

情報ネットワーク(第3回)

パケット交換技術(ARPAnetからNGNへ)

2011年10月20日

パケット交換の歴史

- パケット通信:アメリカ空軍のシンクタンク、ランド研究所のポール・バラン、イギリス国立物理学研究所のドナルド・デービスによって提唱
- バランの提唱:核戦争下での通信の生き残り(分散型コミュニケーションネットワーク)
 - 破壊された通信施設を用いる
 - 中央ノードを設けない
 - 情報をデジタルに置き換える
 - データはどういう経路を辿っても構わない
- バランの研究は空軍に採用されず、長い事忘れ去られていた。
- デービスの提唱:将来的に予想されうるトラフィックの増大、通信されるデータの品質向上が目的(データに小包を意味するパケットと言う名前を与えた)
 - ARPANETに対して「パケット通信」という通信手段を提供したのはデービスの研究
 - 1994年7月にアメリカ・タイム誌で、「インターネットは核攻撃下でのコミュニケーションの生き残りを想定して開発された」という記事への抗議が行われた



ARPANET

- 1969年にアメリカ国防総省のDARPA(国防高等研究計画局:Defense Advanced Research Project Agency)のIPTO(情報処理技術室:Information Processing Techniques Office)の指揮の下に構築された、研究および調査を目的としたコンピュータネットワーク
- 今日のインターネットの原型
- 発足当時のノードはUCLA、UCサンタバーバラ、スタンフォード研究所(SRI)、ユタ大学、の4カ所
- 1980年代初頭に、資金提供を行っていた国防省側の方針でTCP/IPのみによる通信に切り替える:今日のインターネットのTCP/IP使用の条件を作った
- 1980年代に再編され、セキュリティ上の理由から一部は国防関連の専用ネットワークとなり、残りはNSFネット(全米科学財団ネットワーク:National Science Foundation Network)に受け継がれ、後のインターネットになった。
- 日本で初めてのARPANETとの接続は東北大学がALOHAnetに参加し、これを経由して接続された



ALOHANET

- ALOHANETはハワイ大学の分散したキャンパス間を結び、コンピュータネットワークを形成するネットワーク
- 低価格の無線システムを利用
- ハブを中心としたスター形の構成
- 2つの周波数:ハブから他のノードへの送信に使う周波数 / クライアントからハブに向かっての送信に使う周波数
- ハブは受信したデータを即座に再送することで、クライアントはデータ受信が正しく行われたかを判断
- データが壊れていることに気づいたクライアントは短時間待ってからパケットを再送
- データ転送に共有媒体を利用:イーサネットで使われているCSMA/CDのようなより現代的な媒体アクセス制御の原型
- ALOHAの制御:WiFiネットワーク制御とほぼ同じ



ALOHANETの特徴

- 従来のコンピュータ間通信では、電話線などを用いポイントツーポイント接続が行われていた
- ALOHANETに接続された全コンピュータは、オペレータが手をかけなくとも何時でもデータを送信でき、同時に複数のコンピュータがやりとりできる
- 2つのノードが同時に送信しようとしたとき、2つの信号が混信によって破壊されてしまう問題がある
- 各ノードが別の周波数を使う周波数分割多重化 (FDMA): 各ノードが他のマシンの使っているあらゆる周波数帯を受信、ネットワークの拡大により周波数帯増加する
- 送信が許される時間スロット」を割り当てる時分割多重化 (TDMA): ノードが送信すべきデータを持っていない場合、その時間スロットは無駄になる
- ALOHANET: Carrier Sence Multiple Access (CSMA): 各ノードは送信すべきフレームがあるときは即座にそれを送信する(どれかのノードが通信を始めると、他のノードはそれが終わるまで送信できない)
- メッセージを小さなパケットに分割し、パケットとパケットの間に少し時間を空けて送信する(他のノードがパケットを送信する余地ができ、媒体を共有できる)

