

디지털 通信의 發展 趨勢

殷 鍾 官

韓國科學技術院 教授

I. 序 論

지난 20여년 동안의 Computer 技術의 급격한 發達과 초대형 集積回路(VLSI)의 開發 및 디지털신호처리 技術의 發展은 通信技術의 급격한 發展에 원동력이 되었다. 현재 모든 通信網이 점차 빠른 속도로 디지털化 되어가고 있고, 여러가지 Service를 同時에 할 수 있는 종합정보 통신망(ISDN) 구축을 위해서 구미 各國에서는 많은 研究開發을 하고 있으며, 또한 CCITT와 CCIR에 의해 ISDN의 標準化를 위한 작업이 한창 진행중이다.

디지털 通信은 종래의 아날로그 通信과 비교하여 볼 때 Service質의 향상 뿐만 아니라 Service의 種類도 다양하여 Computer와 함께 정보화 시대의 핵심기술이 되었고, 이들 技術의 發展 如否가 國家産業發展의 척도가 될 만큼 중요시 되고 있다. 디지털 通信은 그 Service가 종래의 音聲通信뿐만 아니라 Data, Sound, Video, Facsimile, Teleconferencing 등 다양하고 이들의 여러가지 Service들을 같은 Network 안에서 Switching 및 전송을 할 수 있어 現在의 Analog와 Digital시설이 공존하는 기존 Network은 앞으로 2000년대까지는 완전히 디지털化될 전망이다. 본 論考에서는 現在 구미 各國의 새로운 통신기술 개발과 ISDN으로 향한 연구경향을 檢討하고 國內에서의 디지털 통신의 연구현황을 記述하고자 한다.

II. 디지털 通信技術의 發展 趨勢

1960年代이래 通信技術 研究結果 중 가장 팔록할 만한 것은 데이터通信, 광섬유通信, 인공위성 通信 技術이라 하겠다. 또한 VLSI 등의 반도체 技術은 모든 通信裝備를 小型化 시켰고 Computer와 Micro-processor의 Hardware 및 Software 技術은 전자교환기 등 여러가지 通信裝備의 開發에 基本的인 技術이 되었다. 본장에서는 이들 기술에 관하여 檢討하고 궁극적인 目標인 ISDN을 指向한 연구 경향을 살펴보고자 한다.

A. 데이터 通信

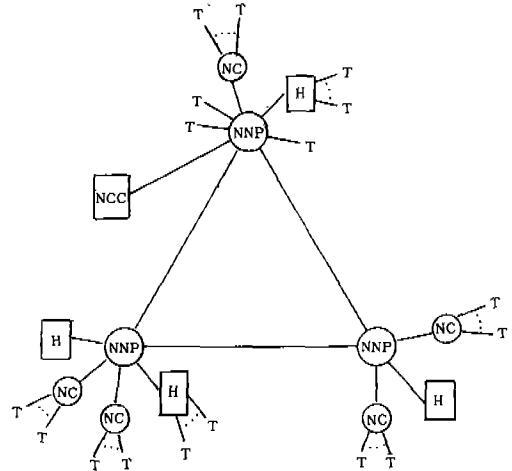
디지털 Computer의 技術이 발달하고 그 利用이 다양해짐에 따라 Computer와 디지털 통신기술이 結合되게 됨은 필연적인 일이라 하겠다. 데이터 通信에는 Videotex 등에 의한 영상전송이나, Telex 등에 의한 문자전송, Computer 등에서 生成되는 數值資料의 전송 등 다양한 형태의 정보교환이 포함된다.

한결음 더 나아가 지금 구미에서는 음성 신호의 디지털化 技術을 應用하여 音聲傳送까지 데이터 通信의 영역으로 흡수하려는 노력도 활발하다. 데이터 特性에 의해서 데이터 通信의 Service를 分類하여 보면 표 1 과 같다.

