

## Erlang を用いた P2P レコード交換システムのためのシミュレータ構築

堀田 孝司<sup>†</sup> 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

近年、自律性、負荷分散の特徴を持つ P2P ネットワークが注目を集めており、データ共有や動画配信など、多くのアプリケーションに利用されている。P2P ネットワークにおける情報交換では、データの複製や変更が各所で発生するため、データの信頼性を確保するためには、データがどのように流通してきたか、どのような変更が行われたかなどを追跡することが必要となる。そこで本研究グループでは、P2P ネットワーク上における情報流通・交換を行うことを想定して、流通するデータのトレーサビリティを実現するためのレコード交換システムを提案している [1, 2].

P2P ネットワークなどの分散システムでは、開発したアプリケーションを評価する際に実際に数千~数万ノードの端末を起動して評価することはコストなどの面で非常に困難であるため、シミュレーションを用いて評価を行うことが多い。しかし DHT、検索機能、トラフィック量を評価するためのシミュレータは多く存在するが、情報流通・交換に焦点を当てたものは数少ない。このような背景から本研究では、提案システムの振舞いを解析するための本 P2P レコード交換システムに対する Erlang を用いたシミュレータの開発を行っている。本稿では、本シミュレータの設計および実装について述べる。

## 2 シミュレータの概要

本シミュレータは、P2P レコード交換システムのように、情報流通・交換においてのシステムを解析、評価するための P2P シミュレータであり、データがどのように流れるかを表示、解析し、システムの実用性を評価することを主な目的としている。

本シミュレータの主な特徴は以下の点があげられる。

- Erlang による実装: Erlang は、Ericsson の研究所において開発されている関数型プログラミング言語である [3]。P2P シミュレータでは大量の並列処理は必要不可欠である。Erlang はリソースの消費が少なく効率的な分散処理が可能のため、その実装に適している。また、OTP(Open Telecom

Platform) という汎用的な動作をまとめたライブラリの利用により、記述するコードの簡略化し、信頼性の高いシステムを作成することができる。ゆえに大規模、並列分散のシミュレータを比較的楽に構築することが可能である。

- プラットフォームとアプリケーションの分離: 本シミュレータでは、ピア上で動作するアプリケーションとシミュレータの土台となるプラットフォームを分離した設計となっている。他のアプリケーションを実装して解析、評価を行うことも可能である。
- オーバーレイに注目したシミュレータ: ピアとピアの接続のみに注目しているため、ノード間の帯域や遅延、パケットロスは無視しており、比較的シンプルな設計となっている。

## 3 シミュレータの設計と実装

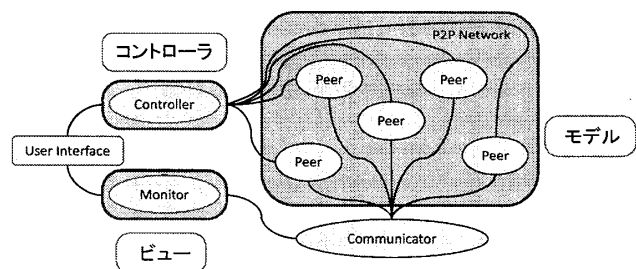


図 1: シミュレータの構成

本シミュレータの構成を図 1 に示す。本シミュレータは、MVC(Model View Controller) アーキテクチャを利用して構成している。そのほかの構成要素としてコミュニケータとユーザインタフェースが存在する。

- コントローラ: MVC のコントローラに相当する。ユーザインタフェースからの入力された命令をピアに送信する。命令には、参加、退出、振舞いがある。ネットワーク上に存在するピアの管理も行う。
- P2P ネットワーク: モデルに相当する。ピアはコントローラからの命令や他のピアからの通信を受信し、その命令、通信に応じた動作を行い、コミュニケータに通知する。ピアの基本の動作は、参加、退出、通信である。その他の動作は、拡張モジュールをロードすることにより、ピアにアプリ

Construction of a Simulator for a P2P Record Exchange System using Erlang

Koji Hotta<sup>†</sup>, 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

ケーションをインストールをしてそのアプリケーションの動作をさせることが可能である。

- モニタ: ビューに相当する。ピアの通信内容や動作状況をコミュニケータから受け、ログを書き込む。ユーザは、ユーザインタフェースを通して、解析したい動作を入力することができ、ユーザインタフェースに動作を通知する際に、フィルタリングを行い解析したい動作だけを通知する。ログから統計情報を取得することも可能である。
- ユーザインタフェース: このシミュレータの入出力部にあたる。ピアへの命令を入力し、モニタからのピアの動作結果を出力する。拡張モジュールをロードすることにより、ピア上のアプリケーションの動作に対応した命令のセットの入力が可能となる。
- コミュニケータ: ピア間の通信やピアの動作状況をすべて受信しモニタに通知する。ピア間の通信の橋渡し役となっている。

