

情報ネットワークの周辺で 画像と共に半世紀

一ファクシミリ通信から通信政策まで、
実践から研究へー

酒井 善則

経歴

1974年 東京大学博士課程修了
電電公社電気通信研究所入社

1期

1987年 東京工業大学助教授
1990年 東京工業大学教授

2期

2012年 放送大学特任教授、東京渋谷学習
センター所長

2016年 日本データ通信協会理事長

2017年 津田塾大学総合政策学部客員教授

3期

技術系研究者の時代(学会のアクティブ会員)

1期:NTTでアナログ、デジタル電話網で画像通信システムを構築するための開発の時代

2期:東工大でパケット網、IP網でのネットワーク画像、画像ネットワークの研究の時代

元技術系研究者として(学会での研究発表から遠く)

3期(東工大以降):情報ネットワークにおける政策論の構築の試み、情報トラストの試み

今までの仕事は結構それ以前の経験に影響されていることが多い。世の中の流れと自分の仕事の関係、相互の関係、更に学会との関係を、現場証人的にお話してみたい。

時代の進歩(技術面)

大学院修了してNTT研究所の時代(1974～)

メタルから光、固定無線から移動通信

アナログ回線交換からデジタル回線交換

ただ、パケット交換より回線交換主流

電話が通信会社のメジャー収入源、

3分10円、大阪までは・・

ISDN

東工大着任時(1987)

B-ISDN、 ATM、 INS

IPが普及し始めた時代、

パケットビデオという言葉も

東工大定年時(2012)

IP中心、映像・データサービス中心
送ることよりWEB中心、ユビキタス

現在

AI, ビックデータ、IoT、5G、Beyond5G,
ニューノーマル、society5.0、SDGs

IOWN構想

様々なディジタ社会への変革

スマホが社会の中心

(高齢者にもスマホを..)

社会の要請と研究目標（酒井私見）

NTT時代（**ひたすら技術開発の時代**）

実現すべき社会のイメージはあった。（モデルシステム、INS等） ただ通信技術が遠かった。

東工大時代（**どのように技術を使うか**）

IP化、光化、移動体の進歩で新しい社会イメージができつつあった。通信技術は新しい社会を実現可能とするレベルになっていた。

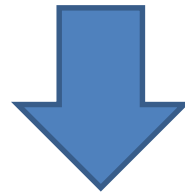
現在（**どのような社会を作るか**）：

SDGs、ニューノーマル、Society5.0 等、社会イメージを想定しながら研究課題を考える時代となってきた。

5G、b-5Gは利用技術の方がウェイトが大きいのか？

若干の懸念

繋がって嬉しい、送れて嬉しい 通信システム



空気のような、意識されない 通信システム

ネットが重い : 通信で妨害されているような

ネットが汚い : ウイルス等

昔の通信の夢が無くなっていないか

研究の流れ

東工大以前の経験

レーダによる空間探索
の理論的研究

1. PCM-FDM伝送方式
デジタルアクセス網の研究

2. ファクシミリ蓄積転送
通信システム
3. マルチメディア会議方式

大学での関連研究

1.画像によるインタフェ
ース(画像言語)

2.ネットワークにおける
情報探索

3.パケット網におけるリア
ルタイムメディア伝送技術

4.画像情報検索

最近の活動

(東工大後期から)

情報
通信
政策
学

情報
の
信頼
性

画像・映像情報通信分野のシステム 開発(NTT研究所)

なりゆきによる進路

大学院ではレーダー信号処理の研究
NTTでは伝送技術の研究室を希望



画像通信研究部で
デジタル伝送の研究をすることに

1. 開発経験－PCM/FDM伝送方式－

1974年から

FDM帯域を用いた32Mb/sMODEMの設計・製作

主に高速自動等化回路の設計・製作を担当

方式としてはアナログトランスペアレント回線を用いた
トンネル技術、初のデジタル海底通信路



デジタル化、光化の流れの中で適用は拡大せず。
ADSLの開発の出遅れになったのではないか。

トンネル技術はいつの世の中でも使うことができる。
デジタルアクセス系の構想も提案。

学会活動

研究会での開発システム発表： 関心は大きかった
デジタルアクセス系の構想提案

アナログ自動等化器の雑音解析
(少しは論文も書きたかった、関心は？？
学位があっても多少論文は？？)

加法雑音とともに乗法雑音の解析
部品の品質に基づく高速化の限界

25年後に遭遇した技術

ADSL用モデム

PCM-FDM は AM-VSB／自動等化器で原理は学生時代に読んだ教科書に記載されている。

ADSL導入に政策面で関わってしまった(後述)。

過渡期の技術研究はどこまで続けるべきなのか。

とは言っても企業では自分の意志で続けるのは難しい。

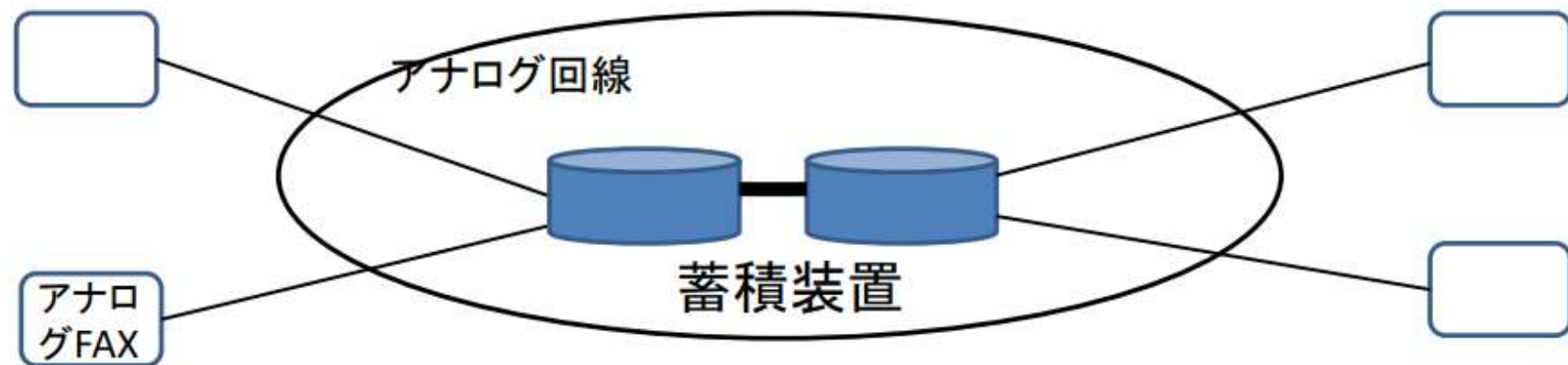
大学の研究の場合でも過渡期の技術テーマは難しい。
ビジネス化が重要か？

2. 開発経験ーファクシミリ蓄積転送ネットワーク (Fネット)ー

Fネットの本来の目的は当時高価だったファクシミリを安価にすること。メッセージ交換方式で通信料を安くすること。

ファクシミリを単純化して機能をネットワークに(安価なFAX)

通信処理機能という新概念(当時)の提案(蓄積転送、同報等)



