

일본 NTT의 통신망 설계·운영에 관한 기술동향

한국통신 기술개발단 TOP 기술연구팀 전임연구원 이 병 철

한국통신 통신개발망연구소 망진화연구팀 전임연구원 최 성 열

개 요

NTT는 현대사회 하부구조(Infrastructure)로서 현재까지 수 십여년간에 걸쳐 구축해 온 거대한 규모의 통신망을 운용하여 대량의 통신트래픽을 전달하고 서비스를 제공하고 있다. 통신망설계·운영 업무(Network Engineering & Management : NWE&M)는 이와 같은 NTT사업활동의 근간을 이루고 있으며, 그 역할은 수요에 일치된 적절한 양의 망설비를 적절한 시기에 준비하고, 이것을 효율적으로 운용해 서비스를 제공하는 것이다.

NWE&M는 이제까지 망구성 요소의 기술적 혁신을 발생시키는 형태로, 보다 경제적인 통신망 제공을 목표로 진화해 왔다. 그리고 현재로는 수요가 지속적으로(continually) 성장해 온 시대의 [고정적 망운용(固定的 網運用)을 전제로 한 설계주체형(設計主體型)]으로부터, 수요가 불확실한 시대의 요청에 부응하는 [탄력적 망운용(彈力的 網運用)을 주안점으로 한 운용관리중시형(運用管理重視型)]으로 새로운 변모를 행하고 있다.

본고에서는 NWE&M의 변혁을 기술적 관점에서 살펴보는데, 우선 지금까지의 NWE&M의 변

혁과 그것을 초래한 기술적 요인에 대해서 개관한 후, 새로운 시대의 NWE&M구상과 이를 실현하기 위한 핵심적 기술에 대해 논하고자 한다.

I. 서론

일반통신사업자(Common Carrier)인 NTT의 사업은 통신망(Network)을 운용해서 고객에 만족을 주는 통신서비스를 제공하는 것이다. 이 중에서 통신망설계·운영업무(이하에서는 Network Engineering & Management : NWE&M라고 기술한다)라는 것은 서비스 제공을 원활히 수행토록, 수요에 부합하는 적절한 양의 망설비를 계획적으로 준비하고, 이것을 네트워크/트래픽의 상황에 따라 효율적으로 운용하는 업무인데, 이는 NTT의 사업활동의 근간을 이루고 있다.

통신사업의 환경은 이미 수요가 계속적으로(continually) 성장한 시대에서부터 수요가 불확실한 시대로 이어졌고 NWE&M도 새로운 시대의

요청에 맞는 모습으로 변모하고 있다. 본 논문에서는 이제까지의 NWE&M의 변혁과 그것을 초래한 기술적 요인을 개괄적으로 살펴본 후, 새로운 시대의 NWE&M의 구상과 그것을 실현하기 위한 핵심이 되는 기술에 대해서 살펴보고자 한다.

II. 통신망설계·운영업무

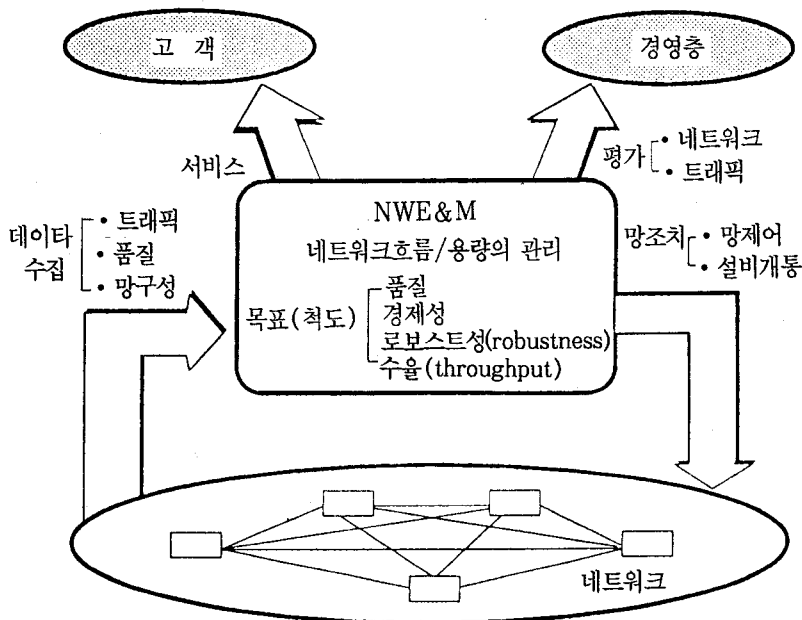
1. 역할

공중전화망으로 대표되는 통신망은 현대사회의 하부구조로서 오늘날까지 100여년의 세월을 거쳐 꾸준히 구축되어져, 현재 거대한 규모의 통신망을 보게 되었고, 더욱이 ISDN으로 진화하면서 점점 거대화되고 있다. 이 거대한 통신망을 계속해 운영하여 대량의 통신트래픽을 전달, 서비스를 제공하

는 통신사업에 있어서 설비의 가동 효율을 높이고, 또한 질 좋은 서비스를 제공할 수 있는 네트워크를 어떻게 하여 실현할 것인가는 중요한 경영과제이다.

