

# 동기식 디지털 계위를 기반으로 한 전송망의 구조 (TTA.IT-G803)

유강희 · 전송시스템 연구위원회 의장/충주대 전자정보통신공학부

## I. 서론

전송망은 구성하려는 특정 목적에 따라 여러 가지 형태로 표현될 수 있는 복잡한 망이다. 본고에서 소개하려고 하는 표준은 SDH와 관련된 정보 전달 능력의 관점에서 전송망으로서의 망을 기술하고자 한다. 특히 이 표준은 SDH 기반 전송망의 기능적, 구조적 구성을 나타내며 많은 원칙이 비동기식(PDH : plesiochronous digital hierarchy) 망에도 그대로 적용될 수 있다. 이 표준은 회선 계층망과 전송망간의 경계 상에서 계층간 적응에 대한 정의 이외에는 회선 계층에서의 문제를 고려하지 않으며 또한 이 표준이 경로 계층망에서의 연결(connectivity)에 대한 정의와 제어를 포함한다 하더라도 사용자에 대한 서비스 제공에 관련된 문제나 구간과 물리 매체 계층에서의 연결에 대한 정의와 제어에 관한 것은 고려하지 않는다.

본 표준은 다음과 같은 구조로 구성되어 있다. 제2절은 기능적 용어를 사용한 망의 상세 설명을 기술한다.

기술된 정도는 망 설계, 관리와 망 성능 분석 목적을 필요로 하는 것이다.

제3절은 기능적 표현을 사용하고 실제적인 위상들, 망 구조들과 요구되는 망 요소들에 관련된 것이다. 제4절은 기능적 구조 관점에서의 절체와 복구에 대한 내용이다.

## II. 동기식 디지털 전송망의 전달 기능 구조

### 1. 개요

전송망을 구성하는 다양한 기능들은 두 가지 부류로 나누어질 수 있다. 하나는 한 지점에서 다른 지점들로 임의의 통신 정보를 전달하는 전달 기능 그룹과 다른 하나는 다양한 보조 서비스들과 운용, 유지 기능을 실현하는 제어 기능 그룹이다.

이 권고는 전달 기능 그룹에 관련된 내용을 기술한다.

전송망은 한 지점에서 다른 지점들로 양방향 혹은 단방향으로 사용자의 정보를 전달하며 또한 자신의 운용상의 목적으로 신호의 운용, 유지 보수 정보와 같은 다양한 망 제어 정보를 전달할 수도 있다.

즉 전송망은 다양한 요소를 가진 크고 복잡한 망이므로 잘 정의된 기능 요소를 가진 적절한 망 모델이 그 설계와 관리에 필수적이다.

따라서 망의 각 지점간의 관계를 적절히 정의함으로써 표현될 수 있으며 설계를 간단히 하기 위해서 계층화와 분할화의 개념에 근거한 전송망 모델이 각 계층 내에서 반복적으로 사용되는 방식으로 사용된다.

## 2. 구조적 구성 요소

전송망은 구현 기술의 독립적인 일반 기능성을 확인하기 위해 분석되어 왔다. 이것은 작은 많은 구조적 요소를 사용하는 추상적인 방법으로 망 기능성을 표현하는 수단을 제공했으며 정보 처리에 있어 수행되는 기능 용어들이나 서로 다른 구조적 요소간에 표현되는 관계성에 의해 정의된다. 일반적으로 여기에서 표현되는 기능은 하나 이상의 입력에 포함된 정보와 하나 이상의 출력 상에서 처리된 정보를 나타낸다. 즉 입력과 출력간의 정보 처리에 의해서 정의되고 특징 지워진다. 구조적 요소들은 실제 망이 구성되는 망 요소들을 형성하는 방식으로 함께 고려된다. 처리 기능의 입출력들과 전달 개체들의 경계 지점들은 전송망 구조에서의 기준 점들이 된다.

### 2.1 위상적 요소

위상적 요소는 망의 기준점과 같은 집합간의 위상적 관계성을 가지고 망의 가장 추상화된 표현을 제공한다. 이것은 세 개의 위상적 요소로 구분되는데 계층 망, 부분 망, 링크가 있으며 이들 요소만을 이용하여 망의 논리적 위상을 충분히 표현하는 것이 가능하다.

#### 2.1.1 계층 망

계층 망은 정보 전달 목적을 실현할 수 있는 접속 점들의 전체 집합으로 정의된다. 전달되는 정보는 계층의 특성이며 특성 정보로 불린다.

한 계층 망에서의 접속 점 관계들은 계층 관리 처리로 그 연결을 변경함으로써 이루어지거나 끊어지게 분리되고 논리적으로 떨어진 계층 망이 각 접속 점 유형에 존재한다.

#### 2.1.2 부분 망

부분 망은 특성 정보의 전달을 실현하는 접속 점들의 집합에 의해서 정의된다. 부분 망에서의

연결 점 관계들은 계층 관리 처리에 의해 그 연결을 변경함으로써 이루어지거나 끊어진다.

부분 망들은 일반적으로 그들 사이의 낮은 레벨(예, 더 적은) 부분 망이나 링크로 구성된다. 망 구성에서 관심이 있는 반복적 최하위 레벨은(개별 망 요소를 포함한) 격자이다.