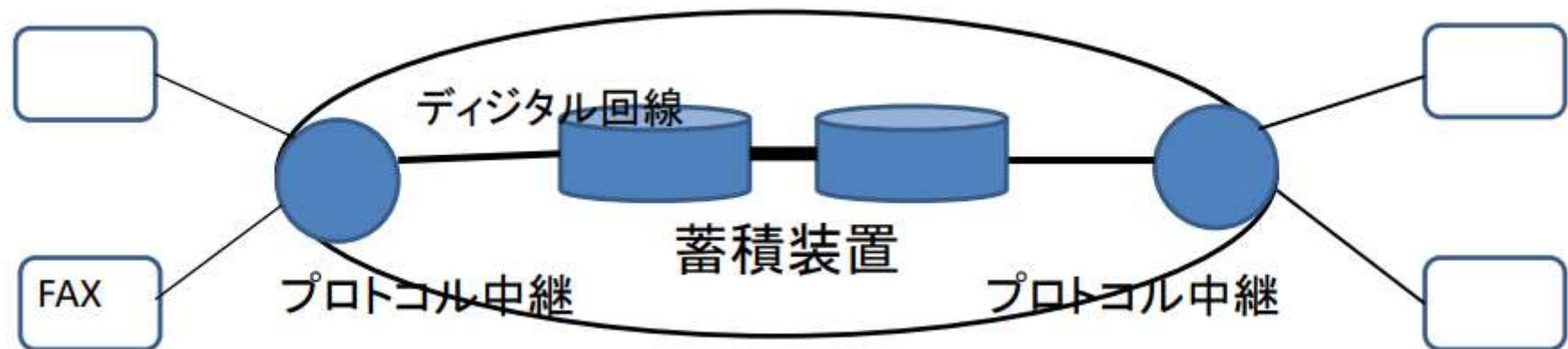
Fネットで(自分で)提案、実現したこと

ネットワーク内アクセス系にプロトコル中継ノードを置く。

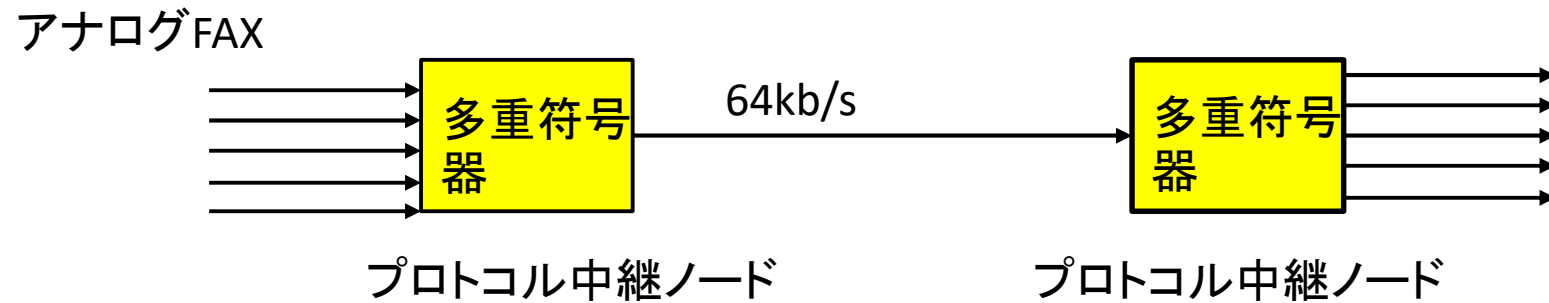
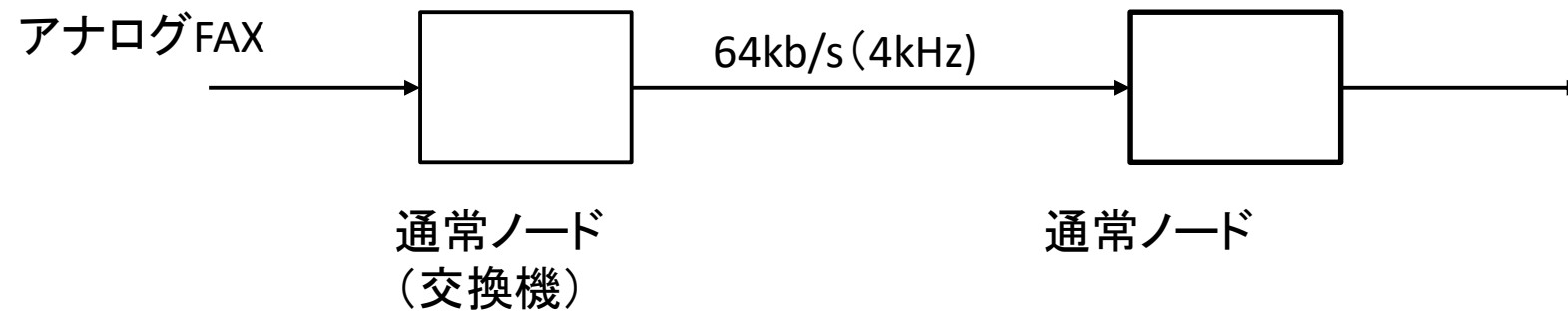
プロトコル中継ノードの役割

多重符号化

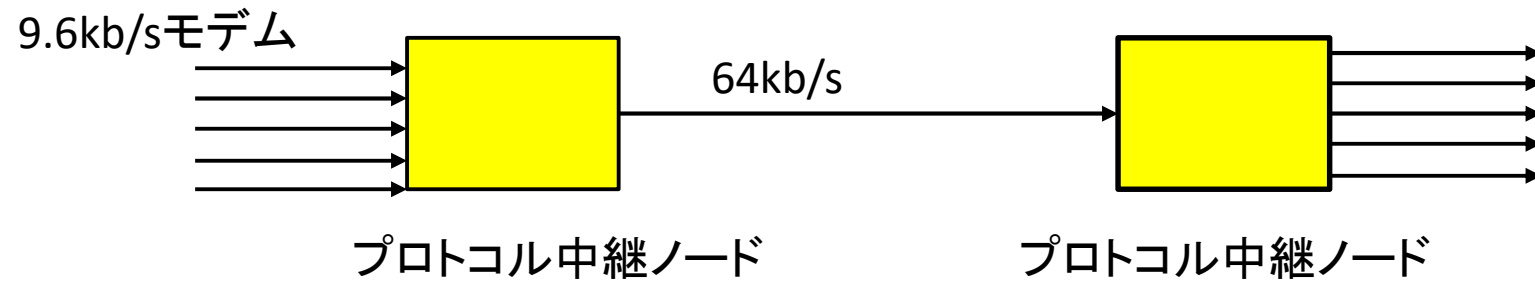
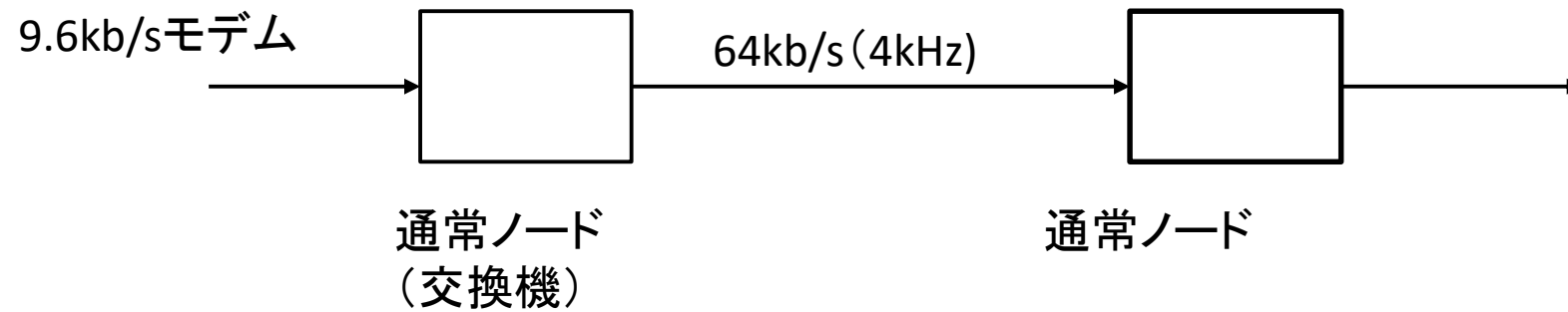
プロトコル中継による多重化



プロトコル中継による利得の提案1



プロトコル中継による利得の提案2



開発経験—Fネット—

高機能・高コストではない・・・機能はコストに直結しない

汎用性機能は安くなる

特殊機能は高コスト

早期導入のためには、可能な限りインフラには手を入れない → 既存電話網設備の利用

光の時代になると既存電話網の利用は？？？

学会活動：通信処理という概念の提案が中心

当時のNTT技術局でサービス導入計画立案も担当

導入前のネットワークのコスト計算、料金決定

15年後に遭遇したこと

プロトコル中継機能(大学での研究テーマ)

インターネットにおけるプロトコル中継ルータの研究

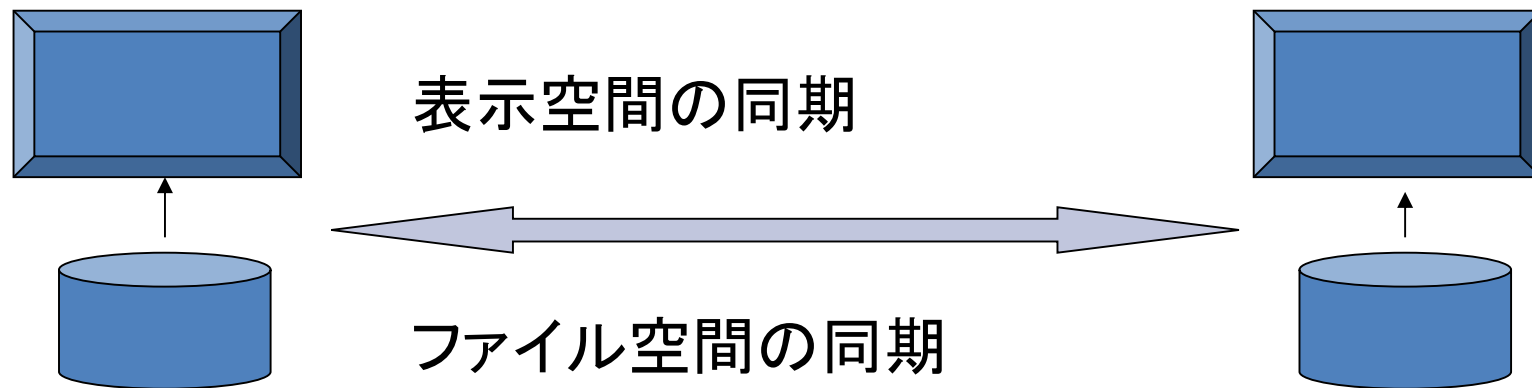
インターネットにおけるマルチポイント通信

更に最近: IP電話網でFAXは必要か

ネットワークのコスト計算、QoSごとのコスト

3. 開発経験ーマルチメディア通信会議ー

目的：狭帯域伝送路でマルチメディア通信会議を実現（文書、音声、ポインタ、描画）



表示空間を同一にするための同期システム
→メディア同期→ 東工大での研究テーマ

開発経験ーマルチメディア通信会議ー

同期の概念

共有メディア空間の発想

同期ファイル空間の実現

電子ペン入力による操作、書き込み

マルチメディアメールも開発(音声、描画の同期)

グループウェアの提案

マンマシンインタフェースの重要性

共有画面内操作のためのマンマシンインタフェース
キー配置、操作方法そのものが研究課題
電子ペン入力による描画書き込み、コマンド入力、
選択によるインタフェース

学会活動:

概念提案(グループウェアの一つ)、システム提案、
描画符号化、マルチメディアメール提案 →
(東工大での研究テーマ)

海外企業との共同研究のノウハウ

10年後に遭遇したこと

グループウェアの流行、停滞::少し早すぎたか

メディア同期::ネットワークQoSの研究の走りに

対話型メディアによるマンマシンインタフェース

→ 東工大での研究テーマ

画像の内容検索、画像言語、図形言語

企業の技術開発と学会活動

技術の宣伝、交流の場としての学会発表

成果のオーソライズの場としての論文発表

学位を持っている人間には論文は不要か

技術開発には論文は必ずしも必要ないか

画像・映像に適した通信システムの 研究活動(主に東京工業大学)

NTT時代はアナログ電話網を対象とした。
東工大時代は、パケット、IP網を対象とした。

研究経験として、伝送信号処理、画像処理、ネットワークの技術分野、ただどれも道を極めてない。ただ全部経験がある。

システム構成技術＝ネットワークのための画像構成・処理
画像伝達のためのネットワーク制御、インタフェース
を中心に自分の分野ができないか考えた。

著者紹介での専門(1998): 画像信号処理、通信網の研究

研究開始のきっかけ、背景

東工大赴任直後に思ったこと(大学における研究室等)

- (1)NTT時代に興味を持った画像によるマンマシンインタフェースをやってみたい。
- (2)講義で情報ネットワーク科目を新設して勉強した。
NTT時代にINSモデルシステムでメディアによりクラス分けを行った。パケット網では優先制御によるクラス分けが適している。

現在のQoSは優先制御中心

東工大以前の経験よりのヒント

大学院時代

(3)レーダによる空間探索法

NTT時代

(4) Fネットにおけるプロトコ中継機能、メッセージ交換ネットワーク設計法

(5)マルチメディア通信会議におけるメディア同期、ペン入力によるマンマシンインタフェース

ここでは、私自身の以前の経験と関連する研究に限定してその例をいくつか紹介する。(全部が私個人のアイディアではない)

独立した新たなテーマ(主にネットワーク、画像処理分野)については、特に紹介しない。

1. 画像によるインタフェース(画像言語?)

