

# トレーサビリティ機構を有する P2P レコード交換システムの開発

飯田 卓也<sup>†</sup> 李 峰榮<sup>††</sup> 石川 佳治<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> 名古屋大学 工学部 電気・電子情報工学科 情報工学コース <sup>††</sup> 名古屋大学 大学院 情報科学研究科  
<sup>‡</sup> 名古屋大学 情報連携基盤センター

## 1 はじめに

個人用コンピュータの高性能化，ブロードバンド・インターネット環境の普及に伴い，個人と個人を直接結ぶ通信手法として，P2P ネットワークが注目を集めており，現在，ファイル交換やインターネット電話などにおいて広く利用されている．P2P ネットワークを用いることにより，データやサービスをネットワーク上の個々のコンピュータ (ピア) で分散管理でき，特定のサーバに依存しない柔軟なシステムを構築できる．一方，データの複製や変更がネットワークの各所で発生するため，データの作成元や変更経緯などの情報を取得することが難しいという問題がある．

このような背景に基づいて，本研究グループでは，データベース技術を基盤として，トレーサビリティ機構を有した P2P レコード交換システムの開発をおこなっている．ここでいうトレーサビリティとは，データがどのような経路で手元にあるのかといった，データの経路に関する情報を追跡できることを示す．本稿では，システムについて，その概要を述べる．

## 2 システムの概要

### 2.1 システムの特徴

本システムは，P2P ネットワーク上のピア間におけるレコード交換，ユーザによるレコードの新規登録，変更，削除をおこない，個々のユーザのレコード集合を柔軟に共有するレコード交換システムである．

レコードとは，属性と値からなるタプル構造のデータを意味しており，そのスキーマは P2P ネットワーク上で共有されている．図 1 に，例としてレコード集合 Novel を示す．この例では，小説のタイトル，著者，言語，発表年に関する情報を含むレコード集合が，あるピア内に保持されている状況を表している．

タイトル	著者	言語	発表年
Madame Bovary	Gustave Flaubert	French	1857
David Copperfield	Charles Dickens	English	1849

図 1: レコード集合 Novel

ユーザは，P2P ネットワーク上で，興味のあるレコードについての情報を検索，閲覧し，自分の気に入ったものがあれば，ローカルなレコード集合に追加する．検索されたレコード，登録されているレコード

に関して，レコード作成者や，変更履歴などのより詳細な情報を得たいときは，それに対応したトレーサ処理をおこなう．

システムは，主として以下の機能を有している．

- 検索機能：レコードの属性に対し指定された条件をもとに，該当するレコードを P2P ネットワーク上から探しだし表示する．検索機能については，既存の P2P 検索技術を活用する．
- 登録機能：検索の結果得られたレコードや，ユーザ自身が作成したレコードをローカルなレコード集合に登録する．登録されたレコードは，トレーサ処理の対象となる．
- 修正・削除機能：既存のレコードの修正・削除を行う．削除の際，トレーサビリティ機能の実現のため，履歴データ内に情報が保持される．
- トレース機能：トレーサビリティを実現する，本システムの最も特徴的な機能である．レコードの出所や入手経路などに関する問合せが与えられたとき，各ピアに保持されている履歴情報を基に，それに答える．そのため，P2P ネットワーク上で再帰的問合せを実行する．
- 参加・退出機能：参加は P2P ネットワーク上の任意のピアに接続することによりおこなう．退出時は，トレーサ機能の維持のため，近隣のピアに履歴情報をコピーした後，ネットワークを離脱する．また，本システムでは，ピアがネットワーク上から突然いなくなることは想定しておらず，必ず退出時の処理をおこなった後，離脱するものとする．

### 2.2 システムの構成

本システムの構成を図 2 に示す．本システムは，P2P ネットワークに参加する各ピア上で稼働し，レコード集合を永続的に管理し，その一部を P2P ネットワーク上で共有する．レコード集合は，リレーショナルデータベース管理システム (RDBMS) によって管理をおこない，整合性を保証する．データベースには，レコード自身の情報の他に，どのピアからレコードをコピーしたのかなどの履歴情報などが管理されている．

Takuya Iida<sup>†</sup>, Fengrong Li<sup>††</sup>, Yoshiharu Ishikawa<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> Department of Information Engineering, School of Engineering, Nagoya University

