

ネットワーク構成運用論

2004/05/10

藤村 直美

ISDNとは

- 「Integrated Services Digital Network」
「サービス総合デジタル網」
- 日本人が名称を提案
- ITU-T(電気通信標準化部門)によって定められた世界共通の規格
- 一般の電話回線の通話機能と比べ接続や応答時間の短縮による利便性の向上

ISDNとは(2)

- 加入者線から中継線まですべてデジタル
- 静止画や動画、音声、コンピュータ間の通信といったさまざまなデジタルサービスを提供
- チャンネルという概念
- INSネット(NTT:1988年4月開始)
NTTが提供するISDN規格に基づくサービス(商品)の名称

二つのINSネット

- 「INSネット64」
 - 従来の電話線でデジタル伝送、
 - 費用や工事の規模から考えて、個人向けのサービス
- 「INSネット1500」
 - 光ファイバーを敷設して、最大1536kbit/sという高速通信
 - サービス内容や費用、工事の規模から考えて、事業者向けのサービス

ISDNと電話網の相違

- 電話では加入者線はアナログ
- ISDNでは加入者線もデジタル
- 基本インターフェイスは2B+D
同時に2回線使用可能
- 加入者線は銅線でOK
- 大口利用者(1.5Mbps)では光ファイバ
- DSUが必要

デジタル化のメリット

- 各種の情報を送るのに適している
信号波形や周波数の違い
- データ、FAXなどデジタル情報が増えている
- デジタル部品の方が安い
- 光ファイバはデジタル伝送に適している
広帯域で、雑音、歪みに強い
- 高品質伝送ができる
(データが劣化しない)

多様な情報を効率的に伝送

- アナログ通信は周波数帯域に制限される
 - 電話は300～3400Hz
 - TVは0～4.2MHz
- デジタル信号は0と1だけ送れば良い
 - 情報圧縮もできる
 - 各種の情報の発生形態に対応
低速～高速、連続と間欠
 - 異なる速度を混ぜ合わせることができる

必要な帯域

- 電話の音声 64Kbps
- デジタル携帯電話
 - CdmaOne 8(9.6)Kbps
 - IMT-2000 384Kbps (460Kbps!)
 - PDCフルレート 6.7(11.2)Kbps
 - PDCハーフレート 3.45(5.6)Kbps
- 遠隔会議 64～384Kbps 40Mbps
- 連続信号(TV)と間歇信号(データ)

接続方式

- Bチャンネルはダイヤルによる回線交換
- Dチャンネルはパケット交換
- 番号体系は電話と同じ
ただしサブアドレス使用で機器指定
- すべてデジタル伝送
デジタル交換機にOCU、加入者側にDSU

Bチャンネル

- 基本ビットレート
- 64Kbps
- 標本化周波数8kHz×8ビット
電話の通話チャンネル相当
- 動画などを除けば十分な伝送量
動きが少ないと動画でも可能

Dチャンネル

- 制御信号とパケットデータを伝送
- 16kbps
- 独立したチャンネルで情報伝送に影響しない
- Dチャンネル信号の構成
- LAPD: Link Access Procedure on the Demand

宅内バス配線

- 最大8台まで接続可能
- S/T端子
- 特定の機器を選択可能
サブアドレス
- Dチャンネルの競合制御
150m以下に制約

TA(ターミナル・アダプタ)

- 従来の電話やモデムはインターフェイスがない
- ユーザ・網インターフェイス間にプロトコル変換装置
- 接続条件
 - アナログ電話、G3FAXなど
 - データ端末など
VシリーズとXシリーズ
 - パケット通信用端末など

インターフェイス

- いろいろな端末を自由に接続
- インターフェイスの統一
- ユーザとネットワークの境界
- ITU-T(国際電気通信連合電気通信標準化部門)が標準化
- 時分割多重通信

通信速度

- BRI:Basic Rate Interface=2B+D(最小単位)
- PRI:Primary Rate Interface=23B+D
- H1=1536kbps、H0=384kbps(回線交換)
- Dチャンネルは制御信号を送る(パケット)
- vシリーズは0.6~64KBPSまでで速度整合
 - V.110とV.120
 - X.30(回線交換)とX.31(パケット端末用)

利用経験

- 基本料は2850円/月
- データ通信はハンドシェイクが速い
- 2Bで128kbpsを確保
- 同番移行
- ダイヤルインの方法と価格
 - グローバル着信、800円/番号
- リモートルータ