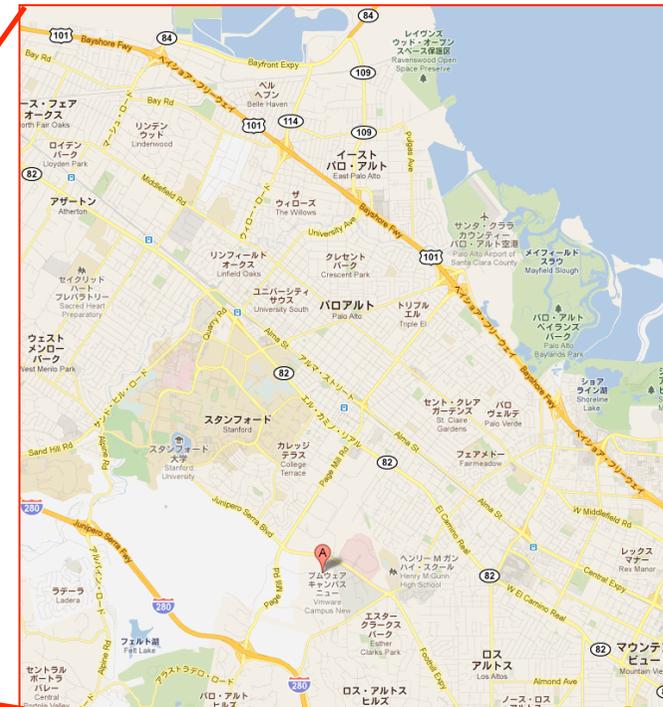
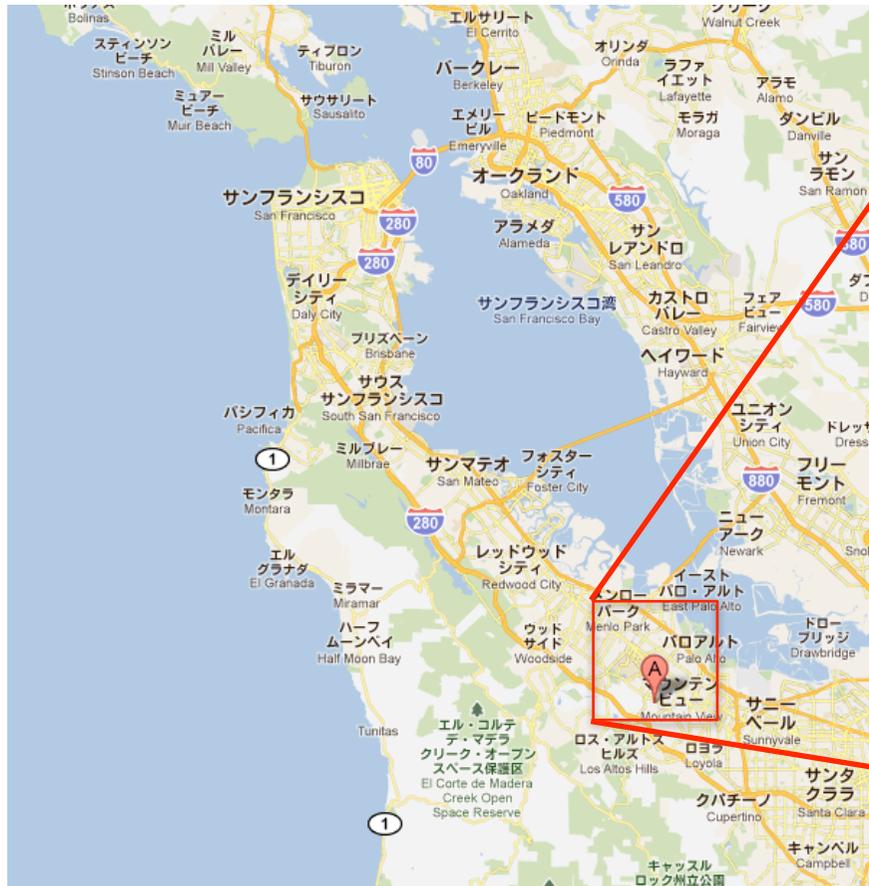