NWE&M의 역할은 이 과제에 부응하는 것, 즉, 고객에 만족을 줄 수 있는 서비스를 제공하기 위해 기반이 되는 네트워크를 제공하는 것이다. 이것을 달성하기 위해 NWE&M에서는 (그림1)에서 나타낸 바와 같이 운용중의 통신망 트래픽/품질/망구성에 대해서 품질/경제성/견고성(robustness)/수율(throughput)이란 네가지의 관점에서부터 평가 분석해, 필요에 대응하는 트래픽 흐름 제어와, 망설비 증설 등의 조치를 실시한다. 여기에서 견고성이라는 것은 망설비의 고장 혹은 수율의 변동이 있더라도 예비의 설비 등을 통해 서비스 제공을 함으로써 신속한 대응을 할 수 있는 성질을

(그림 1) NWE&M의 역할

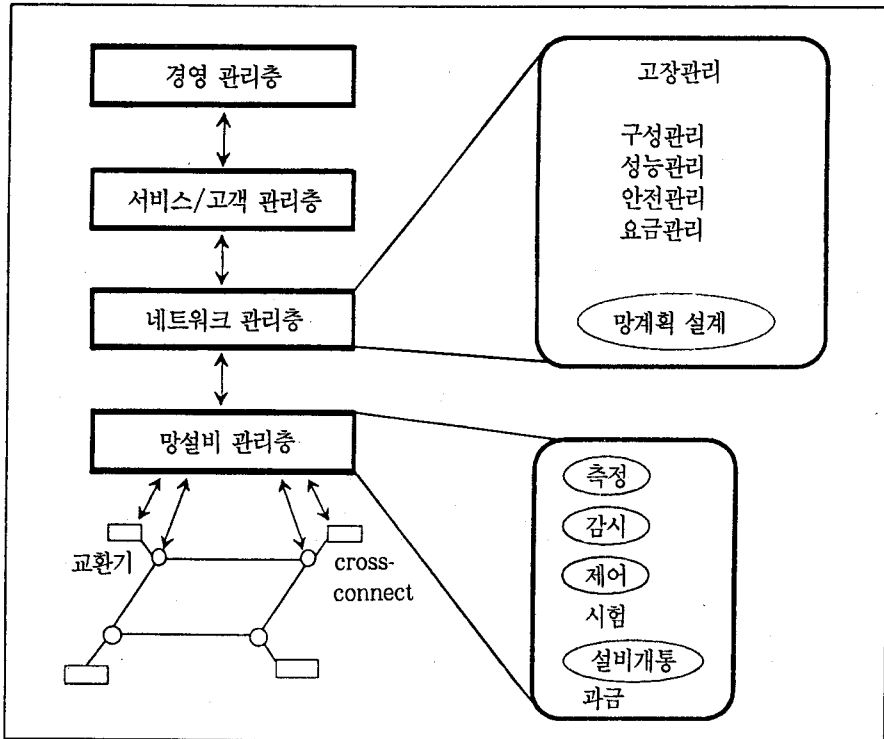


뜻하는 것으로 앞으로 더욱 중요한 요인의 하나가 될 것이다. 이상의 실행 면에서의 역할 외에 또 하나의 중요한 것은 NTT의 경영층에 대하여 망설비의 가동효율 등의 망성능에 관한 분석 정보와 지역 간 트래픽 교류에 관한 분석 정보 등을 제공하는 것이다. 이들의 분석 정보는 경영 판단의 기초가 되는 정보이고, 그 제공도 NWE&M의 중요한 역할의 하나이다.

또한 현재, 표준화의 검토가 진행되고 있는 통신망 운용(Network Operation)의 계층화 기능 아키텍처를 이용하여, NWE&M에 필요한 기능을 나타낸다(그림2).

NWE&M는 경영관리층과 서비스/고객관리층, 네트워크관리층, 망설비관리층 등의 네개의 관리층 중에 네트워크관리층에 두고 있다. 네트워크관리층에는 다양한 기능이 포함될 수 있지만, NWE&M는 그 가운데 구성관리/성능관리/망계획·설계의 각 기능을 조합시켜 실행하고 있다. 더욱이 이들의 기능은 망설비 관리층이 갖고 있는 기능 중의 측정(測定)/감시(監視)/제어(制御)/설비개통(設備開通)의 각기능과 연결되어 NWE&M에 필요한 트래픽, 품질 등에 관한 데이터의 획득 및 트래픽 흐름 제어, 망설비 증설 등의 망대응조치를 행한다.