#### 2.1.3 링크

링크는 부분 망들 사이에서 특성 정보를 전달할 목적으로 또 다른 부분 망의 일부 연결 점들에 관련된 하나의 부분 망에 있는 일부 연결 점들에 의해 정의된다. 링크를 정의하는 연결 점 관계의 집합들은 계층 관리 처리에 의해 이루어지거나 끊어질 수 없다. 링크는 짝을 이루는 부분 망간의 위상적 관계를 나타낸다. 일반적으로 링크는 하나의 망에 포함된 연결 점들과 다른 망에 있는 연결 점들간의 관계를 나타내는데 사용된다. 계층화 개념을 통한 링크의 반복적 최하위 레벨은 전송 매체를 나타낸다.

## 2.2 전달 개체

전달 개체는 계층 망 기준 점들간의 투명한 정보 전달을 제공한다. 즉 전달 처리에서 대표로부터 나오는 결과 이외에는 입력과 출력간의 정보 변경이 없다는 것이다.

전달되는 정보가 감시되는지 여부에 따라서 연결과 소로인 두 개의 기본 개체로 구분된다. 연결은 다시 그들이 속하는 위상적 요소에 따라 망 연결, 부분 망 연결, 링크 연결로 구분된다.

#### 2.2.1 망 연결

망 연결은 계층 망을 거쳐 투명하게 정보를 전달하는 능력을 가진다. 이것은 종단 연결 점(TCP)들이 한계가 된다. 이것은 하나의 계층 내에서 최상위 레벨이며 부분 망 연결과 링크 연결의 연속으로 분할될 수 있다. 비록 연결 그 자체의 정보가 다른 소스로부터 유추될 수 있어도 전달되는 정보에 대한 정보는 존재하지

않는다.

### 2.2.2 부분 망 연결

부분 망 연결은 하나의 부분 망을 거쳐 투명하게 정보를 전달하는 능력을 가진다. 이것은 부분 망의 경계에서 연결 점들에 의해 제한을 받고 연결 점들간의 관계를 나타낸다. 부분 망 연결들은 일반적으로 하위의 부분 망 연결과 링크 연결들의 연속으로 구성되며 더 복잡한 개체의 추상화로서 보여질 수 있다. 이 반복의 최하위 레벨인 격자 연결은 하나의 망 요소 내에서의 개별 격자상의 교차 연결을 나타낸다.

### 2.2.3 링크 연결

링크 연결은 두 부분 망간의 한 링크를 거쳐 투명하게 정보를 전달하는 능력을 가진다. 이것은 링크와 부분 망의 경계에서 연결 점에 의해 제한되고 한 연결 점 쌍의 관계를 나타낸다. 링크 연결들은 서버 계층 망에 있는 소로들에 의해 제공된다.

### 2.2.4 소로

소로는 접근 점들간의 확인된 특성 정보 전달을 나타내며 정보 전달에 관련되어 증가된 정보와 함께 접근 점간의 관계를 나타낸다. 소로는 TCP와 접근 점들간의 소로 중단 기능을 포함함으로써 하나의 망 연결로부터 형성된다.

## 3. 분할화와 계층화

### 3.1 개요

전송망은 이웃한 계층간의 의뢰자/서버 연결로 독립적인 전송망 계층들로 분리될 수 있다. 각 계층 망은 그 계층의 내부 구조를 반영하는 방식으로 독립적으로 분할될 수 있다.

#### 3.1.1 분할화 개념의 중요성

분할화 개념은 다음을 정의하기 위한 범주로

서 중요하다.

- 하나의 망 계층 내에서의 망 구조
- 한 계층 내에서의 종단간 경로를 함께 제공하기 위한 망 운용자간의 관리 경계
- 망을 구성하는 부분 시스템들이 성능 목표를 분담한다는 관점에서 한 운용자의 계층 망 내에 있는 경계들
- 경로 관리 처리의 운용에 관련된 독립적인 라우팅 경계

#### 3.1.2 계층화 개념의 중요성

전송망의 계층화 개념은 다음 가정을 기본으로 하므로 중요하다.

- 각 계층 망은 유사한 기능들로 분류될 수 있다.
- 전체 전송망을 하나로 설계하고 운영하는 것보다 각 계층을 분리해서 설계하고 운영하는 것이 더 간단하다.
- 하나의 계층 망 모델은 TMN에서의 관리 객체들을 정의하는 데 사용될 수 있다.
- 각 계층 망은 오류 기능, 고장, 운용 과오에 대해 자동 복구 및 절체와 같은 자신의 운용 유지 보수 능력을 가질 수 있다.
- 구조적 관점에서 다른 계층들에 영향을 주지 않고 계층을 추가하거나 변경할 수 있다.
- 각각의 망 계층은 다른 계층과 독립적으로 정의될 수 있다.

### 3.2 분할화 개념

분할화 개념은 위상을 나타내는 부분 망의 분할화와 연결을 나타내는 망 연결의 분할화 두 개의 관련된 영역으로 나누어질 수 있다.

