

P2P ファイル共有ネットワークを利用した大規模分散ストレージの実現

岡本 雄太† 蛭田 智則† 山名 早人‡
 † 早稲田大学大学院理工学研究科 ‡ 早稲田大学理工学術院

1 はじめに

Gnutella[1] や Winny[2] に代表される P2P ファイル共有ネットワークは、「中心を持たない匿名的な情報流通システム」という性質から、外的状況に束縛されない自由な情報交換を実現する手段として大きく期待されてきた。しかし現在では、ネットワーク上で起きる著作権侵害や個人情報流出が社会的な問題と認識され、ファイル共有ネットワークを開発・運用していく上で、システム提供者に求められる負担が大きくなりつつある。

こうした開発・運用上の問題点を解決して、「P2P ファイル共有ネットワーク」スキームが維持されるには、P2P ファイル共有ネットワークを、その運用に伴う弊害を抑えつつ、情報配信の公共的な基盤として安全に利用できる仕組みへと改良する必要がある。しかし、これを実現するにあたって、従来の P2P ファイル共有システムには以下の 3 つの点で問題があると考えられる。

第一に、特定の情報へ一意にアクセスする仕組みを持たないため、コンテンツ配信の基盤として利用することが困難である。第二に、情報が一度ファイル共有ネットワーク上に流通すると、コントロールすることが難しい。第三に、ファイル共有ネットワーク上に流通するコンピュータウイルスによる被害が深刻なものとなっているが、ユーザは事前にこうした危険なファイルを判別することができない。

そこで我々は、この 3 つの問題点を解決するため、既存の P2P ファイル共有ネットワーク上で、「コンテンツへの一意なアクセスの保証」「流通コンテンツのコントロール」「レーティングによるセキュリティの確保」の 3 つの機能を実現するシステムを提案している [3]。

本稿では、以前の論文で提案した本システムの概要を述べた後、試験的に実装した提案システムを運用した際の負荷について計測と評価を行う。

2 提案方式 [3]

1 章で挙げた 3 つの機能を実現するため、従来の P2P ファイル共有ネットワークをベースとして、その上位

レイヤで動作する新たなシステムを提案している。

具体的には、P2P ファイル共有ネットワーク上で流通するファイルを、データ・プロパティ・ポインタの 3 つの要素に分割した新たなデータ構造を定義する (図 1)。提案システムは、個々のファイルから 3 つのデータ構造を生成し、各要素をそれぞれ異なる経路で流通させることで、P2P ファイル共有ネットワークを情報配信基盤として機能させる。

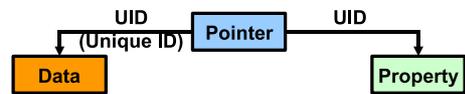


図 1: 本システムで定義する新たなデータ構造

提案システムでは、各ファイルが持つ実データとメタデータを分離し、前者をデータ、後者をプロパティと呼ぶデータ形式で扱う。また、提案システムは、データとプロパティのそれぞれに固有 ID (Unique Identifier) を与える。このうち、データはこれを暗号化した上で、データに付与された固有 ID をファイル名に代えて探索キーとして、P2P ファイル共有ネットワーク上で流通させる。

第一に、一意な識別子を保持するポインタを介することで、コンテンツへの一意なアクセスを保証する。ポインタは、データとプロパティという 2 つの要素への固有 ID を同時に保持するデータ形式である。またポインタは、データの暗号化に用いた暗号鍵を固有 ID と共に格納し、任意のサーバ上で公開する。これにより、システムの利用者は、ポインタに格納された固有 ID をキーとすることで、常に P2P ファイル共有ネットワークから同一の内容を持つデータを取得できる (図 2)。

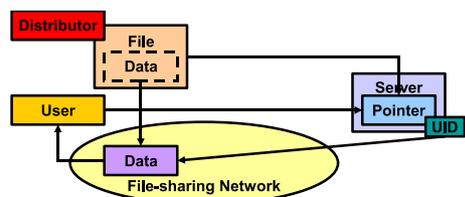


図 2: ポインタを介したコンテンツの流通と取得

第二に、ポインタへのアクセスを管理する仕組みを導入することで、P2P ファイル共有ネットワーク上で流通するコンテンツのコントロールを実現する。ファイ

A Implementation of large-scale distributed storage on P2P file-sharing network
 †Yuta Okamoto, Tomonori Hiruta ‡Hayato Yamana
 †Graduate School of Science and Engineering, Waseda University
 ‡Faculty of Science and Engineering, Waseda University

ルをデータとプロパティに分離する際にデータを暗号化したことで、データが P2P ファイル共有ネットワーク上を流通しても、データのみでは意味を成さないものとして扱うことができる (図 3)。