(그림 2) NWE&M의 위치와 소요기능

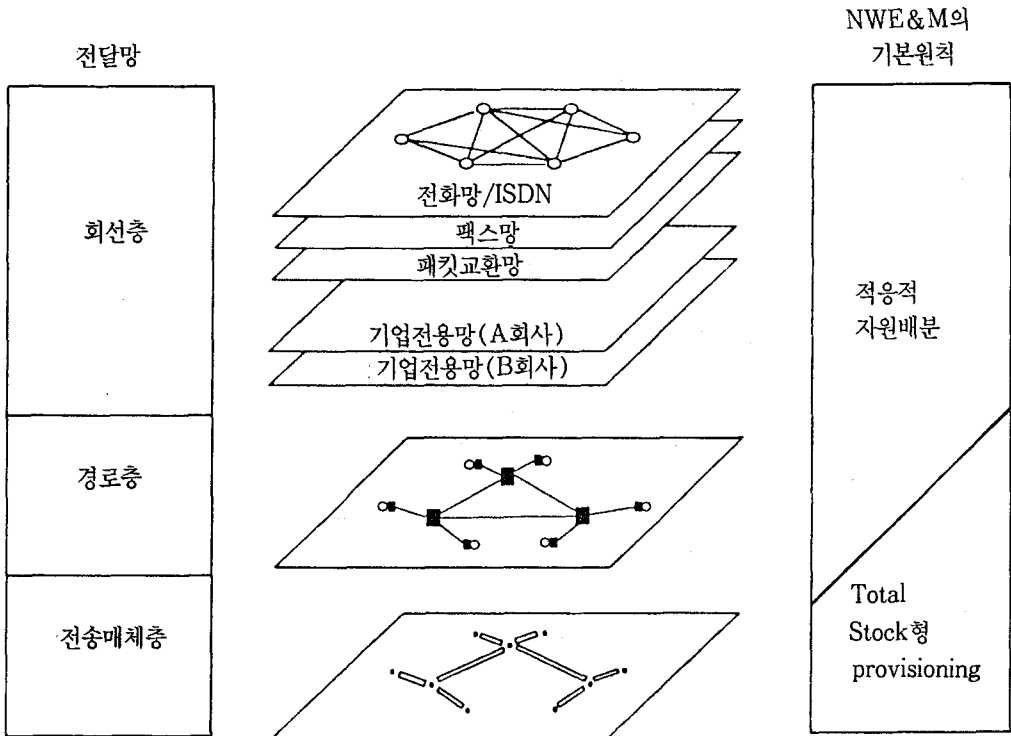


2. 구조

통신망이라고 하는 것은 결코一朝一夕으로 할 수 있는 것은 아니고, 예를 들면, 케이블에서 부설 계획을 세워 물품을 준비하고, 공사를 완료하기까지 수년의 기간(lead time)을 요하기 때문에, 몇 년전부터 계획적으로 준비를 진행시켜 가지 않으면 필요한 때에 행할 수가 없다. 그래서 NWE&M에 있어서는 망설비 리드 타임의 長短으로 통신망 구조를 계층적으로 고려해, 리드 타임(lead time)이 긴 망설비 계층은 리드 타임이 짧은 망설비 계층에 선행되어 준비를 진행하고 있다.

이 계층 구조의 방법은 (그림3)에 나타난 전달 망 아키텍처이다. 제일 아래의 전송매체층은 리드 타임이 수년 이상인 망설비 계층으로, 케이블 등이 이 계층에 속한다. 한 가운데 전달층이라고 불리는 계층은 리드 타임이 반년에서 1년의 망설비 계층으로, 케이블을 전송로로서 사용할 수 있게끔 하기 위해 케이블의 양단에 설치한 전송장치 등이 이 계층에 속한다. 제일 위의 회선 층은 리드 타임이 수개월 정도의 망설비 계층으로 하나 하나의 호를 접속하는 회선을 전송로 망상에 만들기 위한 회선 설비가 이 계층에 속한다.

