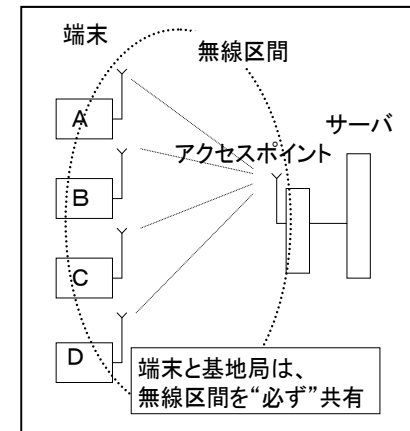


# 無線インターネット環境において通信品質を向上させるクロスレイヤ制御方式の開発と評価

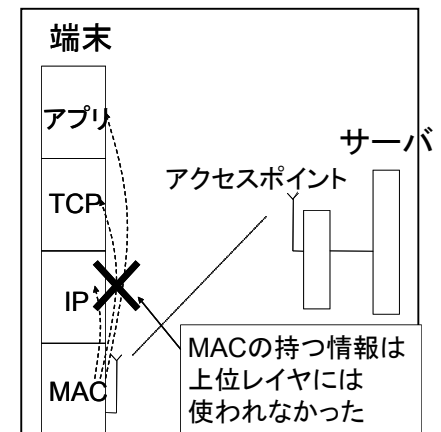
## 背景

- ・無線インターネット環境の普及
- ・無線端末アプリケーションの多様化
- ・無線インターネット環境における通信では、ユーザの要求する良い通信品質を提供することは困難
- ・インターネットは、“届けばよい”という**有線環境を前提としたレイヤ構造**であり、**制御は各層で独立**
- ・特に不安定な無線の状況では通信品質を制御することが困難



## 目的

- ・無線の利用状況にあわせて上位層のプロトコルが**制御する**
- ・これまで使われなかったMAC層の情報を上位層で**制御に用いる**  
→ **クロスレイヤ制御**
- ・**コンピュータシミュレーションと実機**の両方を用いて提案方式の有効性を評価
- ・人間が体感する品質である**QoE (Quality of Experience)**を用いて制御された通信品質を評価
- ・無線通信の限られた資源をより有効かつ、ユーザの満足度を向上させる方式を開発



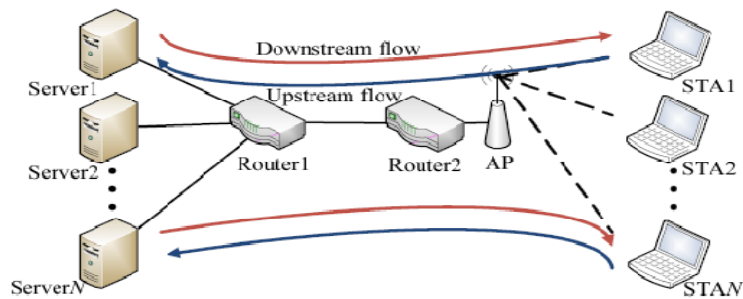
# 無線インターネット環境において通信品質を向上させるクロスレイヤ制御方式の開発と評価 端末間のスループット公平性