マルチメディア通信会議システムのインフェース設計でペン入力コマンドを使った。

言語としての画像(画像電子学会誌特集号
1989年)企画

最初は画像言語 という言葉を使った記憶

画像を汎用性のある言語として使う、手話の類
推

技術解説 言語としての画像小特集

総論

画像によるコマンド入力(酒井担当)

情報表現手段としての画像—ピクトグラムによる人間への情報伝達—


プログラミングとアイコン

データベース検索への応用

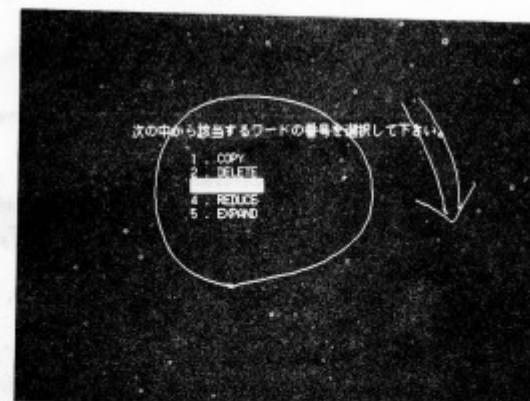
福祉への応用

具体的研究

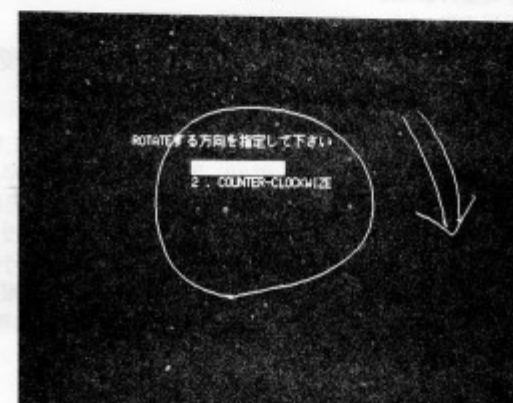
ある程度習慣として共通化されている人間の動作を学習、認識できないか。

- (1) 手書き画像によるコマンド入力の開発
文書編集のための  記号を認識して、ディスプレイ上で編集可能にする。記号は個人差があるが、ある程度共通で対話により学習可能（暗黙のピクトグラム）

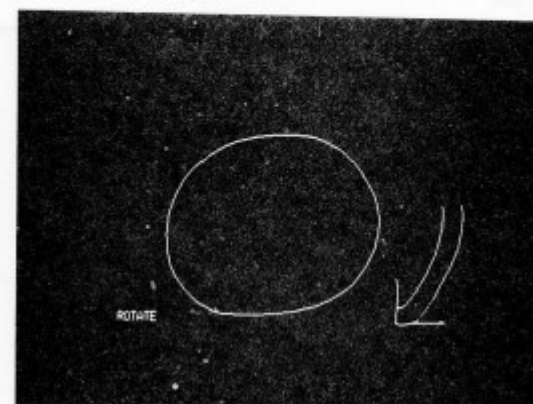
意味	図形言語
範囲指定	○, □, []
複写	○ → ○, ○ →
削除	⊗, ⊙, ⊖
拡大	○ (outward arrows), ←○→
縮小	○ (inward arrows), →○←
回転	○ (curved arrows), (○) (curved arrows)



(a)



(b)



(c)

(2)身振り手振りによるインタフェース
主に肌色認識でコマンド認識、学習
身振り手振りも個人差があるが、ある程度
共通で対話により学習可能

その後、画像内容検索の研究

次にレーダにおける空間探索(大学院時代)

目的:一定エネルギーでの探索時間の最小化

固定検定

ある方向に一定数の探索パルスを照射

一定速度スキャンが可能

逐次検定

反射パルスが無い、大きければそこで終了

反射パルスが小さければ再度照射

可変速度スキャンが必要

2. ネットワークにおける情報探索の研究

1993年位から

ネットワーク上に分散蓄積されている目的情報を探す。

レーダによる探索とのアナロジー

情報探索空間・・・ 物理的な探索空間

サーチ用クエリ・・・ レーダ信号電力

クエリの度に探索者に知識が貯まる・・・ 逐次検定方式のレーダ

最初の論文・・・ 目標物が1個だと、探索の度にエントロピーが減少する。 エントロピーによる情報探索

その後、WEBで集中形探索エンジンが主流になったため、元々分散環境で検索時に何回も直接DBを探索して検索結果を得る探索に対象を絞る
＝分散サーチ

具体例：ネットワーク上の画像の内容探索は階層形探索になっているので、分散サーチが有効ではないか。

画像タイトル等のキーワード
特徴量（平均色等）による探索
最後は人間のブラウジング

画像情報の検索(システム構築)

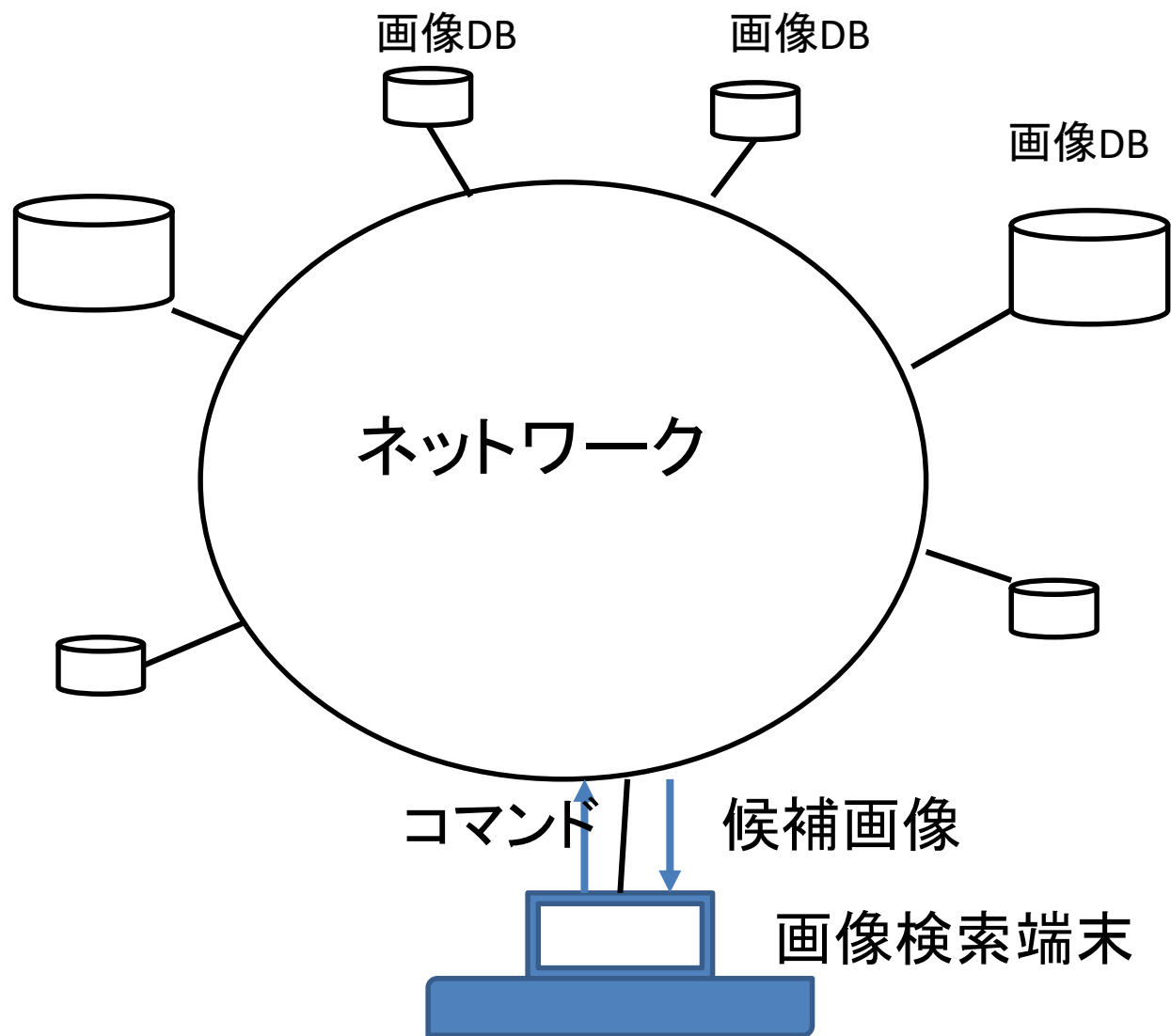
検索語(キーワード): 検索コスト小

画像の特徴量(色対): 検索コスト中

ブラウジング: 検索コスト大

3つの検索手法を組み合わせ、超分散環境から探す方法の導出

エントロピーの減少量を考慮して、探索コスト、探索時間を小さくするための方法を考えて実験システムを構築した。





キ一画像



検索候補 1



検索候補 2



検索候補 3



検索候補 4



検索候補 5

3. パケット網におけるリアルタイムメディア伝送方式の研究

(1)リアルタイムメディア優先制御方式(1988年頃から)

ISSLS78で“パケット音声伝送の研究”(たしか日本企業の発表)を知った。

講義のため待行列理論を勉強した。

NTT時代にINSモデルシステムでメディアクラスを設けた。

メディアにより要求品質を反映するのに優先制御が適している・・・様々な優先クラスの解析論文

望ましい優先制御は何か

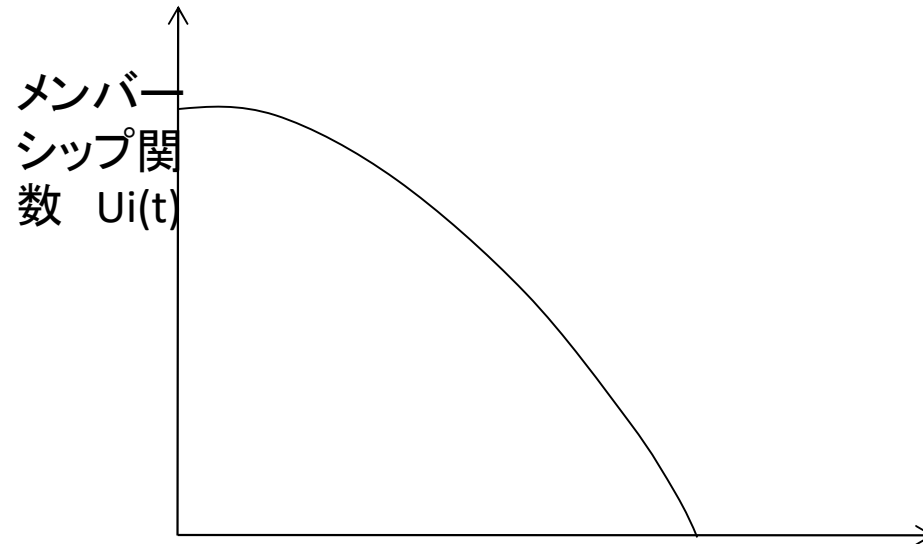
優先制御方式の研究例

全てのメディアの満足度をファジイ関数で定義して、満足度が等しくなるように優先度を決める。

満足度をフィードバックして、自分の満足度と平均満足度の差により優先度を変更する。

結構興味は持たれたがQoSとは言わなかった。

ファジィ満足度による制御の研究(1988から)