(그림 3) 전달망구조와 NWE&M의 기본원칙

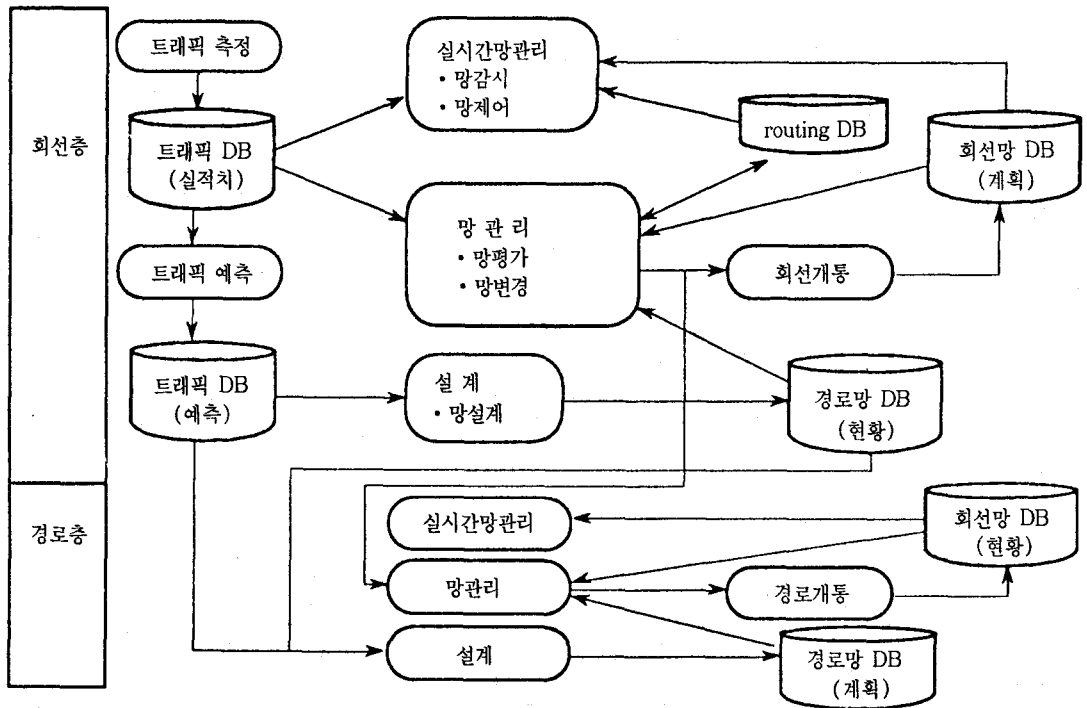


하위 계층일수록 리드 타임이 길기 때문에 상위 계층 수요를 예측해 사전에 계획적으로 준비를 진행시켜 갈 필요가 있지만, 이 기간 동안에 리드 타임이 길면 이것만으로 정확도가 좋지 않은 수요 예측치에 기초를 두고 망설비를 준비해야만 하기 때문에 망설비에 과부족이 발생하는 문제가 있다. 이 문제를 해결하기 위해, 하위계층은 가능한 한 공용할 수 있는 망설비를 준비하는 것(total stock형

provisioning)과 상위 계층에서는 준비한 망설비를 상황에 응해 필요한 적소에 잘 할당해 사용하는 것(適應的 資源配分)이라는 두가지 점을 기본 원칙으로서, NWE&M을 검토하고 이의 재구축을 진행하고 있다.

(그림4)에 나타난 것과 같이 회선층과 전달층에 있어서 NWE&M의 새로운 구조를 나타낸다. NWE&M는 크게 세가지의 업무로 되어 있다.

(그림 4) NWE&M의 구조



첫번째의 실시간 망관리업무는 망/트래픽의 상황을 항상 감시함에 있어서, 망설비 고장과 트래픽 폭주 등, 무엇인가 이상이 발생할 때에 즉시 제어 조치를 취하여 수율을 확보하기 위한 업무이다. 두번째의 관리(administration)는 트래픽/품질의 상황을 어떤 기간, 예를 들면 2주간에 걸쳐서 관측하고, 망설비의 가동 효율, 품질 등을 평가 분석하고, 어딘가에 부적합한 곳이 있으면 루팅과 설비용량을 수정하여 망의 경제성, 서비스의 품질을 확보하기 위한 업무이다. 세번째의 설계 업무는 장래의 수요를 예측하여, 필요한 망설비량을 산출하고, 그 준비를 계획하기 위한 업무이다.

이전에는 수요가 계속하여 성장해 온 점도 있고, 고정적인 망운용을 제공한 설계 주체형의 업무에 의해 충분히 가능했지만 새로운 NWE&M에서는 수요의 불확실한 시대에 대응할 수 있게끔 하기 위해 관리 업무를 강화한 탄력적인 망운용을 주안점으로 한 운용관리중시형의 업무로 되고 있다. 이 때문에, 이전에는 계획한 그대로 망설비를 준비해도 되었지만, 앞으로는 설계 업무에서 작성한 계획을 관리 업무사전에 평가하여 필요성을 확인한 후에 망설비를 준비해야 한다.

(그림4)에 나타낸 바와 같이 회선층으로부터 전달층에 회선망 계획과 회선개통상황의 정보가 흐르는 구조로 되어 있지만, 이것은 전달 설비의 리드타임이 회선 설비의 리드타임보다도 길기 때문에 전달 설비의 준비를 회선 설비에 앞서 진행하기 위한 것이다.

3. 변혁

NWE&M은 이제까지 망구성 요소의 기술 혁신을 발생하게 하는 형태로 보다 경제적인 통신망의 제공을 목표로 진화해 왔다. 여기에서는 이제까지

의 NWE&M의 변혁에 대해서 기술적 관점으로부터 개관해 보고자 한다.

NWE&M에 커다란 변혁을 초래한 망구성 요소의 기술 혁신으로서 축적 프로그램 제어 교환기, 공동선 신호 방식 및 대용량전송시스템/교환기의 세가지 기술을 열거할 수 있다. 축적 프로그램 제어 교환기, 즉, 컴퓨터로 제어되는 전자 교환기와 교환기간에 고도의 신호를 주고 받을 수 있는 공동선 신호 방식을 조합시키는 것에 의해 호를 접속할 때의 경로 선택 자유도(自由度)가 증가하고, 회선의 사용 효율을 높이는 것이 가능해졌다. 또 낮은 비용의 대용량 전송시스템/교환기에 의해 망구성이 단순화(Simplification)되고, 망 자원의 운용 관리를 하기 쉽게 되었다. 예를 들면, 아날로그 전화망에서 600개 이상이었던 중계교환노드의 수가 디지털 전화망이 되어 1/10이하까지 감소되었다.

이상의 망구성 요소의 기술혁신외에 이러한 것의 기술 혁신을 최대한으로 발생한 NWE&M을 가능하게 한 기술적 요인으로서 두가지의 요인을 열거할 수 있다. 첫번째는 통신망의 트래픽을 자동적으로 측정해, 측정 데이터를 온라인으로 수집하는 시스템으로 이것에 의해 통신망의 트래픽 상황을 정확하게 파악할 수 있게 되었고, 루팅·망설비 용량 변경 등과 같은 적절한 조치를 취할 수 있게 되었다. 또 하나의 요인은 컴퓨터를 사용한 망설계시스템으로 이것에 의해 복수 시간대의 트래픽을 고려한 대규모 망설계와 같은 번잡한 망설계 업무도 가능하게 되었다.

이어서 회선망에 있어서 NWE&M의 변혁 예를 소개한다.