超高速データ通信のイメージ

- LANは10Mbps 100Mbps 1Gbps
- WANも高速に
9.6kbps~64kbps~192kbps~1.5Mbps
~44Mbps~135Mbps~1Gbps~10Gbps
- 音声通信 静止画像 動画像
- 低速から高速までの各種データ通信

高速データ伝送の仕組み

- 電話では4.8kbpsしか保証していない(0.3~3.4kHz)
- ISDNでは64kbpsを保証
- CODECを使用(デジタル交換機に直結)
- アナログモデムは電話機と同じ位置づけ
- DSUとOCU(Office Channel Unit)は対向して使用

B-ISDN

- Broadband ISDN
- B-ISDNでは156Mbpsと622Mbps
- 光ファイバ、ATMなど、新技術を多用
- 異なるビットレートを収容
- N-ISDNでは64kbps ~ 1.5Mbps
これでは不足する利用形態がある
- TVには数十Mbps
- 構内LANは10Mbps ~ 100Mbps ~ 1Gbps

B-ISDNの標準化

- 旧CCITTのSG X VIII
(1993年からITU-TのSG13)
- かつては開発・導入した国の規格が標準
複数の規格(日本、北米、欧州)
- 世界統一のSDHを1988年に勧告
- B-ISDNの唯一の転送モードはATM
(1988年の勧告I.121)

B-ISDN勧告の流れ(1)

- 1985 B-ISDNの検討開始
- 1987 ATM方式の提案
- 1988 B-ISDNの勧告(I.121)
- 1990 B-ISDNの基本勧告案
- 1991 基本勧告(13件)
 - ATMセル構造、
 - セルのヘッダーに含まれる機能、
 - ユーザ・網インターフェイス

B-ISDN勧告の流れ(2)

- 1993 B-ISDNリリース1勧告
 - ATM専用線
 - 1対1交換
 - LAN間通信用コネクショレス・サービス
- 1995 B-ISDNリリース2勧告
 - 1対n交換のマルチポイント型
 - 分配サービス
 - マルティメディアサービス

衛星通信

- 受動衛星
 - エコー1号(1960年、米国)
- 能動衛星
 - 周回衛星(低起動から高起動まで)
テルスター1号(1962年、ベル研)、
リレー1号(1960年、NASA)など
 - 静止衛星
シンコム2号(1963年、NASA)、
シンコム3号(1964年、NASA)

歴史と現状

- 1965年にインテルサットI号
- 1995年にはV号系、VI号系で22機
- I号は電話240回線とTV1チャンネル
- V号系は電話15千回線とTV2チャンネル
- VI号系は電話33千回線とTV4チャンネル
- V号系以降はスポットビームアンテナやマルチビーム方式

インテルサット衛星

- 決まった地点間を接続
- 国際電気通信衛星機構 (インテルサット)
- 1961年7月24日、ケネディ大統領の呼びかけ
- 1963年11月にリレー1号初運用、大統領暗殺中継
- 1964年8月に11カ国で発足
- 1995年には131カ国

衛星通信の特徴

- 広域性
- 同報性
- 回線設定の迅速性、柔軟性
- 距離に関係なく一定コスト
- 遅延時間が270ms秒
- 誰でも傍受可能

通信衛星の用途

- 国際通信、国内通信
- 電話
- TV中継、TV会議
- ファクシミリ伝送
- 専用線
 - トランスポンダのリース、売り渡し

通信衛星の用途(2)

- データ通信
- IB S (インテルサットビジネスサービス) 企業向けデジタル通信網
- INTELNET 低中速データ通信

衛星の使用例

- テルスター1号は米国と欧州の間のTV伝送と多重電話伝送
- リレー1号は米国と日本の間のTV伝送 ケネディ大統領暗殺(63/11/22)
- シンコム2号はTV伝送
- シンコム3号は東京オリンピックの中継 (64/10/10)
- インテルサット1号は初めての商業衛星通信

国内での使用例

- 1983年からCS2で
 - 離島への電話回線、
 - 災害時の通信、
 - イベント会場からの中継
- 1988年にCS3
- 1995年にN - Star
- 1989年にJCSATの3機とスーパーバード2機

その他の国における利用(1)

- ソ連
 - 1965年(世界初)にモルニヤ
 - 長楕円周回起動(極軌道)
- カナダ
 - 1972年にアニク
 - 国内通信用静止衛星(世界初)