メディア i の満足度 M_i

$$M_i = \int P_i(t) U_i(t) dt$$

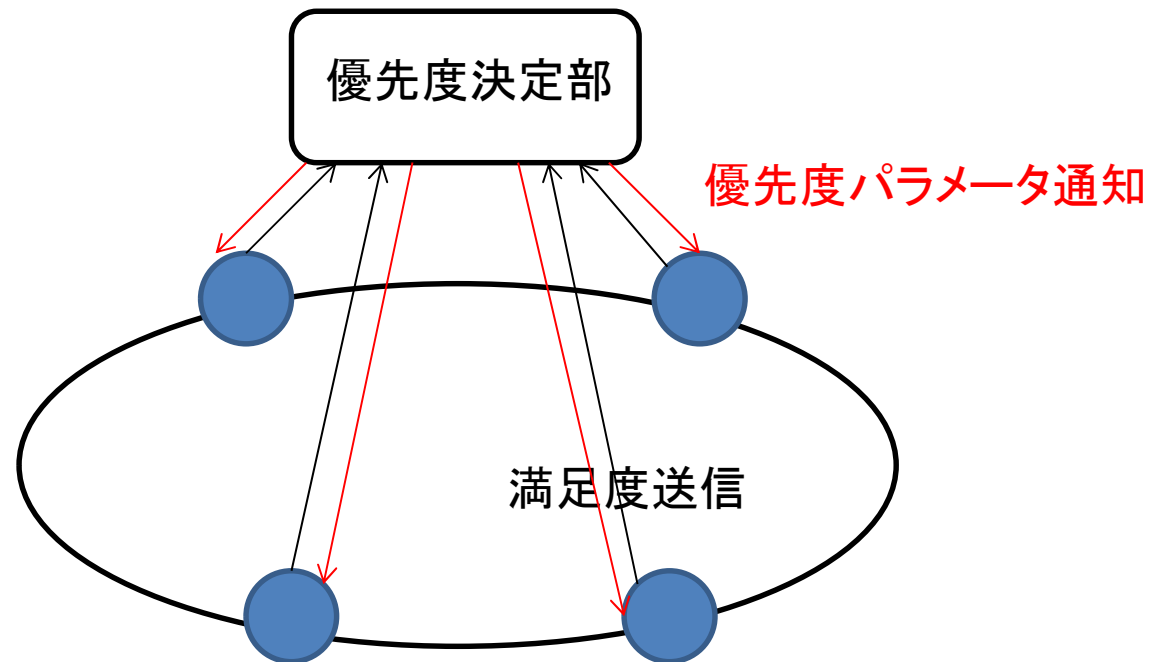
$P_i(t)$ 遅延の確率

多くの場合、正規化遅延 (t/T_i)

評価量 $\text{MaxMin}(M_i)$

満足度帰還による制御

複数パスが存在、満足度を同じにしたい



各ノード→優先度決定部 : パスごとの満足度

優先度決定部→各ノード : パスごとの優先度
パラメータ

最小満足度 → 最大化 問題として研究発表を行った

更に、優先パケットの非優先クラスコピーによる信頼度向上も研究した。

次のきっかけ

メディア同期の話を初めて聞いて、昔提案したファイル同期のことと勘違いし、興味を持った。

フレーム間符号化の直接スケーリング(再符号化せずに直接符号化画像を情報量削減すること)、伝送遅延の測定、予測を中心にした。

更にメディア同期を2地点間ではなく、複数地点間の同期問題に発展させた。

(2)メディア同期の研究

メディア間同期： 複数メディアを同じ時刻に再生

メディア内同期 : 単一メディアを指定した時刻に再生

マルチキャスト、複数パスにおける同期も課題

課題

ネットワーク帯域、遅延が変動する。

動画像の場合、動きにより情報量も変動する。

スケーリング：符号構成を利用して、指定した帯域に動画像を収める方法、スケーリングに適した階層的符号化法

品質を考慮したスケーリングが重要、空間解像度と時間解像度の割り当てが重要

動画像のメディア同期方式

遅延予測

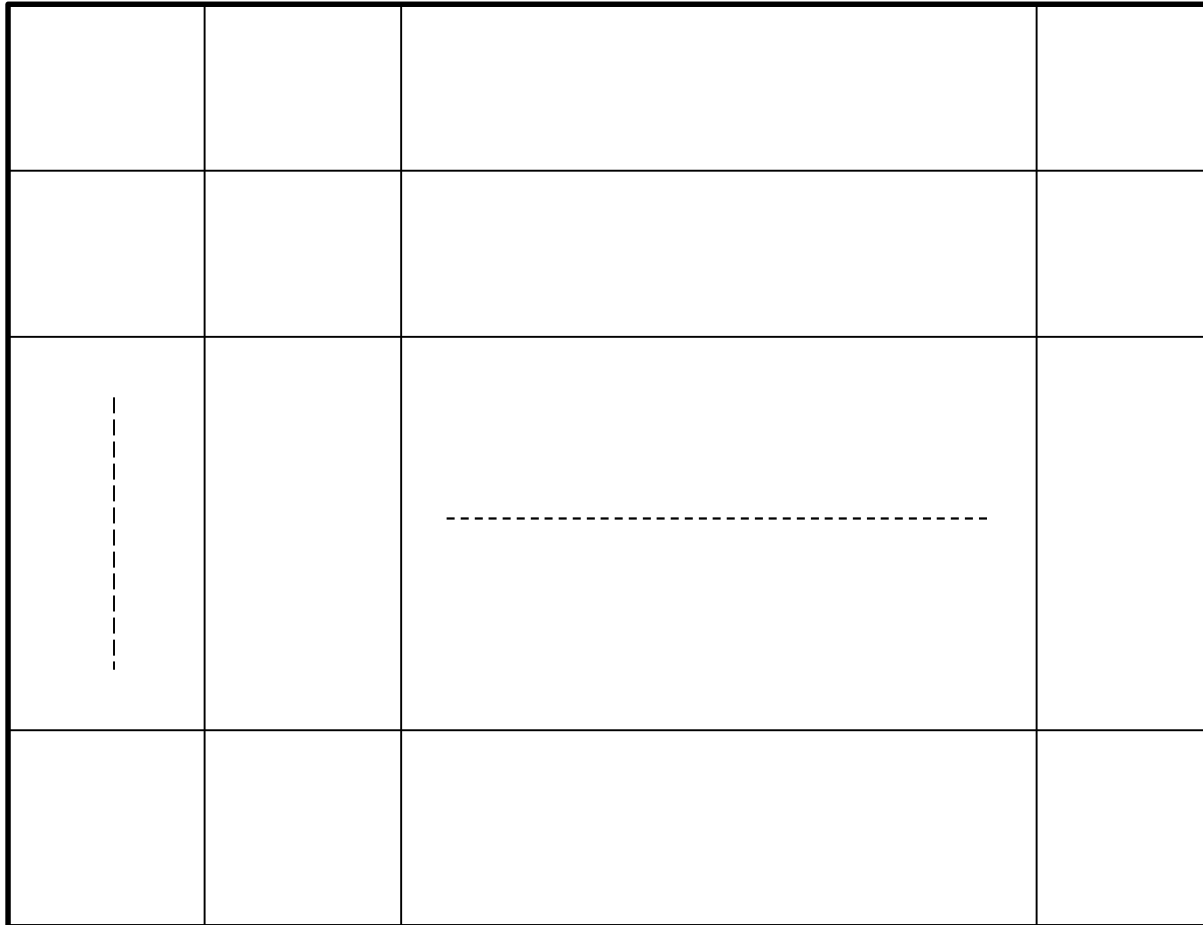
クライアントのリクエスト時に、パケットを送った場合の遅延量を予測する。

受信側のバッファ量、予測遅延、デコーダ処理能力等に基づき最適なタイミングでスケーリングしたパケットを送る。

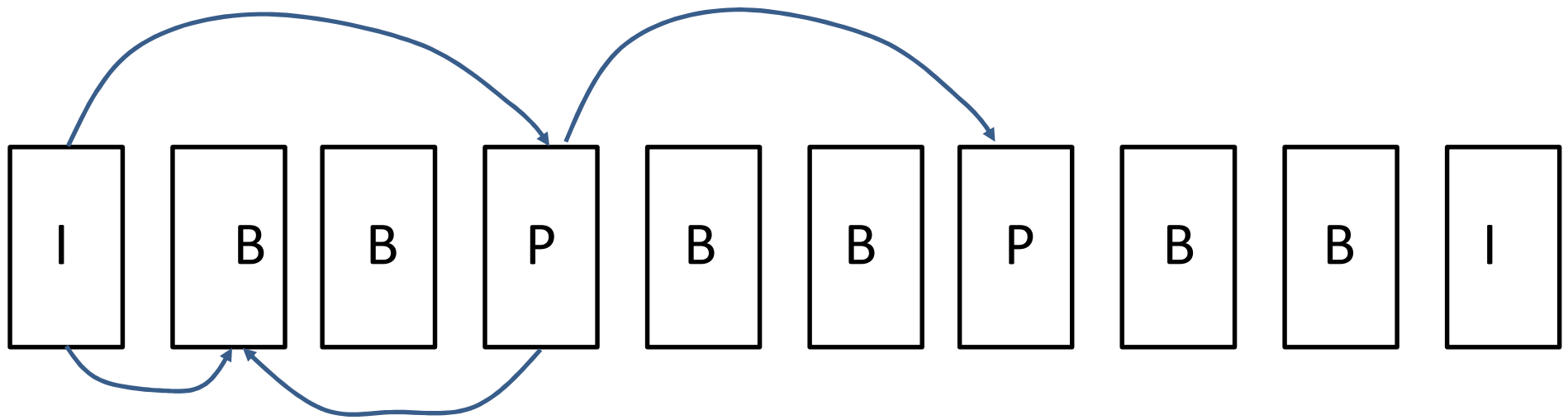


品質が最大となるようなスケーリングを検討する。
フレーム数削減、画素数削減

MPEGスケーリングーMPEGの符号構成ー



ブロック単位にDCT符号化で情報量圧縮を行う



I フレーム:フレーム内符号化

P フレーム:前のI,P フレームからのフレーム間予測符号化

B フレーム:前後のI,Pフレームからのフレーム間予測符号化

フレーム削減による方法例

動き補償圧縮方式の構成を利用する。

品質劣化の小さい削除法が重要

帯域、クライアントのデコーダ処理能力が小さい時はB、P、I フレームから順の削除と空間解像度の削減を組み合わせる。その際動きベクトルの信頼度、大きさ等が考慮できる。