회선망에 있어서는 필요회선용량을 보다 적게 할 수 있는 방식으로서, 회선의 양방향 운용(회선의 양단에서 어느 쪽의 교환기로부터도 회선을 보충할 수 있게끔 한 회선운용방식), Multihour 설계법

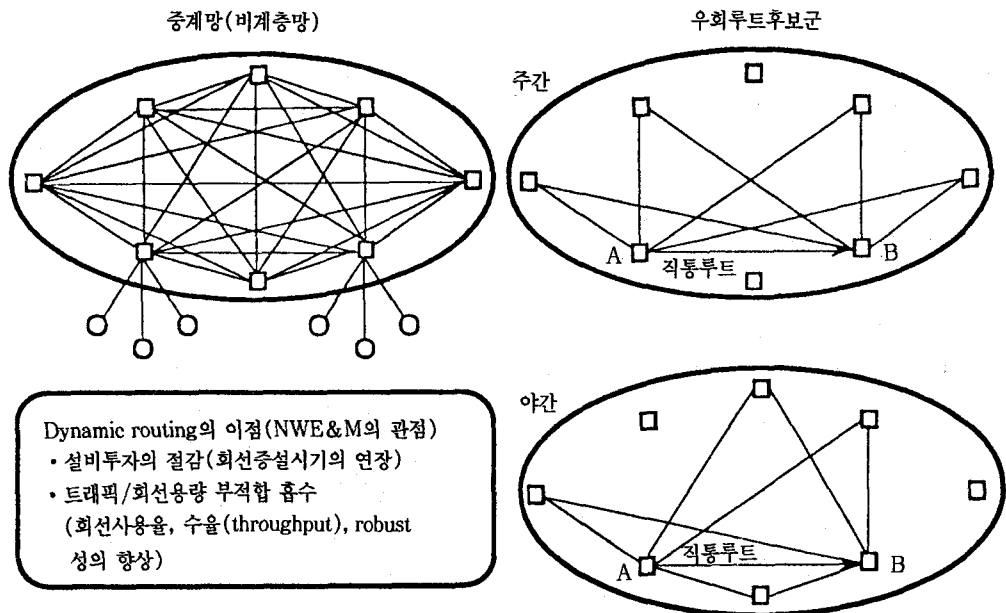
(고정 우회 루팅 망에서 주야의 트래픽을 고려한 회선수 산출법) 등이 개발되어 도입되어 왔다.

여기에서는 최근에 있어서 커다란 변혁의 예로서 NTT가 개발한 다이내믹 루팅방식 STR(State and Time dependent Routing)에 대해서 설명한다(그림5).

망을 탄력적으로 운용의 실현을 위한 수단으로 ①위성통신에 의한 Demand Assignment 방식, ②양방향회선운용, ③지역간의 회선수와 망 위상(Network Topology)의 변화에 따른 회선설정제어(교환기와 crossconnector), ④호 접속 경로를 변경시키는 루팅 제어(Routing Control : 교환기만) 등을 들 수 있는데 전자 2개에 대해서는 이미 시행중이고 회선설정제어(교환기와 크로스커넥터

의 양방향을 대상으로 회선설정상태를 변경함으로써 인한 제어를 필요로 하는 것에 대해 루팅 제어 방식은 교환기만 대상으로 제어함으로써 비교적 쉽게 실현할 수 있고, 또한 큰 효과를 얻을 수가 있다. 그리고 종래의 고정 우회 루팅에서는 시간대에 의하지 않고 우회 루트 선택의 범위와 순서가 고정되어 있었던 것에 대해 STR에서는 트래픽의 상황에 따라 적절한 우회 루트를 자유롭게 선택할 수 있다. STR에서는 우선, 회선 군의 혼잡한 상태의 시간적 경향을 센터(center)에서 분석해, 직통 루트(direct route)로부터 넘친 호를 우회하는 것에 적당한 우회 루트 후보를 시간대마다 선택하고, 이것을 발신측교환기 A의 메모리에 미리 설정해 둔다.

(그림 5) NWE&M에 걸친 연혁의 예(dynamic routing STR)



(그림5)의 예에서는 주간과 야간으로 나누어 별개의 우회 루트 후보가 설정되어 있다. 이어 교환기A는 직통 루트 AB로부터 넘친 호를 우회할 때에 각 우회 루트 후보의 혼잡 상태를 보고 그 중에서 적절한 우회 루트를 자율적으로 선택한다. 다이나믹 루팅에 의해 종래의 固定迂回루팅과 비교해 우회 범위가 비약적으로 확대되고, 그 결과, 망의 일부에서 회선 용량이 부족해도 다른 장소의 빈 회선을 이용해 품질의 劣化를 낮게 할 수 있기 때문에 필요회선용량의 절감과 트래픽과 회선 용량 불균형의 흡수 등과 같은 효과를 얻을 수 있다.