데이터 通信에서의 신호는 그 特性이 Bursty하고 사용 빈도가 비교적 적기 때문에 既存의 Circuit

〈표-1〉 데이터 특성에 의한 Service 분류

내 용	전 송 속 도	비 고	
Real time	TV Video Conference Slow Scan Video Sound Voice	50~200Mbps 2~3Mbps 64 Kbps 300~400Kbps 9.6~64 Kbps	standard 진행 중 방 송 용
Store	Interactive	1.2~9.6Kbps	bursty
Forward	File Transfer	1.2~9.6Kbps	bulk
	Teletex (TTX)	2.4Kbps	stream
	Telex (TLX)	50~300bps	stream
	FAX	2.4~64Kbps	bulk
	Videotex (VTX)	1.2~9.6Kbps	stream
Control	Alarm, Telemetry	10~100bps	bursty
Control	Signalling	16 Kbps	



〈그림-1〉 기본적인 패킷 통신망의 조성

주 : NNP-Network node processor, NC-Network concentrator, NCC-Network control center, H-Host computer, T-Terminal

Switching보다 Packet Switching을 사용하는 것이 훨씬 경제적이다. Packet Switching은 二進 Data 신호를 일정한 길이의 Block으로 나누어서 動期 또는 非動期的으로 송수신하게 된다. 이 나누어진 Data Block을 Packet이라고 하는데 한 Packet은 전송되는 Data 뿐만 아니라 Frame Sync, 송수신자의住所, Error Control을 위한 Checksum Bit 등으로 構成된다. Packet Switching 방식은 다양한 데이터 통신의 요구를 하나로 묶어 해결하면서 통화로 利用의 효율성을 극대화 할 수 있는데 다음과 같은 長點들을 들 수가 있다.

- 효율적인 회선 이용
- 분산형 교환기능
- 융통성 있는 회선망의 구성
- 높은 신뢰도
- 언제나 접속 가능

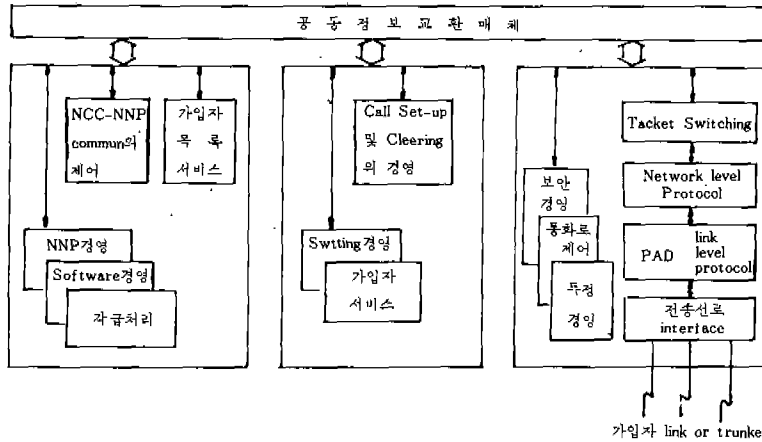
기본적인 Packet통신망의 構成이 그림 1에 나타나 있다. 이 통신망 안에서는 加入者 Computer 와 Terminal들은 직접 또는 Network Concentrator (NC)를 통하여 Network Node Processor (NNP)라 불리는 Packet Switching 단국에 연결된다. NNP는 入力 Data나 他 NNP로부터 온 Packet을 받아 그 데이터가 가야 할 目的地에 맞는 Route로 전송하는 기능을 가진다. NNP에는 각종 Protocol (송수신을 위한 규약)이 마련되어 있어 加入者간에 相衡이 없는 Dialogue를 하도록 한다.

NNP는 Packet Switching에 의한 통신에서 가장 중요한 장비로서 그 기능은 다음과 같다.

- 가입자 Service를 위한 Packet Assembly/Disassembly (PAD) 기능
- 데이터 전송 Protocol인 X.25의 제반 規定을 위한 제어 기능
- Routing 및 Flow Control을 위한 Buffer Management
- 기타 시스템 保全을 검진, Link 장애 보고, 자료수집 기능등을 들 수 있다.

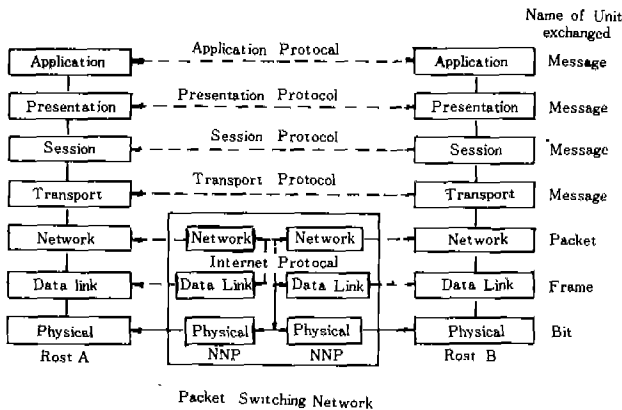
NNP의 구조를 개념적으로 圖示하면 그림 2와 같다.

