

小口研究室 研究紹介 (2014年度)

(お茶の水女子大学理学部情報科学科)

無線LAN-APにおけるTCP ACKパケット蓄積回避のための協調的輻輳制御手法の提案と実装 (研究担当: 早川 愛)

研究背景と目的

近年のロスベースTCPは高いスループットを得るために
アグレッシブな輻輳制御をする傾向
無線LANアクセスポイントにおいて多くのACKパケットが蓄積し
通信が遅滞するという問題が発生

端末間で協調的に輻輳制御を行いAPIにおける
ACKパケットの蓄積を回避
↓
多くの端末が同時に通信するときの
全体の通信速度と公平性を向上

先行研究と課題

輻輳制御ミドルウェア

- 周辺端末の情報を利用し、連携した輻輳制御
- APを共有する端末間で、通信状況に関する情報を通知
- 周辺端末からの通知に基づき、現在のトラフィックを予測
- 自端末が使える帯域幅を計算し、輻輳制御を補正

・エンドホスト型
送信側の端末の改造のみで導入可能

課題

- 輻輳ウィンドウの補正值がある特定の環境のみに適用
⇒ その環境にあった補正值をシステムが自動で算出
- トラフィックの混み具合を通信端末のみで把握
⇒ RTTの増減情報を用いてより詳細に通信状況を観察
- 情報の発信部と受信部の二つのシステムで機能
⇒ 機能を一括にまとめて一つのシステムとして動作

提案手法

- 同時通信端末数とRTTの増減によりトラフィックの混み具合を把握
- 適切な輻輳ウィンドウの上限値を自動で算出し補正
- 発信部と受信部を一括にし、導入の簡単化を実現

補正值の算出方法

適切な輻輳ウィンドウの補正值をシステムが自動で算出

$$Ideal_CWND = \frac{Bandwidth_Delay_Product}{RTT}$$

$$Bandwidth = BW_{max} \times f(端末数)$$

Bandwidth: 通信環境における最高通信速度本環境では 1.9×10^3
f(端末数): 端末数の増加による合計通信速度の低下 端末数^{-0.15}

・RTTの増減比率を常時監視しRTTが大幅に
増加したときにシステムを有効化

initial_rtt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CWND	539	300	100	10	1	1	1	1	1	1

通信量小モードに移行

性能評価 1 全ての端末補正

- 合計通信速度が最大3.35倍向上
- 可用帯域を効率よく使いきっている状態
- 公平性が最大1.16倍向上
- 各端末に帯域を均等に割り当てたことで公平な通信が実現

性能評価 2 一部の端末補正

- 合計通信速度
- 補正を行う端末1台でも存在すれば向上
- 各端末の平均通信速度
- 1台だけ補正を行わない場合を除き
全端末に導入した時の方が向上

性能評価 3 通信中に端末数変動

増加時 減少時

⇒ RTTの制御も含めて提案手法の有用性を確認

まとめと今後の課題

損失ベース方式の輻輳制御を行う通信端末数が多いとき、APIにおいてACKパケットが蓄積する問題に着目し、同一APIに繋がる端末間で、端末数とRTTのパラメータによりトラフィックの混み具合を予測し、帯域を均等に分け合う手法を提案実装。性能評価より、同時通信時における合計通信速度が3.23倍、公平性が1.2倍向上することを確認。今後は、より広範囲のデータレート(IEEE802.11n/ac)を提供するAPを使用した環境において評価。低トラフィックな通信を行う端末が混在する場合にユーザーの需要を考慮した帯域割当ての実現を行う

HDFSにおけるレプリカ再配置の高速化手法の提案と評価 (研究担当: 日開 朝美)

研究背景

ソーシャルメディア
LinkedIn
高エネルギー物理学、生命情報工学
BIG DATA
分散ファイルシステムの一つであるOSSのHadoopへの注目

HDFSのレプリカ再配置の問題点

- データ移動の偏り
- 削除ノードを含むラックへの高負荷
- 復元不可能になりうるブロックの存在
- 同一ラックに残りのレプリカが存在する場合

適切にレプリカ生成元・生成先を選出し
データ移動の偏りを解消して
効率的なレプリカ再配置処理を目指す

提案手法

- HDFSにおける効率的なレプリカ再配置の制御手法の提案
- レプリカ生成元・生成先の選出制御
 - 指向性リング構造に基づくデータ転送
 - 各DataNodeの送受信のブロック数を均衡化
- スケジューリング制御
 - 復元不可能になりうるブロックに高い優先度を付与

