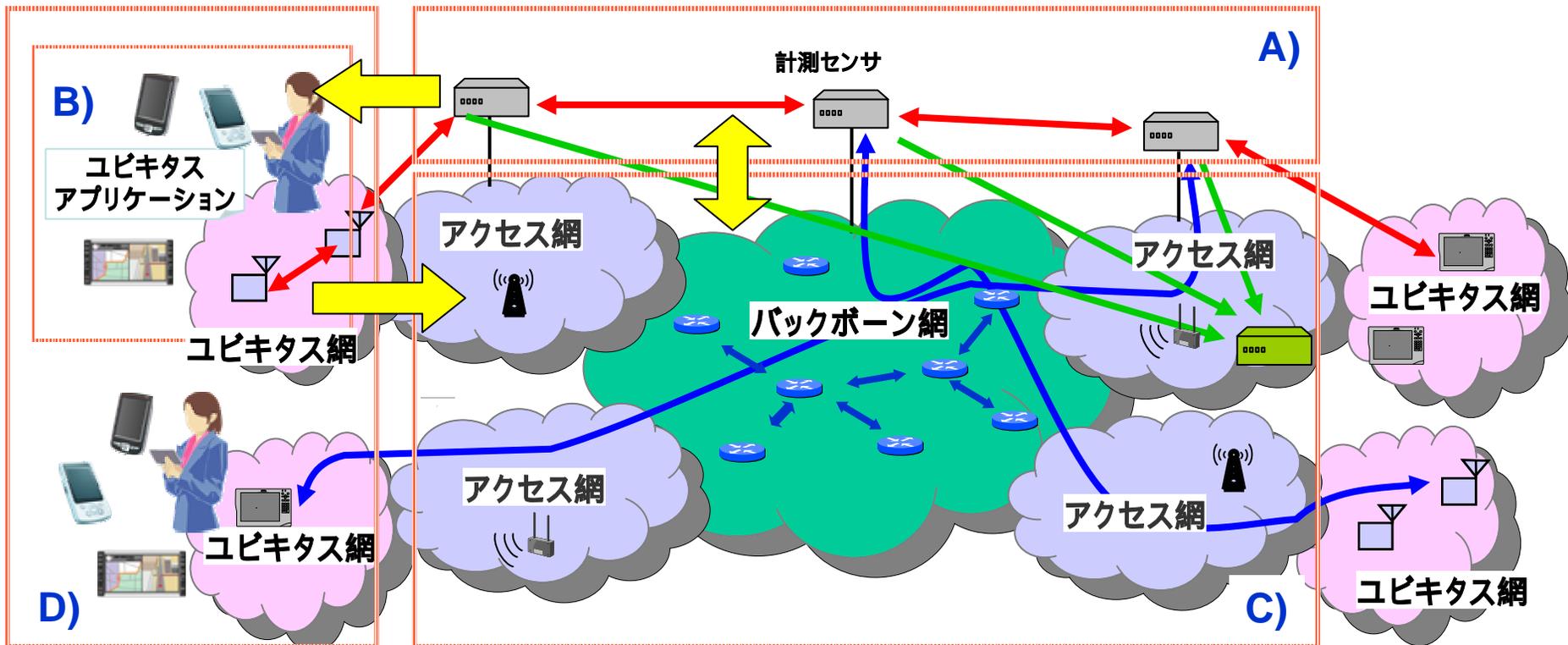


# T10 連携 「感性情報を考慮した資源利用」

【目標】ユビキタスネットワーク上の多様なアプリケーションの利用者に、利用可能なネットワーク資源と利用者の状況および要求を考慮して適切にネットワーク資源を割り当てることで、その人の感性に従って快適だと感じるネットワークをいつでもどこでも実現する。以下の4つの課題の解決を通じて目標を達成する。

- A) 現時刻に利用できるネットワーク資源を把握する技術の実現、
- B) 現時刻のアプリケーション利用者の状況および要求を把握する技術の実現、
- C) 現時刻の利用可能なネットワーク資源と利用者の状況・要求を考慮して、利用者に主観的な快適さを与えるネットワーク資源割り当て技術の実現、
- D) A)～C)の技術を、公平性を考慮して、複数ユーザ、複数アプリケーション、複数ネットワーク資源が混在する環境へ拡張。