Packet통신에서는 가입자의 種類나 전송할 데이터의 Format등이 매우 다양하므로 이들의 원활한 소통과 각 User간의 互換性(Compatibility)을 위해서 Protocol은 절대적으로 필요하다. 이러한 理由로 International Standards Organization (ISO)에서는 그림 3에 보면 7 Layer로 된 Packet Switching Network의 標準 모델을 제시하였다. 이 Layer들 사이에서의 Protocol의 예를 들면, 먼저 Physical Layer를 위한 Protocol로서 EIA RS-232-C를 위한 Protocol로서 EIA RS-232-C를 비롯하여 RS-449, CCITT X.20, X.21 등이 있다. 또한 Data Link Layer용 Protocol로서는 ANSI에서 制定한 ADCCP, ISO의 HDLC, IBM의 SDLC 및 CCITT에서 制定한 X.25 Frame-Level 規定 등이 있다.



〈그림-2〉 개념적으로 본 NNP의 구조

- (a) NNP고유기능 및 운영기능 (c) 가입자선로 및 NNP간 트렁크 제어
 (b) 가입자통화서비스 (주: PAD-packed assembler/disassembler)



〈그림-3〉 ISO에서 제정한 오픈 시스템 인터코넥션모델 (7 레이어 구조)

기타 Network Layer 이상에 적용되는 규정 (ISO 표준 Model 중 Layer 3 및 Layer 4의 일부를 만족시킴) 외에는 標準化된 規定은 없고, 여러 통신망들이 독자적으로 제정하여 運用하고 있다. 이러한 예로 ARPANET의 File Transfer Protocol (FTP), Transaction-Oriented Protocol (TOP) 및 Network Voice Protocol 등이 있다.

現在 Packet통신기술은 성숙기에 들어가 현재 구미, 일본 각국에서는 Public Packet Network이 설치되어 運用 중이고, 또한 제한된 지역 안에서 광대역 (10~100Mbps) 전송률과 Packet Switching을 사용하는 Local Area Network기술 개발에 박차를 가하고 있다.

Packet통신은 아직도 많은 연구가 계속되고 있는데 현재 연구중인 대표적인 문제점들을 열거하여 보면 다음과 같다.

- 한 통신망 안에 여러가지 다른 종류, 다른 속도의 Computer 및 단말장치들을 어떻게 最小의 비용으로 설치할 수 있는가의 Local Distribution 문제
- Application Layer 등 High Level Protocol을 어떻게 効率的으로 만들어 표준화하고 이것들이 作動하는지를 입증하는 문제
- 여러 사용자가 동시에 송신할 때 Packet의 衝突, Packet을 잃어버릴 경우 Node Processor의 Queueing System의 Overflow등을 최소화하는 문제
- Voice Packet 전송을 위한 지연 (Delay)을 최소화 하는 문제
- 지연을 최소화 하고 Throughput을 최대화 하는 두가지 문제는 서로 상반된 조건으로서 이 두가지 문제를 동시에 성취할 수 있는 방법
- 데이터와 음성신호를 동시에 효율적으로 전송 하는 문제 등이다.

B. 광통신

광섬유에 의한 정보의 전송은 根本적으로 디지털 통신으로서 二進 펄스가 Diode Laser나 LED에 의

해서 광신호로 바뀌어 광섬유를 통하여 전송되고, 수신기에서는 이 광신호가 다시 二進 펄스로 바뀌어 보통 디지털 통신에서와 같이 Demodulation 또는 Decode가 되는 것이다. 광통신은 다음과 같은 利點을 가지고 있다.

- 가격면에서 광섬유가 동선보다 훨씬 저렴할 것으로 기대된다.
- 작은 공간 안에 많은 회선을 설치할 수 있다.
- 높은 주파수를 갖기 때문에 주파수 대역폭이 넓어지고 따라서 신호를 多重化 할 경우 대용량의 정보 송신이 가능하다.
- 광섬유는 동선보다 신호의 감쇄 (Attenuation) 가 비교가 안될 정도로 지금의 기술로서는 40km 이내에서는 재생기가 필요없다.

현재 구미 각국 일본등지에서는 광통신의 實用化 단계에 이르렀고, 미국의 경우 1990년까지 대도시 디지털 통신망의 30%를 광통신으로 대체할 계획이다.