イーサネット

- ALOHAシステムのアイディアに基づき、1972年～1973年に米ゼロックスのパロアルト研究所(PARC)で最初のイーサネットを開発
- 1973年5月22日に特許登録:イーサネットの誕生日
- ゼロックス社は、特許を開放してオープンな規格とし、インテルとDECを開発に加えて、1979年、3社の頭文字をとってDIX仕様を制定(伝送速度10Mbps)
- 1980年、この仕様をIEEE802委員会に「Ethernet 1.0規格」として提出・公開
- 1980年代当時、米IBM社トークンリング、アップルコンピュータがAppleTalkを強力に推進していたが規格を公開して多くの賛同者を得たイーサネットが勝ち残る



XEROX PARC (PALO ALTO RESEARCH CENTER)



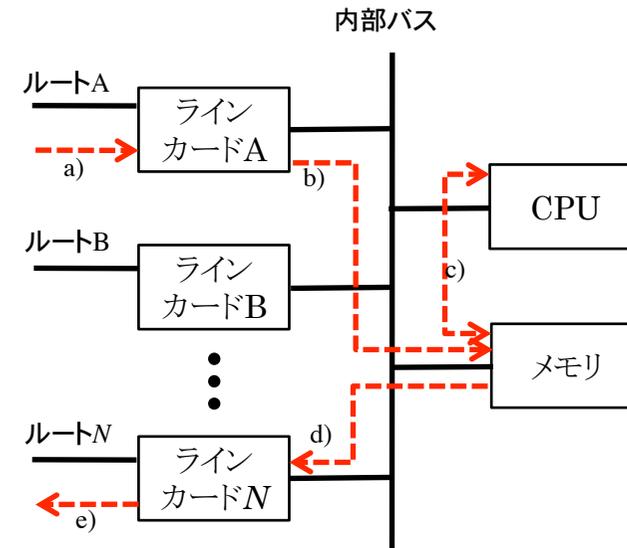
CSMA/CD

- イーサネットでは、各ノードは自由に信号を発信することができる
- 信号の衝突が発生するため、通信路上を常に監視し(キャリアセンス)、衝突が検出(コリジョンディテクション)された場合は、若干の時間待機した後、フレームを再送する
 - キャリア・センス: 全ての端末は常に通信路上の信号を受信し、監視している。フレーム送信後、他のどの端末からもフレームが送り出されていない場合、最後のフレームの末尾から96ビット時間以上待ち、次のフレームを通信路に送出する(フレーム間ギャップ)
 - コリジョン・デテクション: ほぼ同時に複数の端末がフレームを送り出した場合は、つまり衝突が発生する。コリジョンによる信号の乱れを検出した場合は受信中のフレームは破棄、送信中だったフレームは送信前の状態に戻される。コリジョンは、送信側がフレーム送出を終了する前に検出される必要がある。同一ネットワーク上に接続された2つの端末をつなぐ通信路の総延長とフレームの最小サイズが限定される。
 - 再送時間の決定: フレームの送出を中止した端末は、擬似乱数によるランダムな時間だけ待った後、通信路が空いていれば、自分のフレームを送出することができる。



ルータの機能構成

- a) ルートAからパケット到着
- b) ラインカードAはパケットをメモリに転送
- c) CPUはパケットの宛先から出力ラインカード(N)を割り出す
- d) メモリからラインカードNにパケットを転送
- e) ラインカードNはパケットをルートNに転送



