

Stream & Multicast Tutorial

- ストリーミング技術への誘い -



Internet Week 1997 Dec/17 14:00-17:00

rodo@sfc.wide.ad.jp / 櫻井 智明

目次



- IWE'96
- Streaming Media概要
- 映像・音声圧縮技術
- 代表的なアプリケーションの概略と特徴
- ネットワーク側の技術的要素
- マルチキャスト
- マルチキャストの実用化

IWE'96



- 産官学の合同プロジェクト
- 1996年一年間
- 45Mbpsの高速バックボーン(海外、国内)
- ストリーミング技術を利用したマルチメディア情報の配信
 - 様々なストリーミングシステムの運用
 - 安定運用のためのネットワーク構成
 - ネットワークの負荷分散
 - コンテンツの著作権、演出.....
 - 約50イベントの中継配信

代表的なイベント (IWE'96)

- 2/22 2002年ワールドカップ開催招致イベント
 - StreamWorks 1.0
- 3/29 日野皓正ライブ中継
 - StreamWorks 1.0
- 8/28 坂本龍一インターネットライブ
 - StreamWorks1.0,RealAudio2.0,Software Vision,VDOLive
- 11/12 「URL: Cybercity」Live ディスカッション
 - Streamworks 双方向
- 12/16 Music Plays Images x Image Play Music
 - StreamWorks2.0,RealAudio3.0

*1996年に行われたイベント

既存のメディアとインターネット

- 口コミ ----- 電子メール
 - 時間或いは空間の共有(井戸端・最近は電話?)
- 新聞 ----- WWW
 - 一方向的・情報のアーカイブ(蓄積されたデータ)
 - 情報の閲覧
- ラジオ・テレビ ----- Streaming Media
 - 放送的・リアルタイム性に優れている
 - ラジオを越える? テレビになるの?

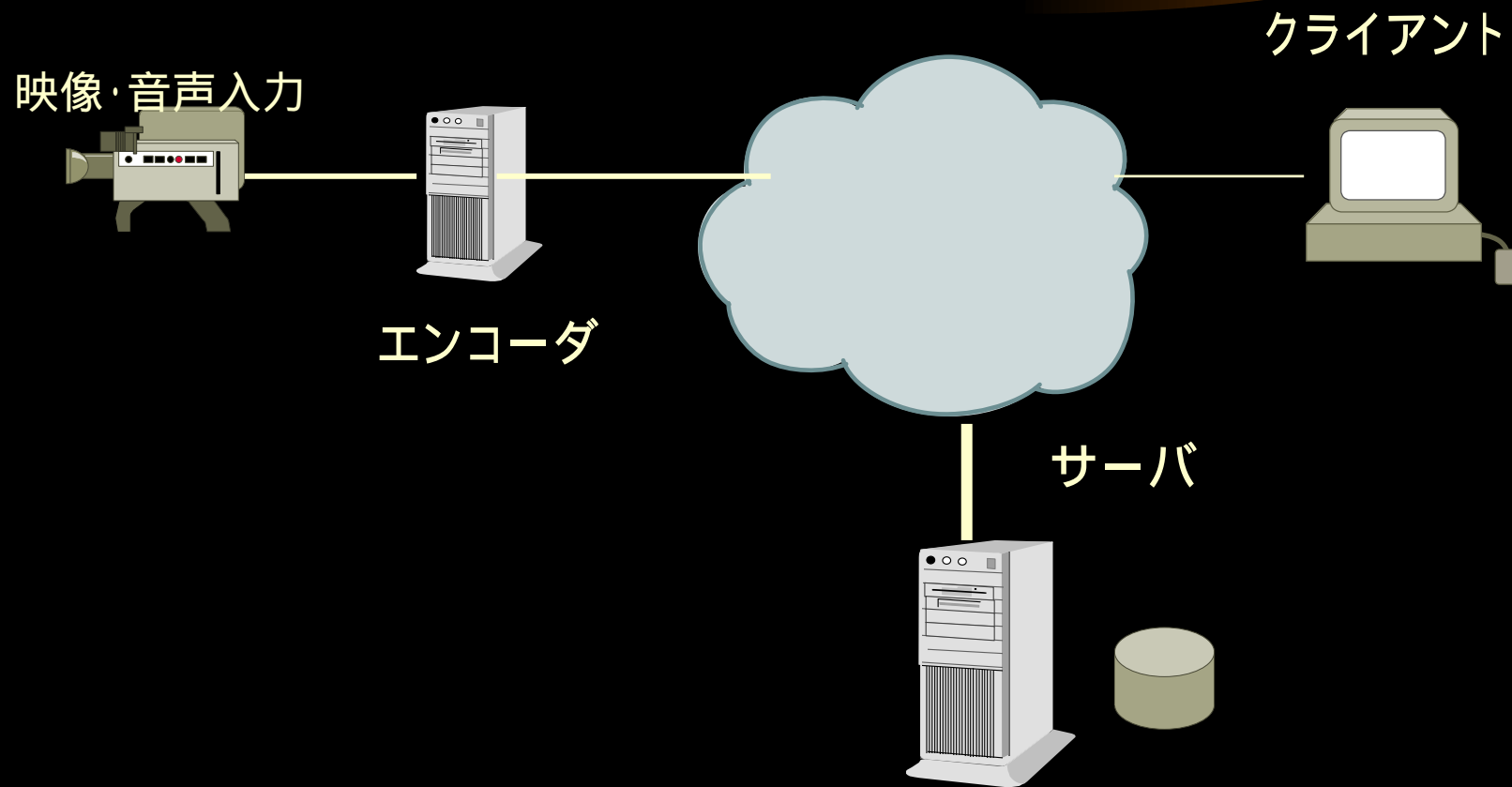
マルチメディア情報の情報量

- オーディオ
 - 電話音声 64kbps
 - CD(圧縮なし) 1.4Mbps
- 動画
 - MPEG-1 1.5Mbps
 - MPEG-2 4 ~ 9Mbps
 - NTSC 220Mbps

回線の帯域

- アナログ電話 300bps - 56kbps
- ISDN 64kbps, 128kbps
- T1, フレーム・リレー ~ 1.54Mbps
- LAN 10Mbps
- 高速LAN 100Mbps
- ATM 155Mbps, 622Mbps
- ギガ・ビット・ネットワーク 1Gbps

クライアントでの見方、聴き方



動画再生

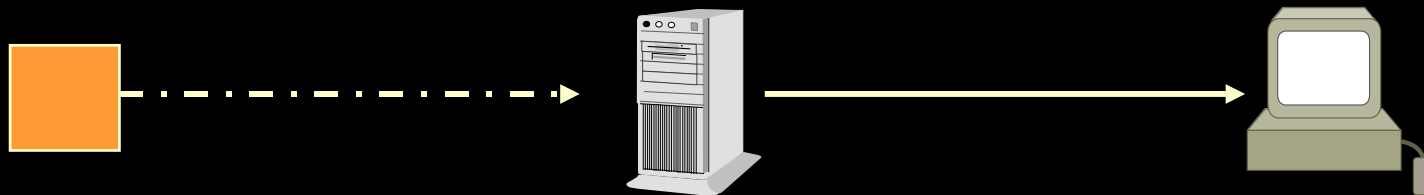
- ダウンロードによるマルチメディアファイルの再生
- 疑似ストリーミングによるマルチメディアファイルの再生
- ストリーミング技術によるマルチメディアファイルの再生

ダウンロードによる動画再生

- マルチメディアファイルを従来のファイル転送によってクライアントにコピーした後再生
- 長時間の再生には長時間のダウンロード時間を必要とする
- ファイルのサイズに依存(画像・音声品質と再生時間)
- クライアントにファイルが残るため加工される可能性がある