#### 3.2.1 부분 망의 분할화

부분 망은 간단히 여러 연결 점들과 TCP들

을 연관짓는 능력을 나타내고 부분 망 구성에 사용되는 구조적 요소들의 위상은 직접적으로 나타내지 않는다. 일반적으로 임의의 부분 망은 링크들로 상호 연결된 더 작은 부분 망들로 분할될 수 있으며 더 작은 부분 망들과 링크들을 결합하는 방법은 다음과 같이 부분 망의 위상을 나타낸다.

$$\text{부분 망} = \text{더 작은 부분 망들} + \text{링크들} + \text{위상}$$

따라서 원하는 상세 레벨을 나타내기 위해서 임의의 계층 망을 분해하는 분할화 개념이 가능하다. 이러한 상세 레벨은 계층 망의 융통성 있는 연결 능력을 제공하기 위해서 각각의 망 요소에 연결 격자를 구현하는 각 장치와 부합될 것이다.

### 3.2.2 망 연결과 부분 망 연결의 분할화

소로는 망 연결의 소로 중단 점 결합에 의해 형성되는 전달 개체이고, 한 계층 망 능력의 특

별한 예시가 된다. 망 연결은 계층 망 내에서 정의되는 가장 큰 부분 망 능력의 예시가 된다.

부분 망 분할이 가능한 것과 같은 방법으로 망 연결을 분할하는 것이 가능하다. 일반적으로 망 연결은 다음과 같이 일련의 부분 망 연결들과 링크 연결들의 조합으로 분할될 수 있다.

$$\text{망 연결} = \text{중단 연결 점(TCP)} + \text{부분 망 연결들} + \text{링크 연결들} + \text{중단 연결 점(TCP)}$$

각각의 부분 망 연결들은 다시 일련의 부분 망 연결들과 링크 연결들의 조합으로 분할될 수 있다. 이 경우 분할은 다음과 같이 하나의 부분 망 연결로 시작하고 종료되어야 한다.

$$\text{부분 망 연결} = \text{연결 점(CP)} + \text{더 작은 부분 망 연결들} + \text{링크 연결} + \text{연결 점(CP)}$$

망 연결들과 부분 망 연결들의 분할은 부분 망 연결 분할과 똑같다.

표 1. 적응 기능 기준

의뢰지 기준	서버 기준	의뢰지 망 특성 정보
1544 kbps 비동기	VC-11 경로	1544 kbps ± 50 ppm
1544 kbps 비트 비동기	VC-11 경로	1544 kbps 명목
1544 kbps 비트 비동기	VC-11 경로	1544 kbps 명목 G.704 옥텟 구조
2048 kbps 비동기	VC-12 경로	2048 kbps ± 50 ppm
2048 kbps 비트 비동기	VC-12 경로	2048 kbps 명목
2048 kbps 바이트 동기	VC-12 경로	2048 kbps 명목 G.704 옥텟 구조
6312 kbps 비동기	VC-2 경로	6312 kbps ± 30 ppm
44 736 kbps 비동기	VC-3 경로	44 736 kbps ± 20 ppm
B-ISDN ATM 가상 경로	VC-4 또는 VC-4-4c (주)	53-옥텟 셀
VC-11 경로	VC-3 HO 경로 또는 VC-4 경로	VC-11+프레임 오프셋
VC-12 경로	VC-3 HO 경로 또는 VC-4 경로	VC-12+프레임 오프셋
VC-2 경로	VC-3 HO 경로 또는 VC-4 경로	VC-2+프레임 오프셋
VC-3 LO 경로	VC-4 경로	VC-3+프레임 오프셋
VC-3 HO 경로	STM-N 구간	VC-3+프레임 오프셋
VC-4 경로	STM-N 구간	VC-4+프레임 오프셋

LO : 저차  
HO : 고차  
주 : 다른 SDH 가상 컨테이너로의 사상은 계속 연구중

이 경우 반복적인 분할의 정상적인 한계는 계층 망에 사용되는 기본 격자상에 있는 각각의 연결 점 관계들이 된다.

### 3.3 계층화 개념

이웃한 계층 망간의 의뢰자/서버 관계는 의뢰자 계층 망에 있는 하나의 링크가 서버 계층 망에 있는 하나의 소로에 의해 제공되는 관계이다. <표 1>은 SDH가 분할되고 ITU-T 권고들에 정의된 의뢰자/서버 관계들의 기록을 나타낸다.

전송망 기능 모델에서 구분이 되어온 계층 망들은 OSI 프로토콜 기준 모델(PRM)의 계층과 혼동되지 말아야 한다.

적용 개념은 의뢰자/서버 관계의 지원에 의해서 다른 특성 정보를 가지는 계층 망들을 허용하기 위해서 도입되었고 전송망 모델에서 명백한 반복의 소스가 된다. 이것은 다시 전송망 모델에서의 연속적인 망 경계 개념이 OSI PRM과 동일하지 않은 이유도 된다.

