



SBAM : A Socket-level Bandwidth Aggregation Mechanism

ソケット層における帯域統合機構

<http://www.ht.sfc.keio.ac.jp/move/>

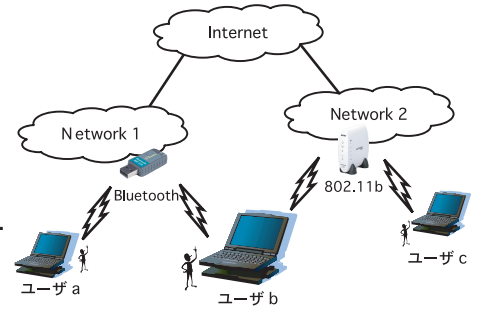
背景

- モバイル環境をターゲットとした様々な通信規格の登場
ex) 802.11abgn, Bluetooth, UWB, PHS 網, 2G・3G 携帯電話網など
- 計算機上に複数のネットワークインタフェース (N/I) が搭載される機会が増えてきた

全てを同時に利用して、高速な通信を行いたい！

ex) ウェブサーフィン、メール受信、ファイル転送、ストリーミング etc...

N/I 同時利用機構 SBAM 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

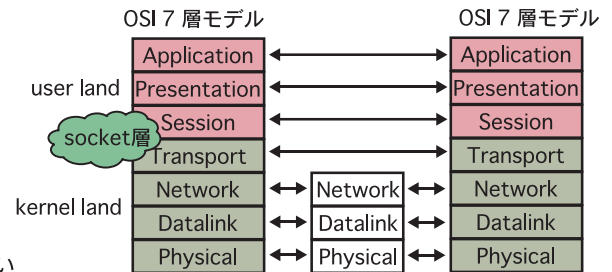
- Hop-by-Hop なので、エンドホスト間の情報のやり取りができない

トランスポート層

- TCP/UDP 以外のプロトコルを普及させるのは大変

アプリケーション層

- 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取りを行う

ネットワークモニタリング機能

- 各リンクの帯域・遅延を計測する

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

受信データ統合機能

- 分割されて送られてきたデータを統合し、アプリケーションに渡す

データ送信の方針

送信データスケジューリング機能

- ① 通信開始時: リンク間の帯域遅延差を送信する

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

- ② 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)

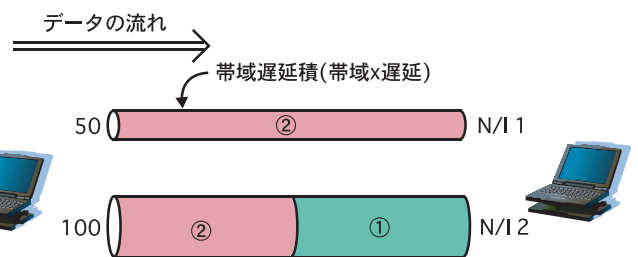
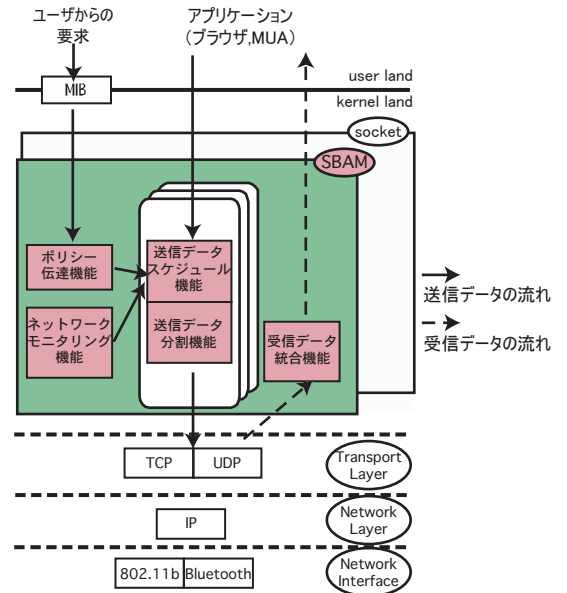
ネットワークモニタリング

遅延: 定期的に ICMP パケットを送信して計測

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

帯域: packet pair 方式を利用

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



※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。