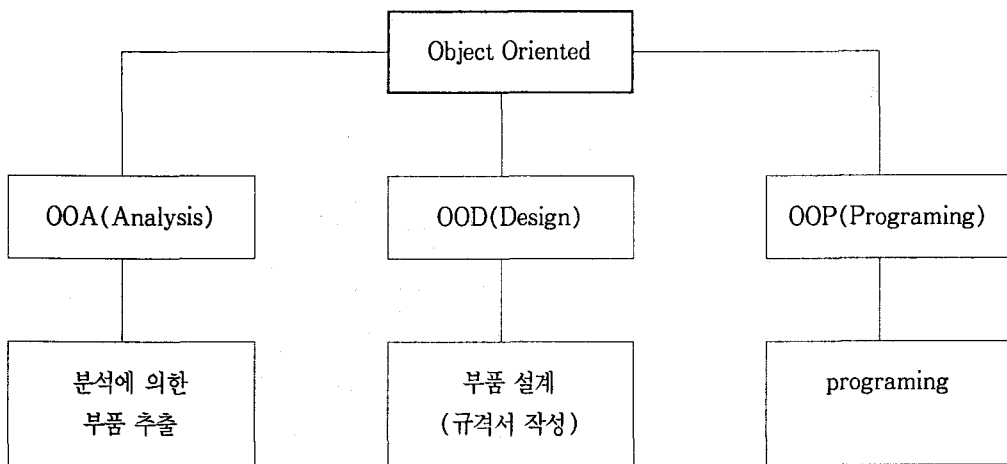
STR은 SPC 교환기 및 공통선 신호 방식의 도입이 진전, 트래픽 측정/데이터의 자동화, 컴퓨터/DB기술의 진보 등으로 STR이 가능해졌고, 금년 5월에 전화망의 디지털 중계망에 부분적으로 도입되어 현재 시행운영중이고, 앞으로 NWE&M의 강력한 기법의 하나로서 기대되어진다.

4. 객체 지향 개념형 통신망 구조

통신의 중요성이 사회적으로 증가함에 따라 통신망은 점점 거대해지고 고도의 기능을 요구하면서 복잡해지고 있다. 이러한 상황에 대하여 통신망을 체계화하고 application의 신속한 개발을 목적으로 통신용 소프트웨어 개발에 객체 지향 개념을 통신망 구조에 적용하는 연구가 진행되고 있다.

객체 지향 개념의 시작은 SIMULA 67이라는 시뮬레이션 언어를 개발하면서 사용한 것이 최초이다. 그 이후에 여러 객체 지향의 언어가 개발되면서 OOP(Object Oriented Programing)로부터 OOD(Object Oriented Design)로 그 이후에 OOA(Object Oriented Analysis)로 관심이 이동하면서 통신망 구조에 있어서도 OOA의 개념을 적용하여 부품의 설계 단계 이전의 상세한 문제 분석 및 부품 추출을 통하여 이의 개념을 적용하였다 (그림6).

(그림 6) 통신망 구조에 따른 객체 지향 기술의 적용



객체 지향의 개념을 통신망의 기능 구조에 반영한 내용은 다음과 같다.

- Top down 설계 : 기능의 집합을 큰 것에서 작은 것으로 세분화
- 부품화 : 논리 수준의 처리와 물리 수준의 처리로 분류
- Interface의 간명화 및 message passing에 의한 object의 결합(기능 부품간의 interface의 규정)
- Class의 계승(inheritance) : 계승 관계를 활용한 소프트웨어 구조, 부품의 세분화, 계승 관계에 따른 구조의 밀접한 정의 관계에 있는 부품의 그룹화 등 FE(Functional Element)화에 따른 작업의 순서를 OOA 등을 이용하여 연구가 진행 중이다.

5. 앞으로의 통신 망설계·운영

다이나믹 루팅(Dynamic Routing)의 목적은 “망내의 빈회선을 유효하게 이용하여 호접속을 하는 것”이다. 종래의 고정 우회 루팅 방식은 실제 트래픽 교류가 설계시의 예측치와 상이해도 설계

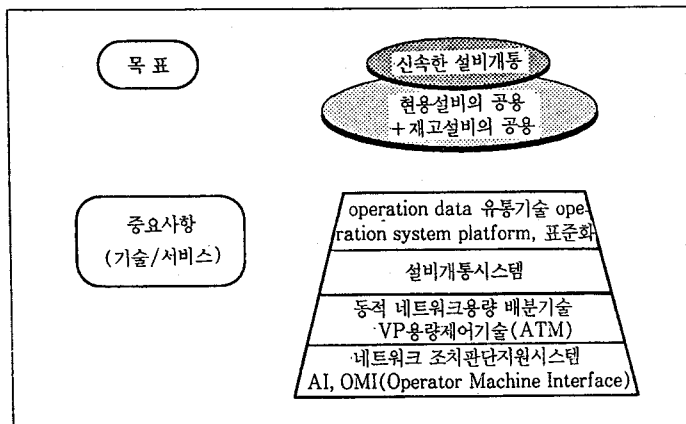
시에 이미 결정된 고정적인 범위와 순서로 루팅을 지속함으로써 그때 그때의 트래픽과 망설비의 상황에 대하여 탄력적으로 망운용을 할 수 없다. 따라서 이와 같은 회선망과 트래픽과의 부적합을 시정, 결국에는 망내에 빈회선을 가능한 한 유용하게 이용하여 호를 접속시키는 것이 NWE&M의 중요한 역할로 등장하였다.

다음에서는 이제까지의 새로운 시대의 요청에 부응하는 NWE&M의 구상과 그것을 실현하기 위한 핵심이 되는 기술에 대해서 논하고자 한다.