マルチキャストへの拡張として、ルータでの廃棄も可能とする。

最適スケーリングの研究

符号量 = フレーム内符号量×フレームレート

フレーム内符号量を減らす：符号化画素数を減らす
画面が粗くなる

フレームレートを減らす：フレームを一部送らない
動きがスムーズでなくなる

最適フレームレートを求める

主観品質から見た最適フレームレート

画像品質は主観品質MOSで評価される。

主観品質MOSを客観的に近似する方式を求める。

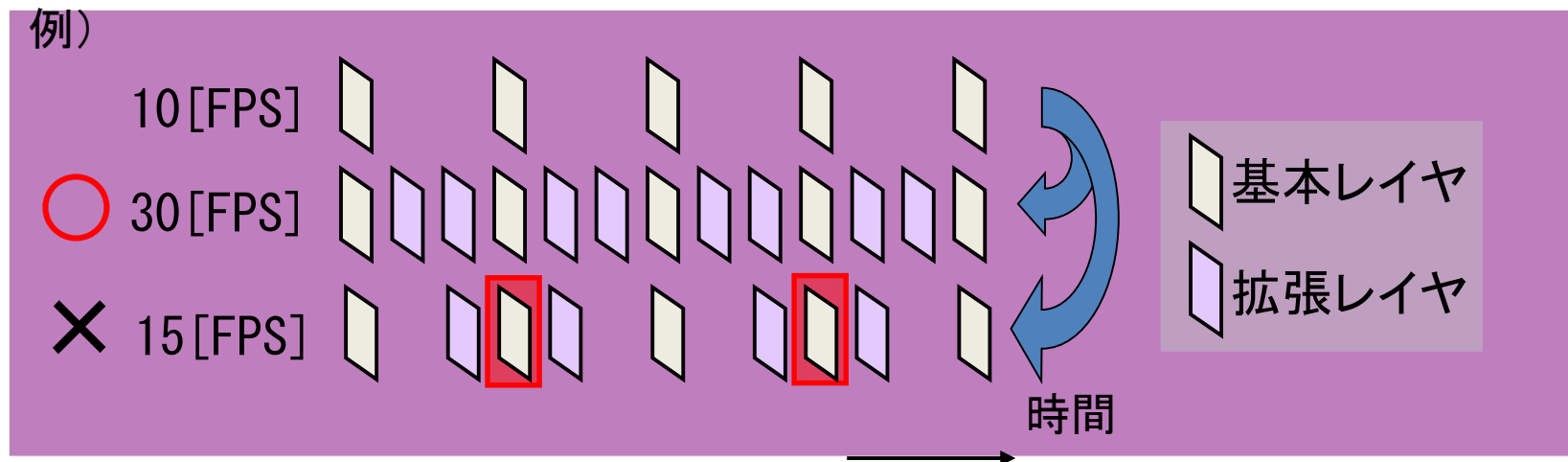
符号量一定下で主観品質最大となるフレームレートを求める。

このままではリアルタイムに再符号化する必要がある。

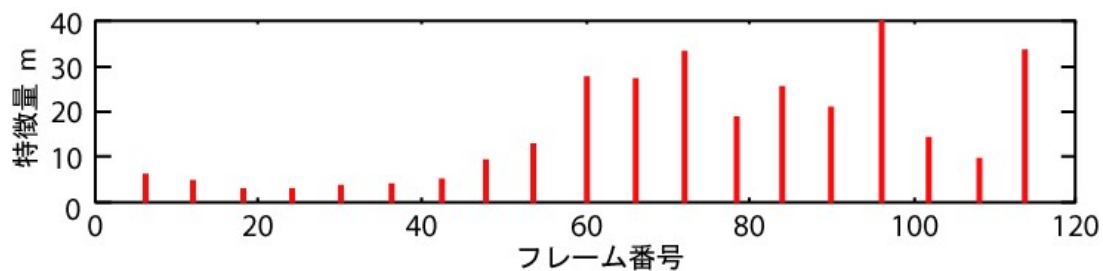
階層構造符号化におけるフレーム挿入方式

最適フレームレートを用いた MOSスケラブル符号化の問題

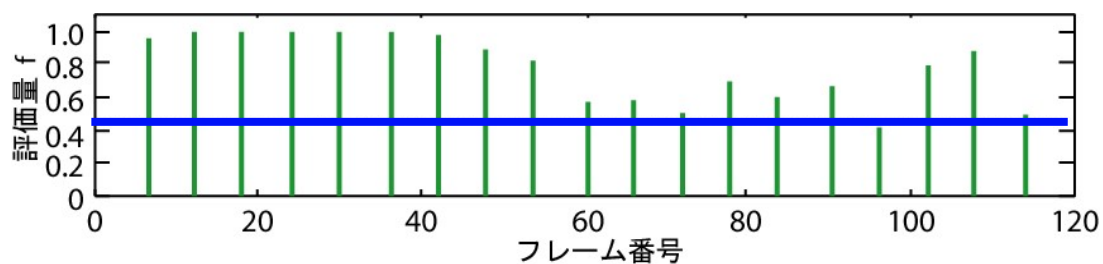
問題：拡張レイヤのFPSが
基本レイヤのFPSに強く依存



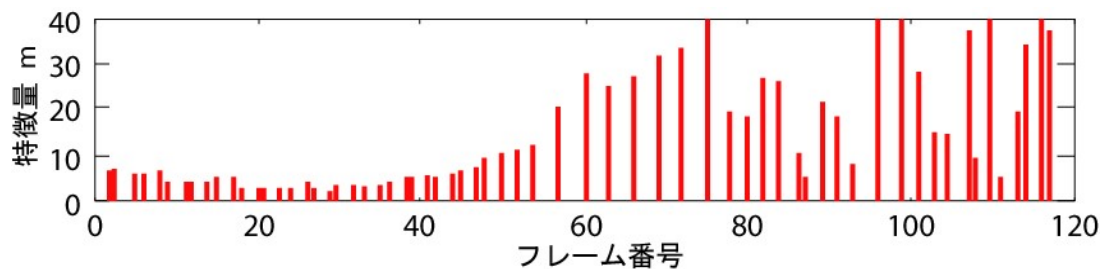
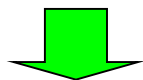
基本レイヤのフレームの存在により、
10[FPS]から15[FPS]へのFPS向上は不可能



