

修士論文概要書

Summary of Master's Thesis

Date of submission: 01/ 31/ 2012

専攻名 (研究分野) Department	情報理工学専攻	氏名 Name	佐藤 圭	指 導 教 員 Advisor	後藤 滋樹 印 Seal
研究指導名 Research guidance	情報システム工学研究	学籍番号 Student ID number	5110B052 - 1 ^{CD}		
研究題目 Title	BitTorrent における低速ピアの支援法				

概要

P2P システムの 1 つである BitTorrent は、データのダウンロードとアップロードを同時に行う仕組みにより、ユーザーの要求が多いファイルほどダウンロード時間が短縮されるという特徴を有する。しかし、ネットワークに参加するノードの状況によってはファイルの配信効率が低下する現象が生じる。この問題に対して、その原因となるノードのダウンロードを意図的に支援する配信支援ノード [1, 2, 3] が提案されている。配信支援ノードは BitTorrent ネットワーク全体の配信効率の向上を実現する手法であるが、これまでその性能は主にシミュレーションによって検証されており、実際のネットワーク環境における検討は十分でない。そこで本研究では、独自に実装したトラッカーの導入により BitTorrent におけるノードの支援法を新たに提案するとともに、実際の BitTorrent システムに近い環境下での実証実験を可能とする PlanetLab を利用した実証実験で提案方式の有効性を検証する。

1 BitTorrent

BitTorrent はハイブリッド P2P モデルを採用したファイル交換プロトコルおよびそのアプリケーションである。ファイルをダウンロードしたいピアは Web サーバなどから torrent ファイルを取得したのち、トラッカーにアクセスしてピアリストの提供を受ける。そして、ピアリストの情報をもとに適当なピアと接続を確立し、ピア同士がピースを交換することでダウンロードが進行する。

BitTorrent には 2 つのファイル転送アルゴリズムが存在する。1 つはピース選択アルゴリズムでダウンロードするピースの順番を、もう 1 つはチョークアルゴリズムであり他ピアに対するチョークあるいはアンチョークを決定する。これらのファイル転送アルゴリズムによって自律的にダウンロードの効率化が行われる。

2 提案方式

2.1 方式 (1) 配信支援シーダー

配信支援シーダーは低速なピアのダウンロードを支援するシーダーである。トラッカーにおいて配信支援シーダーの IP アドレスをあらかじめ登録しておき、配信支援シーダーからのアクセスに対して配信支援用のピアリストを提供するようにする (図 1 参照)。本方式では、トラッカーおよび配信支援シーダーの両方をサービスの提供者が設置することを想定している。

2.2 方式 (2) 高速ピアによる配信支援

高速ピアによる配信支援はダウンロード速度が高速なピアに対して、低速なピアを優先的にアンチョークさせる方式である。トラッカーが保持する情報のうち *uploaded* と *downloaded* を用いて、以下のどちらかの条件を満たすピアを高速ピアと判断し、高速ピアに対して配信支援用のピアリストを提供する (図 2 参照)。

$$uploaded > U_1 \quad (1)$$

$$downloaded > D \quad (2)$$

ここで、 U_1 と D はそれぞれ *uploaded* と *downloaded* の基準値であり、あらかじめトラッカーに設定しておく必要がある。なお、本方式におけるトラッカーの設置者は必ずしもサービスの提供者である必要はない。

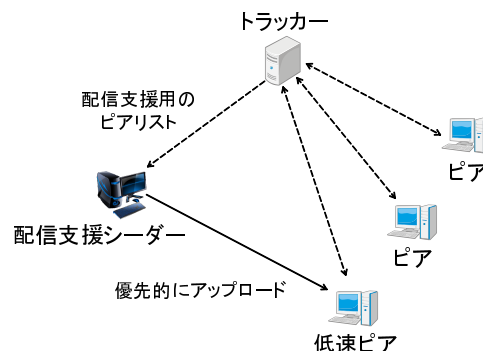


図 1: 方式 (1) の構成図

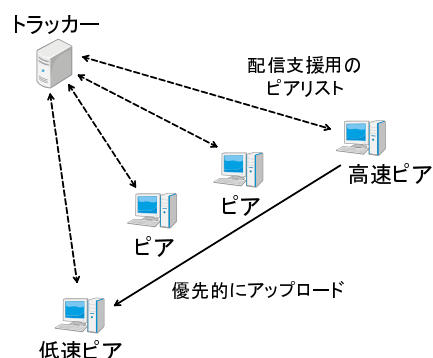


図 2: 方式 (2) の構成図

2.3 配信支援用のピアリスト

配信支援用のピアリストは通常のピアリストからダウンロード速度が高速なピアの情報を除くことで作成する。具体的には通常のピアリストを生成する際の条件式に以下の数式を追加する。ただし、 U_2 は U_1 とは別に設定する *uploaded* の基準値とする。

$$uploaded < U_2 \quad (3)$$

3 実証実験

3.1 実証実験の概要

実証実験として、BitTorrent システムに提案方式を組み込んだ場合の各ピアにおけるファイルのダウンロード時間を測定する。実験 1.1 と実験 2.1 で既存方式として通常の OpenTracker を用いた場合を測定し、実験 1.2 および実験 2.2 ではそれぞれ方式 (1) と方式 (2) を適用した場合について検証する。いずれの実験でも形成するスウォーム数は 1 とし、配布するファイルのサイズは 300 MB とする。各実験に参加するノード数は表 1 に示すとおりである。ここで、使用するクライアントソフトは ctorrent とし、トラッカー以外のノードには PlanetLab[4] 上の実機を利用する。

