2002 한국정보통신설비학회 하계학술대회 논문집 2002. 8. 30-31

광전송로 관리 및 설계에 대한 의사 결정 시스템

윤경모, 이용기, 송길호
KT 통신망연구소 광전송망연구팀

Decision-Making System for Optical Transmission Line Management and Design

Kyeong-Mo Yoon, Yong-Gi Lee, Kil-Ho Song
KT Telecommunication Network Laboratory Optical Technology Team

Abstract - 기존의 광선로 특성 데이터에 대한 관리는 대부분 지역별 국소별로 수작업에 의존하였기 때문에 처리 절차의 일원화 및 체계화가 제대로 정립되어 있지 않았다. 이로 인해 선로 자원의 사용이 원활하지 못하였고 최적의 망을 구축하는데 많은 시간, 인력 및 비용이 소요되는 등 비효율적인 문제점들이 도출 되었다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 수작업에 의존했던 광 전송로의 특성 정보를 데이터베이스화하여 데이터에 대한 다양한 가공 능력 및 투자에 대한 일관성 있는 의사 결정 능력을 제시하였으며, 구축된 데이터베이스를 통해 최적의 광통신망 설계를 지원할 수 있도록 광전송로 관리 및 설계 처리에 대한 의사 결정 시스템을 제안했다.

1. 서 론

최근 인터넷 사용자와 네트워크 기반 서비스의 증가로 인해 네트워크 설비투자 비용이 증가하고 있으며 광전송로에 대한 체계적인 관리에 관심이 높아지고 있다. 광전송로는 광케이블, 광코어, 시스템, WDM (Wavelength Division Multiplexing) 망 등의 정보와 관련되어 있으므로 매우 방대한 양의 데이터와 데이터별 특성을 포함한다[2, 3, 4].

기존의 망 관리 데이터베이스 툴은 광케이블, 광코어, 시스템, WDM 망, 채널 등에 대한 정보를 저장하고 있으며 각각에 관련된 정보에 대해 입력, 갱신, 삭제, 조회 기능을 제공하고 있다. 그러나 광케이블의 규격이 확장됨에 따라 변경된 사항이 적절히 적용되지 못하고 있다. 이는 데이터베이스 스키마(Schema)와 대량의 데이터를 변경해야하는 문제에 관련되기 때문이다. 또 다른 제약으로서 데이터베이스 자체로는 망설계 작업을 지원하지 못한다는것이다. 따라서 별도의 망설계 지원 툴이 요구되는데 아직 망설계 지원 분야에 대한 연구가 미흡한 실정이다. 이러한 제약을 수용하고 유동적으로 망 관련 데이터를 관리할 수 있는 데이터베이스 관련 툴과 망설계 지원 툴의 개발이 시급하다.

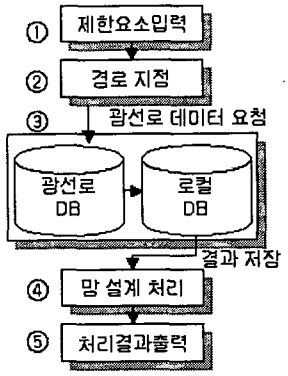
본 논문에서는 광전송로 데이터를 다각적으로 분석하고 기존의 망설계 기법을 이용하여 효율적인 망설계 및 관리 기능을 지원하는 툴을 제안하고자 한다[1, 5].

본 논문의 구성으로 2장에서는 망설계 체계를 제안하고, 이를 기초로 구현방법에 대해 설명하고, 3장에서는 광케이블, 광코어, 시스템, 채널별 망 관리 시스템을 설명하며, 4장에서는 지도와 데이터베이스를 연동한 WDM 망 조회 기능을 설명한 뒤, 5장에서 결론 및 향후 연구 방향에 대해 얘기한다.

2. 본 론

2장에서는 망설계 작업을 위한 망설계 구조를 정의한다. 망설계 지원 툴의 데이터베이스 측면의 구성은 독립형(Stand-alone) 방식과 클라이언트/서버(client /server) 방식을 혼합한 형태를 가진다.

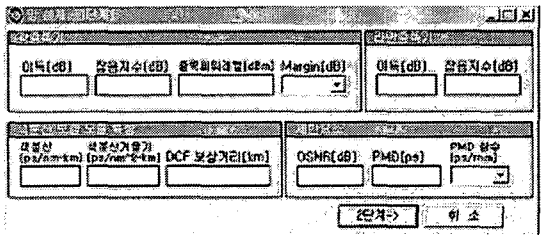
본 논문에서는 망설계 작업을 5 단계로 분류하고 있으며, 구성도는 [그림 1]과 같다.



