing in All-Optical Networks", IEEE/ACM transactions on networking, vol.6, no.2, Apr., 1998
- [2] 정노선 외, "한국 실정에 맞는 트래픽 모델링 및 전광 WDM 기간망의 설계", 한국통신학회 논문지, v.24, no.6B, P.1165-1173, Jun., 1999
- [3] 전력연구원, "파장분할다중화방식 초고속 전광전송망 연구 (중간보고서)", Jan., 2000
- [4] KISDI, "우리나라 수요 지역별 정보화지수의 측정에 관한 연구", 1996
- [5] 한국전산원, "우리나라 지역별 정보화수준 측정을 위한 지표개발 I", Dec., 1997