C. 인공위성 통신

인공위성 통신은 1965년 4월 International Telecommunications Satellite Organization (INTELSAT) "Early Bird" (INTELSAT1) 통신위성이 Geostationary Orbit에 올려짐으로써 그의 역사가 始作되었다. 初期 인공위성 (INTELSAT1)은 중량이 38kg, 전력이 10W (EIRP), 대역폭이 6 GHz Band에서 50 MHz로 240개의 전화회선 밖에 取扱할 수 없었으나 現在 사용하는 INTELSAT 4A는 重量이 800kg, 대역폭이 750MHz, Transponder가 20개나 되며, 전화회선은 6,000회선을 동시에 取扱할 수 있다.

또한 여러개의 Transponder와 Spot Beam Antenna의 사용을 Radiated Power를 集中시킴으로써 Channel Capacity를 증가시키고 다수의 지상 중계소와 同時에 연결될 수 있게 되었다. 이와 같이 新形의 통신위성이 軌道에 올려질 때마다 Radiated Power나 대역폭이 증가되고 또한 Transponder의 수도 增加하며 따라서 회선의 수도 增加해서, 현재 INTELSAT 5의 회선당 단가는 초기 위성통신의 회선 단가의 40분의 1 以下로 줄게 되었다.

위성통신에서의 多重接近은 지역적으로 떨어진 사용자의 신호들을 多重化하는 것으로서 Frequency Division Multiple Access (FDMA)와 Time Division

Multiple Access (TDMA)의 두 方式으로 크게 나눌 수 있다. 現在는 FDMA가 主種을 이루나 디지털통신이 발달함에 따라 TDMA로 대체되고 있으며 전송속도는 보통 100Mbps/s 이상이 된다.

위성통신이 발달함에 따라 여러가지 새로운 개념의 研究結果들이 발표되고 또한 실제 사용되게 되었다. 예로서 FDMA나 TDMA 이외의 새로운 다중접근 方式으로서, 주파수대역의 再使用이 가능한 Code Division Multiple Access (CDMA), 통신이 必要한 경우에만 채널을 配定받는 Demand- Assigned TDMA 그리고 사용율이 낮고 Bursty 한 성질의 使用者에게 적합한 Packet 위성 통신 등을 들 수 있다. 또한 방송위성 (Broadcast Satellite)으로 부터 다양한 오락 프로그램 및 정보를 수신자가 직접 수신할 수 있는 기술의 開發은 위성통신의 광복합한 發展이라 하겠다.

D. ISDN을 향한 통신망의 Digital 화

現在 구미 각국의 모든 통신망은 급속히 Digital 化 되어가고 있으며 앞으로의 모든 계획은 End-to-End Digital Network을 전제로 수립되고 있다. 예로 미국 Bell System의 Digital 化 계획을 살펴 보면 표 2와 같다. 표에서 보는 바와 같이 1990년 경에는 이 통신망의 대부분의 요소들이 90% 이상 Digital 化 될 것이며, 모든 단말장치들도 Digital 方式으로 접속하는 것이 Analog 方式으로 접속하는 것보다 훨씬 저렴하게 될 展望이다.

Digital 통신은 Analog 통신에 비해서 여러가지 장점이 있지만 특히 여러 종류의 Service를 제공하는 각 통신망의 기능을 統合한다는 관점에서 볼 때 그 長點은 뚜렷하다 하겠다. 물론 Analog 통신과 比較할 때 Channel대역을 넓게 차지하는 단점도 있으나 앞에서 기술한 光通信의 발달과 신호처리 기술의 발전은 이러한 단점을 충분히 극복할 수 있게 하여

〈표-2〉 Bell 통신망의 요소별 디지털화 계획

요 소	1980년	1990년
Metro Facility	40%	90% (광통신 30%)
Tandem SW	28%	90% (TDM : 78%)
Intercity Facility	1%	30%
Local SW	40%	90%
Loop	80%	90%

주고 있다. 구체적인 하나의 예로서 지금까지 Toll Quality의 음성통신은 64Kbps의 Pulse Code Modulation(PCM) 방식이 主種이 되어 왔으나 디지털 신호처리 기술에 의해 32Kbps에서의 전송속도에서도 64Kbps PCM과 거의 같은 음질을 얻을 수 있게 되었다. 현재 CCITT에서는 32Kbps의 Adaptive Differential PCM (ADPCM) 방법을 채택하여 64Kbps PCM과 함께 사용할 展望이고 또한 더 내려가 16Kbps의 음성부호화 방식의 표준화도 현재 연구 중이다. 전송속도를 줄이는 일은 결국(특히 장거리 및 위성통신에서) 회선단가를 내리는 일이기 때문에 이 문제에 관하여 현재 많은 研究가 進行중 이다.