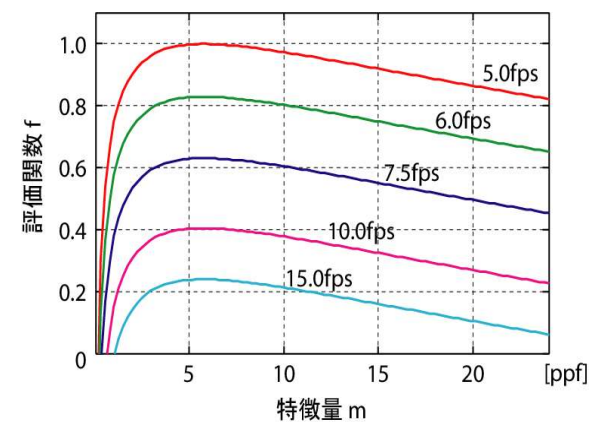
5.0 fps 一定での特徴量 m の値



5.0 fps 一定での評価値 f の値



閾値を0.45としたときのフレーム挿入結果



評価関数 f

(3)プロトコル中継方式の研究

更に次のきっかけ

Fネットではネットワーク内にプロトコル中継ノード

HDLCではノードごとの制御なのにIP網ではエンドーエンド通信の原則、TCP/IPはルータでは見ない。

エンドーエンドの原則では再送方式は遅延が大きくなりライブメディア転送に不利……再送要求可能な中継ノードをおく方がよい場合が多いのではないか。

遅延に起因するQoSを考慮するとプロトコル中継ノードの利得は大きいのではないか。

プロトコル中継の利得

遅延の減少: 再送遅延の減少

パケットマージによる利得

適応プロトコル中継

プロトコル中継により再送遅延を減少可能

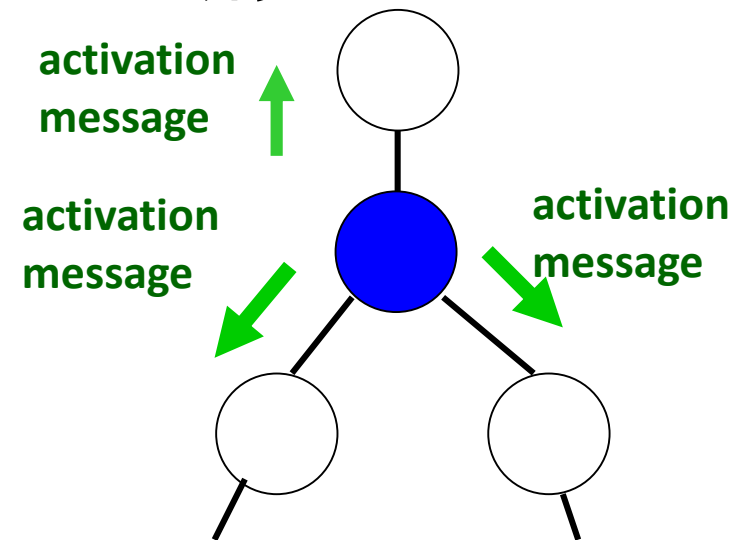
どのような条件でプロトコル中継をするか

研究課題

中継ポイントの最適化

マルチポイントへの拡張、マルチポイントの最適化

自動中継位置決定プロトコルの研究

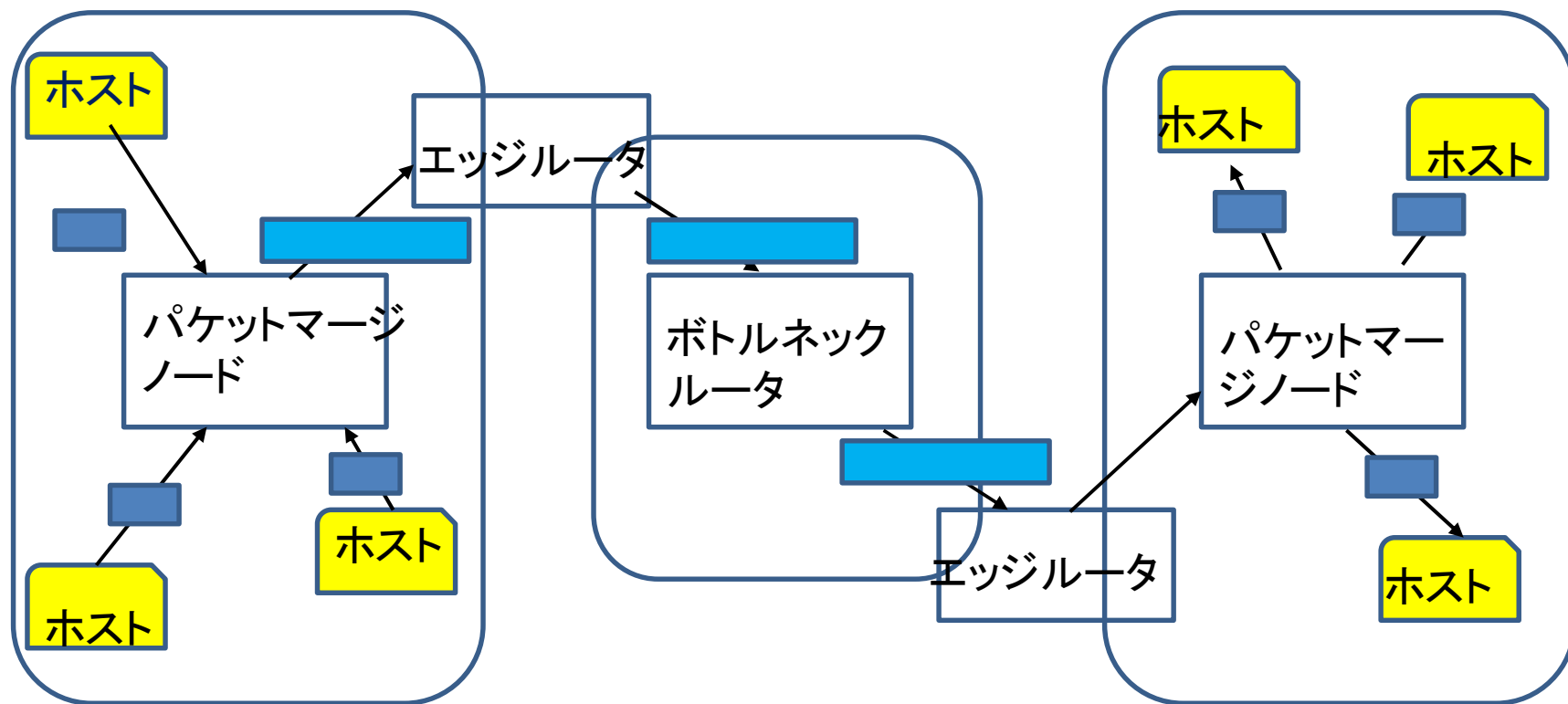


パケットマージ手法

パケット網のルータは通過パケット数／秒 が能力ネックになっている。

同一方面のパケットを結合して数を減らすことにより、能力を高めることができる。

結合方法等を提案して、解析、実験を行った。



振り返ってみると

リアルタイムメディアのパケット伝送はIP電話、NGN等全ての基本技術なので非常に重要

通信技術として研究論文にするためには、どこをポイントにするかが課題

大事な技術は研究する必要がある

但し論文化する、研究資金獲得する、ための知恵を出す苦勞が必要

4. 画像情報探索のシステム化技術

きっかけ

画像通信会議方式の設計でマンマシンインタフェースが次世代通信のキーテクノロジーと思った。

画像電子学会で“言語としての画像”特集を担当した。

東工大赴任直後から画像によるマンマシンインタフェースを研究した。

情報探索ネットワークの研究で画像内容検索を題材にした。

画像内容検索の課題

検索者には希望する画像のイメージがある。イメージをいかに検索エンジンに伝えるか。

キーワード、特徴量、直接ブラウジングの組み合わせが必要

特徴量空間はイメージに対応する、しかし一般に次元が大き過ぎて表現が困難

更に、部分的に気に入る画像は希望画像と特徴量が大きく異なる可能性もある。

ラフ集合と多グループ帰還による検索方式

利用者とシステムの対話をどうするか。

利用者が気に入った候補画像をグループ分けして、各グループに属する候補画像を更に提示する。複数グループに対応する候補画像は優先する。

各グループごとに利用者が気に入る観点が異なる。グループは特徴量で分類する。

初期: グループ分けを利用者に任せる。
その後: グループ分けを自動的に行う。

研究のポイント グループに対応する特徴量空間の表現法

ラフ集合(集合の上近似集合と下近似集合)の応用

画像グループを表現する特徴量空間の表現

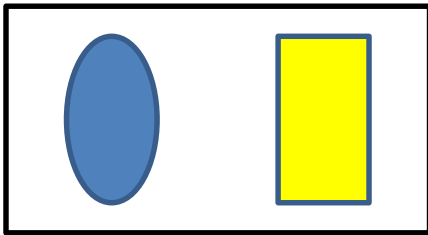
量的特徴量: 例、色ヒストグラム

質的特徴量: 例、上下関係

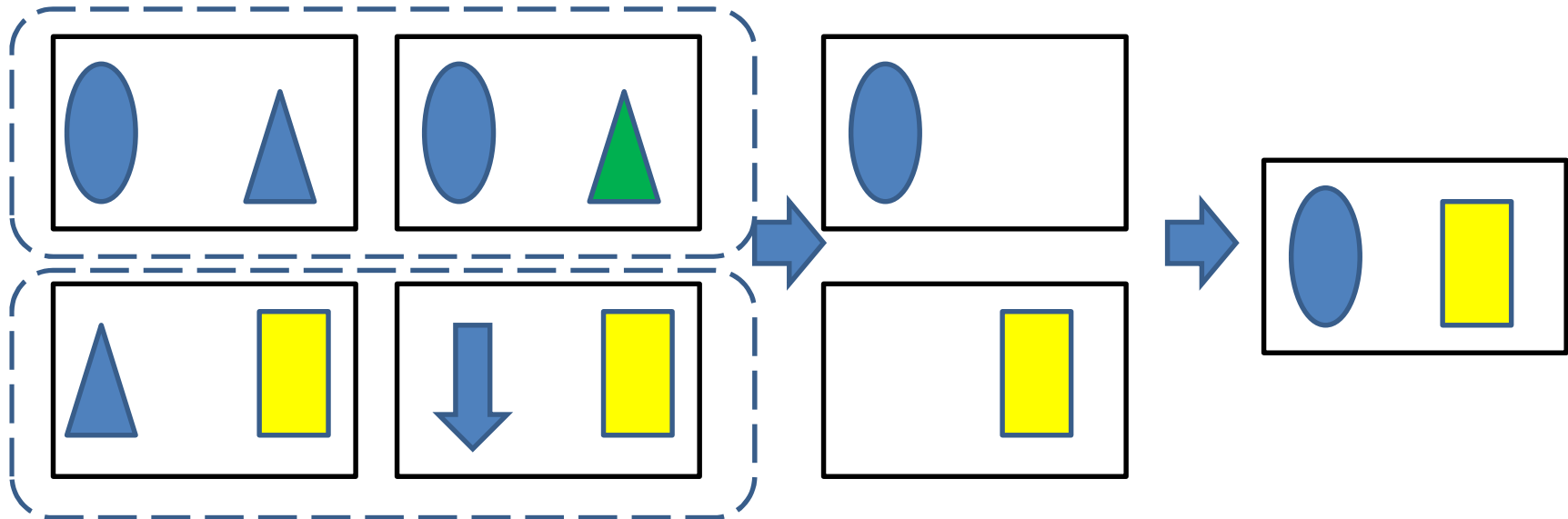
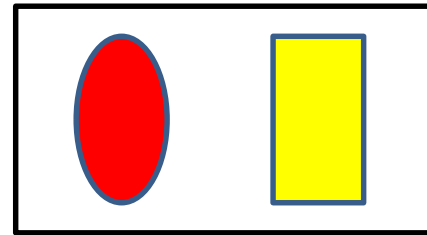
特徴量空間の下近似、上近似等を求めて、対応する画像を表現する。

利用者との対話法例 (多グループ帰還)