疑似ストリーミング

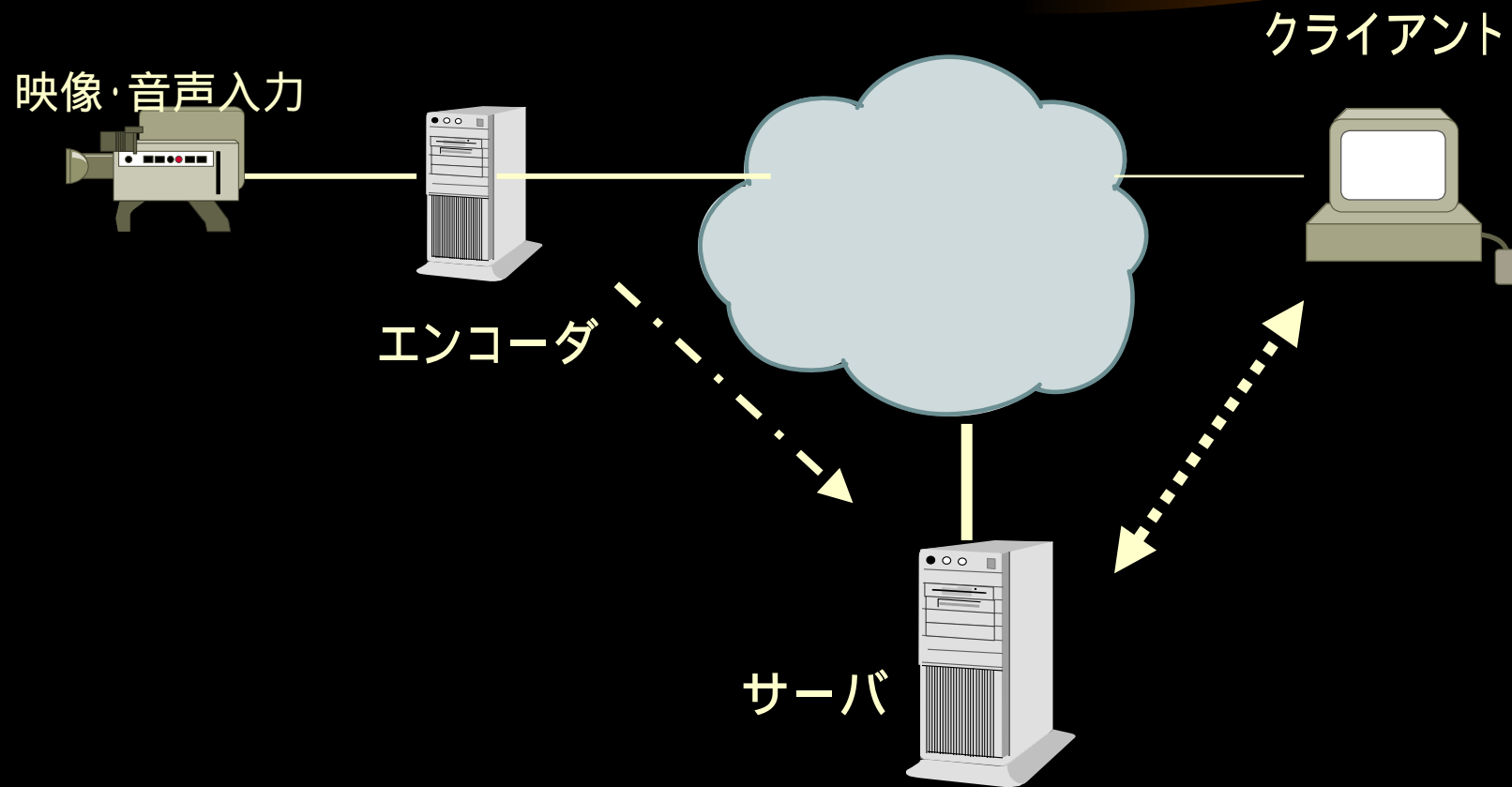
- 従来の方法でファイル転送を行い、転送終了を待たずに再生
- フロー制御ができない為、安定した再生が困難
- ライブに対応できない



ストリーミング

- 連続的にデータ通信を行い、連続的に再生をおこなう
- ダウンロードはおこなわない
- 画像・音声品質は接続している回線に依存
- サーバ・クライアント間で制御を行い効率的な伝送が可能