[그림 1] 망설계 구조

2.1 제한요소 지정 단계

망설계 시 광전송 품질 및 광전송로 특성에 대한 입력 처리로서 광증폭기, 라만증폭기, 파장별 손실차, OSNR, PMD, PMD 상수 등을 값으로 가진다. 각각의 입력 데이터는 광전송로 데이터베이스에 질의 시 질의 결과를 필터링하여 반환되는 크기를 효과적으로 절감시키게 된다. [그림 2]는 제한요소 입력 화면이다.

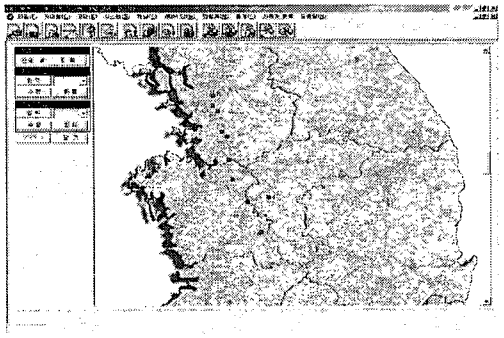


[그림 2] 제한요소 입력 화면

2.2 경로 지정 단계

망설계에 관련된 전화국을 지정하는 단계로서 그림 3과 같이 지도상에서 선택하게 된다.

경로선택 시는 세 가지 규칙이 있다. 첫 번째 규칙은 두 가지 경로를 선택해야 하며 각 경로의 시작 전화국과 종료 전화국이 동일해야 한다는 것이다. 두 번째 규칙은 선택된 두 경로 사이에 있는 전화국이 중복되어서는 안된다는 것이다. 세 번째 규칙은 전화국간에 광케이블이 존재하지 않을 경우 경로 선택되지 않도록 한다. 위의 세 가지 조건을 만족할 경우 유효한 경로로 인정되어 다음 단계로 처리 과정을 진행하게 된다.



〔그림 3〕 망설계 경로 인터페이스

2.3 망설계 데이터 수집 단계

하나의 망을 설계하는데 관련된 데이터는 선택된 전화국 각각에 관련된 모든 데이터를 요구하므로 한 개의 가용망을 결과로 만들기 위해 많은 데이터가 필요하다.

망설계 처리를 위해 원거리에 있는 데이터베이스 서버에 접근하여 처리 시마다 필요한 데이터를 질의한 뒤 결과를 가져올 경우에 이에 따른 네트워크 오버헤드가 매우 크게 되므로 처리의 성능이 낮아지게 된다.

이를 해결하기 위해 본 논문에서는 망설계 데이터만을 저장하는 로컬 데이터베이스를 별도로 구성하고, 데이터의 망설계 관련도를 높이기 위해 제한 요소를 기준으로 광전송로 데이터베이스에서 추출하여 로컬 데이터베이스로 전송하도록 구성하였다.

2.4 망설계 처리 단계

입력된 제한 요소 데이터인 총손실 제한 값, 파장별 손실차 제한 값, PMD 제한 값, OSNR 제한 값, 광증폭기의 광전송로 손실 마진과 기존의 광선로 데이터를 비교 처리하는 단계이다[1]. 광전송로 손실 마진은 1.0에서 5.0dB사이로 사용자가 선택할 수 있다.

2.4.1 총손실 처리 단계

선택된 광전송로 상에서 노드 간(A-B) 밴드별/파장별로 가장 큰 손실(Max) 값을 데이터베이스에서 찾는다. 밴드별/파장별로 가장 큰 손실 값을 광증폭기 이득에서 뺀 후 그 값을 광증폭기 손실 마진과 비교한다. 광증폭기 손실 마진이 뺀 값보다 작을 경우 뺀 값과 다음 노드(B-C) 간 총 손실을 더하여 반복해서 비교한다. 다시 비교하여도 광증폭기 손실마진이 더한 값보다 작을 경우 B노드에 광패치 표시하며 광증폭기 손실 마진이 큰 경우 B노드에 광증폭기 표시한다. 광증폭기 손실마진이 뺀 값보다 큰 경우 A-B간 광전송로에 불량(적색) 표시를 한다. 본 계산은 최종 목적지 노드까지 일괄 처리되며, 처리결과 양호한 광전송로에 대해서만 다음 처리단계를 선택된다.

2.4.2 파장별 손실차 처리단계

선택된 광전송로 상에서 노드 간(A-B) 밴드별/파장별 손실차가 제한요소에 입력된 파장별 손실차 제한 값 범위를 벗어나면 불량 표시하고, 벗어나지 않으면 일단 사용 가능한 광전송로로 인식하고 PMD에 의한 광전송로 선택 처리 결과를 기다린다.

