

論文の内容の要旨

論文題目 分散システム上のオブジェクトトレーサビリティに関する研究

氏名 土井 裕介

商品トレーサビリティシステム及び流通管理システムはじめとして、気象センサ、交通流監視、ビル・ファシリティ管理などといった大規模社会基盤に至るまでの様々な応用領域において、情報通信ネットワーク及び分散システム技術に基づくアプリケーションが提案され、一部は普及しつつある。このようなネットワークシステムが浸透するにつれ、システムの境界領域における融合・マッシュアップ、あるいは既存システム要素に対する新規システムによる相乗りのような現象が発生すると考えられる。

このような、複数の分散システムが相互に接続・相乗りする環境における障害発見・解決は、原因と結果の関係が複数システムにわたることから、従来のシステムに比べて格段に困難になることが予想される。社会基盤としてのネットワークシステムの信頼性を高めるために、困難な環境下であっても迅速な障害発見・解決手段が必要である。信頼性を高めるための一つの手法として、障害発生時に、いかに迅速に障害原因を突き止め、その波及範囲を切り分けるか、という課題がある。

本研究では、この課題に対して、システムにトレーサビリティの性質を導入することで解決する。具体的には、システム上のトレース対象となるエンティティ同士の関係、特にデータ受け渡しの前後関係、及び、処理の時間的前後関係を記録することで、障害発生時の原因の突き止めと波及範囲の切り分けを容易にする。

一方、現実的なシステムにおいて、新規にトレーサビリティに対応するシステムを導入することはまれである。実際には、品質管理のための履歴管理・記録システムが存在しており、このような既存の記録から情報をつなぎあわせてトレーサビリティという性質を実現する必要がある。

本研究では第一に、既存の履歴管理・記録システムに存在する情報を射影し、共通のフレームワークとするための基盤として、システム間トレーサビリティを表現するためのモデルとして、トレースグラフを定義する。トレースグラフは、トレース対象を節とし、トレース対象とトレース対象との間を弧とする。既存の履歴管理・記録システムを含め、システム間の情報のやりとりを本モデルに帰着させることにより、共通のモデルに基づくトレース情報の交換が可能となる。

第二に、モデルとしてのトレースグラフを分散管理可能とするためのフレームワークとして、DNS (Domain Name System) を派生させた「トレースレコード」と呼ぶ方式を提案する。DNS を利用することにより、既存のクライアント・サーバのインフラストラクチャを利用できる。また、木構造名前空間の分散管理についての実績が十分ある上、DNS の木構造を用い、特定の管理者によるトレース対象を一つの枝の下に集めることができるようになり、高い管理性を実現できる。

第三に、個別のトレース情報のエントリ数が多くなった場合に、トレース情報のエントリをフラットに管理するための仕組みとしての DHT-DNS マウントを実装・評価した。これは、DHT (Distributed Hash Table) を DNS の枝としてシームレスにマウントする仕組みである。あわせて、DHT をストレージとして利用した際のデータの保全性を効率的に実現する分散-分散データコピー方式を評価した。

本研究により、多様な分散システム上の多量のトレース対象間の関連性を記録し、トレーサビリティを実現する仕組みを実現した。本研究の成果を利用することで、スマートグリッドなど、社会的要請が高い基盤技術において、障害原因の迅速な発見と波及範囲の迅速な切り分けを実現でき、より信頼性の高い社会基盤システムの実現に貢献する。