#### 3.3.1 전송망 계층

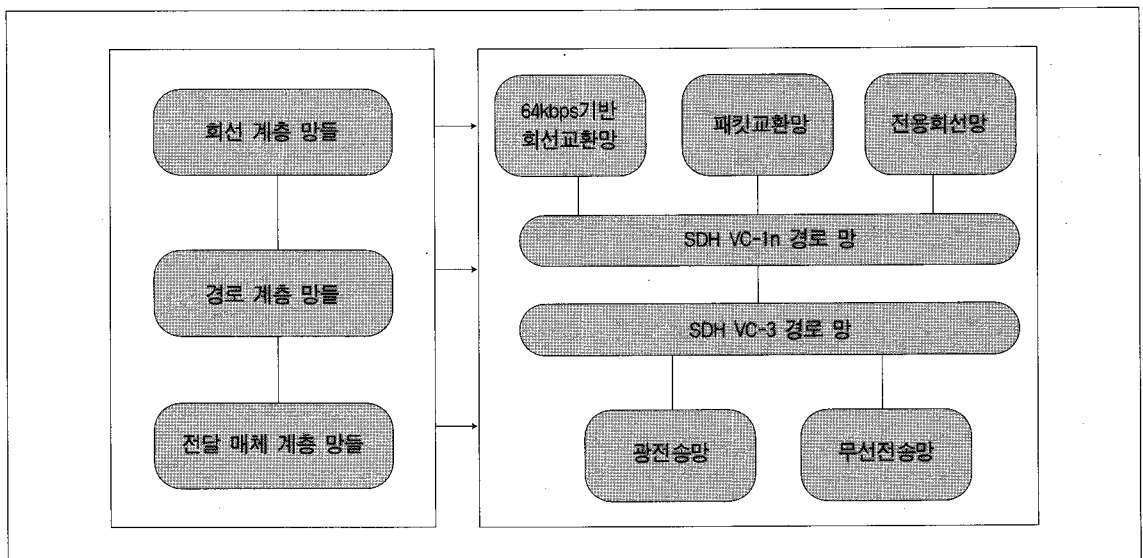
<그림 1>은 전송망의 계층화 모델을 예시한다. 계층화 모델은 크게 회선 계층 망, 경로 계층 망, 전달매체 계층 망으로 분류되며 특징은 다음과 같다.

- 임의의 이웃한 두 계층간의 관련은 서버/의뢰자 관계이다.
- 각 계층은 자신의 운용과 유지 보수 능력을 가진다.

계층 망의 세 분류는 다음과 같이 표현된다.

- 회선 계층 망들 : 회선 교환 서비스, 패킷 교환 서비스, 전용선 서비스 등의 통신 서비스 사용자들에게 제공된다. 서로 다른 회선 계층 망들은 제공되는 서비스들에 의해 구분될 수 있다. 회선 계층 망들은 경로 계층 망들과 독립적이다.
- 경로 계층 망들 : 회선 계층 망들과 다른 타입을 제공하기 위해 사용된다. SDH의 경우 하위 경로 계층 망과 상위 경로 계층 망 등 두개의 경로 계층 망이 있다. 경로 계층 망에서의 연결 관리 제어는 SDH 망의 중요한 특징이 된다. 경로 계층 망은 전달 매

그림 1. 전달망의 계층화 모델



체 계층 망과 독립적이다.

- 전달 매체 계층 망들 : 광섬유, 무선 등과 같은 전달 매체에 의존적이다. 전달 매체 계층 망들은 구간 계층 망들과 물리적 매체 계층 망들로 나누어진다. 구간 계층 망들은 경로 계층 망의 두 노드 사이의 정보 전달을 제공하는 모든 기능에 관련되고 물리적 매체 계층 망은 구간 계층 망을 지원하는 실제 광섬유, 금속선, 무선 주파수 채널에 관련된다.

SDH의 경우 두 개의 구간 계층 망이 있다. 다중 구간 계층 망은 경로를 라우팅하고 종단하는 위치간의 종단간 정보 전달에 관련되고 중계 구간 계층 망은 중계기간, 중계기와 경로가 라우팅되고 종단되는 위치간의 정보 전달에 관련된다.

### 3.3.2 의뢰자/서버 관계

이웃한 계층 망간의 의뢰자/서버 관계는 의뢰자 계층 망의 한 링크 연결이 서버 계층 망의 한 소로에 의해 제공되는 곳에 있다. 좀 더 구체적으로 보면