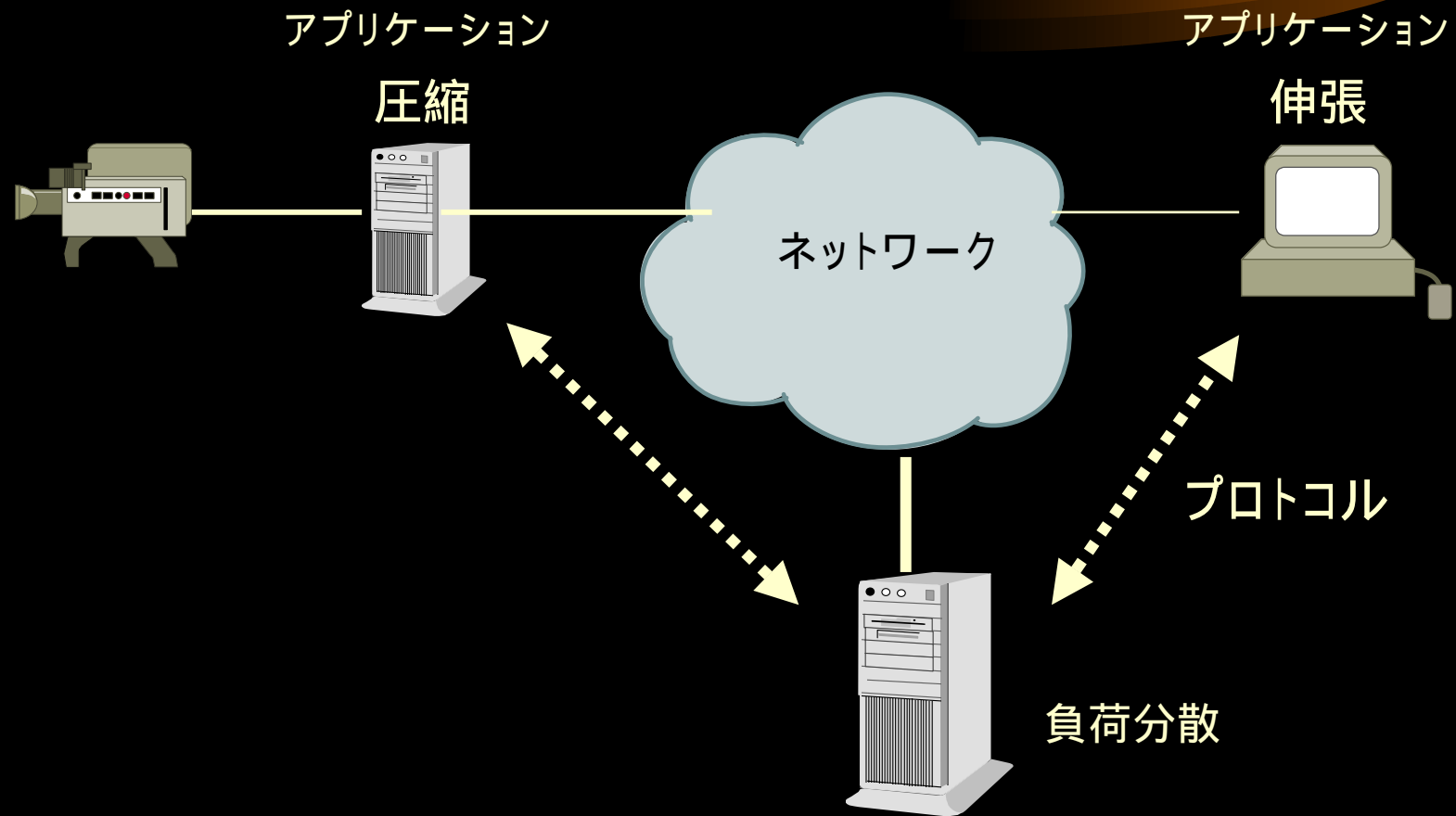
ストリーミングシステムの流れ



それぞれの比較

	長時間再生	LIVE	スケーラビリティ
ダウンロード	不可	不可	無し
疑似ストリーム	可	不可	無し
ストリーミング	可	可	あり

これからのお話

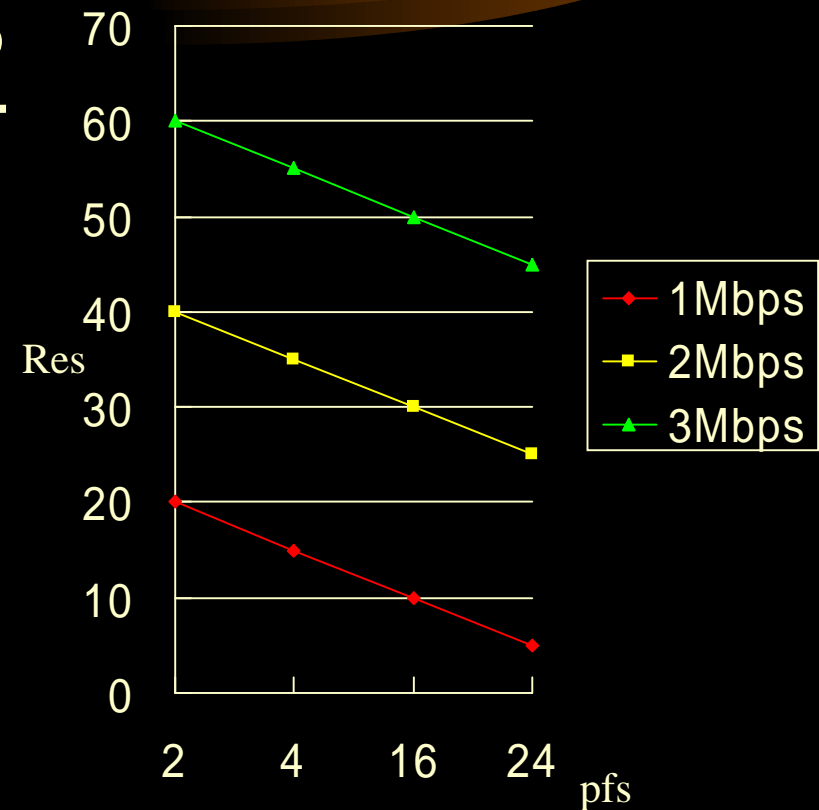


映像品質

- 要求:なめらかな動き(動画)
- FPS (Frame Par Sec)
 - 8mm Film 16fps
 - 映画 24fps
 - NTSC 30fps (インターレス)
 - PAL/SECAM 25fps (インターレス)

解像度と動き

- 帯域が決められている場合、解像度を優先するか、動きを優先するか選択する



動画のデータサイズ

- 無圧縮で320 × 240 24bitカラーを15fpsで伝送するには.....'

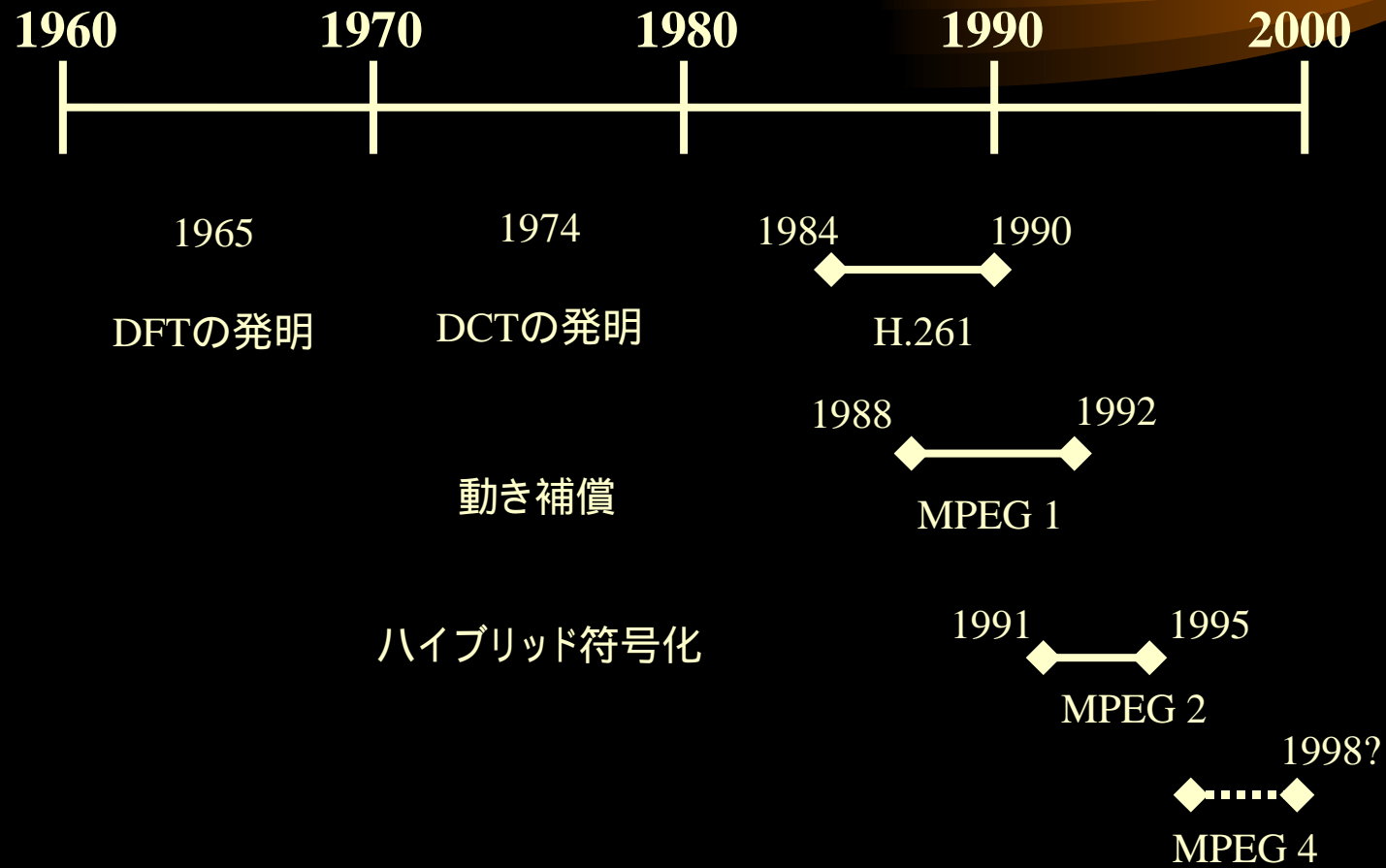
縦 × 横 × 画素深度 × コマ数 = 必要帯域

$$320 \times 240 \times 24 \times 15 = 27.648\text{Mbps}$$

$$160 \times 120 \times 24 \times 15 = 6.912\text{Mbps}$$

$$80 \times 60 \times 24 \times 15 = 1.728\text{Mbps}$$

画像通信研究の歴史



圧縮技術

- 圧縮手法
 - 時間軸に沿った画面の相関関係を利用
 - 符号の偏在を利用するもの視覚特性
- 聴覚特性の利用
- 復元性を100%要求しない(非可逆符号化)
画質と圧縮率がトレードオフであり、圧縮率を上げると画質が低下

動画像圧縮技術(1)

- H.261 (1990)
 - テレビ会議・テレビ電話を主たる用途に開発
 - CIFとDCTの組み合わせ ハイブリッド符号化アルゴリズム
 - 動き補償フレーム間予測誤差とDCTによる冗長度をのぞく
 - 144 x 176 p x 64kbps
 - 1-15fps
 - DCT(直交変換技法)