その他の国における使用(2)

- 米国
 - 1974年にウエブスター
 - 現在32機、国内通信用
- インドネシア
 - 1976年にパラパ
 - 国内通信
 - 14千の島

移動通信

- 海事衛星通信
 - 1976年にインマルサット
 - 東西大西洋、太平洋、インド洋
- イリジウム (<http://www.iridium.co.jp/>)
- ICOP(インサルマツP)
12機で99年にサービス開始
- オデッセイ
- グローバルスター

静止衛星の構想

- アーサー・C・クラーク
- 英国のSF作家
- 1945年10月にワイヤレスワールドで発表
- 高度36000Kmの静止軌道
- アンテナを固定できる
- 3個の静止衛星で全地球をカバー
- 伝搬遅延時間が270ms(片道)

日本が使用中の静止衛星

- 国際通信
 - インテルサット(インド洋、太平洋)
 - インマルサット(船舶通信)
- 国内通信
 - N-STAR(NTT、52個のトラポン)
離島通信、災害時通信、移動通信
 - スーパーバード(2機、52個のトラポン)、
JCSAT(3機、104個のトラポン)
TV放送中継、CATV配信、企業内映像通信

静止衛星運用上の問題

- 静止軌道は限られている
- 数が増えると物理的な衝突、電波の混信
- 静止位置と使用周波数を国際的に調整
- 電波の放射範囲

衛星の大型化

- インテルサットI号は40Kg
- インテルサットVI号では1.8トン
- トランスポンダーをたくさん搭載し、回線単価が低下
- 燃料をたくさん搭載し、衛星の寿命が伸びる

使用周波数

- 6 / 4GHz
- 14 / 11、12GHz
- 30 / 20GHz
- 地上からは大電力で送信
- 衛星からは減衰が少ない周波数
- 周波数が高いとビームを絞れる

多元接続技術

- 中継器を多数の局で共用
- チャンネル割り当て方法
 - 固定割り当て(PA:Pre Assignment)
大回線向き
 - 接続要求割り当て(DA:Demand Assignment)
小束回線向き

チャンネル分割方式

- 周波数分割多元接続(FDMA)
- 時分割多元接続(TDMA)
- 符号分割多元接続(CDMA)

FDMA(周波数分割多元接続)

- 周波数帯域を一定の周波数で分割
- 混変調の可能性
- 手順が簡単
- 設備が簡単
- インテルサットでのアナログ電話はFM/FMDA

TDMA(時分割多元接続)

- チャンネルを時間で分割
- タイムスロット内に信号をまとめて通信
- 同期のための機能が必要
- 混変調がない
- 通信容量の変更に柔軟に対応
- N-Starの国内通信

CDMA (符号化分割多重接続)

- 信号をある周波数に変調し、さらに周波数帯域全体に拡散
- スペクトル拡散方式
- 干渉、妨害に強い
- 高い秘話性
- 広い周波数帯域が必要
- 米国のVSATシステム

マルチビーム通信

- 必要な場所にだけ電波を送信
- シングルビーム方式
アンテナの指向性を利用
- マルチビーム方式
 - 複数の狭い地域に別々のビーム
 - 周波数の再利用が可能
 - 受信電力を大きくでき、伝送容量を増大できる
 - 受信アンテナを小型化

マルチビーム通信の 技術的課題

- 0.3度の指向性
- 高精度のアンテナ姿勢制御
- SS/TDMAの採用(サテライトスイッチ)
- インテルサットIV号で採用

衛星通信システムの構成

- 送信系
 - 衛星に向けて大電力で送信
 - 進行波管、クライストロン、GaAs FET
- 受信系
 - 微弱な信号を受信し、増幅
 - 低雑音増幅器(パラメトリック増幅器、GaAs FET、HEMT)
- 通信衛星(送信系、受信系)

地球局

- 送信系と受信系をもつ地上局
- アンテナは送受信共用
- 巨大なアンテナから小型アンテナへ(1m程度)
 - カセグレンアンテナ
 - オフセット型アンテナ(斜めに反射)
 - 平面アンテナ(家庭など)

放送衛星

- 静止衛星から直接放送
- 日本全土に放送
- 衛星が蝕に入ると電力が不足
- 14/12GHz(8チャンネル)
- 途中で邪魔がない