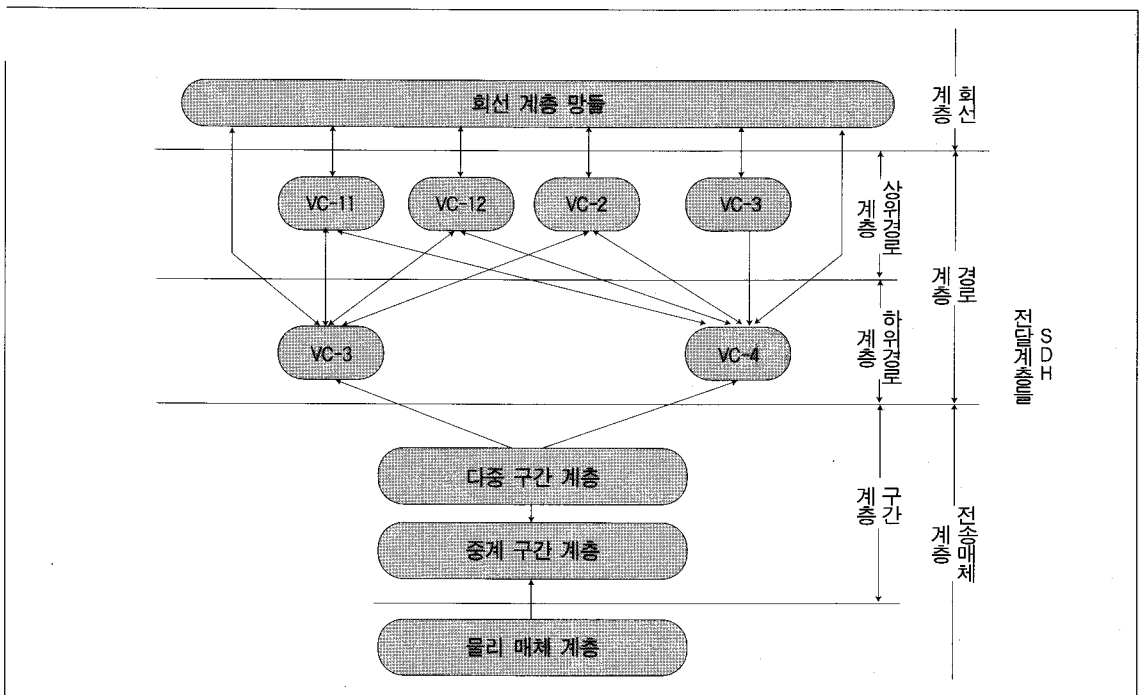
- 회선 계층 망의 한 링크 연결은 경로 계층 망의 한 경로에 의해 제공된다.
- 경로 계층 망의 한 링크 연결은 물리 매체 계층 망의 한 구간에 의해 제공된다.

SDH 기반 전송망의 계층화 관계는 <그림 2>와 같이 표현될 수 있다.

## 4. 탄뎀 연결 감시[연결 관리]

탄뎀 연결의 의도된 역할은 특정 관리 영역 내에서 존재하는 소로의 구분을 나타내는 것이다. 이 역할에서 다음 기능들은 탄뎀 연결에 의해 지원되어야만 한다.

그림 2. SDH 기반 전달망의 계층화 모델



- 탄뎀 연결 성능 감시 : 오류 성능과 고장/경보 조건들)
- 탄뎀 연결 대국 성능 감시 : 오류 성능과 고장/경보 조건들)
- 탄뎀 연결 착신 오류 인지 : 탄뎀 연결 이전의 오류)
- 탄뎀 연결 확인/추적 : 탄뎀 연결 종단간)
- 탄뎀 연결 유휴 신호 : 유휴 신호 인식 포함)

제안된 해결책은 “부분 계층 감시”를 사용한다. 위의 필요를 지원하기 위해 착신 오류 계산과 데이터 링크 조합을 사용한다.

#### 4.1 고유 감시

탄뎀 연결은 서버 계층들로부터 원래 가능한 데이터를 사용하고 사용 가능한 데이터로부터 의뢰자 탄뎀 연결의 적절한 상태를 계산함으로써 간접적으로 감시된다.

고유 감시의 사용은 오류 사건과 관계되고 관리 내에 있는지 여부를 결정하고(탄뎀 연결의 양 종단 같은) 적절한 관리 위치의 결과를 보고하기 위해 하나의 데이터 망과 분산 처리의 사용에 크게 의존한다.

적용 기능이 다중화를 포함할 때 각 탄뎀 연결들에 대한 오류 성능 통계는 불가능해지지만 의뢰자들에 대해 오류의 획일적 분배를 가정한다면 서버 계층들의 오류 성능을 추론할 수 있다.

연결 확인은 노드간의 서버 계층에 있는 연결 확인 및 각 노드가 의뢰자 계층 내부적으로 확인한다는 가정으로부터 유추될 수 있다.

데이터 채널 모의 시험은 개방 시스템 통신망의 다른 노드에 메시지들을 줌으로써 제공될 수 있으며 이 기술은 분산 처리를 필요로 하므로 표준화가 어려울 수 있다. 그러나 이 기술은 탄뎀 연결의 임의의 중포(nesting)와 겹침(overlapping)을 지원할 수 있다.

#### 4.2 비강제 감시

탄뎀 연결은 원래 데이터와 오버헤드의 수신 전용(비강제) 감시에 의해 직접적으로 감시되고 탄뎀 연결의 양 종단에서의 감시 상태의 차이로부터 탄뎀 연결의 대략적인 상태 계산이 된다.

비강제 감시의 사용은 한 데이터 망의 사용과 관리 하에 있는지의 여부를 결정하기 위해 오류 사건에 관계되고 적절한 관리 위치(탄뎀 연결의 양 종단과 같은) 결과를 보고하는 분산 처리에 덜 의존적이다. 이 경우 바람직한 정보는 두 종단으로부터 가능하며 탄뎀 연결의 중간에 있는 보드와의 통신은 불필요하다.

비강제 감시 기능은 하나의 부분 망 연결에 전달될 수도 있으며 감시가 요구되는 많은 부분 망 연결에서 공유될 수도 있다.