動画像圧縮技術(2)

- MPEG1(1992) : Video CD
 - 1/100の圧縮
 - 320 x 240 1.15Mbps
 - 30 fps
 - VHS 3倍モードと同程度
 - 動画像の符号化方式、オーディオの符号化方式、それらの多重方式

動画像圧縮技術(3)

- MPEG2 (1994) : DVD, デジタル放送
 - 1/20-1/15の圧縮
 - 720 x 480 4Mbps
- H263(1996) : テレビ電話
 - H261の改良
 - 動き補償予測・ヘッダー情報軽減
 - 96 x 128, 144 x 176, 288 x 352 10kpbs-2Mbps
 - 1 - 15 fps

動画像圧縮技術(4)

- MPEG 4
 - 規格化目標 1998年
 - 低ビットレートでの符号化を対象 (64kbps?)
 - 候補: 分析合成符号化、領域分割、非ブロック・ベース動き補償・フラクタル符号化・Wevelet
- Wevelet
 - フーリエ変換に変わる新しい変換技法を用いた圧縮方式
 - 時間的・空間的に局所化された関数を基底に、周波数領域と時間領域の分解能を持ち高圧縮を実現

動画像圧縮による欠点

- 差分利用の為、データ落ちに弱い
- 画面全体の変化の追従が困難
 - パン、ズーム、切り替え、追いか
- 圧縮に多くの処理能力が要求される

音声圧縮技術

- オーディオのパラメータ
 - サンプリングレート
 - サンプリングビット
 - モノラル・ステレオ
- 音質の物差し
 - 周波数特性
 - 了解度

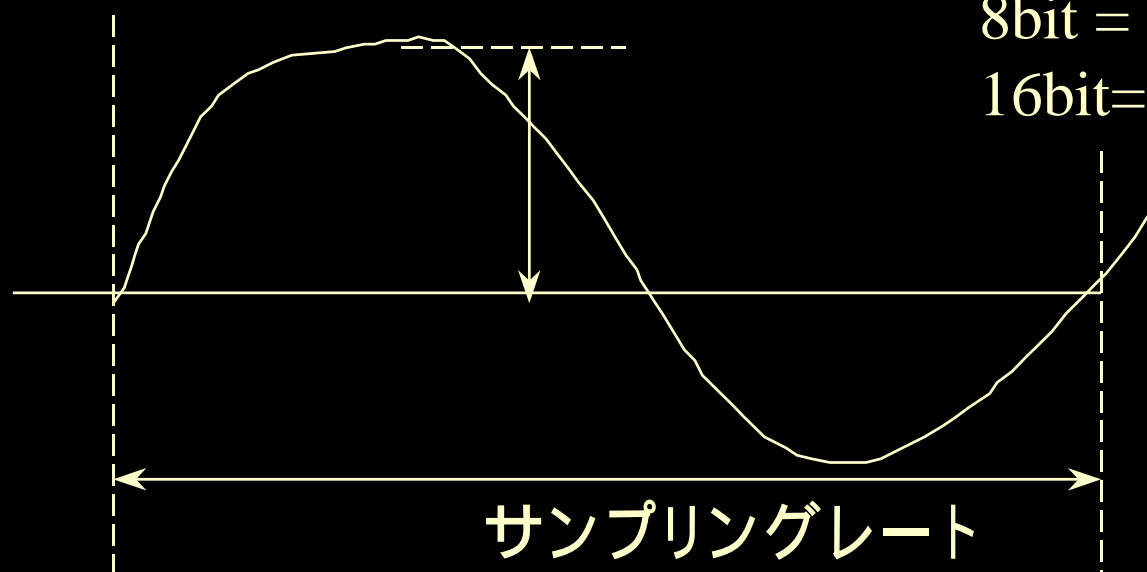
サンプリングレート・ビット

再現性を決定する要素

サンプリングビット

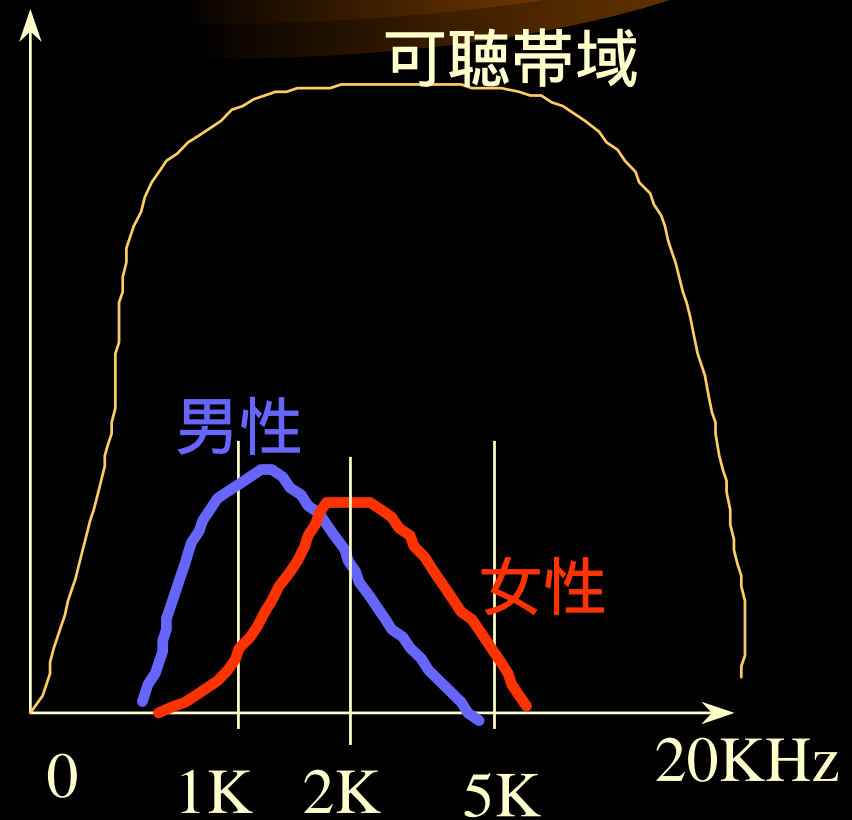
8bit = 256段階

16bit = 65535段階



周波数特性

- 話声は男性で1KHz, 女性で2KHzが中心
- 電話の周波数特性は5KHzが上限
- 人間の耳に聞こえるのは20KHzくらいが上限



既存のデジタル音声

- Windows95のオープニング
 - 22.05Kbps 8bit Mono (88kbps)
- 電話
 - 8 KHz 8bit Mono (64kbps)
- CD
 - 44.1kbps 16bit Stereo (1.4Mbps)

圧縮の選択

- 用途別に圧縮を使い分ける
- 音楽
 - 音の特性の忠実度を確保し圧縮
- 音声
 - 人の喉の構造を解析し、シミュレーションする

音声圧縮方式

- MD (ATRAC) 1.4M --> 300kbps
- MPEG Audio Layer-3 1.4M --> 112Kbps
- G.721 ADPCM 32Kbps
- G.728 LD-CELP 16Kbps
- G.723.1 ACELP/MP-MQL 5.3/6.3 Kbps
- G.729 CS-ACELP
- TwinVQ
- Dolby AC-3 base

音声と画像の同期

- 映像・音声はそれぞれ別の圧縮方式
- それぞれの遅延特性
- ネットワーク上での遅延、損失
- 音声に同期しない画像は不自然
 - > 300msで不自然を感じる
- それぞれのアプリケーションでの問題解決

代表的アプリケーション

- StreamWorks
 - Xing Technology社
 - 映像 : MPEG-1
 - 音声 : LBR, MPEG-1(II), MPEG-2(II)
- RealVideo
 - RealNetworks社
 - 映像 : H.263base
 - 音声 : ACELP, CELP, Dolby AC-3base(Dolby Net)

