

(Anagnostakis and Greenwald 2004) "Exchange-based Incentive Mechanism for Peer-to-Peer File Sharing," Proceedings of the 24th International Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS 2004), March 23-26. Tokyo

2004年11月4日 ideon 合宿

By 折田明子(ako@sfc.wide.ad.jp)

概要：

P2P のリソース共有は、参加者の協力を依存する。キャッシュベースなメカニズムは込み入りすぎている。交換ベースのメカニズム (peer の輪における n 通りの交換) のシミュレーションの結果、交換ベースのメカニズムは、共有の強いインセンティブおよびサービスタイムの向上に貢献した。

1:Introduction

・ P2P は主にリソース共有によって、スケールの大きい分散コンピューティングのインフラを提供している。パフォーマンスは、システム参加者の協力の度合いに拠る。

例) Gnutella では peer の 70% はリソースを消費するだけで、ファイル共有しなかった

・ 非協力の結果は、システムの劣化と破綻につながる。こうした問題が、P2P のインセンティブメカニズム研究の動機になった。

例) KaZaA: 「参加レベル」を設定。だが、ソフトウェアレベルで破綻。

- ・ 本論文では信用システム (中央集権的・分散的) の利用を前提とする。
 - 中央集権の欠点: single point of failure, peer に対し正しいインセンティブを与えられない。
 - 分散(DHT 等)の欠点: 異種のノードへのアロケーションが難しい、一時的な peer の参加にリコンフィグ
- ・ 軽量化したアプローチとして、物々交換経済を対案とする。N 通りの交換が N の peer の輪になる。

2:Related work

- ・ 通貨ベースアプローチ
 - MojoNation : Mojo という基本財産を貰い、これで他からファイルを買う。Mojo の管理が負担。
 - Karma: 分散キャッシュシステム。オブジェクト提供の価格を交渉し、口座同士で karma をやりとりできるよう、bank-set を調整する
- ・ 通貨ベースアプローチの限界
 - 通貨管理が面倒: 口座やバジェットの調整が見えず、コストがかかる
 - 新ユーザへの初期財産が、経済システムの抜け穴になる

- ・ 信用システム
 - eMule:貢献したユーザには、待ち時間と upload queue を減らす。ただし、継続的に利益を与えられるわけではない。
- ・ 信用アプローチの限界
 - 利益最大化のために、どこから信用を得るかの戦略を立てるのが難しい待ち時間をランク化することで、信用があってもパフォーマンスが出ない
 - ペアワイズ信用：個々の peer にとって、信用システムを支えるインセンティブがない。
 - PlanetLab:符号つきチケットの交換
 - Bittorrent：同じファイルをブロック

3:Exchange Mechanisms

- ・ peer が upload/download のキャパシティを fix できるファイル共有。
- (1)システムは部分的な転送をサポートする
- (2)peer を同じオブジェクトの違うパーツを、複数のソースから download する と仮定
 - ・ IRQ(incoming request queue)：リモートの peer が興味を登録する
 - ・ 要求を満たすのは 2 条件：
 - 両方の peer に転送のための十分なキャパシティがあること
 - それぞれの peer の transfer が交換 transfer(交換しなくてよくて Free upload ができる)

[A] Exchange transfer

- ・ どのように G サイクルを作るか
 - $n > 5$ だとうまくいかない (実証)
 - peer は G の下位グラフの一部の情報を持つ
- ・ peer はリクエストツリーを管理する

[B] Preventing cheating

- ・ 手元で or 協力してブラックリストを作って拒否 1 回ごとに ID を変えてチート
 - 同期してブロックを交換し、次の転送の前に手を打つ 大きなブロックサイズで時間稼ぎ
- ・ peer 同士の間でチートして、システムへ貢献せずに直接もらう
 - 信頼する peer を仲介者にする
 - ◇ 送信者と仲介者間の秘密鍵
 - ◇ ブロックの制御に元の peer の識別子

4 : Simulation

[A] Environment

- ・ 200 ノードのファイル共有システム（非対称な upload/download キャパシティ）
- ・ 表 2 参照。

[B]Results

- ・ パフォーマンスのキーとなる計量方法：オブジェクトのダウンロード時間
 - アップロードキャパシティ：減 & 平均ダウンロード時間：増。ただし、非共有の方が増加は早かった（図 4）
 - 交換リクエストはロードとともにリニアに増える。ペアよりよいのは 5-2 および 2-5 だけ。まず近くを調べてから長い輪を探す（図 5）
 - 交換の輪は有益、ただし N が 5 以上になると効果なし（図 6）
 - 交換の転送量は、短いリングほど多い。Peer が多いと脱落の恐れ。ペア交換の方が高い order の交換より有益（図 7）
 - 交換で無いものは、待ち時間の増加が早い（図 8）
 - （図 9）
 - 長期的には、交換でない転送は無くなる。ペアの高い order の転送はエンジニアリングとしてよい選択（図 10）
 - 外部リクエストはロードを上げるが、システムにおける交換の実効性を増す（図 11）
 - 非協力的なふるまいの影響。殆どが共有しているなら、共有者は交換しないときと同じパフォーマンスを得るが、交換しない者はペナルティを受ける（図 12）
- ・

5:Discussion

- ・ 基本的な仮定：
 - peer はオブジェクトが完全に受け取られない限り、オブジェクトを提供できない
 - 転送スロットは、その種類によらず fix されたものとする。交換は 1 つに限る。
 - すべての peer は同じ性質を持つものとする
 - リクエストツリー情報の複雑な問題は無視した
- ・ 交換によるインセンティブが peer の振る舞いにどのように影響するか？
 - 交換メカニズムが複製メカニズムとどのように相互作用するか
 - 交換モデルでは、人気のあるオブジェクトを複製するインセンティブ 交換への参加機会が増加する
- ・ 交換アプローチの 3 つの限界
 - プライオリティの問題：peer はリクエストに対して、どれも同じように興味を

持つ、とされた。

- リクエストをペンディングしている時しか、交換に参加できない。当座の交換が無くとも、つながっているためのインセンティブが必要
- ダウンロードが peer の利便性をまし、アップロードは利便性に関係ない、としていた。P2P コンテンツ配布システムでは、インセンティブが異なる。

6:Summary and concluding remarks