- レプリカ生成元・生成先の選出制御
 - 生成元: 処理割り当て比率に基づき選出
 - 生成先: 下図の指向性リング構造に基づき一意に決定
- スケジューリング制御
 - レプリカ生成元・生成先が決定したブロックに対して可用性を考慮し優先度を付与
 - 優先度付手法
 - ラック間転送にラック内転送よりも高い優先度を付与し、先にスケジューリング
 - 可用性の向上を要望
 - 優先度無手法
 - 不足レプリカの配置状態を考慮せず、任意の順にスケジューリング

提案手法の評価

レプリカ再配置の実行時間

8台 16台 32台 64台

1ブロックあたりの平均複製時間

ラック間転送	ラック内転送	ラック内転送
ラック A to B: 4.14	ラック A to C: 5.82	ラック B to A: 4.42
ラック B to A: 4.42	ラック B to C: 5.38	ラック C to A: 4.35
ラック C to A: 4.35	ラック C to B: 4.21	ラック C to C: 3.90
ラック A to C: 5.82	ラック B to C: 5.38	ラック C to B: 4.21
ラック B to C: 5.38	ラック C to C: 3.90	ラック C to C: 3.90

可用性の調査 ラック間転送を伴うブロックの複製の進行度

1ラックあたりのDataNode数: 8, 16, 32台

- 優先度付手法が高速処理にも可用性向上にも有効
- 最大で実行時間が20%減少
- ラック間転送の進行度は約2.5倍

1ラックあたりのDataNode数: 64台

- 優先度付手法の性能が低下
- ラック間ネットワーク帯域を超えたデータ転送
- 再配置の実行時間が増加
- ラック間転送の進行度は約1.3倍
- ⇒ 重要データを扱う場合には優先度付手法が適する

ソーシャルネットワークの関係性を中継インセンティブとしたWi-Fiモバイルアドホックネットワークの性能評価 (研究担当: 藤井 聡佳)

研究背景

Wi-Fi通信の需要の高まり

- テザリングやモバイルルータなどの移動無線ノードの普及
- 3G/LTEでは通信可能範囲の制限や従量課金制などの制約も

マルチホップネットワークでは、他のユーザにトラフィックを中継してもらうことで通信経路を確立
⇒ 中継ユーザのインセンティブ確保が重要

研究目的

ソーシャルネットワークでの関係性を用いたマルチホップネットワークの構築と評価

- ユーザ間の友人関係のネットワークを効果的に活用することで、あるエリア内のユーザの通信可能性を高め、満足度を高める

提案ネットワーク構築手順

1. ソーシャルネットワークの構築
 - 各ノード同士は、接続させたい度合いによって、0~1の親密度をもつ(双方向に同じ値とする)
 - 親密度は、直接の知り合い(1ホップの知り合い)だけでなく、Nホップの知り合いに対しても定義可能
 - 親密度が、あるしきい値以上のものにはリンクをはり、これをN-SNとする
2. 物理的ネットワークの構築
 - Wi-Fiの電波が届く範囲(電波的に接続可能なノード同士)で、上記ソーシャルネットワークを参照し、ここでリンクがあれば接続(接続を許可)する

評価モデル

100m×100mの範囲で、中心にAPが1台存在し、1対1の関係性が定義された100台(100人)からランダムに抽出された5台が周りに存在

【評価対象】

- 接続率...あるノードからAPへの接続が確立する可能性
- スループット...APを通過するスループットの合計

評価結果

接続率

接続可能ホップ数を大きくした場合、接続可否のしきい値を大きくしても、同じ接続率を維持できる

→ 「より親密度の高い関係ならば、ホップ数の多い知人でも接続してあげたい」という人間の感情に沿っている

スループット

接続率の大幅に向上した区間において、スループットが大幅に低下

(マルチホップ接続を可能とすることで、API間接的に接続するノード数が増えるため)

まとめ

ユーザ同士の知人関係を利用して構築するマルチホップネットワークを提案、その通信性能評価→間接の度合い(ホップ数)を大きくしても接続率を維持できる条件、スループットを下げることなく良好な接続ができる条件、を明らかにした