# 【技術1】 現時刻に利用可能なネットワーク資源を把握するための計測技術

利用可能なネットワーク資源 …… ネットワークアプリケーションに提供できる通信品質

## 高価な装置が無くても高精度に遅延変動を計測できるツールの開発

### コンセプト

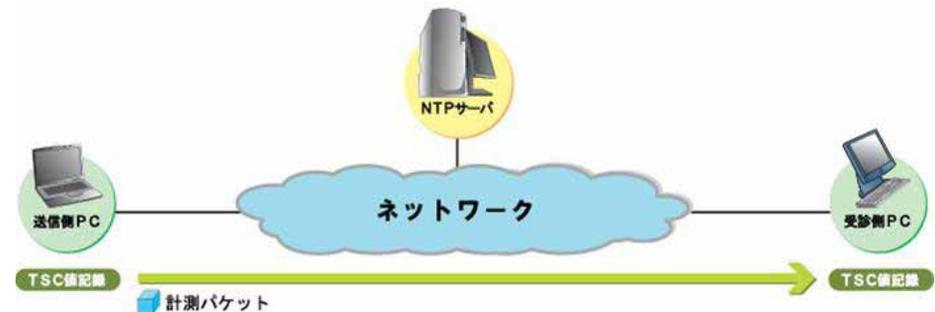
いつでもどこでも容易に遅延(通信品質)計測を行えることを目指して、高価なハードウェアやGPS受信環境などは用いず、汎用PCのTSCレジスタと汎用NTPを利用し、細粒度高安定なタイムスタンプとその高精度なスキュー補正を行うことで高精度に片道ネットワーク遅延変動を計測できるツールを試作する。

#### < 試作ツールの特徴 >

- 汎用PC(本試作のOSはLinux)と汎用NTP(Network Time Protocol)を利用
- 計測パケットのカーネル内での送信時刻と受信時刻をTSC値で記録
  - 計測パケット内へのタイムスタンプの記録不要(パケット形式を選ばない)
  - 細粒度, 高安定
  - 送受信時刻TSC値取得用socketインタフェースをカーネルに追加
- 送信側PCと受信側PCで、各々のTSCの真の時刻に対するオフセットとレート(スキュー)をNTPを用いて推定
  - TSCレジスタと真の時計の変換の汎用ツールとして提供
- 送信側PCと受信側PCのTSCのスキューも計測パケット自身から補正

### 実現例

- (1) 2台の計測用PCは、インターネット上の異なる(または同一の)2台のstratum-1 NTPサーバに定期的(ここでは1分に1回)にアクセスし、自PCのTSCレジスタのレートを計測する。具体的には、NTPパケット送信時と受信時にそれぞれのTSC値を記録し、その中間のTSC値と、NTPサーバから返されるNTPサーバ上の真の時刻を対応させ、それを複数の時点で行なうことで、単位時間当たりのTSC値の進み(レート)を推定する。TSCレートが変化しないような期間で一連の計測を終えることを前提とする。
- (2) 片道ネットワーク遅延変動のTSC値を用いた計測は以下の処理の流れで行なわれる。
  - 送信側PCでは各パケットの送信時刻をそのPCのTSC値で記録
  - 受信側PCでは各パケットの受信時刻をそのPCのTSC値で記録
  - 送信側でのTSCレート、全パケットの送信TSC値並び、受信側でのTSCレート、全パケットの受信TSC値並び、のデータから、各パケットのネットワーク遅延変動が推定できる。
  - ただし、受信側PCのTSCレート推定が不安定な場合は、送信側でのTSCレート、全パケットの送信TSC値並び、全パケットの受信TSC値並び、だけからも、各パケットのネットワーク遅延変動が推定できる。



# 【技術2】無線通信環境におけるネットワーク資源とユーザの状況・要求を考慮したネットワーク資源割り当て技術

利用者の状況 … 無線通信環境(利用可能なネットワーク資源が非常に限られ、かつ通信品質の変化が激しい)  
利用者の要求 … 通信品質の維持

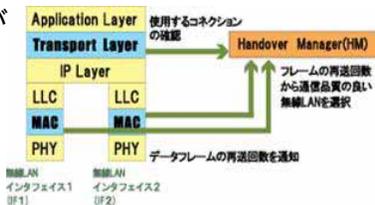
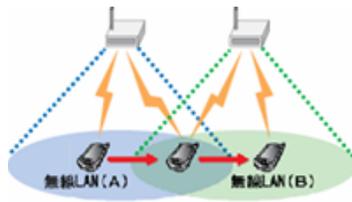
## 無線LANハンドオーバー時の通信品質の維持を可能にする手法の研究開発

### コンセプト

複数の無線LANインタフェースを使用(マルチホーミング)し、かつ新たなハンドオーバー決定指標(無線リンクの通信品質の劣化を示す指標)としてMAC層で取得可能なデータフレームの再送回数を用いる。再送回数を基にトランスポート層がハンドオーバーを制御(クロスレイヤ)することで、ハンドオーバー時の通信品質の維持を可能にする。

**マルチホーミング:** モバイル端末に複数のインタフェースを搭載し、複数の無線LANを使用可能状態にすることで、レイヤ2, 3でのハンドオーバー処理時間を削減する。また、切替時のパケットロスの防止、及び切替先の無線リンクの通信品質の調査のためマルチパス転送を行う。