모든 다양한 Service의 통신망이 Digital化 됨에 따라 이들을 相互 連絡하는 ISDN을 形成하려는 各國의 노력은 당연한 귀결이라 하겠다. ISDN은 새로운 통신망을 설치하려는 것이 아니고 기존의 통신망을 활용하는데 역점을 두고 있으므로 内部構造보다는 각 Facility를 어떻게 統合·運用 하느냐에 문제의 초점을 두고 있다. 현재 CCITT에서 ISDN의 標準化 作業이 한창 進行中인데 지금까지 합의된 主要사항은 다음과 같다.

- 기존 電話 Integrated Digital Network(IDN)으로부터 發展
- 음성, 데이터, Sound, Video 등 다양한 Service
- 규격화된 End-to-end Digital Link로 傳送
- Circuit Switch와 Packet Switch를 同時에 使用
- Signalling은 Packet Switching에 의한 Common

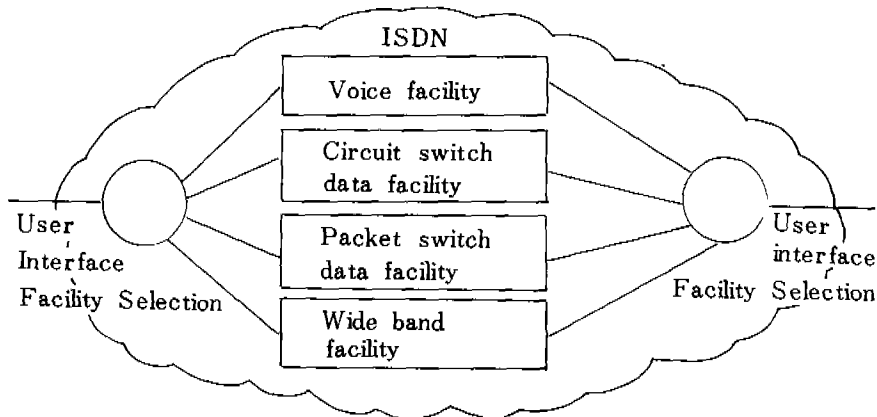
Channel Signalling(CCS)方式을 채택

ISDN의 基本的인 構造가 그림 4에 圖示되어 있다. ISDN에 Access할 수 있는 方法은 Basic Access, Combined Access, 그리고 Primary Access의 3가지가 있다. Basic Access는 가장 基本的인 접속 方法으로 이 때 구성되는 기본 Channel은 B-Channel과 D-Channel 이었다. B-Channel은 64Kbps의 디지털 電話회선을 말하며, D-Channel은 16Kbps 디지털 回線으로 B-Channel의 제어에 필요한 Signalling과 Low-Speed Data등을 전송한다. 두 Channel에서 각각 전송할 수 있는 신호의 種類가 표 3에 나타나 있다. Combined Access는 기존의 Analog 회선인 A-Channel과 Digital 회선인 C-Channel로 이루어진다.

한편 Primary Rate Access는 광대역 Digital Terminal과 같이 전송속도가 크게 요구되는 경우의 Access 方法이며 몇개의 B-Channel과 한개의 D-Channel의 조합으로 이루어지는데 이의 접속 方法은 現在 CCITT에서 研究 中이다.

〈표-3〉 Band D-Channel

B-Channel (64Kbps)	D-Channel (16Kbps)
Voice	Enhanced Telephony
High Speed Data	Low Speed Data
Assembly of Subrate Channel	Videotex
Facsimile	Teletex
Slow-Scan Video	Telemetry



〈그림-4〉 ISDN의 구조

Ⅲ. 國內에서의 디지털 通信 연구

지난 수년을 돌이켜 보면 國內의 通信技術은 괄목할만한 발전을 하였지만 研究開發 活動은 주로 國外에서 개발된 기존 通信시스템들을 독자적 또는 外國의 기술지원으로 國產化하는 일이었다고 장기적인 안목의 연구개발과 기초연구는 전체적으로 볼때 극히 미약하였다.