각 탄뎀 연결에 대한 오류 성능 통계는 두 종단의 오류 성능 기록의 차이로부터 직접적으로 구할 수 있다. 오류 성능 차이 계산은 완전할 수 없지만 통계적으로 의미있는 추론 측정치가 가능하다.

연결 확인은 소스 신호가 전체적으로 유일한 추적 번호(예로서 E.164 부호)인 경우에 수행될 수 있다. 합리적인 연결 확인은 머리 부분의 신호 내용으로부터 표시 형태를 인식하고 꼬리 부분에서 일치시킴으로써 가능할 수 있다.

데이터 채널 모의 시험은 개방 시스템 통신망 상의 다른 노드에 메시지를 보냄으로써 제공될 수 있다.

이 기술은 표준화를 필요로 하는 데이터 통신을 요구한다. 그러나 이 기술은 탄뎀 연결의 임의의 중포와 겹침을 지원할 수 있다.

#### 4.3 강제 감시

이 방법에서 모든 파라미터는 직접적으로 감시될 수 있지만 사용자 소로는 불완전해지므로 소로 구성의 시작이나 가능한 간헐적으로만 행

해질 수 있다. 이 기술은 탄뎀 연결의 임의의 중포나 점침을 지원하지만 동시 시험은 불가능하다.

#### 4.4 부분망 감시

강제와 비강제 감시의 부분적 방식으로, 소스 소로의 오버헤드 일부분이 탄뎀 연결을 직접적으로 감시하도록 다시 쓰여진다. 이 경우 탄뎀 연결은 감시되는 부분망의 망 연결이 된다. 만일 소스 오버헤드가 사용되지 않으면 이 감시는 소스 소로에서의 비강제 감시에 효과적이다.

이 기술에서 충분한 대역폭이 소스 오버헤드에 존재할 수 있다고 가정하면 모든 파라미터는 직접적으로 시험될 수 있다. 이 기술은 점침이나 중포 탄뎀 연결을 지원할 수 없는 가능성이 있다.

### III. 망 위상과 구조에 개념 적용

#### 1. SDH 계층에서 지원되는 PDH 계층

아래의 다섯 개 계층 망은 PDH 신호가 SDH 상에 지원되는 경우를 보여준다.

- a) PDH G.702 경로(예 2048 kb/s) 계층
- b) PDH G.703 국사 내 구간 계층
- c) SDH 하위 경로 (예 VC-12) 계층
- d) SDH 상위 경로 (예 VC-4) 계층
- e) SDH STM-N 구간 계층

PDH 경로 속도에서 SDH 하위 경로 교차 연결과 서로 연결되고, 상위 경로 교차 연결간은 중간 지점에서 서로 연결되는 계위를 가진 두 가지 SDH 다중화기의 예를 보여주고 있다. 모든 인터페이스는(PDH 경로 속도에서 계위를 제외한) SDH STM-N 구간 계층을 사용한다.

#### 2. SDH 계층에서 지원되는 ATM 셀 계층

아래의 세 개의 계층 망은 ATM셀이 SDH 상에서 지원되는 경우의 한 예를 나타낸다.

- a) ATM 가상 경로 계층
- b) SDH 상위 경로(예 VC-4) 계층
- c) SDH STM-N 구간 계층

ATM 가상 경로 스위치와 연결되고 중간 지점에서 SDH 상위 경로 교차-연결과 연결되는 두 가지 ATM 가상 경로 종단을 예로 보여 주고 있다.

### IV. 전송 망 가용도 향상 기술

#### 1. 개요

이 절에서는 전송망의 가용도를 높이는데 사용할 수 있는 주요 전략과 구조적인 특징을 기술한다. 이런 가용도 향상 기술은 고장이 났거나 성능이 떨어진 전달 개체를 교체함으로써 얻을 수 있다. 교체는 보통 장애, 성능 저하 혹은 외부(망 관리) 요구가 검출되면 시작된다.

- 절체 : 이것은 미리 노드간 할당된 예비 용량을 사용한다. 가장 간단한 구조는 각 운용 개체에 대해 전용 예비 개체를 가지는 것이다(1+1). 가장 복잡한 구조는 n개의 운용 개체 가운데 m개의 예비 개체를 공유한다(m:n).
- 복구 : 이것은 노드간 이용 가능한 용량을 이용한다. 일반적으로 복구에 사용되는 알고리즘은 재 경로 지정을 포함하고 있다. 복구 경로가 사용되면 전송망의 일부 용량이 운용 트래픽을 재 경로로 지정하기 위해 확보된다.



## 2. 절체

두 가지 형태의 절체 구조가 정해져 있다.

### 2.1 소로 절체

만약 운용중인 소로가 고장나거나 성능이 요구 수준 이하로 떨어지면 예비 소로로 교체된다. 망 접근 점은 주어진 규칙에 따라 절체 적용 기능과 절체 중단 기능까지 확장되어 절체 부분 계층을 제공한다. 예비와 운용 접속간 절체를 모델링하기 위하여는 격자가 사용된다. 절체 부 계층에서 소로 상태는 절체 격자에 적용될 수 있다. 절체 적용 기능은 자동 보호 절체 채널을 액세스 할 수 있게 한다. 이것은 절체 격자의 제어 기능간 통신을 제공한다. 소로 중단은 서버 소로의 상태를 제공하고, 절체 소로 중단은 절체된 소로의 상태를 제공한다.

