

●●● 複数ネットワークインタフェースの同時利用機構

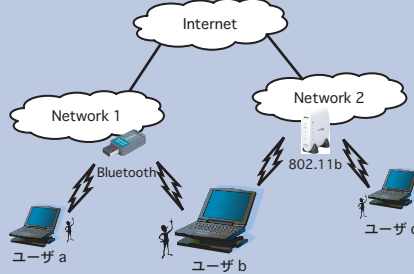
梶原 寛
慶応義塾大学徳田研究室
skk@ht.sfc.keio.ac.jp

背景

- モバイル環境をターゲット ex) 802.11 abgn、Bluetooth、UWB、PHS 網、2G・3G 携帯電話網 など
- 計算機上に複数の N/I

全てを同時に利用して、効率よく帯域を利用したい

N/I 同時利用機構 SBAM (Socket-level Bandwidth Mechanism) の提案



アプローチ

ソケット層

- ・既存ソフトウェアの変更が不要
- ・End-to-End
- ・N/I に対するスケーラビリティ
- ・トランスポートプロトコル非依存



リンク/ネットワーク層

Hop-by-Hop なので、エンドホスト間の情報のやり取りが出来ない

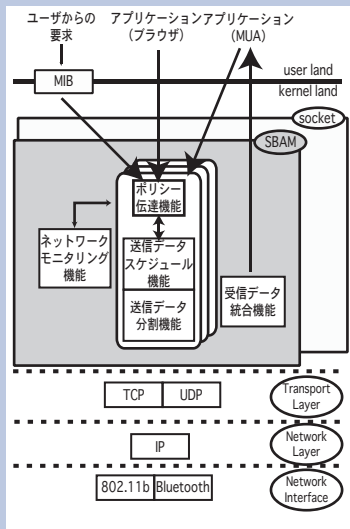
トランスポート層

TCP/UDP 以外のディプロイメントは大変

アプリケーション

- ・既存アプリケーションの書き換えが必要
- ・NIC の数に対するスケーラビリティが低い

設計



ポリシー伝達機能

MIB を通してカーネル空間とユーザ空間の間でユーザポリシーのやりとりを行う。

ネットワークモニタリング機能

各リンクの遅延・帯域を計測する

送信データスケジューリング機能

各リンクからネットワークの状況に応じた送信データ量を決定する

通信データ分割機能

送信データ量・MTUに応じて下位プロトコルにデータを渡す

受信データ統合機能

分割されて送られて来たデータを統合し、アプリケーションに渡す

データ送信の方針

ネットワークモニタリング

遅延: 定期的に ICMP パケットを送信して計測

$$SRTT = \alpha SRTT + (1 - \alpha) \times RTT \quad (0 \leq \alpha \leq 1)$$

帯域: packet pair 方式を利用

$$\text{帯域} = \frac{\text{パケットサイズ}}{\text{ackの到着時間の差}}$$

送信データスケジューリング機能

通信開始時: リンク間の帯域遅延差を送信する

$$P_n = \frac{\alpha_n b_n d_n - \min(\alpha_1 b_1 d_1 \dots \alpha_n b_n d_n)}{m_n} \quad (0 \leq \alpha \leq 1)$$

その後、帯域に比例したデータ量を送信する

$$P_n = \alpha_n \frac{b_n \cdot \text{lcm}(m_1 \dots m_n)}{m_n \cdot \text{gcd}(b_1 \dots b_n)}$$

P_n : 送信パケット数 α_n : リンクの重み

m_n : MTU サイズ (bytes) d_n : 遅延 (ms) b_n : 帯域 (bps)

スループット評価

SBAM と評価用アプリケーションのスループットの比較

N/I	実装	スループット
11Mbps + 11Mbps	SBAM	15.0 Mbps
11Mbps + 11Mbps	APP1	15.4 Mbps
11Mbps	APP2	9.2 Mbps
5.5Mbps	APP2	6.1 Mbps

スケジューリングの有無によるスループットの比較

N/I	実装	スループット
11Mbps + 5.5Mbps	APP1	9.6 Mbps
11Mbps + 5.5Mbps	APP3	11.7 Mbps

- SBAM: カーネル内実装、スケジューリング機能なし
- APP1: アプリケーション実装、スケジューリング機能なし
- APP2: アプリケーション実装、N/I を 1 枚利用
- APP3: アプリケーション実装、スケジューリング機能あり

※ この研究は総務省「ユビキタスネットワーク制御・管理技術の研究開発(ubilaプロジェクト)」の一部として行われました。