代表的アプリケーション

- VDOLive
 - VDOnet社
 - 映像: H.263base (2.0), Wavelet (3.0)
 - 音声: 独自
- SoftwareVison
 - NTT
 - 映像: H.261
 - 音声: GSM, ADPCM

代表的アプリケーション

- NVAT
 - NEC
 - 映像 : CellB
 - 音声 : GSM (13kbpsの固定)
 - NV, VATとの互換性

ユーザ側の再生技術

- CPUパワーの向上「ムーアの法則」
 - 1995年： Pentium , Windows95
 - 1996年： Pentium Pro
 - 1997年： MMX Pentium, Pentium II
- ソフトウェアによるデコーディング
 - ほとんどが無償で利用できる
- モデムの高速化・INSの普及

伝送技術

- 必要な帯域の確保
- 遅れの少ない回線
- 他のトラフィックによる帯域影響がない
- パケット損失が最小限

TCP, UDP



- TCPでのエラー回復後のパケットは過去のもの
- 損失よりもリアルタイム性を優先
- 信頼性よりも遅延の少ない
- UDPを利用
- TCPはサーバ・クライアント間のセッション

エラー補正

- FEC (Forward Error Correction)
- 送信側によって付加された 冗長なパケットにより、ネットワーク中で廃棄されたパケットを、受信側において再生する方法。

フロー制御の重要性

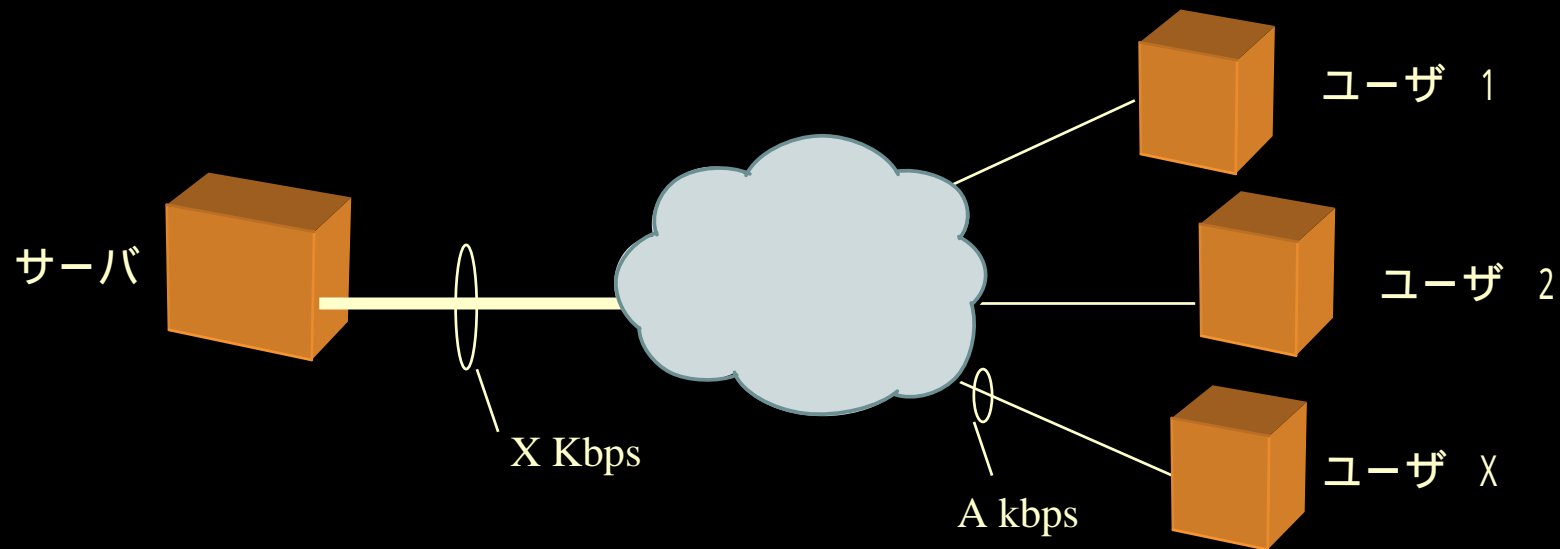
- TCPは使える帯域を全部使おうとする
- UDPでフロー制御を行う
 - フロー制御の方針
 - 安定した一定量の転送
 - 疑似ストリーミングではできない
 - ファイル転送と同じフロー管理

ジッタへの対策

- 不安定な伝送帯域への対応
- 入力が出力を上回った場合、バッファに蓄えられる
- バッファで待たされる時間が遅延
- 待たされる時間がパケット単位で異なる
- 再生時にある程度バッファリングする