### 2.2 부분 망 연결 절체

만약 운용 부분 망 연결이 고장나거나 성능이 요구 수준 이하로 떨어지면 운용 부분 망 연결은 예비 부분 망 연결로 대체된다.

부분 망 연결 절체는 계층 망 내에 있는 어떤 계층에도 적용될 수 있고 절체된 부분 망 접속은 하위 레벨의 부분 망 접속과 링크 연결이 어우러져 구성될 수도 있다.

망 운용자들은 어떤 응용에서는 이중 중단 응용이 바람직 할 수도 있음을 지적했으나 이런 운용 방법에 대한 필요성과 구현은 계속 연구 중이다.

부분 망 접속은 원래 감시 능력이 없다. 그래서 부분 망 절체 방식은 부분 망 접속을 감시하기 위해 사용된 방법에 의해 특성이 더 많이 묘사 될 수도 있다. 이것은 예비 부분 계층에 의해 모델링 될 수 있다. 서버 계층에 있는 소로의 상태는 격자에 이용할 수 있다.

- 고유의(inherent) 감시 : 서버 계층에서 나온 정보는 절체를 개시하는데 사용된다.
- 비침투 감시 : 부분 망 접속은 부분 망 연결에 브릿지된 소로 중단 기능을 수용함으로써 감시된다.
- 침투 감시 : 이런 형태의 감시를 사용하는 것은 절체 방식의 한 부분으로서 권고되지 않는다.
- 부분 계층 감시 : 부분 계층을 감시하여 소로 절체를 할 수 있게 해 준다.

## 3. SDH 소로 절체 예

다중 구간 절체 방식 중 SDH에서 사용되는 몇 가지 특정 형태가 아래에 주어져 있다. 다중 구간 중단 기능에 의해 장애 사건을 검출하는 특징이 있고 그 결과로 생기는 재구성은 다중 구간 예비 부분 계층에 있는 보호 절체 기능을 이용한다. 그 결과로 생기는 재구성은 여러 개의 SDH 망 요소에서 보호 절체를 포함할 수도 있다. 여러 SDH 망 요소 내 있는 스위치간 연동은 자동 절체 프로토콜에 의해서 이루어진다.

### 3.1 SDH 다중구간 1+1 절체

SDH 다중 구간 1+1 절체는 두 개의 병렬 다중 구간을 가지는 특징이 있고, 각각은 상위 경로의 최대 용량을 지원할 수 있는 용량을 가지고 있다. 다중 구간 1+1 절체에 관한 APS 프로토콜은 G.783에 주어져 있다.

### 3.2 SDH 다중구간 1:N 절체

SDH 다중구간 1:N 절체는 상위 경로 용량을 절체하는데 실제로 필요한 것보다 하나 이상 다중 구간을 더 갖는 특징이 있다. 상위 경로를 절체할 필요가 없을 때 이 여분의 다중구간 용량은 “여분 트래픽” 용으로 사용된다.

이런 여분 트래픽은 그 자체가 보호되지 않는다. 다중구간 1:N 절체에 관한 APS 프로토콜은 권고안 G.783에 주어져 있다.

### 3.3 SDH 다중 구간 공유 절체

다중 구간 공유 절체 링은 총 유료 부하를 운용 용량과 예비 용량으로 균등하게 나누는 특징을 가지고 있다. 즉 2선 STM-N링에서는, 운용이 N/2 AUG를, 예비가 N/2 AUG를 사용하는 반면, 4선 STM-N 링에서는 N개의 AUG를 운용에서 이용하고 예비에서도 이용한다. 공유란 표현은 링 예비 용량이 구간 혹은 노드 장에서 다중 노드 링의 어떠한 다중 구간에 의해서도 공유될 수 있다는 뜻이다. 예비 용량을 공유하기 때문에 정상 상태에서 다른 형태의 링에 비해 개선된 트래픽 운반이 될 수 있다.

다중 구간 링 절체는 링의 고장난 지점 양쪽에 있는 다중 구간 기능에 의해 고장이 검출되어 수행되고, 재구성은 절체 의뢰자 계층에서 수행된다.

고장이 나지 않은 상태에서 예비 용량은 우선 순위가 낮은 트래픽을 수송하는데 사용될 수 있다.

다중 구간 공유 절체 링에 대한 APS 프로토콜은 현재 G.783에 정의된 1:N 프로토콜에 대한 K바이트를 개선하여 만들어진다. 이러한 형태의 링의 동작은 항상 양종단에서 이루어진다.

### 3.4 SDH 다중 구간 전념 링

다중 구간 전념 링 절체는 1:1 절체 방식을 갖는 특징이 있으며 이 방식은 단방향 운용을 기본으로 한다.

장애 조건시, 모든 AUG는 예비 채널로 루프되며 다중 구간 전념 링 절체는 SDH망 요소 내 MST 기능에 의해 검출된 장애에 기반을 두고 있다. 이런 형태의 운용은 항상 이중으로 중단 된다.

