

次世代 P2P 型コンテンツ流通高度化技術に関する研究開発 (0231029)

Development of Next Generation P2P Content Distribution System

苫米地英人 コグニティブリサーチラボ株式会社
Hideto Tomabechi, Cognitive Research Laboratories, Inc.

美馬 秀樹 東京大学
Hideki, Mima, Univ. of Tokyo

研究期間 平成 14 年度～平成 16 年度

概要

ブロードバンドが世界的に普及することにもない、P2P 方式による情報交換は、その分散性、グリッド性による大きな利点から、今後のコンテンツ流通の主流となることが期待されている。しかし現在の P2P 技術には、コンテンツの整合性、権利保護、セキュリティ、鮮度の確保が難しい、などといった問題がある。そこで本研究開発では、これらの問題を解決するため V2P 方式という次世代 P2P 型方式を提案した。V2P 方式では、仮想ノードをコンテンツごとに設け、このノードに関わる情報をクライアントにおける自然言語処理を始めとした知識処理技術で表現する。さらに、仮想ノードレベルで権利保護を行う技術である次世代型の情報共有技術の実現のために、V2P 技術で提供されるコンテンツ情報表現を分散サーバ上でリアルタイムのプッシュ処理により融合し、インデックス化を行い、検索対象とするメカニズムを実装する。また P2P 下でのセキュリティに関し、コンテンツ毎ではなく、配信における受け取り手毎の暗号化を、Peer 間において、個別認証とあわせて実現することで確保する。よって本方式により、上記の問題を解決することが可能となった。

Abstract

We propose a new generation P2P content sharing system in which the consistency of contents in the network is maintained after updates or modifications. The new scheme is named V2P (Vnode2Peer) and it maintains the information about updates of contents, right protection and management, security, and data freshness. Links are maintained to downloaded contents from the distributed servers and updates and modifications to the contents are immediately detected and hence reflected on the future P2P downloads. Natural language processing such as morphological analysis and parsing is performed in a distributed manner by the P2P clients and updates on inverted indices stored in the servers are concurrently conducted to provide efficient full-text search. The entire systems, both clients and servers are nonstop updatable while running, using dynamic object-oriented technology.

研究内容

ブロードバンド社会において、P2P 方式はコンテンツ流通の主流となることが期待されている。しかしながら、現在の P2P 技術には、コンテンツの整合性、権利保護、セキュリティ、鮮度の確保が難しい、などといった問題がある。

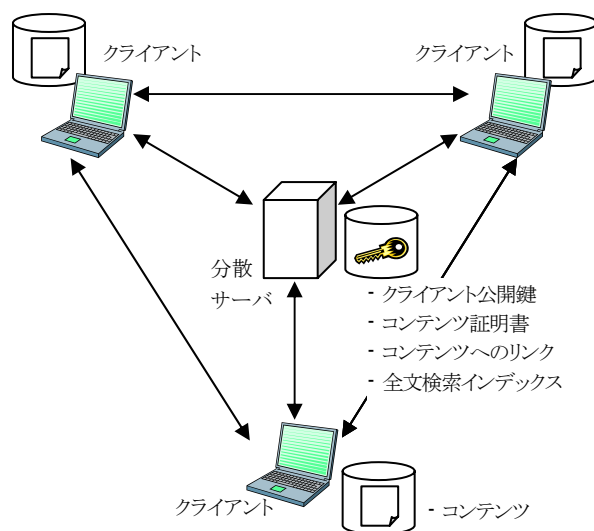
本研究開発の V2P 型次世代型 P2P は、これらの問題を解決する。V2P 方式では、仮想ノードをコンテンツごとに設け、このノードに関わる情報をクライアントにおける自然言語処理を始めとした知識処理技術で表現する。さらに、仮想ノードレベルで権利保護を行う技術である次世代型の情報共有技術の実現のために、V2P 技術で提供されるコンテンツ情報表現をサーバ上でリアルタイムのプッシュ処理により融合し、インデックス化を行い、検索対象とするメカニズムを実現した。また P2P 下でのセキュリティに関し、コンテンツ毎ではなく、配信における受け取り手毎の暗号化を、Peer 間において、個別認証とあわせて実現することで確保した。また、これらのプロトコルを SOAP で定義し、実装した。

本研究開発で提案している V2P 方式は、クライアントに保持されているコンテンツに対して、中央サーバにリンクと呼ぶメタデータを管理することにより、コンテンツの整合性維持および高度な情報検索を実現する。本方式の P2P コンテンツ共有システムの構成を以下の図に示す。

本方式では、クライアントが他のクライアントからコンテンツをダウンロードする際に、分散中央サーバにおいてコンテンツがどのクライアントにダウンロードされたかを管理している。また、コンテンツの公開者は自分の秘密鍵を用いてコンテンツに電子署名を行い、コンテンツのユニークな ID とともに検索サーバに登録する。分散中央サーバは、コンテンツの ID と版に対応した電子署名とを管理する。クライアントは、コンテンツの ID と版を元に分散中央サーバに問い合わせることにより、コンテンツの版に対応した電子署名を得ることができる。これによりクライアントは、コンテンツが公開されてから改ざんされていないことを確認することができる。

コンテンツが更新されたときには、そのコンテンツの古い版をダウンロードしたクライアントは、分散中央サーバに問い合わせることにより、同じ ID で最新のコンテンツを検索することができる。この手法では、コンテンツの最新版をダウンロードしたノードの ID が、そのコンテンツ ID に対応するリストに追加される。検索サーバに対してクライアントがコンテンツのダウンロードを要求した場合には、そのリスト中から適当なノードを選択し、ダウンロード要求者に返却する。コンテンツが公開者によって更新された場合には、コンテンツに対応するノードのリストはクリアされる。