負荷分散の必要性

- サーバ・クライアント間

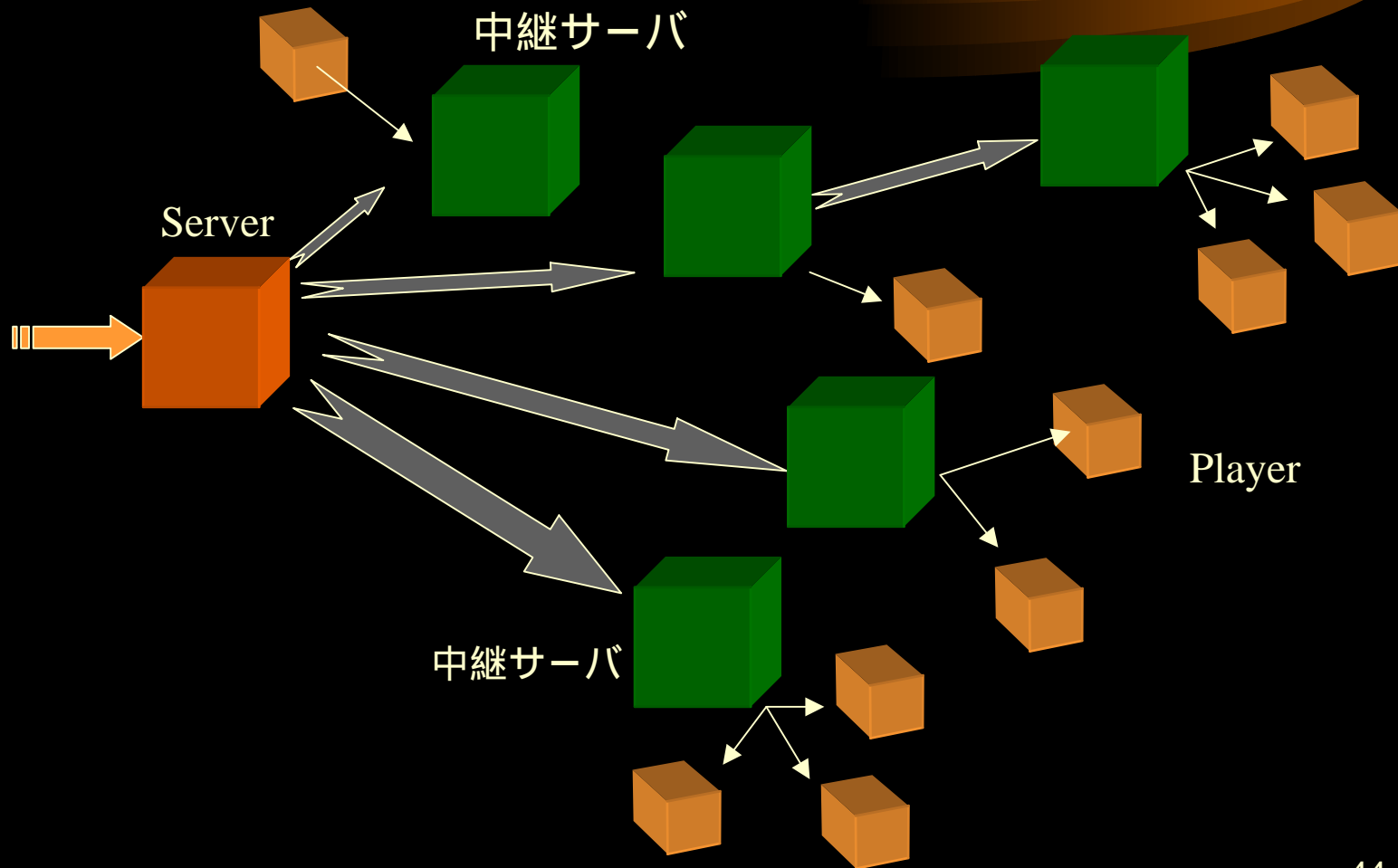


$$\text{要求される帯域}(X \text{ kbps}) = A \text{ kbps} \times \text{user数}$$

負荷分散の必要性

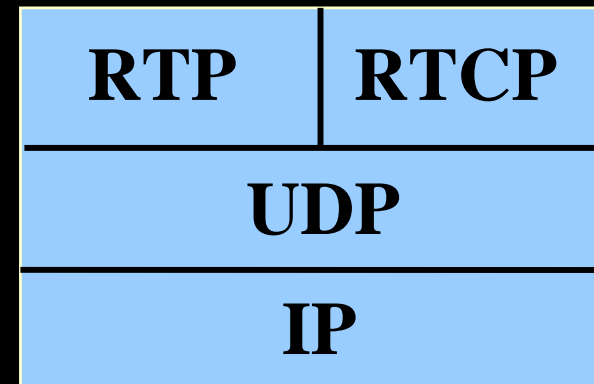
- 回線で処理できる容量は決まってくる
- 1.5Mbpsの回線で20kbpsのストリームを75同時アクセス
- 45Mbpsの回線で45kbpsのストリームを1000同時アクセス

中継サーバの設置



リアルタイム型プロトコル(1)

- RTP (Realtime Transport Protocol)
 - RFC1889
 - end to end のリアルタイム性を持ったデータの配信向け (Audio, Video, Conference)
 - 映像、音声、データ、制御ストリームのパケット化、タイムスタンプによる同期
 - QoS、信頼性はサポートしない



リアルタイム型プロトコル(2)

- RTSP (Real Time Streaming Protocol)
 - Internet-Draft
 - コロンビア大学・ネットスケープ・リアルネットワークス
他40社
 - リアルタイム性を持ったデータ配信向けアプリケーション
レイヤでのプロトコル
 - セッションの確立やライセンス処理など高レベル用の
制御機構