表 1: 各実験に参加するノード数

	トラッカー	配信支援シーダー	シーダー	リーチャー
実験 1.1	1	0	2	30
実験 1.2	1	1	1	30
実験 2.1	1	0	1	30
実験 2.2	1	0	1	30

3.2 実証実験の結果

実験の結果を表 2 と表 3 に示す。評価の都合上、各リーチャーに対してダウンロードが早く完了した順に順位を付け、5 台ごとのグループに分類した。表では各グループに属するピアのダウンロード時間の合計を示している。ここで、増減率は実験 1.2 および実験 2.2 においてダウンロード時間がどれだけ増減したかを表す。なお、2.2 と 2.3 で述べた各基準値は、実験 1.2 で $U_2 = 100$ [MB]、実験 2.2 で $U_1 = 200$ [MB]、 $D = 300$ [MB]、 $U_2 = 50$ [MB] とした。

表 2: 実験 1.1 と実験 1.2 における各グループの合計ダウンロード時間 (s) と増減率 (%)

グループ	実験 1.1	実験 1.2	増減率
1～5 位	677	651	-3.84
6～10 位	751	775	3.20
11～15 位	932	923	-0.966
16～20 位	1069	1046	-2.15
21～25 位	1240	1251	0.887
26～30 位	2088	1894	-9.29

表 3: 実験 2.1 と実験 2.2 における各グループの合計ダウンロード時間 (s) と増減率 (%)

グループ	実験 2.1	実験 2.2	増減率
1～5 位	697	597	-14.4
6～10 位	863	757	-12.3
11～15 位	991	982	-0.908
16～20 位	1032	1048	1.55
21～25 位	1380	1295	-6.16
26～30 位	2404	2088	-13.1

3.3 考察

表 2 より、方式 (1) を導入した場合の合計ダウンロード時間は、6～10 位と 21～25 位のグループで微増しているものの、低速ピアの集団である 26～30 位のグループでは -9.29% と大きく短縮されている。これより、「方式 (1) 配信支援シーダー」は低速ピアのダウンロード効率を向上させ、それ以外のピアには大きな影響を与えない方式であることがわかった。

また表 3 より、方式 (2) を導入したときの合計ダウンロード時間は、微増した 16～20 位のグループ以外で減少し、特に低速ピアの集団である 26～30 位のグループでは -13.1% と大幅に短縮された。これより、「方式 (2) 高速ピアによる配信支援」は低速ピアのダウンロード効率を他のピアに悪影響を与えることなく向上させる方式であることが示された。

4 結論

4.1 まとめ

本研究は、BitTorrent システムにおいてダウンロード効率が低下する原因となる低速ピアのダウンロードを支援する新たな方式を提案し、その性能評価を実際のネットワーク環境で検証することを目的として行った。新たな方式として「方式 (1) 配信支援シーダー」と「方式 (2) 高速ピアによる配信支援」を実装し、それらの性能を PlanetLab 上の実機を用いた実証実験によって評価した。その結果、どちらの方式も低速ピアのダウンロード速度を底上げし、スウォーム全体のダウンロード効率を向上させる有効な手法であることが確認できた。

4.2 今後の課題

本研究では、高速ピアと低速ピアの判定をトラッカーが保持する *uploaded* と *downloaded* の情報に基づいて行った。より汎用性を高めるためには、ピアのアップロード速度やダウンロード速度を算出し、それらを指標とした判定を行う必要がある。

また、今回は PlanetLab を利用して実際のネットワーク環境を想定した実証実験を行った。さらなる詳細な評価のために、複数のスウォームが存在する場合やピアの参加と離脱がランダムに発生する場合といった様々な環境において検証を行うことも必要である。

参考文献

- [1] 平石 武, 戸出 英樹, “配信支援ノードを有する P2P ネットワーク構成法”, 信学技報, NS2009-27, pp.61-66, May 2009.
- [2] 伊藤 大要, 谷川 陽祐, 戸出 英樹, “マルチスウォーム P2P 環境における配信支援ノードの適応的分配法”, 信学技報, NS2010-22, pp.37-42, May 2010.
- [3] 横畠 誠也, 谷川 陽祐, 戸出 英樹, “配信支援ノードを有するマルチスウォーム BitTorrent システムの実装と評価”, 信学技報, NS2010-269, pp.597-602, March 2011.
- [4] PlanetLab
<http://www.planet-lab.org/>