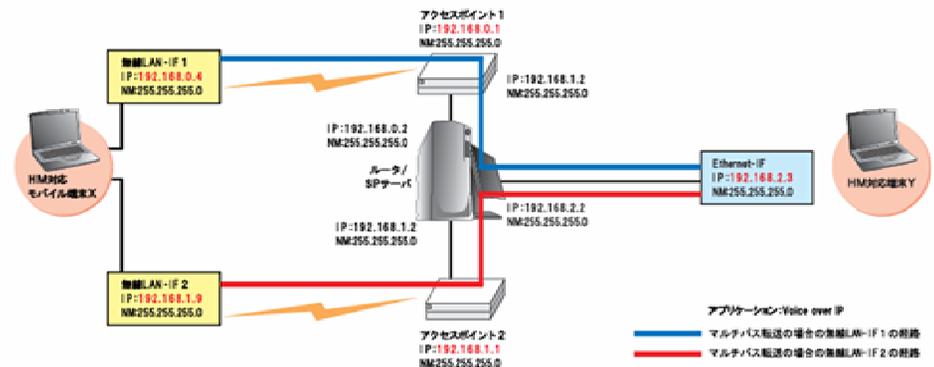
**クロスレイヤ:** Handover Manager(HM)がMAC層から通知されたデータフレームの再送回数情報を基に、無線リンクの通信状態を検知し、通信状態の良い無線LANを選択する。



### 実現例

HM対応モバイル端末X(端末X)がHM対応端末Y(端末Y)との音声通信中において、アクセスポイント1(AP1)の無線リンクの通信品質の劣化を検知すると、アクセスポイント2(AP2)へシームレス(通信品質を劣化させず)にハンドオーバーを行う。ハンドオーバー時の動作を以下に示す。

- (1) AP1の無線リンクの通信品質劣化の検知: 最初、端末XはAP1を介して端末Yと音声通信を行い、フレームの再送回数の増加から無線リンクの通信品質の劣化を検知する。
- (2) シングルパス転送からマルチパス転送への切替: 端末Xはフレームの再送回数から無線リンクの劣化を検知すると、シームレスに切り替えるために2つのインタフェースを用いて、マルチパス転送を開始する
- (3) マルチパス転送からシングルパス転送への切替: 端末Xはマルチパス転送を行うことで、両方の無線リンクの通信品質を調査し、その調査結果を基に品質が安定しているAPを決定し、通信を切り替える(シングルパス転送)



- データフレームの再送回数情報を基にHandover Managerがハンドオーバーを制御
- ハンドオーバー時の通信品質が劣化せず、かつネットワーク中の特別な機器を必要としない End-To-Endシームレスハンドオーバーを実現

# 【技術3】有線通信環境におけるネットワーク資源とユーザの状況・要求を考慮したネットワーク資源割り当て技術

利用者の状況 …… 有線通信環境(利用可能なネットワーク資源が多様かつ豊富)

利用者の要求 …… 主観的に高いサービスの品質

## 主観的に高い品質のサービスを利用者に提供するためのインターネット経路制御手法の研究開発

### コンセプト

インターネットルータによる複数の経路表の使い分けを可能にするマルチクラスQoS経路制御手法を、ネットワーク自身が観測しうる経路の混雑度合いからだけでなく、利用者の要求にも基づいて複数の経路表の使い分けが行えるように拡張する。

#### < 利用者の要求を反映した経路選択の大まかな手続き >

##### (1) 利用者の要求の取得

ネットワークについての特別な知識を持たない利用者にも示すことができる形式、例えば自然言語、で要求を取得する。利用者が示すことができる個々の要求は1つのクラスを形成する。

##### (2) 利用者の好みの解釈

利用者が示す要求をネットワークが利用できる数量に変換する。この数量は、ネットワーク経路を流れるトラフィックの特徴量を表す。

##### (3) 解釈の経路選択への反映

数量に変換されたユーザの要求と、実際の選択対象となる経路を使用した場合に得られるトラフィックの特徴量との比較から、ユーザの要求を満たす経路を決定する。

### 実現例

ネットワークが、動画ストリーミング利用者の

(1)要求を取得し、(2)要求を解釈し、(3)解釈を反映して経路を選択する。

#### (1) 要求の取得

下の2つの通信品質のうちどちらかを選ばなくてはならない状況でどちらを選びたいか、を利用者の要求として取得する。この要求は、ストリーミング開始時に取得する。

- 常に安定して中品質 (こちらを選ぶ利用者: 安定志向)

- 多くの時間を高品質、突発的に短い時間を低品質(こちらを選ぶ利用者: 冒険志向)

#### (2) 要求の解釈

利用者の通信品質に関する要求を、ネットワークが扱えるように通信品質の確率分布で表現する。通信品質を定義する指標は、パケットロス率とする。

#### (3) 解釈を反映した経路選択

各経路が経験する通信品質(パケットロス率の度数分布)と利用者が要求する通信品質(パケットロス率の確率分布)の類似度を測り、類似度の高い経路を利用者の要求をより満たす経路として選択する。