국내의 디지털 통신 발전에 기여한 특기할 만한 사업들은 전기통신연구소의 光通信 시스템의 개발, PCM D-4 Channel Bank 및 PCM 多重化 장비의 개발 등을 들 수 있겠으며 또한 산업체에서 개발하여 양산중인 시설 전자교환기도 국내 通信발전에 크게 기여를 하였다.

또한 現在 進行中인 主要 사업들로서는 전기통신연구소의 국설용 시분할 전자교환기의 개발과 科學技術院(KAIST)의 Packet 通信網 技術 개발 사업을 들 수 있겠다. KAIST의 Packet 通信망기술 개발은 CCITT규격에 맞고 데이터 뿐만 아니라 음성까지도 전송할 수 있는 최선의 Packet 교환기술을 개발하는 것으로서, 방대한 Software 뿐만 아니라 Network Node Processor와 Concentrator까지 자체 개발을 進行하고 있는데 일차로 Network 운용 시범을 성공적으로 끝내고 현재 실용화 작업을 하고 있다. 이 사업이 성공적으로 끝나게 될 때 國內 데이터 通信의 發展에 큰 기여를 할 것이 기대된다. 위에 기술한 연구개발사업 외에도 각 산업체 研究所에서의 자체 또는 外國의 기술지원으로 많은 通信 단말장치들이 개발되고 있으나 이에 관한 검토는 생략한다. 한편 디지털 通信의 기초연구는 지난 수년간 科學技術院에서 디지털 음성통신과 Voiceband 데이터 통신에 관하여 국제수준급의 연구를 하여 왔으며 國內의 몇개 大學에서도 近代 디지털 通信분야의 기초연구에 대한 관심도가 높아가고 있다.

現代 정보사회에서 通信의 發展은 國力の 척도가 될만큼 重要함은 누구나 다 잘 알고 있는 사실이다. 이러한 通信技術을 선진제국의 수준으로 끌어 올리기 위해서는 범국가적인 노력이 必要하다. 무엇보다도 시급한 것은 ISDN을 궁극적 目標로 한 國內 通信網 설치의 전체적인 청사진이 철저한 研究結果에 근거해서 作成되고 이를 遂行하기 위한 計劃이 수립되어야 하겠다. 現代의 電子通信技術은 급격히

변하고 있기 때문에 일단 수립된 ISDN의 計劃도 몇년 후에는 無用之物이 될 수 있으므로 이러한 計劃이 作成되더라도 一定한 기간마다 수정과 보완이 必要할 것이다.

우리나라에서의 ISDN의 구현은 선진제국보다 어떤 면에서는 쉽게 성취될 수도 있다. 왜냐하면 國內에서의 디지털 通信은 이제 초기단계이기 때문에 앞으로 설치되는 通信망을 ISDN의 計劃에 적합하게 만든다면 선진제국과 같이 二重의 投資나 노력이 필요없게 될 것이기 때문이다. 우리의 通信기술 수준을 선진국 수준으로 끌어 올리고 초기에 ISDN을 具現하기 위해서는 많은 연구개발비의 投資가 요구되며 또한 정부, 연구소, 산업체 및 大學 모두의 혼연일체의 노력이 必要하다 通信研究개발 사업은 통신 그 자체는 물론 전자, 시스템, Computer 기술 등의 복합적인 학문을 요하므로 어떤 한 Group이나 기관이 전담하여 수행하기는 불가능하다. 通信기술의 연구개발을 성공적으로 수행하기 위해서는 舉國의으로 전자, 통신, Computer 전문가들이 참여하도록 하고, 이러한 活動을 효율적으로 관리할 수 있는 국가기관의 역할이 절실히 요구된다.

Ⅳ. 結 論

以上 새로운 通信技術에 관한 先進제국의 發展現況을 檢討하고, 國內의 연구개발 現況 및 앞으로 通信기술 發展을 위한 연구개발 方向을 제시하였다.

국제적인 通信망의 ISDN化 물결에 따라 앞으로 우리나라도 2000年代 前에 ISDN을 실현시켜 情報化 사회로의 촉진을 유도해야 할 것이다. 이를 위해서 全體的으로 치밀한 計劃을 조속히 수립한 후, 연구개발비를 대폭적으로 증가시키고 범국가적으로 전문가가 참여하여 조직적으로 연구개발을 遂行한다면 우리나라도 멀지않아 通信技術을 先進國水準으로 끌어올릴 수 있으리라 믿는다. *