1つのパケットの転送で複数回内部バスを通過するため(特にCPUメモリ間の転送)、パケット到着数が増加すると内部バスが輻輳し処理速度が遅くなる

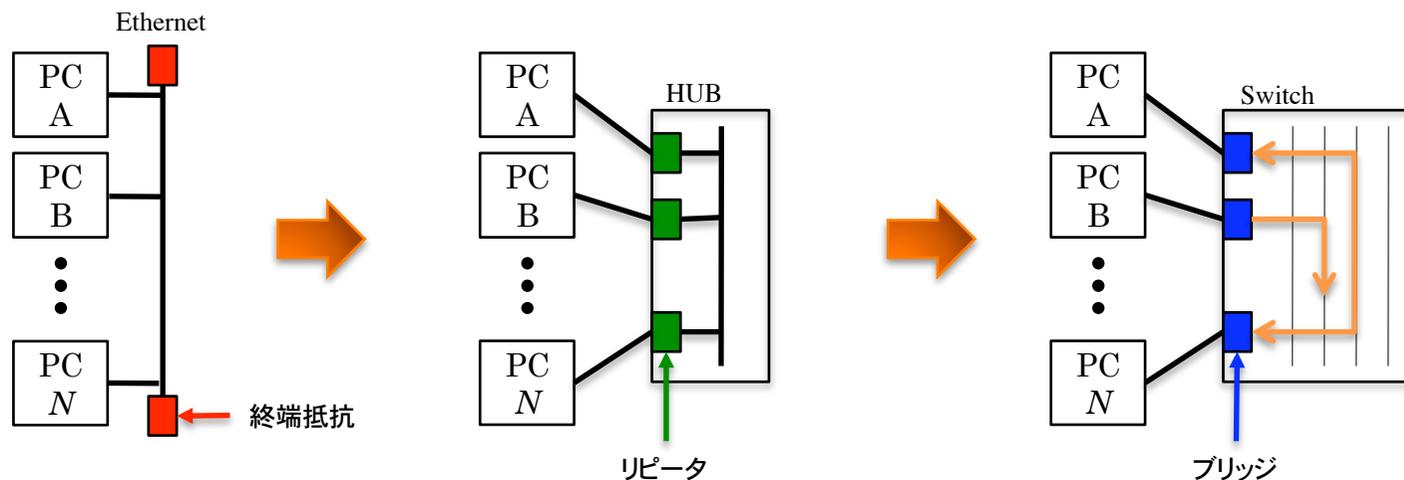


- ラインカード: パケットを蓄積するバッファ、経路情報を蓄積する経路キャッシュ
- 内部バスの高速化、バスの代わりにスイッチを使用



イーサネットの発達

- 同軸ケーブルを用いたバス配線 (10Base2)
- 対線を用いたスター型配線 (10/100/1000BaseT)
 - 内部バスを用いたリピータハブ
 - ブリッジポートと内部スイッチを用いたスイッチングハブ



ATM (ASYNCHRONOUS TRANSFER MODE)

- ATM(非同期転送モード)は、53バイトの固定長のデータであるセルを基本的な通信の単位とする、Virtual Circuit cell relay(仮想回線セルリレー)による通信
- ATMの目的は、電話網 (PSTN)、パケット通信(データ長が可変のIP)を統合する、複数レベルのQoSをサポートする高速サービス総合デジタル網(B-ISDN)の実現
- インターネットではなく電気通信の業界の既存技術に基づき標準化
- グローバルな通信網からプライベートなLANまでを統合しATMに置き換える技術
- 非常に複雑な技術となり、一つの統合されたネットワークとしての実装の完成が完了しなかった
- IPのように広範囲に渡って利用されていない
- 現在ADSLなどのDSLでも多重化のために広く用いられている
- 速度の異なる回線を一本の物理回線に多重化できる利点を生かしてW-CDMAなどの方式携帯電話のバックボーンにも用いられている



ATMの仕組み

- 回線交換方式とパケット方式両方の長所併せ持つ
- データをセルに組み立てる点ではパケット方式と同じ
- ATMセルはイーサネットパケットとは違い固定長
 - セルの先頭を識別することが容易
 - 宛先をハードウェアで処理することで交換機内でのタイムロスの削減が可能
- 回線交換とパケット交換の方式間の特性差を解消するため、データは仮想回線識別子の付いた53オクテット固定長のセル(5オクテットはヘッダー、48オクテットはペイロード)に割り付けられて送る
- 高ビットレートの情報ではセルを多く送り、低ビットレートの情報ではセルを少なくして送るの(回線の有効利用が可能)



ATMセル

- 小さなデータのセルを使うこと目的は、データストリームの多重化において発生するジッタ(遅延の揺らぎ)の軽減
- ATMは音声信号のサポートに重点が置かれている
- 音声信号は遅延に敏感
- セルの組み立て(および復元)によるタイムロスが減らすにはペイロードが小さいほどよい
- 大容量データ(テレビ電話など)を扱うにはペイロードが大きいほどよい
- ヨーロッパ案の32オクテットとアメリカ案の64オクテットの折衷でペイロードが48オクテットに決定