앞으로 통신사업자간 혹은 서비스간의 경쟁과 요금 제도의 다양화 등에 의해 수요는 점점 불확실하게 될 것이 예상되고, 통신망에 경제성이 추가되어 수요 변동에의 卽應性이 요구될 것이다. 이 요구에 부응하기 위해서는 現用設備뿐만 아니라 재고 설비에 대해서도 가능한 한 共用度를 높이고, 또한 필요에 부응하여 現用設備의 轉用 및 재고 설비의 現用化 즉, 설비 개통을 신속하게 행할 수 있는 NWE&M을 확립하는 것이 필요하다.

이러한 NWE&M을 실현하기 위해 핵심이 되는 네가지의 기술/시스템을 (그림7)에서 나타내 보았다.

(그림 7) 향후의 NWE&M

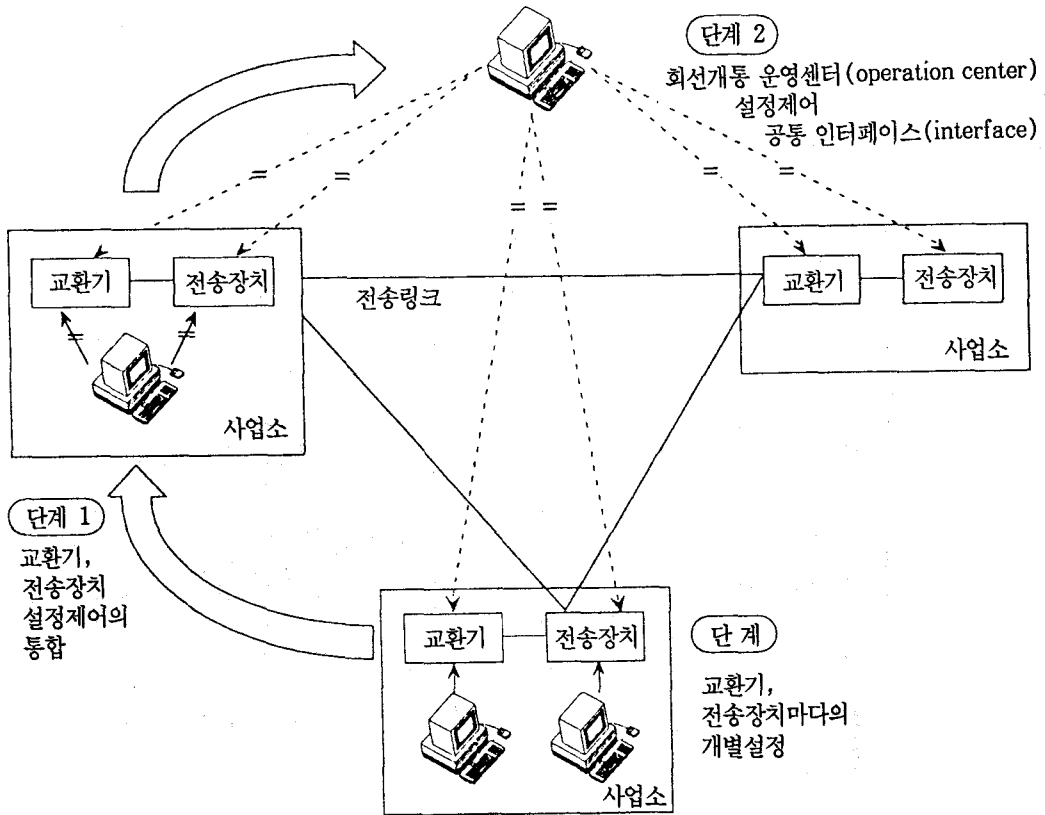


첫번째는 망설비, 트래픽 등에 관한 운영 데이터 베이스(Operation Data Base)의 정비와 데이터 流通技術로서 이것에는 오퍼레이션 시스템 플랫폼 (Operation System Platform)등이 포함된다. 두번째는 신속한 설비 개통을 가능하게 하는 設備 開通시스템이다. 세번째는 네트워크 용량을 상황에 따라 필요한 적소에 동적으로 배분하는 기술로서 이것에는 ATM망에 있어서 가상 전달(virtual pass)용량제어기술 등이 포함된다. BISDN에 있어서 각종 서비스의 수요 예측의 어려움, 트래픽 변동 패턴의 다양성을 감안하면 BISDN 전달망에 있어서는 수요 예측 오차와 일상 트래픽 변동에 의

해 설비망과 실제에 가해지는 트래픽과는 불균형 (unbalance)이 발생하는 것은 피할 수가 없다. 따라서 망 전체의 경로용량제어 기능을 취급하는 집중 제어 센터를 설치하여, 그곳에서 전체망의 트래픽 정보에 기초해 가상 경로의 최적 용량을 계산한다. 마지막으로 망의 상황에 대해서 적절한 조치를 실시할 수 있게끔 하고자 하는 망운영자의 판단을 지원하는 네트워크 조치판단 지원 시스템이다. 이러한 핵심기술중에서 특히 회선 개통과 네트워크 조치 판단 지원 시스템에 대해서 살펴보고자 한다.

(그림8)에서는 회선 개통 신속화를 위한 시나리오를 나타낸다.