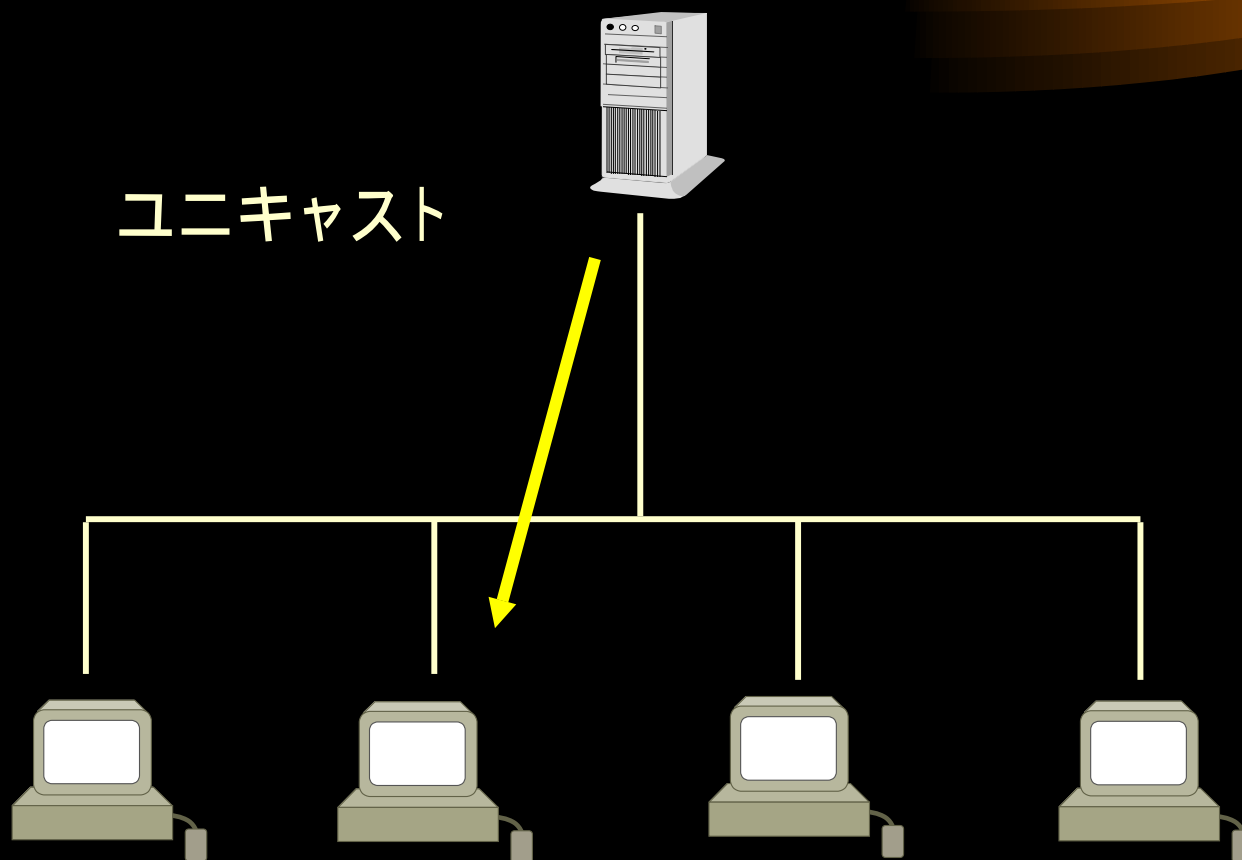
大規模ストリーム配信への動き

- J-Stream
 - TCI・RN・KDD・NTT-PC
- インターネットマルチフィード
 - IIJ・NTT etc

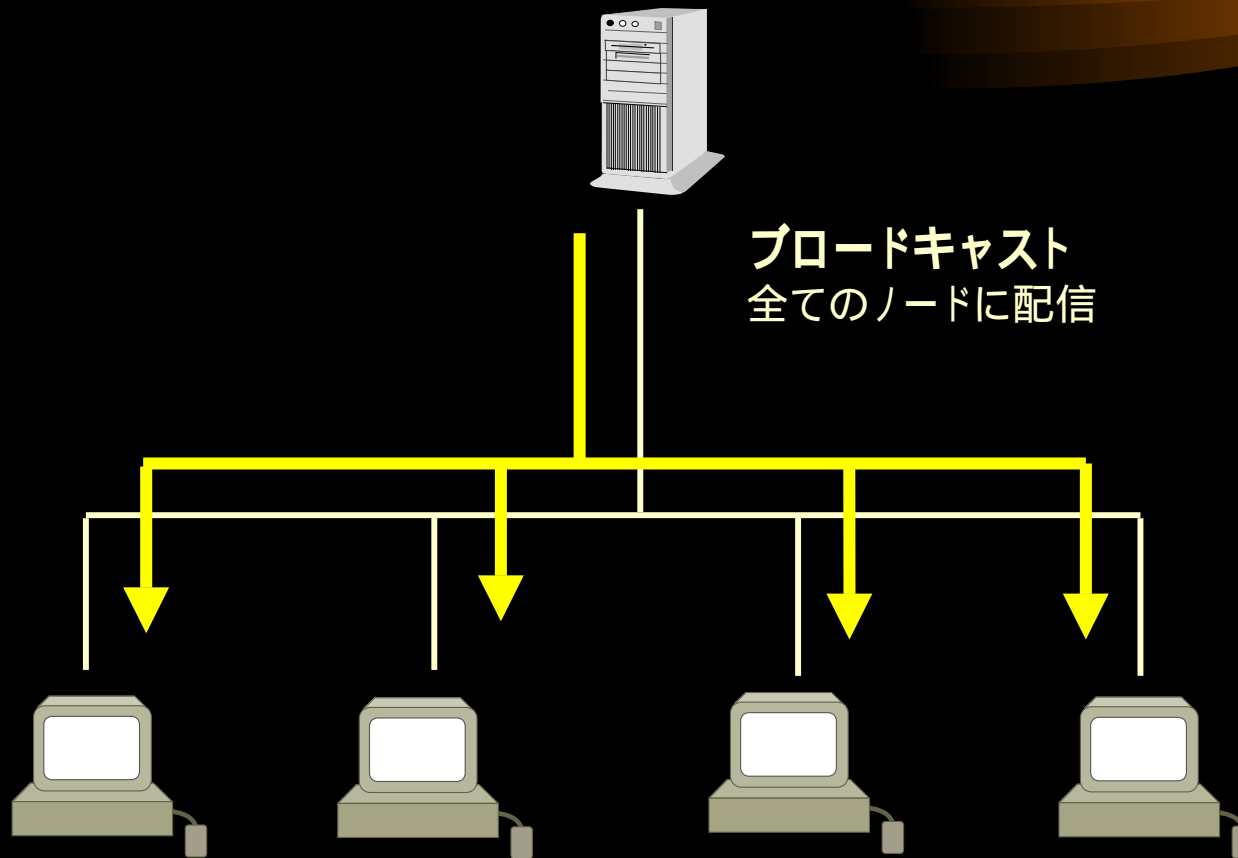
マルチキャストの概念

- IP層で複数のノードに対して同一データを送信する通信方法
- ネットワーク資源(回線)の効率的利用
- ルータがサポートする必要

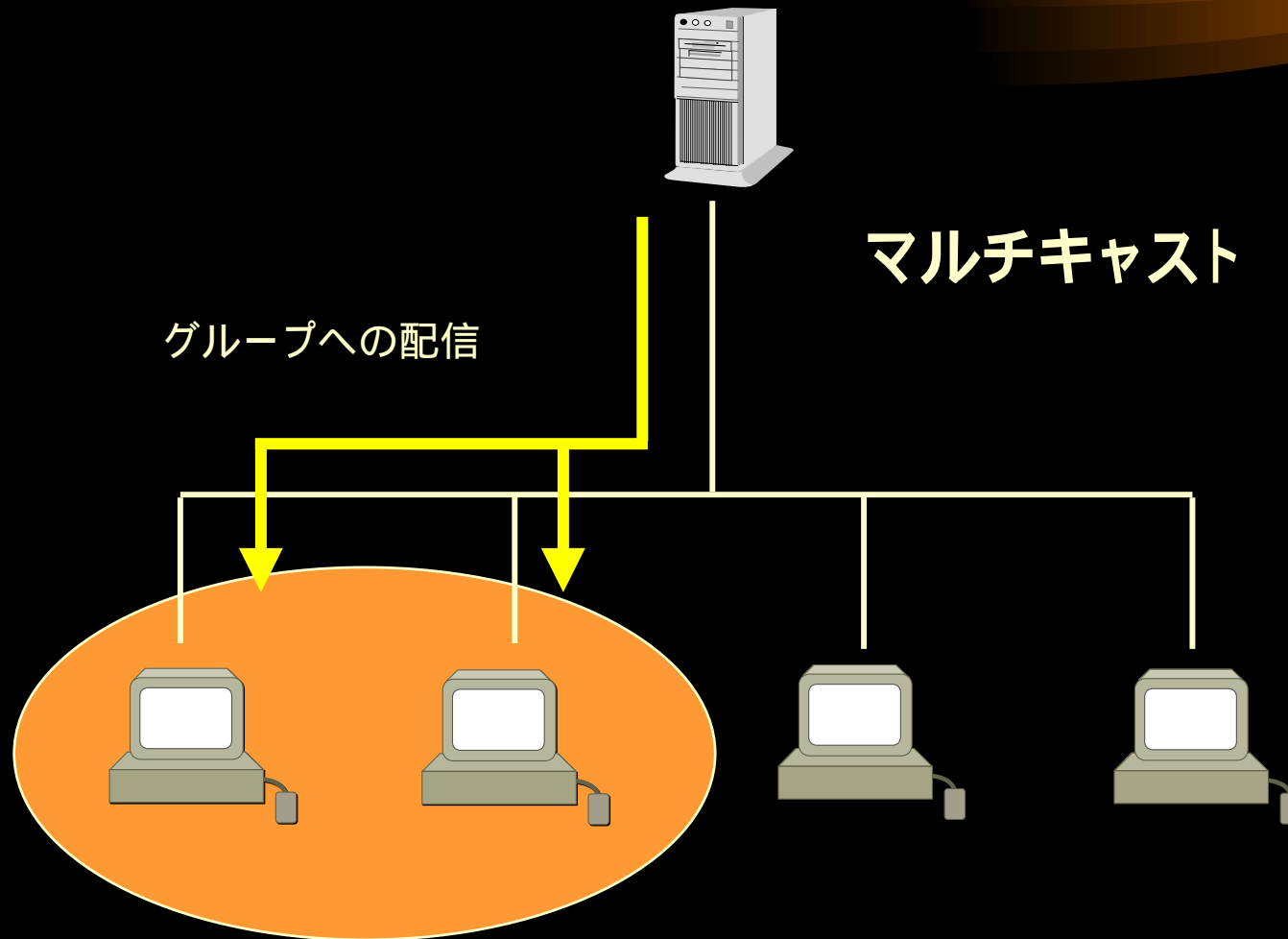
マルチキャストの概念



マルチキャストの概念

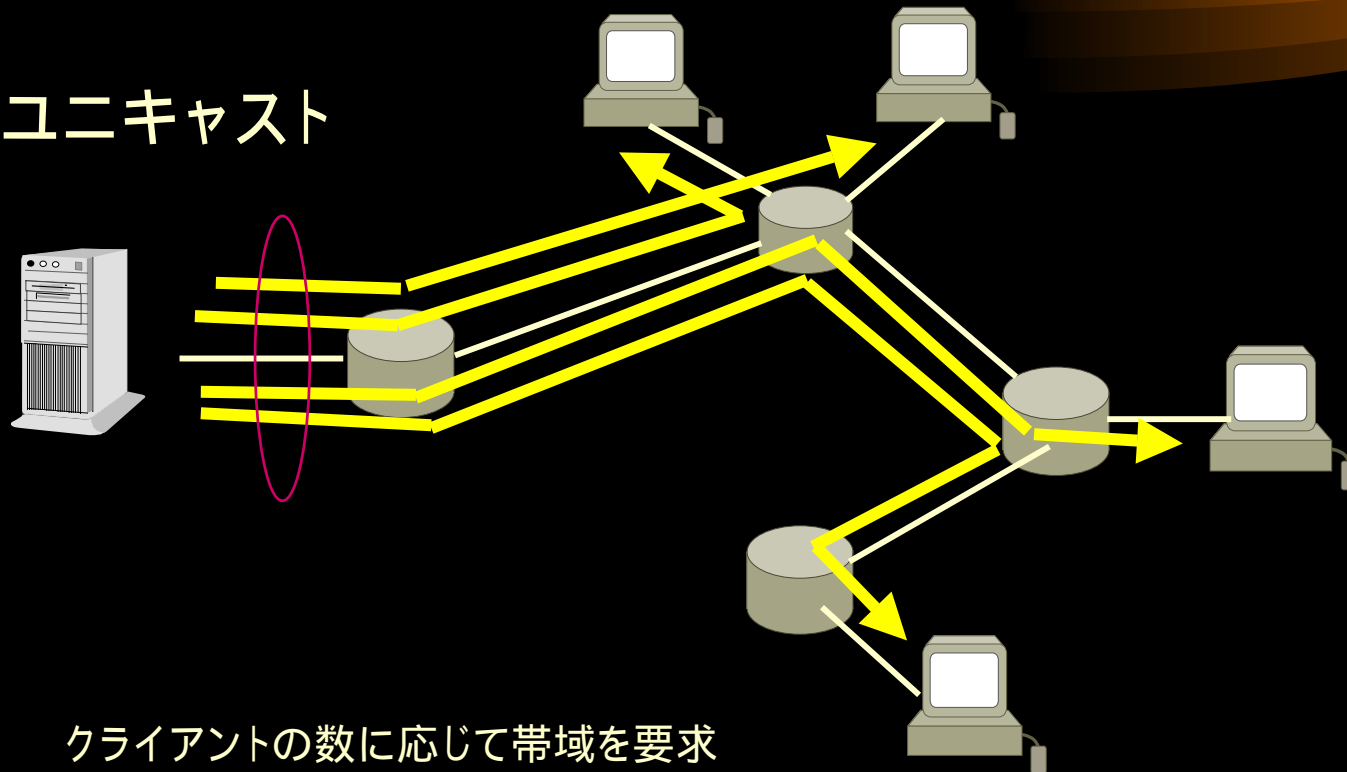


マルチキャストの概念



マルチキャストの利点

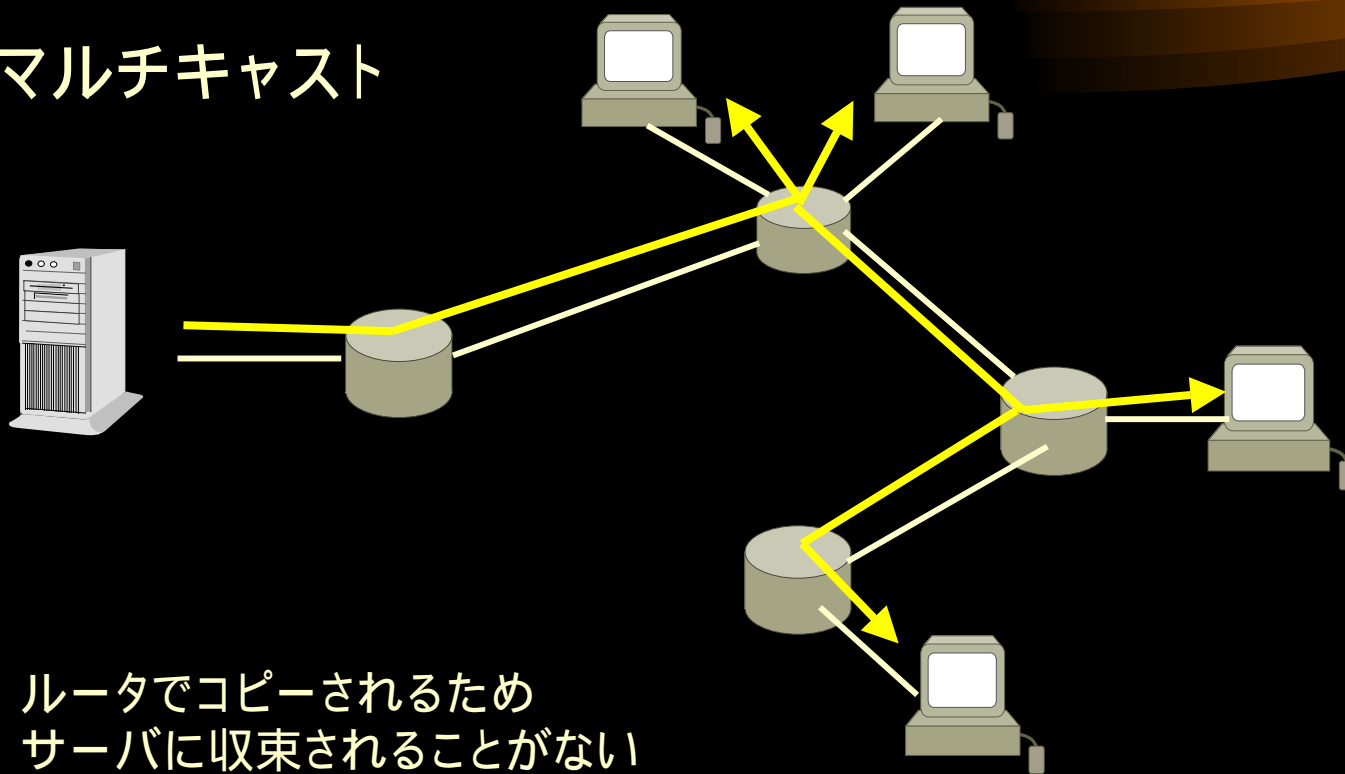
ユニキャスト



クライアントの数に応じて帯域を要求

マルチキャストの利点

マルチキャスト



マルチキャスト

- アドレス
 - Class-D (224.0.0.0 - 239.255.255.255)
- プロトコル
 - IGMP (Internet Group Management Protocol)
 - RFC1112
 - IPデータグラムをマルチキャストするためのプロトコル
 - IPモジュールの一つとして装備される

実用化へ向けて(1)

- III --- III4U
 - 7月22日から「マルチキャストの受信実験」開始
 - サービス・エリア
 - 東京・大阪
 - 専用の電話回線
 - クライアント
 - Windows 95/NT , Mac