本方式では、分散中央サーバにおいて全文検索を実現してい



る。接続するクライアントが増加するに従ったサーバの負荷増大を軽減するために、接続するクライアント間に分散してキャッシュを行う手法を開発した。また、分散協調サーバの信頼性を高めることを目標として、自律クラスタリング技術の研究開発を行った。問題となるのは、キャッシュを分担しているクライアントが接続を切断した場合や、過負荷によって処理が行えない場合の対策である。クライアントが検索要求を出したときに、キャッシュ担当クライアントがネットワークからの離脱や過負荷状態であることなどにより利用できなかった場合には、検索要求を出したクライアントは自分のキャッシュのリスト上でそのキャッシュに無効マークをつけ、次の区間に割当てられているキャッシュ担当クライアントに検索を要求し直し、そのキャッシュ担当クライアントが検索要求を処理する。クライアントにおいて利用できないキャッシュが一定以上になった場合には分散中央サーバに要求を行い、キャッシュのリストを再取得する。以上のような仕組みで分散検索クラスタリング処理を行うことによって、分散検索の信頼性を高めた。また分散協調サーバ技術においては、ソフトウェアの更新時などでも無停止であることが重要となる。この解決には動的オブジェクト技術の組み込みにより対応した。

プログラムを実行中にその振る舞いを動的に変更するという仕組みを実現するために、まず変更する部分のモジュールをバイトコードに再コンパイルし、そのバイトコードをバーチャルマシン上で再ロードすることでその変更部分をリアルタイムに更新することができる。一つのインプリメンテーション例として、動的にソフトウェアの振る舞いを更新するために Java 言語を用い、モジュール（クラス）単位で更新する機構について研究を行った。

更に、より動的オブジェクト指向の性格の強い、ANSI Common Lisp 言語を用いた研究も平行して行った。動的縛りに加え型指定も動的に可能な高度化された動的性向が実現された ANSI Common Lisp (Allegro Common Lisp)並びに ANSI Common Lisp 上の CLOS 動的オブジェクトシステムを利用した研究を行った。この研究では、バイトコード再ロードを使わずに、ランタイム時に、システムを稼働したまま、動的オブジェクトをネットワーク上で配信し、動的オブジェクトのリアルタイム入れ替えのみで、システムの振る舞いをリアルタイム変更可能であることが検証された。これは、万が一、システムにセキュリティホールが見つかった場合などに、全体システムを稼働したまま、完全無人運用で、セキュリティパッチを充てることを可能とすることを示している。また、任意のタイミングでのバージョンアップもシステムを一切停止することなく、実現可能であることが検証された。P2P モデルにおいては、特にクライアントは極めて多数のクライアントが稼働し、また、特にシステムの知識を持たない一般ユーザがクライアントを稼働することが前提であるので、これらのピアクライアントが、外部からのオブジェクトのセキュアな配信のみでセキュリティや権利保護状態を最新に保つことのできる標準プラットフォームが提供できることが確認された。

研究結果

本研究開発の結果、V2P 方式を構成する以下の機能群を構築した。

	内容	機能
平成14年度	クライアント側	<ul style="list-style-type: none"> ・V2P クライアント機能 ・インデックス生成機能 ・VPD クライアント関連機能 ・V2P/VPD 方式通信関連機能
	全体検証のためのサーバプロトタイプ	<ul style="list-style-type: none"> ・Vnode および各種リンクの生成、管理機能 ・Vnode の属性による検索機能 ・インデックスを利用した全文検索機能 ・クライアントおよびユーザの認証機能
平成15年度	プロトコル	<ul style="list-style-type: none"> ・コンテンツの整合性維持手法 ・全文検索手法 ・SOAP 上でのプロトコルの策定
	リファレンス実装としての Java プロトタイプ	
平成16年度	サーバ側	<ul style="list-style-type: none"> ・分散検索インデックス技術 ・自律クラスタリング技術
	動的オブジェクト指向を適用したクライアントおよびサーバの実装	<ul style="list-style-type: none"> ・動的オブジェクト指向の適用によるサーバ更新技術

標準化活動に関しては、ITU-T の国際会議に 2 回 IETF の国際会議に 1 回出席。提案もそれぞれの団体で 1 件ずつ行った。その他、海外大学、政府機関等で標準化に関する重要な意見交換会並びに講演会を行なった。

誌上发表リスト

- [1] Yasuaki Takebe, Hideki Mima, Hideto Tomabechi, "Conference on Natural Language Processing, An Efficient Information Retrieval Technique for P2P Content Sharing Systems", The first International Joint(2004/3)
- [2] Yasuaki Takebe, Hideki Mima, Hideto Tomabechi, "A Novel Method for Content Consistency and Efficient Full-Text Search for P2P Content Sharing Systems", ACM SIGCOMM2004
- [3] Yasuaki Takebe, Hideki Mima, Hideto Tomabechi, "Conference of Parallel and Distributed Systems, A New Method of Content Consistency Maintenance and Full-Text Search towards Secure and High-Performance P2P Content Sharing", IEEE The 10th International

他 2 編

申請特許数 5 件

ホームページによる情報提供

URL <http://www.v2p.jp/> V2P 技術解説、プロトコル定義、デモシステム公開 (2005.03.31 公開)