2.4.3. PMD 처리 단계

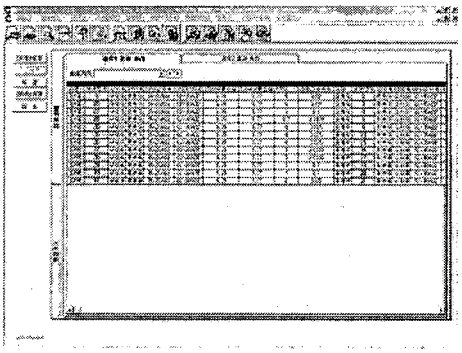
PMD 상수에 대한 제한 범위는 0.1.에서 2.0ps/rkm로 하고 그 간격은 0.1로 한다. 선택된 광전송로 상에서 노드간 PMD 상수가 제한 요소에 선택된 상수보다 크면 불량 표시하고, 작으면 그 노드간 PMD 값을 저장한다. 최종 목적지까지 구간별로 반복하여 비교 검색한 후 선택된 광전송로의 총 PMD를 다음과 같은 계산식에 의해 계산한다. 계산 결과과 PMD 제한 범위내로 만족되면 광전송로로 선택된다.

$$DGD \approx \sqrt{\langle t_1 \rangle^2 + \langle t_2 \rangle^2 + \langle t_3 \rangle^2 + \cdots + \langle t_n \rangle^2}$$

망설계 처리 단계는 모듈(module)로 구성하였다. 따라서 망설계 시 계산 알고리즘이 변경되더라도 쉽게 적용 가능하게 된다.

2.5 처리결과 출력단계

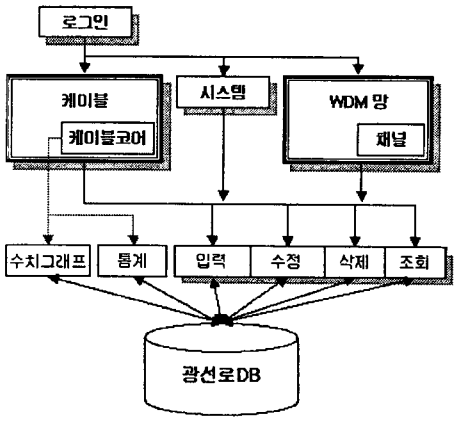
〔그림 1〕의 5번에 해당하는 단계로서 가용망과 불량선로 데이터를 출력하고, Excel 문서로 연동하는 단계이다. 망설계 처리에 사용된 모든 데이터는 Excel에서도 출력이 가능하다. 〔그림 4〕는 망설계 처리 결과에 대한 출력 화면이다.



〔그림 4〕 망설계 처리 결과

3. 광전송로 관리 시스템의 기능

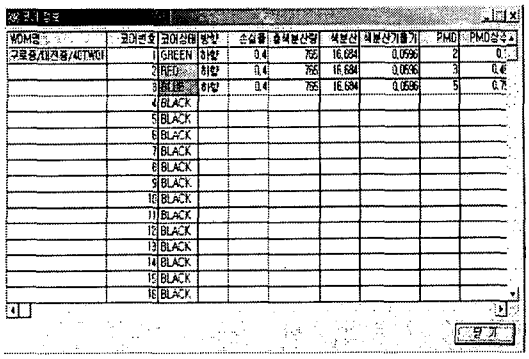
광전송로의 광케이블, 광코어, 시스템, 채널, WDM 망 관련 데이터에 대한 데이터베이스 구축과 효율적인 입력, 수정, 삭제, 조회 기능을 제공하는 것은 의사 결정 시스템의 기본 기능이다. 시스템의 구성과 기능은 〔그림 5〕와 같다.



〔그림 5〕 망 관리 시스템의 구성 및 기능

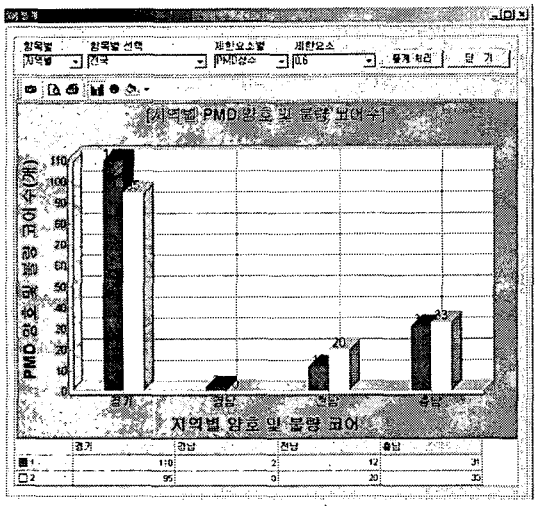
망 관리 작업에 대해 〔그림 5〕에서 보이는 것처럼 보편적인 데이터베이스 기능을 모두 제공하고 있음을 알 수 있다.