 - Modem / TA
 - 11/5 M-Boneへ接続(Rx Only)

商用化へ向けて

- M-Boneへの接続（一方向、限定的双方向）
- 相互接続
- 商用化へ向けた実験中

- MCI, Verio/Sprint/Digex, @Home
- Real Broadcast Networks

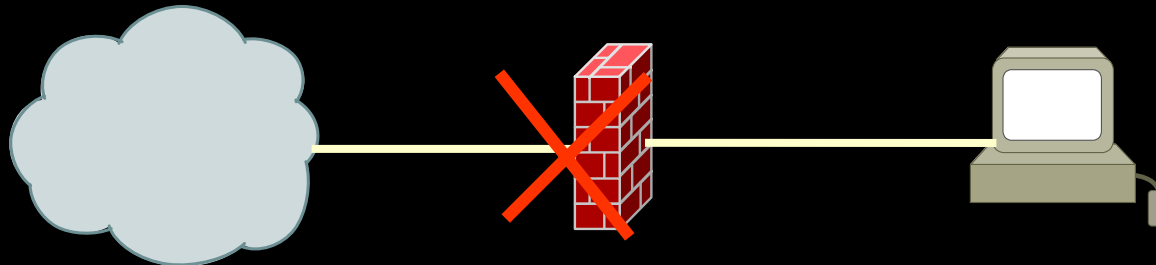
商用化



- 米国 UUNET --- UUCast
 - 10月から商用サービス開始 (Up/Down link)
 - 料金 (Up link)
 - マルチキャスト・アドレスは固定
 - 64kbps \$28,000-/月

ファイアーウォール

- セキュリティの確保
 - 正体不明のトラフィックを通さない



ファイアーウォール

- 強固なタイプ
 - 全てのアプリケーションを拒否
 - アプリケーションGWを經由
- きついフィルタタイプ
 - 知っているアプリケーションは通す
FTP(20,21),Telnet(23),HTTP(80)
 - 新規アプリケーションの対応も可能
- 方向性タイプ
 - 内側から起動したアプリケーションは通す

アプリケーション側の対策

- Firewall ベンダーへのサポート
- Proxyで対応する
 - 透過型或いはアプリケーションレベル
- HTTPモード
 - HTTPと同じポートを利用する
- TCPモード
 - フロー制御は行わないがTCPと同じシーケンスをとる

マルチキャストとFirewall

- ファイヤーウォールのポリシー
 - 正体不明のトラフィックを通さない
- ファイヤーウォールが存在しないダイヤルアップ向けのサービスの先行