## 方針

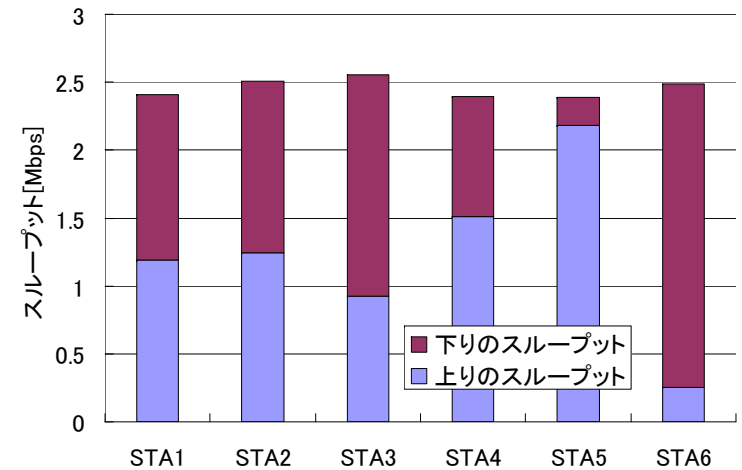
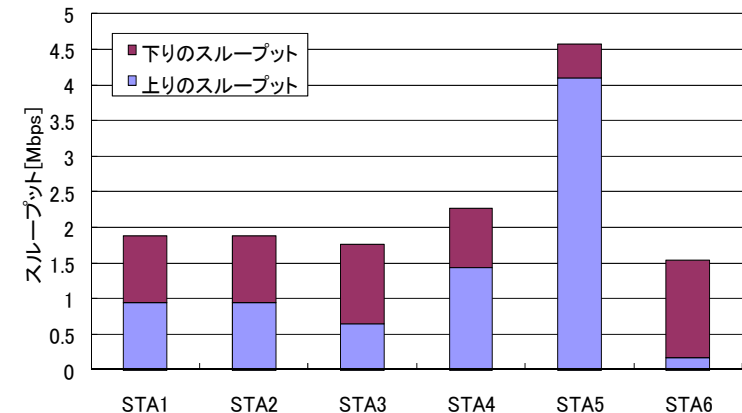
- ・端末間のスループット**公平性**を達成
- ・**基地局のキューイング**を変更することにより実現
- ・MAC層の**チャネル利用時間**からトラフィック情報を取得
- ・UDP/TCP両トラフィックに対応
- ・RTS/CTSのON/OFFに対応

## 制御方式

- ・上り方向のトラフィック情報を収集
- ・端末ごとに下り方向のトラフィックを制御
- ・端末ごとに割り当てた通信量よりも上りの通信量が多い場合、**コンテンションウィンドウ**を制御して基地局の送信機会を増加



端末	フロー数 (上り/下り)
STA1	1/1
STA2	2/2
STA3	1/2
STA4	2/1
STA5	1/0
STA6	0/1



図：各端末のTCPスループット

既存方式：上図- 公平性指数 0.796

提案方式：下図- 公平性指数 0.999



# 無線インターネット環境において通信品質を向上させるクロスレイヤ制御方式の開発と評価 端末でのTCPウィンドウ制御

## 方針

- TCPによるバックグラウンド転送を**無線端末側だけの変更**で実現
- TCPウィンドウ制御: 自端末の利用率をMAC層からTCPモジュールに伝え、利用できる帯域幅に合わせて送信することにより、UDPの通信品質に影響を与えない

## 制御方式

- **輻輳ウィンドウ制御モジュール**  
送信側の輻輳ウィンドウを調節(上り)
- **広告ウィンドウ制御モジュール**  
受信側の広告ウィンドウを調節することにより、送信側の輻輳ウィンドウを調節(下り)