NGN (NEXT GENERATION NETWORK)

- NGN(次世代ネットワーク)は、FMC (Fixed Mobile Convergence)による固定・移動体通信の統合と共に、電話・データ通信・ストリーミング放送を融合したマルチメディアサービスを実現する、インターネットプロトコル技術を利用する次世代電話網
 - 2000年代よりデータ通信の需要が増加し音声通信トラフィックは減少
 - パケット通信網にてリアルタイム通信をおこなう技術が発展:回線交換よりも全てをパケット通信でまかなうほうが費用の面でも有利
 - インターネットを使用して音声通信をおこなうインターネット電話が普及
 - インターネットは電話に比べると利用者による設定の簡便性やセキュリティの面において弱点を持つ
 - IPネットワークの長所をとりいれて通信網を再構築(NGNは電話網とインターネットとの融合に対する電話の側からの解)
- 通信と放送の融合をおこない、電話・データ通信・ストリーミング放送の融合サービスを、高速通信網の有効利用・電気通信事業者の競争力確保に役立てる

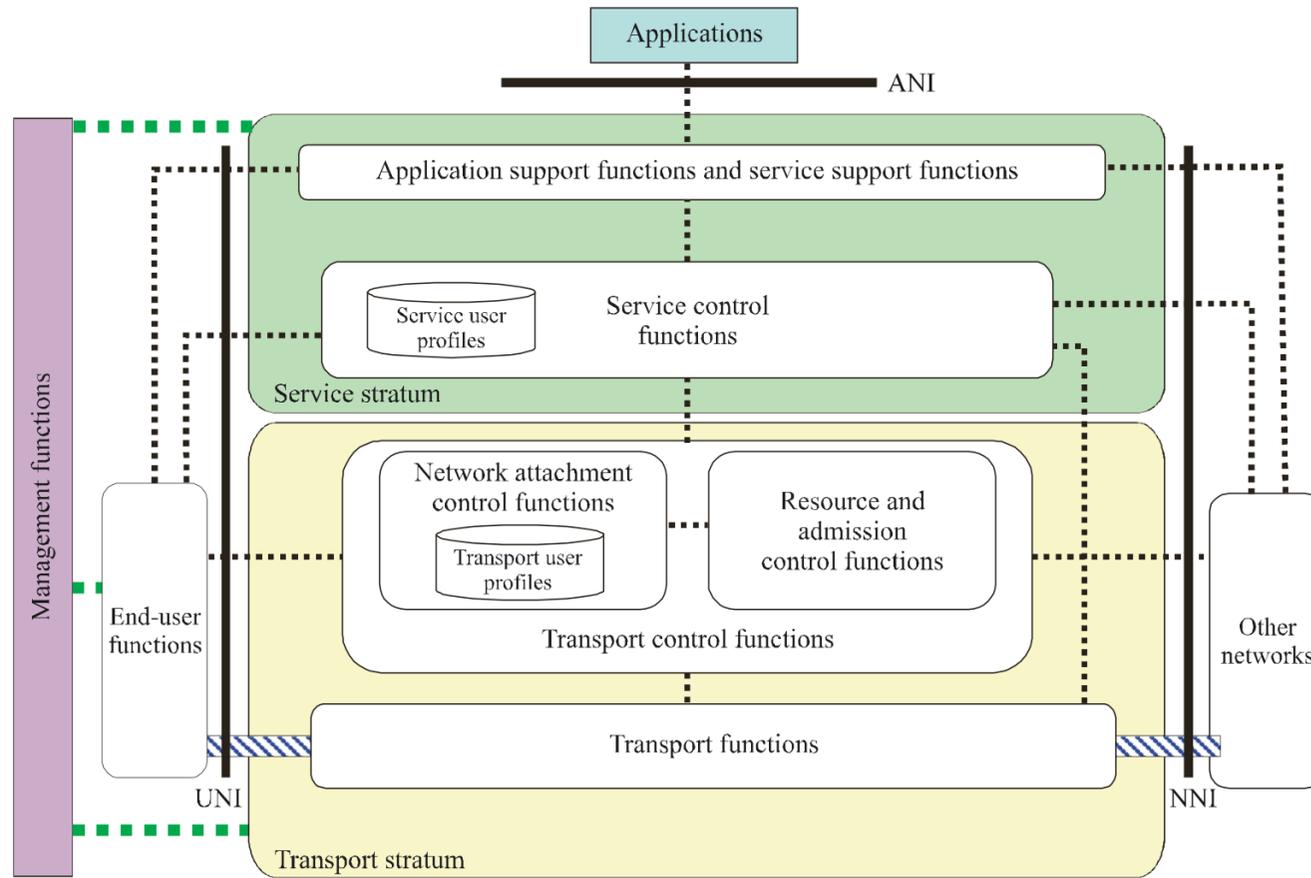


NGNの標準化

- 2003年から欧州連合の標準化機関であるETSIのTISPAN、2004年からITU-TのSG13で標準化
- 2006年にはITU-TにおいてNGNに関するリリース1の様々な勧告が制定されている。
 - 網としてIPネットワーク、通信プロトコルとしてSIP (Session Initiation Protocol:2つ以上のクライアント間でセッションを確立するためのIETF標準の通信プロトコル)を使用する。
 - FMCと呼ばれる固定・移動体通信を意識せずに使用できる統合されたサービスを実現する。
 - データ通信と音声・動画などのリアルタイム通信とストリーミングなどの放送を統合したトリプルプレイのマルチメディアサービスを提供する。
 - 第三世代携帯電話に関する標準化団体である3GPP規定のIMS (IPマルチメディアサブシステム)を基本構造として使用する。
 - エンド・ツー・エンドでQoS制御を行い、高速データ通信とリアルタイム通信を同一のネットワークで両立可能とする。



NGNのアーキテクチャ



Y.2012(09-2006)_F01

- Control
- Media
- Management



NGNアーキテクチャ2