다중 구간 전념 링 절체에 대한 APS 프로토콜은 현재 G.783에서 정의되어 있는 1:1 APS를 위한 K바이트 프로토콜을 개선하여 만들어진다.

### 3.5 SDH 상위 경로 링 절체

“상위 경로 링 절체”로도 알려진 상위 링 절체는 링(상위 경로가 링으로 인입하는 지점에서 그 망 요소에 있는 상위 경로 절체 기능을 사용한)을 따라 양방향으로 상위 경로 정보를 전송하는 특징이 있다. 상위 경로가 링을 빠져 나오는 망 요소에서 신호 중 하나가 선택된다.

상위 경로가 링을 빠져 나오는 망 요소에서 순전히 자국의 정보에 의해 독립적으로 그리고 단방향으로 상위 경로가 절체된다. 그래서 APS 프로토콜 없이도 상위 링 절체를 구현할 수 있다. 고유의 감시 기능 이용 - 링에서 빠져 나오는 망 요소에서 AU-LOP 또는 AU-AIS(자국 MST가 고장을 검출하면 모든 AU가 AIS로 된다) 고장이 검출되면 상위 경로 절체 기능이 재 구성된다. 이 방법은 그 국소(즉 이전 다중 구간에서 나타난 에러)에서 종단하는 다중 구간이 아닌 감시한 상위 경로에만 영향을 주는 장애 검출(혹은 절체)을 하지 않으며 상위 경로 절체 중단 기능을 추가하여 구현된다. 이것은 각 경로에 대한 장애 혹은 성능 저하를 검출할 수 있도록 해 준다.

### 3.6 SDH 하위 링 절체


SDH 하위 경로 절체는 일반적으로 상위 링 절체와 원리가 비슷하다. 하위 링 절체는 링(하위 경로가 인입하는 망 요소에서 하위 경로 절체 기능을 사용하는)을 따라 하위 경로 정보를 전송하는 특징이 있다.

하위 경로가 링을 빠져 나오는 망 요소에서 신호 중 하나가 선택된다. 하위 경로가 링을 빠져 나오는 망 요소에서 순전히 자국의 정보에

의해 독립적으로 그리고 단 방향으로 하위 경로가 절체 된다. 그래서 APS프로토콜 없이도 하위 링 절체를 구현할 수 있다.

## V. 결론

본고는 정보통신 단체표준으로 작년 12월 제정된 '동기식 디지털 계위를 기반으로한 전송망의 구조'의 기술 소개로 원래의 표준을 압축하여 기술하였으므로 보다 상세한 내용을 참조하실 분들은 원안을 참조하시길 바란다. 80년대 말까지 주로 교환기와 교환기간을 점 대 점으로 연결하여 대용량 전송을 실현하던 비동기식 디지털 계위는 80년대 중반에 이르러 디지털

교환과 광 전송의 맞남으로 동기식 디지털 계위(SDH)를 도입하기 시작하여 다양한 전송 정보를 융통성 있게 수용할 수 있는 디지털 멀티미디어 망을 새로이 구축하고 있다. SDH 전송망은 <표 1>에 보는 바와같이 가상 상자(VC)라는 크기가 규격화된 포장된 정보들을 STM 모듈에 차곡차곡 쌓아서 전송하는 방식으로 고속 신호상에서 저속 신호들의 직접적인 접근이 가능하고 이러한 가시성은 VCn 단위의 교차연결 또는 분기결합을 보다 쉽게 할 수 있다는 의미를 갖으므로 망 구축 측면에서 기존 망에 비하여 많은 장점을 갖는다. 따라서 본 표준은 동기식 전송망을 구축하려는 국내 망 사업자들과 이 분야에 종사하는 연구 개발자들에게 많은 참고가 될 것으로 기대된다. 

### “꿈의 컴퓨터” 양자(量子)컴퓨터

양자컴퓨터는 '마이크로 세계에서는 물리적 상태가 중첩될 수 있다'는 양자역학의 원리를 응용해 계산 능력을 획기적으로 증폭시킨 컴퓨터 개념.

현재의 컴퓨터가 정보처리를 하나씩 순차적으로 해나가는 방식인 데 비해 양자컴퓨터는 초고속 병렬처리가 가능해, 예컨대 회로소자가 10개 있다면  $2^{10}$  (1214)갈래의 계산을 할 수 있게 된다. 일본의 NEC가 양자컴퓨터의 고체회로 소자(素子)개발에 올해 5월 성공함으로써, 양자컴퓨터가 실용화 된다면, 현재 최고성능을 자랑하는 슈퍼컴퓨터가 10조년 걸릴 200자리 암호해독을 1시간에 마칠 수 있는 능력을 지니게 된다.

NEC의 고체회로 소자는 소자를 영하 272.15도(절대온도 1도) 이하로 냉각시켜 초전도상태로 만든 뒤 고속전압펄스를 가하는 방식에 의해 개발됐다.

그러나 양자컴퓨터가 실용화되는 데는 많은 난관이 남아있으며, 적어도 10년이상 걸릴 것으로 보인다.