〔그림 6〕은 코어 특성 정보 조회 화면이다. 위 조회의 특징은 광코어에 대한 통계 기능과 손실 스펙트럼에 대한 수치그래프를 제공한다는 것이다. 통계 기능의 목적은 유효 코어와 불량 코어 구별 및 제반 특성별 통계치를 제공함으로서 해당 케이블 및 코어에 대한 관리의 지표로서 사용하기 위함이다.



〔그림 6〕 코어 특성 정보 조회

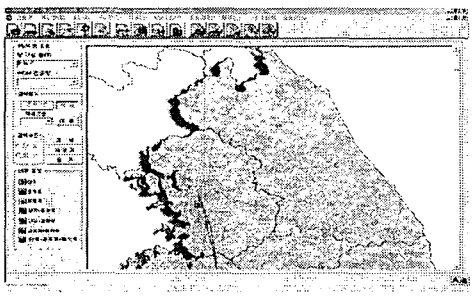
〔그림 7〕은 지역별 PMD 상수에 따른 양호 및 불량 코어 현황의 일례이다.



〔그림 7〕 통계 인터페이스

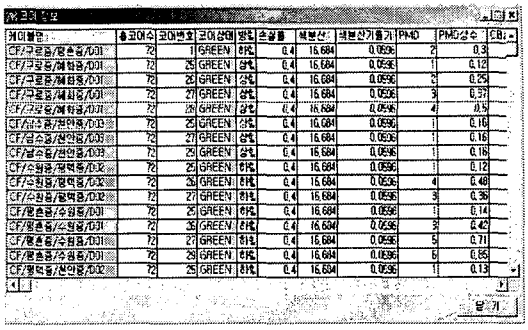
4. 지도와 데이터베이스를 연동한 WDM 망 조회

본 연구에서는 지도와 데이터베이스를 연동하는데 전화국 형태와 좌표를 통해 데이터베이스에 질의한 결과를 지도에 출력하는 방식을 채택하였다. 지도상에는 WDM 망이 출력되고, WDM 망에 관련된 광케이블 정보, 광코어 정보, 시스템 정보, 손실 스펙트럼 정보를 별도의 질의 구성이 없이 직접 조회할 수 있도록 구현하였다. 이는 WDM망 데이터가 광케이블과 광코어, 시스템 등과 관련되어 있음을 이용한 것이다. WDM 현황 조회 시 출력 형태는 WDM 형태(P to P, OADM, Metro)와 시·도별 구분을 가지며 일반과 상세 옵션을 통해 출력되는 데이터의 관련도를 조정하였다. 〔그림 8〕은 WDM 망 현황 조회 결과이다.



〔그림 8〕 WDM 망 현황 조회 결과

〔그림 9〕는 지도상에 출력된 망 정보를 선택하였을 때 선택된 WDM망에서 사용되고 있는 케이블의 코어 특성을 조회한 결과이다.



〔그림 9〕 WDM 망 조회를 통한 코어 정보 조회

5. 결 론

본 논문에서는 광선로 데이터베이스를 구축하고 이를 근간으로 망설계 및 관리 지원을 위한 데이터베이스 툴을 제안하였고, 제안된 사항을 바탕으로 구현하였다. 현재 본 연구 결과는 다수의 운용국에 배포되어 테스트를 마쳤으며 1차 버전이 출시되었다.

연구 과제로서 현재 독립형(stand-alone) 방식과 클라이언트/서버(client/server) 방식이 혼합되어 구성되어 있는데 다수 사용자(multi-user) 환경을 지원하기 위해 완벽한 클라이언트/서버 환경으로의 전환에 대한 연구가 더 이루어져야 할 것이며, 클라이언트 환경체계에 PDA(Personal Digital Assistants)를 추가로 연동하여 외부작업 시 원격에서 무선 인터넷으로 쉽게 서버에 접근하여 광선로 정보를 입력 및 조회할 수 있도록 하는 연구 역시 이루어져야 할 것이다.

〔참 고 문 헌〕

〔1〕 윤경모, 이용기, "컴퓨터를 이용한 광통신망설계 방법", 국내 출원 번호 : 2000-68060

〔2〕 조원홍, 이재호, 이상배, "Wavelength Division Multiple Access Protocols for High-speed Optical Fiber Local Area Networks", The Journal of the KITE 1994.

〔3〕 소원호, 이청훈, 김영선, 김영천, "Optical switching architecture using WDM for high-speed ATM networks", Journal fo the Institute of Electronics Engineering of Korea, 1998.

〔4〕 송재연, 김장복, "A Study on WDM Multihop Network Modeling with Optical Component Losses", 한국정보처리학회 논문지, Vol.7, No.8S, 2000.

〔5〕 Alok Aggarwal, Amotz Bar-Noy, Don Coppersmith, Rajiv Ramaswami, Baruch Schieber, Madhu Sudan, "Efficient Routing in Optical Networks", JACM, 1996.