- エンドユーザ機能: カスタマのネットワークまたは端末
- トラnsポート・ストラタム(OSIのレイヤとは異なる): ユーザのデータを転送
 - トランスポート機能: パケット転送機能を担う。
 - ネットワーク・アタッチメント制御機能: 認証やIPアドレス付与など、端末をネットワークに接続する際の一連の処理
 - 資源アドミッション制御機能: QoS保証を含む、資源を指定した通信の受付制御
 - ユーザプロフィール・サーバ機能: ユーザの識別、セキュリティ、位置、プロフィールなどを管理
- サービス・ストラタム: トランスポート・ストラタムを制御
 - サービス制御機能: コネクションの設定や帯域を管理するSIPサーバ群
 - アプリケーション・サーバ機能: Webとの連携や様々な付加価値サービスを実現
- 管理機能: トランスポート・ストラタム、サービス・ストラタムおよびエンドユーザ機能を管理
- サードパーティ・アプリケーション: サービス・ストラタム上で動作する、サードパーティから提供される各種のアプリケーション
- 他のネットワーク: NGNは他のNGNやPSTN/ISDN、インターネットなどと接続される。



宿題

- 同軸ケーブルを用いたバス配線のCSMA/CD方式は、前回授業の交換方式の分類中どの方式となるか？
- 授業の感想、要望等もメールの本文に記入してください。
- アンケートのエクセルファイルをダウンロードして、上記、感想、要望に加えアンケートにも回答してください。文章で回答する設問の場合、文字数制限は有りません。自由に記述してください。アンケートのファイル名は、今日の日付＋学籍番号としてください。

例:20111020+0929xx.xlsx

- メールで宿題の解答とアンケートを提出してください
- 提出期限:10月27日午前10時30分
- メールタイトル:今日の日付＋学籍番号
例:20111020+0929xx
- メール宛先: information.net.2011@gmail.com



参考: 交換方式の分類 (前回講義資料より)

方式名	交換・スイッチ名	技術内容	応用例
回線交換方式	空間分割スイッチ	格子スイッチ	電話交換機
	時分割スイッチ	時間スイッチ	
		空間スイッチ	
周波数分割スイッチ	波長スイッチ	光クロスコネクタ	
蓄積交換方式	パケット交換	共有メモリ型	パケットルータ パケットスイッチ
		共有媒体型	
		格子スイッチ	
	ATM交換	-	-