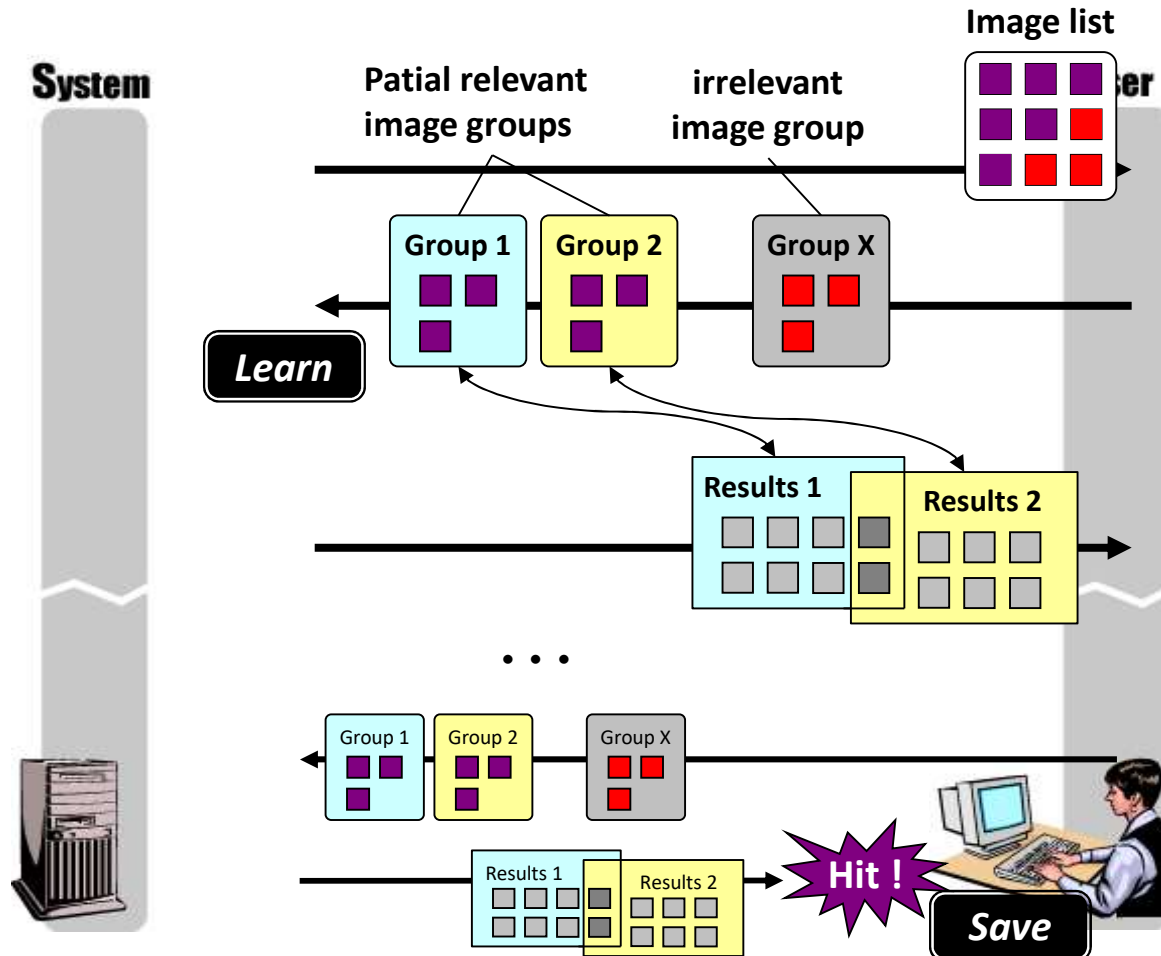
目標



類似画像例



System outline



User interface -- Initial State

The screenshot displays the 'Interactive Image Retrieval with Rough Sets Theory' web application in Microsoft Internet Explorer. The interface includes a main search area with a grid of image thumbnails, each with a rating bar (1-4) and a delete button (X). A search results dialog box is open, showing a list of retrieved images with their labels and timestamps. The dialog box has a title bar 'Interactive Image Retrieval with Rough...' and a button '検索結果の取出' (Retrieve search results). The dialog content includes a label input field with 'Flower' and a '取り出す' (Retrieve) button. Below this, a list of retrieved images is shown:

- 2004年06月11日 23:35:41 Red flowers
- 2004年06月12日 00:25:00 Blue flowers
- 2004年06月12日 00:26:39 Flowers 222
- 2004年06月13日 12:22:37 Flowers111

The interface also features a sidebar on the right with four image groups: '適合画像グループ1' (2 images), '適合画像グループ2' (3 images), '適合画像グループ3' (0 images), and '適合画像グループ4' (0 images). A bottom section labeled '非適合画像' (Non-suitable images) contains 8 images. A callout box points to the '検索結果の取出' button with the text 'Get the saved results'. Another callout box points to a specific image in the main grid with the text 'Partial relevant image groups'. A third callout box points to the '非適合画像' group with the text 'Irrelevant image group'.

User interface -- Retrieval Results

Results
corresponding to
(Group 1 AND
Group 2)

Results
corresponding
to Group 1



振り返ってみると

画像の内容検索は、本質的に難しい難しい。

ネットワーク負荷ではなく人間負荷がボトルネックになることは真実



人間を組み込んだネットワークの設計は重要
究極のレイヤー間バイオレーション

雑感 研究テーマ

研究テーマの選択が一番難しい

NTT時代は企業の方針、東工大時代は過去の経験をもとに当初の研究テーマを決めてしまった。

すじのよいテーマ、すじの悪いテーマ

過渡期の技術、将来の技術

研究予算を取得しやすいテーマ、取得しにくいテーマ

勉強になるテーマ、勉強にならないテーマ

面白いテーマ、つまらないテーマ

東工大での関連研究を振り返って

QoS という名前ではなかったが、結果的にQoSにこだわってしまった。

ベストエフォートのIP網に無理やりQoSを導入して考えたかもしれない。

高速化が進むと、古い意味でのQoSは不要か？

ただ過渡期は永遠に続くので、意味はあると考えている。

東工大後期から津田塾大学時代

情報通信政策についてはNTT経営形態、ADSL導入等、多くの経験がある。

総合政策学部は文理融合の政策学部、公共政策学としてまとめられないか。情報通信政策（工学）ができないか。

未完成、現在進行形？

なぜ政策学に興味を持ったか

通信における競争政策立案に20年以上、委員として参加した。

津田塾で公共政策学を勉強したところ、仮説検証が重要な手法となっており、大学院時代を思い出した。

大学院時代に、統計的検定論に基づくレーダ信号処理を勉強した。そこでは

仮説H1：目標飛行機の存在、 H0：非存在
仮説を検定する。

受信信号Yと条件付き確率

$$P(Y/H1) / P(Y/H0)$$

より、整合フィルタ出力が重要な量となる。

それまでのデータ、飛行計画、社会情勢など
仮説検証に使えるデータは多い。

ただ他に情報が無く、白色雑音＋ポイントター
ゲットなら、誤り率の重み和を最小にできる。



整合フィルタ出力は重要な中間評価量である。

公共政策研究の手順例

1. 現状認識

2. 原因探求
仮説をたてる
データ収集
評価して仮説検証する

3. 政策提言
政策評価

2. と 3. はかなり一体か??

原因追及のための仮説検証

社会実験による検証

少数事例による検証

統計による検証

帰無仮説と有意水準等の分析

データ収集 : 白書、統計量、インターネット

社会調査、ビックデータ

政策の評価

政策の評価も難しい、
2001年政策評価法、毎年数千件の評価
内部評価、外部評価（EBPM）

最終評価の前に政策対象事象の原因追及のために仮説検証に適した評価量も必要ではないか。

仮説検証を政策の効果まで拡張できる。

最終目的の評価量に対して簡素化した中間評価量を求められないか。

情報通信政策の例

技術政策：ICT分野の開発計画、技術開発の実施、

標準化政策：国際標準化活動

電波政策：有限資源である電波の割り当て

競争政策：通信事業に健全な競争状況を作ります

消費者政策：情報の少ない消費者を保護する

情報通信における競争政策の特徴

自然独占の傾向のある産業で、競争のためには政策が必要

技術進歩の激しい産業で、政策が技術進歩に影響を与える。

信頼性、安全、基礎研究などの競争向きでない事項をどうするか。

たてるべき仮説、検証に適した中間評価量
は何か。政策そのものの中間評価量でもよい。

課題 1 ボトルネック設備のアンバンドル規制 (ADSLにおける加入者線開放も含む)