<sup>††</sup> Graduate School of Information Science, Nagoya University

<sup>‡</sup> Information Technology Center, Nagoya University

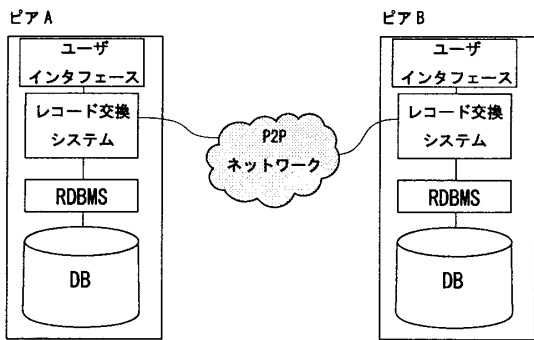


図 2: システムの構成

### 3 システムの実装手法

システムの特徴的な機能であるトレース機能の実現方式について説明する。

トレース処理は、データベース (DB) に記録されている履歴情報を元におこなわれる。履歴情報として、自身がコピーしたレコードについて、レコード ID (RID)、コピー元のピア、コピー元の RID、コピーされた時刻が記録され、同様に、他のピアによってコピーされたレコードについて、RID、コピー先のピア、コピー先の RID、コピーされた時刻が記録される。なお、同一のレコードであっても、各ピアの DB ごとに RID が異なるため、コピー元、コピー先の RID の記録が必要となっている。また、レコードを修正した際には、修正前と修正後の RID は異なるものとし、修正履歴が記録される。

図 3 に、ネットワーク上のトレース処理の例を示す。ピア A が RID #A013 のレコードの作成者を求める問合せを発行したとする。

1. ピア A は自身の DB より、RID #A013 のレコードはピア B の RID #B042 のレコードをコピーしたものだという情報を得る。

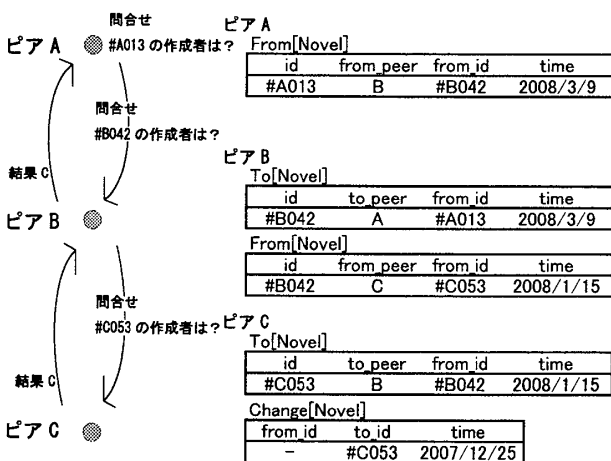


図 3: トレース処理の例

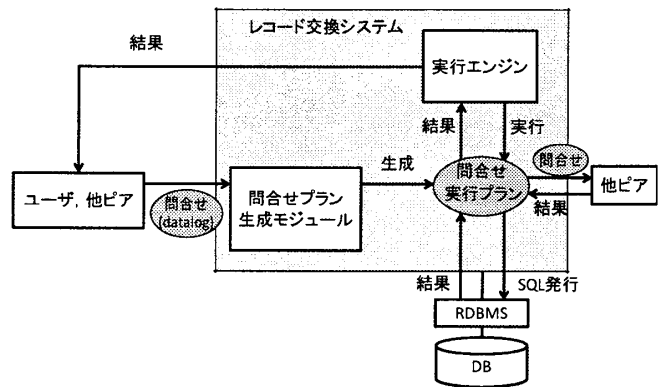


図 4: トレース処理の流れ

2. ピア A はピア B に RID #B042 のレコードの作成者を求める問合せを出す。
3. 同様に、ピア B は自身の DB に問い合わせた後、ピア C に RID #C053 のレコードの作成者を求める問合せをおこなう。
4. ピア C は Change リレーションより、RID #C053 のレコードが自分の作成したものだわかるので、ネットワークを經由してピア A に回答する。

トレース処理の問合せ記述には、datalog を用いる。トレース処理は、再帰的で、複雑な処理となるため、その記述が比較的難しいが、宣言的な言語である datalog を用いることにより、再帰的なトレース処理を簡潔に記述できる [1]。

トレース処理をおこなう際のシステム内の処理手順を図 4 に示す。datalog で記述された問合せは、コンパイルされ、問合せ実行プランへと変換される。問合せ実行プランは一種のスクリプトであり、SQL によるローカルな DBMS への問合せ処理、他のピアへの問合せメッセージ送信処理、他のピアからの問合せ結果の統合処理が含まれている。

### 4 まとめ

本稿では、トレーサビリティ機構を有した P2P レコード交換システムの概要について述べた。今後、システムの実装を進めると共に、ピアの突然の離脱への対応や、トレース処理の最適化について検討していく予定である。

### 謝辞

本研究の一部は、科学研究費 (19024037, 19300027) および放送文化基金の助成による。

### 参考文献

- [1] 李峰栄, 石川佳治. トレーサブルな P2P 情報流通のためのデータモデルの提案. 情報処理学会研究報告, Vol. 2007, No. 65, pp. 461-466, 2007.