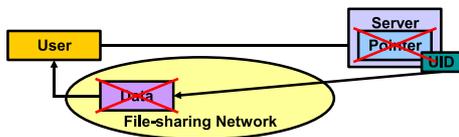


図 3: ポインタによる流通コンテンツのコントロール

第三に、プロパティに対して、システム利用者による流通コンテンツへのレーティング情報を付与する。プロパティ自身は、ファイルに対する様々な形式のメタデータを格納する汎用のデータ形式として定義される。各システム利用者が、ウィルス感染に関するレーティング情報をプロパティに付与することで、他の利用者は事前に危険なファイルを判別することができる。

3 評価

本研究では、任意のファイルから 2 章で提案したメタデータ群 (図 1) を生成するシステムを実装し、二つの評価を行った。

第一に、ファイルからメタデータ群への変換と復元によるオーバーヘッドを検証するため、実際にメタデータの生成速度を測定し、通常のファイルの読み書き速度との比較を行った。複製速度を基準としてメタデータ生成速度の倍率を示したのが図 4 である。この結果から、メタデータ生成速度の倍率は複製速度の約 2.4 倍から 1.0 倍の間であることが分かる。また、生成・復元においては、小さいファイルほど倍率が上昇することから、実行時オーバーヘッドの影響が大きいことも分かった。

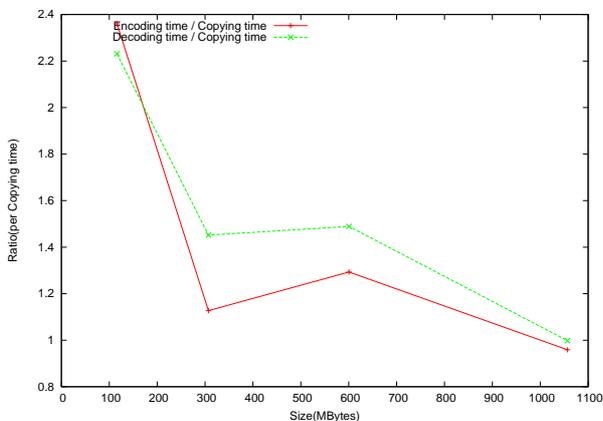


図 4: 複製速度に対する生成・復元速度の比率

第二に、本システムにおいて性能上のボトルネックとなることが予想されるポイントのサーバ上での配布について、上記で生成したポイントを HTTP サーバで配布する際の負荷について測定し、評価を行った。約 1GB の評価用ファイルから生成したポイントについて、同時ダウンロード数ごとに 1 分間に成功したダウンロード数を示したのが図 5 である。この結果から、同時ダウンロード数を増やすと一時的にダウンロード成功数も上昇するものの、同時ダウンロード数が 200 の付近から成功数が減少に向かうことが分かる。しかし、同時ダウンロード数を 1000 に設定した場合でも 6000 回のダウンロードに成功しており、十分な量のファイル流通を処理できることが分かった。

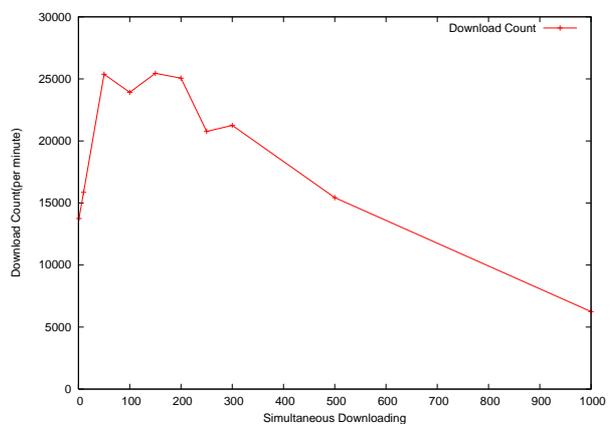


図 5: ポインタのダウンロード成功数

4 まとめ

本稿では、既存の P2P ファイル共有ネットワークを利用した新しい情報配信システムと実現法を述べた上で、試験的な実装に基づいて評価を行った。

今後は、本稿で評価に用いた実装を発展させて、P2P ファイル共有システム上で動作する API モジュール「DiMPS(Distributed Meta-P2P Storage)」の実装を進めていく。また、この API の実装を進めていくことで、本システムの有効性を検証していきたい。

参考文献

- [1] Gnutella: <http://www.the-gdf.org/>
- [2] Winny: <http://www.geocities.co.jp/SiliconValley/2949/>
- [3] 岡本雄太, 蛭田智則, 山名早人: "P2P ファイル共有ネットワーク上で動作するメタファイルシステム", 日本ソフトウェア科学会インターネットテクノロジーワークショップ 2005(WIT2005) (2005)