コントローラ、モニタは、OTP の gen\_server モジュールを利用し、サーバとして実装している。gen\_server はサーバが持つべき基本的な挙動パターンをまとめたモジュールであり、一種のひな形である。gen\_server をコールバックモジュールにより拡張することで、目的に特化したサーバを構築できる。

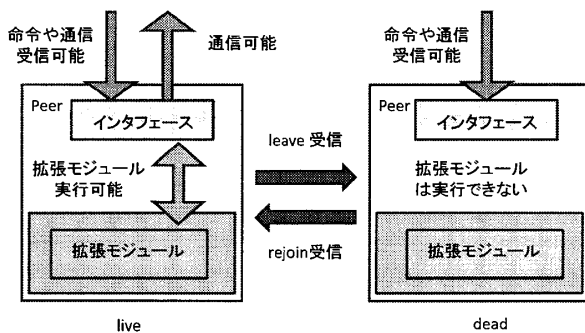


図 2: ピアの実装のイメージ

ピアの実装のイメージを図 2 に示す。ピアの通信は Erlang メッセージパッシングで行っており、ピアの動作は非同期で行われ、ピアは送信した通信結果を待たずに次の命令を受信し動作に移る。ピアには live と dead という 2 つの状態がある。live はネットワークに参加しており、dead はネットワーク上に存在していない状態を表し、状態でインタフェースの動作が切り替わる。live の場合は、命令やメッセージの受信、拡張モジュールを実行、他ピアへメッセージを送信が可能、dead の場合は、命令やメッセージの受信するが、ピアは動作しない。コントローラから leave または rejoin の命令を受信すると状態が変更する。

本シミュレータに P2P レコード交換システムを用いた際のシミュレータの処理の流れを図 3 に示す。ユーザインタフェースに命令を入力すると、ピアが命令に合った動作を行い、その結果をコミュニケータ、モニタを通してユーザインタフェースに表示するといった流れとなっている。P2P レコード交換システムは、データベース技術を基盤とし、レコード構造の情報を交換することで、情報の流通経路を追跡できるトレーサビリティの機能を有したシステムである。トレース処理の間合せ記述には、datalog を用いており、再帰的なトレース処理を簡潔に記述できる。datalog がピア内部でコンパイルされ、スクリプトが生成される。このスクリプトを実行することにより、ローカルな DBMS への問合せ、他ピアへの問合せ、問合せ結果の統合処理を行う。P2P レコード交換システムの詳細に関しては、[1, 2] を参照されたい。

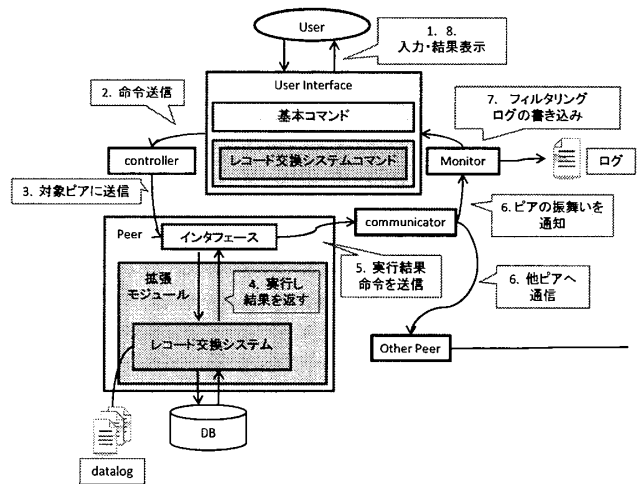


図 3: シミュレータの処理の流れ

## 謝辞

本研究の一部は科学研究費補助金 (19024037, 19300027, 18200005) による。

## 4 まとめ

本稿では、Erlang を用いた P2P レコード交換システムのためのシミュレータの概要と実装について述べた。今後シミュレータ、P2P レコード交換システムの実装を進め、本シミュレータのスケラビリティなど定量的評価を行っていく予定である。

## 参考文献

- [1] 李峰榮, 飯田卓也, 石川佳治. P2P ネットワークにおけるトレーサビリティを有するレコード交換システム機構. 電子情報通信学会第 19 回データ工学ワークショップ (DEWS2008), 2008 年.
- [2] 飯田卓也, 李峰榮, 石川佳治. トレーサブルな P2P レコード交換システム PI-REX の設計. 情報処理学会研究報告, Vol. 2008, No. 88, pp. 289-294, 2008 年 9 月.
- [3] Joe Armstrong. プログラミング Erlang. オーム社, 2007 年. 榎原 一矢 訳.