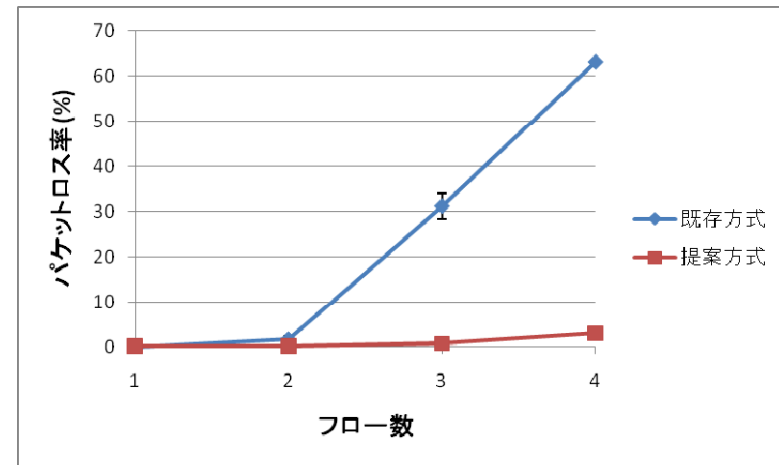
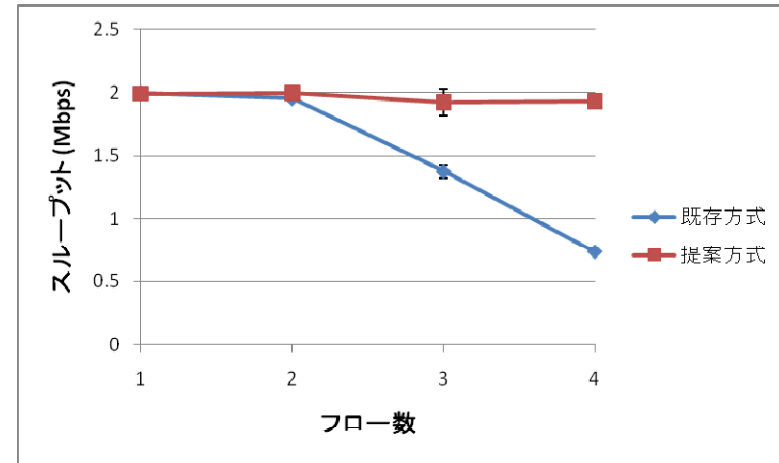
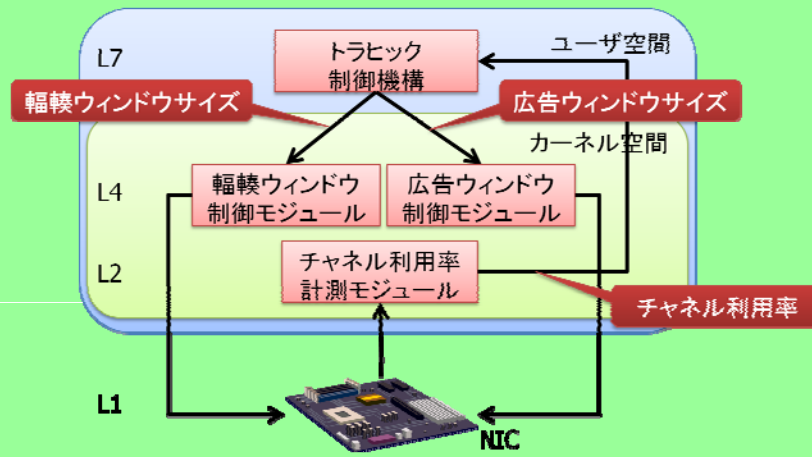


図: UDPフローの通信品質  
スループット: 上図    パケットロス率: 下図



# 無線インターネット環境において通信品質を向上させるクロスレイヤ制御方式の開発と評価 成果と今後の展望

## 成果

- 【基地局】 無線チャンネル利用状況から、端末ごとに帯域を公平に割り当てる方式の開発、評価(シミュレーション)
- 【端末】 無線チャンネル利用状況からTCPを双方向で制御する方式を開発、評価(実機)

## 今後の展望

- 【基地局】 実機によるスループット公平性制御の開発、評価
- 【端末・基地局】 無線チャンネル利用状況の推定方式の改良
- 【通信品質】 無線チャンネル利用状況から、動画品質を制御する方式を開発
- 【通信品質】 QoE(ユーザ体感)を用いた評価

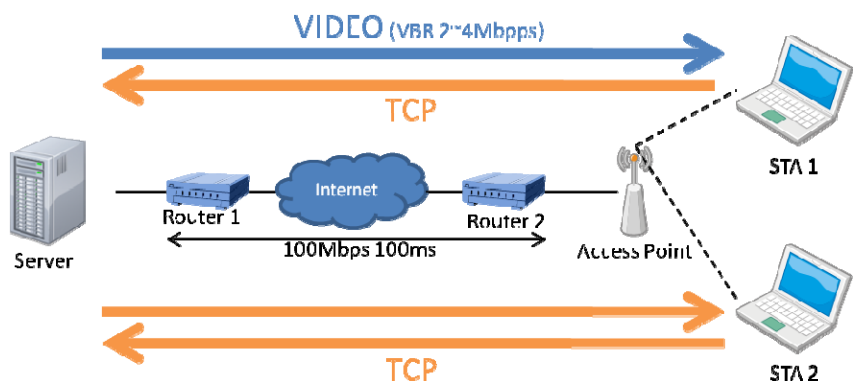


図:VIDEOの画質の例  
未制御:上図 制御:下図