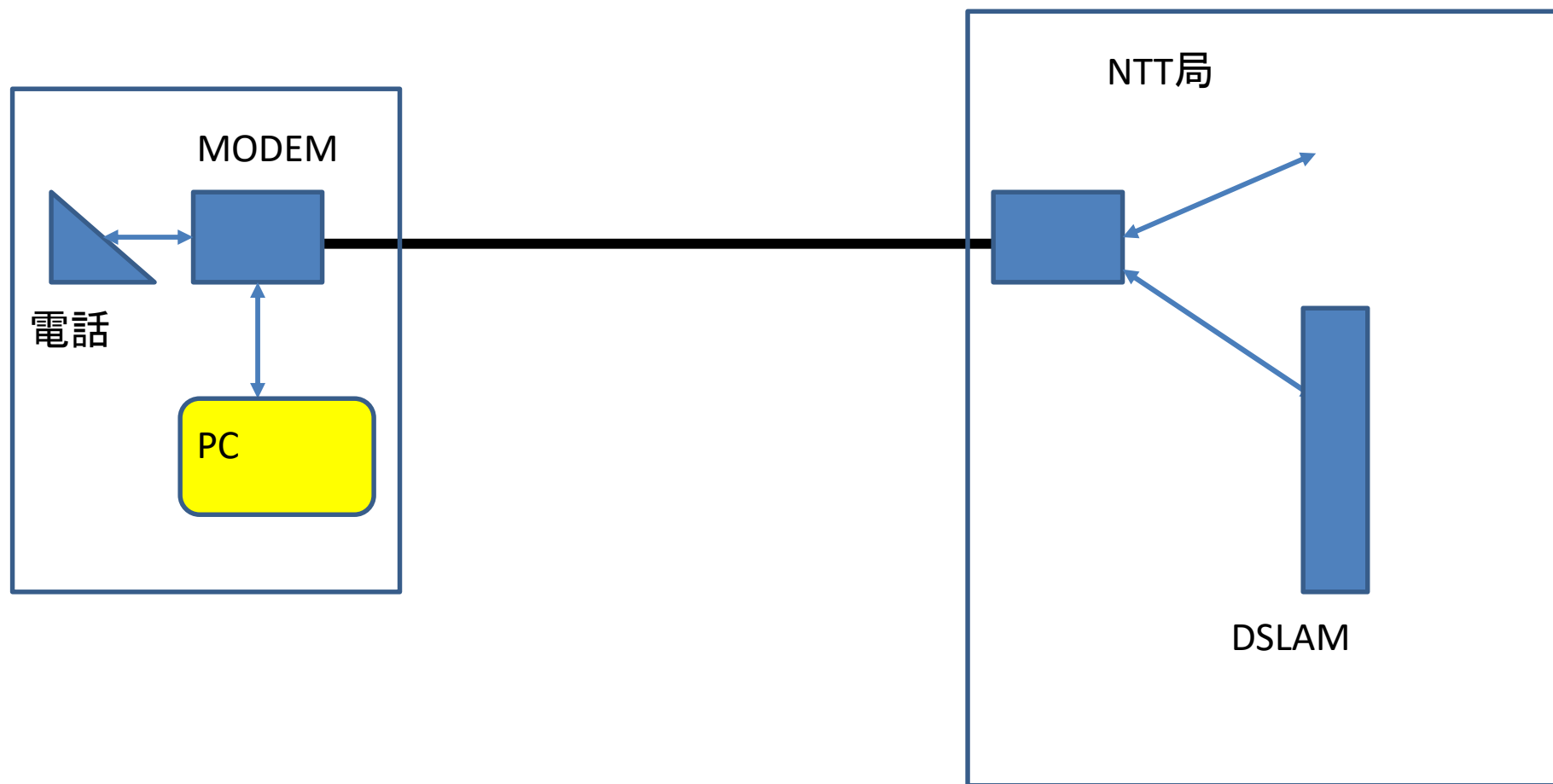
目的 : 通信市場の競争を促進して、通信料金の低下、
利用産業の拡大を図る。

仮説例 : 設備独占的利用が各種問題の原因ではないか。
市場占有率の大きい企業の設備をコストベースの適正な価
格で貸し出せば競争促進となるのではないか。

評価例 : 通信料金はどうなったか、利用者は増えたか。
コストベースは正しかったのか。

課題 : 安易に安価な設備を借りられることは、設備競争
にならず、設備としては独占状態が続くのではないか。

具体例—ADSLのための加入者線、局舎開放—



ADSLのための開放

加入者線の音声帯域以上の開放

NTT局舎内にDSLAMの設置およびその保守

結果として、ISDNより高速のADSLが普及

一般的評価：競争政策の成功例ではないか

高速インターネットの初期の普及に貢献

仮説検証から見た視点

仮説は適正であったか

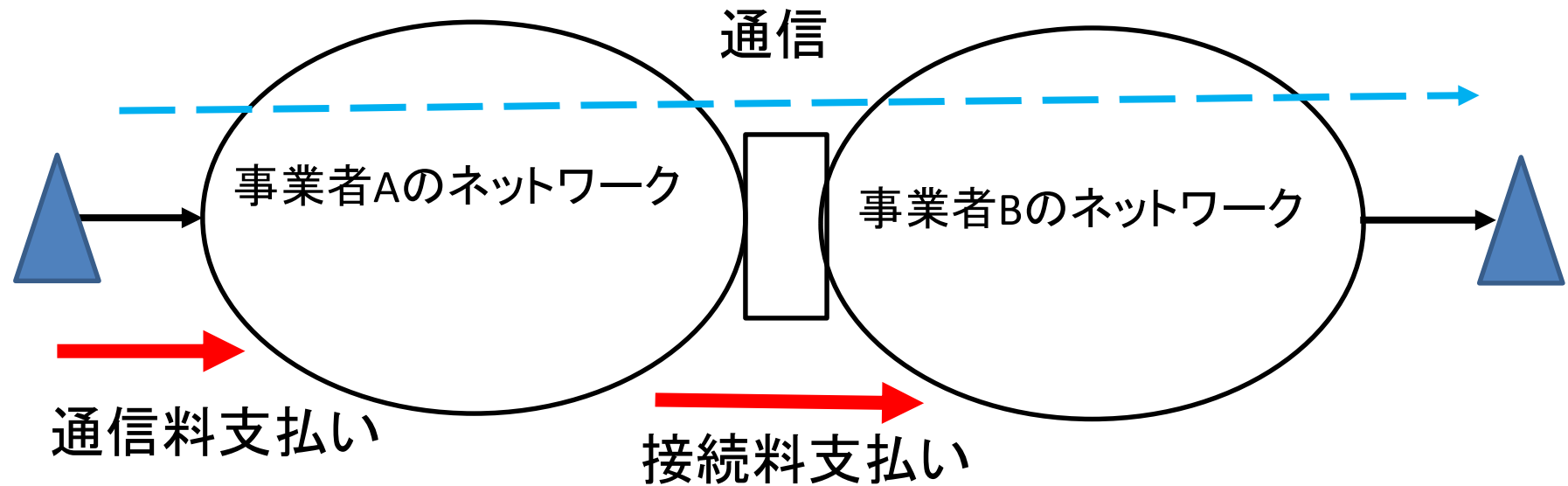
仮説の最終評価は何か

評価尺度は通信料金、他産業の発展
コロケーション義務の効果は認められる。

ADSLで社会実験を行ったと解釈することもあるか。
設備競争の有無については、まだ評価できていないの
ではないか。

何が適切な中間評価量だったのか??

課題2 接続料問題



政策の目的

目的　：　適切な料金にしたい。これにより利用者料金を下げ、社会を活性化したい。

仮説例　： 接続料金を事業者任せにすることが、諸問題の原因になるのでは。政府として決めることが適切ではないか。

実際費用、長期増分モデル、将来原価などを政府が決める、各費用をもとに仮説検証するということか。

課題　： コスト計算はかなり難しい。
安価にしすぎると、事業者のネットワーク投資インセンティブも低下

仮説検証からみた視点

接続料金を事業者任せにすると問題が大きかったか。
政府が接続料金を決めることで通信料金は下がったか。
他の選択を行った場合の評価を検討できないか。
より適切な接続料金の決定法はないか。

接続料金とコストの関係が評価量のパラメータ。
やはり中間評価量は必要では？？？

接続に対する仮説検証上の課題

ネットワークコストの導出法

多様な接続方法によるネットワークコストより得られる接続コスト

課題 3 ユニバーサルサービス制度

目的 不採算地域における通信手段を確保したい。

仮説例 不採算地域における固定電話をそのままにしておくと、特定事業者に負担がかかるか、過疎地での料金高騰になるのではないか。全員公正負担がのぞましいのではないか。

評価：料金高騰防止効果／一般利用者の負担

その他評価量

適正な技術が導入されているか。

利用者間の不公平感はないか。

仮説検証上の課題

評価量は適切であったか

ユニバーサル性を評価量にできないか。

他の選択における評価量の予測

公平性の問題・・・永遠のテーマか

やはりコストに基づく適切な中間評価量

課題 4 新技術への移行—電話網の終了—

新ネットワークへの移行に伴い既存サービスを終了する。

ISDNのサービス中止
FAX 電話モデムの移行
緊急通信の問題

サービス終了時に移行過程を準備する→技術進歩の
阻害要因にもなる。

技術進歩とサービス継続を含めた評価が必要

課題5 透明性のあるコスト評価

長期増分モデル

現在のネットワークではなく、理想的なネットワークを仮定して、サービスコストを評価する

過渡期を考えると何が理想か不明

長期増分モデルコストは本来最低コストのはず

いずれにせよ、技術系が中心になる課題

情報通信政策学への私見

情報通信分野の競争政策において、ネットワークの評価等を含め、純工学的にすべき仕事は多い。
工学的部分は設備評価などが中心で、従来の研究論文になりにくい、設備設計を含めて新しい分野ができないか。

政策は技術進歩に影響されるとともに、**技術進歩に影響**する。

ネットワーク評価論、政策による産業発展、政策による技術発展等を含めて、政策立案前の仮説検証に適した**適切な中間評価量**を求めることで競争政策を対象とした情報通信政策(工)学ができるように思える。

情報通信政策(工)学が構築されるために

政策立案のための仮説を整理するとともに、政策の最終評価量を求める。

技術進歩を考慮しながら、原因追及のための仮説検証に適した適切な中間評価量、政策後の評価量を求める。ネットワークのコスト分析が特に重要。技術進歩への（からの）影響も重要

政策決定、中間評価量計測をもとに、政策修正の手法および最終評価量の推定手法を求める。

例えば

利用者料金、ネットワークコスト、ネットワーク品質、信頼性、ネットワーク分野の技術進歩、を基に中間評価量を形成できないか？

競争進展の効果、利用者料金の決まり方、等は経済学の役割

間違い無く情報通信政策工学の課題 QoSに基づくネットワークコストの導出

NTT時代の 仕事からのヒント

各サービス i に保証するQoS、 $QoS(i)$

$QoS(i)$ のトラヒック $T(i)$

→ ネットワーク構成 N

ネットワーク N にかかる総コストのうち、 サービス i はどこを負担すべきか？

ネットワークのコスト分析は難しい。

しかしQoSとコストは密接な関係がある。

QoSとコストの関係(QoSとネットワーク規模の関係が求められればコストの関係も求められる)

スライス開放ともなると更にコスト分析が困難

独創的な研究ではないが、研究者しかできない仕事

技術進歩(からの への)影響と共に学会でも扱ってよいのではないか。

論文

NGN 接続料における優先パケット課金のモデル化※

相田 仁^{†a)} 酒井 善則^{††*b)}

An Accounting Model of Prioritized Packets for NGN Connection Charge※

Hitoshi AIDA^{†a)} and Yoshinori SAKAI^{††*b)}

あらまし 2018 年 12 月から 2019 年 2 月にかけて総務省で開催された「NGN コストドライバの見直しに関するワーキンググループ」において、NGN の接続料算定において優先度の異なるパケット間で費用を配賦する数式モデルとして、「ある優先クラスのパケット到着率が増加した場合に、全ての優先クラスのサービス品質（平均待ち時間）を低下させないために最小限必要な出線の回線速度の増分をもって、配賦比率とする」という考え方にに基づき、具体的な数式モデルを提案したので報告する。

キーワード NGN, 接続料, コスト配賦, 優先待ち行列

学会の今後について考えること

1. 研究者にとっての学会

- 研究の評価機関(論文、IF)
- 論文の価値を高める努力が重要
- 研究を紹介する。
- 新しい分野を会員に紹介する。

2. 酒井にとっての学会

- 学生時代: 研究発表、論文発表
- NTT時代: 学会発表による宣伝
- 東工大時代: 学生教育、論文発表による学位取得
- 学会運営参画による人的ネットワークの構築

3. 技術者にとっての学会

- 技術者に知識を提供する。
- 職業としての技術者の地位を守ること・・・女性の地位を守ることに関がらないか。学会資格の可能性はないか。
- 文理融合分野もテーマに含めてもよいのではないか。
(情報通信政策工学、信頼性工学もその一つ)
- 文系研究者との交流の場の意味も大きい。