(그림 8) 회선개통의 신속화를 위한 향후의 방향

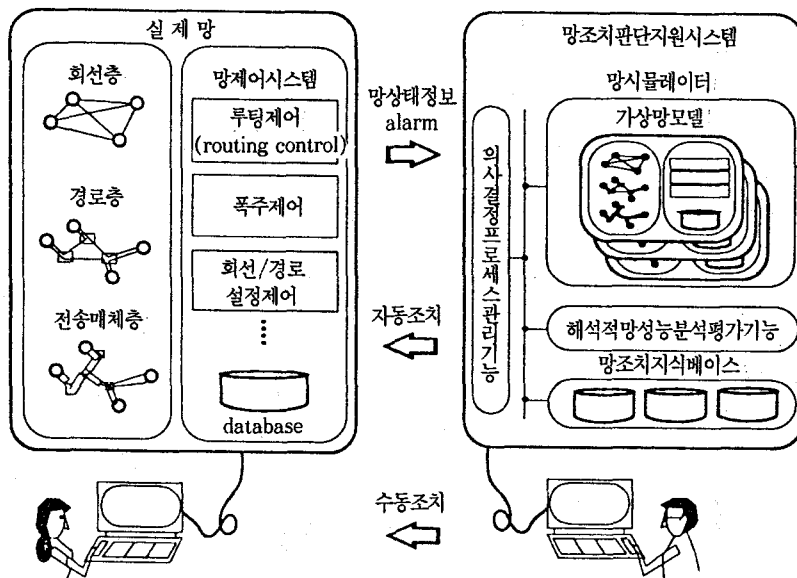


回線開通업무의 현상은 교환기와 전송 장치의 설정을 별도로 행하고 있기 때문에, 상당히 많은 가동과 시간을 필요로 하고 있다. 그래서 우선 제1단계로서 동일사업소내의 교환기와 전송장치의 설정업무를 통합하는 것에 의해, 교환/전송 업무간의 조정에 필요한 가동을 생략하고, 회선 개통 소요시간의 단축을 꾀한다. 이어서 제2단계로서 회선 개통 오퍼레이션 센터를 두고, 여기에서 한곳에 교환기와 전송 장치의 설정을 행하는 것으로 지역공간에서 조정을 필요로 하는 가동을 생략하고, 더욱이 소요시간의 단축을 꾀한다. 이러한 효율적인 회선개통업무를 실현하기 위해서는 회선/전달 구성 데이터관리 기능과 開通工程管理機能을 갖는 회선개통시스템이 필요하다. 회선개통시스템은 또 전달망/회선망/전송장치/교환기의 각 설계 시스템 및 전송장치/교환기의 오퍼레이션 시스템과 연계

해 회선개통업무를 지원하는 것이기 때문에 이의 실현을 위하여는 이들 시스템과의 인터페이스를 잘 취하는 것도 중요한 과제가 된다. (그림9)는 네트워크 조치 판단지원시스템(Decision Support System)의 개념을 나타낸다.

루팅 제어, 폭주 제어, 회선/전달설정제어 등의 각 망조치를 몇개로 신속하게 실행할 수 있게 되어 저도, 실시한 망조치가 적절한 것이 아니면 충분한 효과를 얻을 수 없다. 한편, 대규모로 복잡한 통신망에서는 망의 상황을 분석해 실시할 적절한 망조치를 결정하기에 숙련된 고도의 기능을 요하는데 이러한 망운영자의 판단을 지원하는 시스템으로서 네트워크 조치 판단지원시스템이 필요하게 된다. 이 지원 시스템은 신속하게 망의 동작을 분석하여, 어떤 망조치를 실시할 때의 결과를 예상하는 기능과 다양한 사례를 기초로 해 상황에 알맞는 망조치

(그림 9) 망조치 판단지원 시스템의 개념



를 제시하는 기능을 갖고 있어, 망운영자는 이 시스템을 사용해, 실시해야 할 적절한 망조치를 신속하게 결정할 수 있다.

이상에서 논한 각 기술을 조합시켜, 앞으로 전개될 변화의 시대에 부응하는 새로운 NWE&M을 구축해 가기 위해 현재 각각의 기술을 개발 중이다.

Ⅲ. 결론

본 논문에서는 NWE&M의 변혁을 기술적 관점에서 보아 수요가 불확실한 시대의 요청에 부응하는 NWE&M의 구상과 그것을 실현하기 위한 핵심이 되는 기술에 대해서 논했다. NWE&M은 앞으로 [설계 주체형(고정 운용형)]으로부터 [운영 관리 중시형(탄력 운용형)]으로 변모해 갈 필요가 있고, 이를 위해서는 現用/재고 설비의 공용도를

높이고, 또한 필요에 따라 현용 설비의 전용 및 재고 설비의 현용화, 즉, 설비 개통을 신속히 행하는 기술을 확립하는 것이 중요하다는 것을 논하였다. 이상에서 살펴본 것과 같이 당 한국통신에서도 경쟁의 도입, 서비스 품질 향상, 적절한 회선설비구축 등을 목적으로 빠른 시일 안에 루팅 방식의 재검토, 통신망에서의 OOA(Object Oriented Analysis) 개념의 도입, NWE&M의 업무 분장 등이 시급히 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 松田 潤, “通信網設計·運營における技術動向”, NTT R&D, Vol. 42. No. 2. 1993.
2. 松田 潤·山本 尙生, “ダイナミックルーティング方式(STR)の狙い”, NTT R&D, Vol. 41. No. 6. 1992.