

プロジェクト名： P2P サービス基盤における分散スケジューリングに関する
基礎的研究

プロジェクト代表者： 吉田 紀彦(情報メディア基盤センター・教授)

1. 研究目的

従来の P2P (ピアツーピアネットワーク) はもっぱらコンテンツの共有配信に用いられているが、近い将来、サービスを提供する基盤にもなっていくであろうことは確実であり、萌芽的なシステムも現れ始めている。これは、現在の Web がもはやコンテンツ配信だけにとどまらず、「Web サービス」としてサービス提供の基盤となっているのと、全く同様である。我々はこのような将来動向をみすえて、「P2P サービス」の基盤構築への取組みを進めており、モバイルスレッドを用いた基盤構築の提案が、科学研究費補助金 基盤研究(B)(一般) に平成 24~26 年度の研究課題として採択された。

従来の P2P コンテンツ共有配信において、コンテンツは互いに独立である。それに対して、P2P サービス基盤では、複数サービス間の連携を考える必要がある。上記の基盤研究(B) では、P2P という物理ネットワークの上にサービス連携関係という論理ネットワークを写像する方式を研究項目の一つとしている。本プロジェクト研究費申請では、この連携の動的・分散的な制御という発展的な観点から研究を推し進める。

P2P は中央機構がなく、サービス連携を自律分散的に制御しなければならない。特にワークフローへの応用などに典型的にみられるように、期限など時間制約がある場合には、それを満たすための順序制御、すなわちスケジューリングが根本的に重要となる。このような P2P 上の分散スケジューリングは、P2P サービス基盤そのものが新しいこともあって、世界的に見てもまだ全く関連研究事例が見当たらない。そこで、関連する一般的手法である分散制約充足などの理論的研究も踏まえて、P2P 分散スケジューリングの方式設計を目指す。そして、科学研究費補助金 挑戦的萌芽研究、次の基盤研究などへの申請に結びつける。

2. 研究内容と成果

上記の目的に向けた具体的アプローチとして、次の 2 テーマに焦点をあてて研究を遂行した。

(1) 動的 P2P による規模追従型ストリーム配信

ストリームコンテンツの比重や重要性がインターネット上で飛躍的に高まってきている。ストリームはデータ量が巨大だけでなく、時間的な幅を持って順次配信され、その時間軸上で配信を同期させる必要があり、スケジューリングの重要性が端的な形で現れる。本研究では、動的コンテンツ配信ネットワークに関するこれまでの研究成果を発展的に応用し、ストリームを断片(以下、セグメントと呼ぶ)に分断して順次配信する方式を基礎に、この課題に取り組んだ。ストリームでは複数セグメントが順序という相互関連を持つが、動的 P2P ではコンテンツ配置やネットワークポロジが動的に変化し、ストリームを構成するセグメントごとに異なるノードから提供される可能性がある。そこで、セグメント間の順序の保存、複数サーバ間でのセグメントどうしの同期の問題を自律分散的に解決する方式について、基礎的な検討を行い、今後の展開の基盤固めを行った。

(2) 分散データベースと分散トランザクションの細粒度化

一般にサービス基盤の実用化に向けては、Web サービスと同様に、バックエンドのデータベース(DB)との連携が重要となり、それは P2P サービス基盤でも変わらない。分散 DB などに関する従来の関連研究の成果を活用することが考えられるが、P2P のような細粒度の分散化では、分散 DB の細粒度化が必要となる。そして、スケジューリングの単位となるトランザクションについても、分散トランザクションの細粒度化が重要な課題となる。その分散実装においては、中央の制御機構やノード間の主従関係を想定しない、という大きな要件がある。そこで、問題の洗い出しを踏まえ、分散 DB と周辺の関連技術にとどまらず、例えば分散共有メモリや分散制約充足などまで広く文献調査を行い、特に分散トランザクションの細粒度化に必要な通信量の削減手法について考察と検討を進め、今後の展開の基礎固めを行った。

(3) 成果

関連研究成果を幾つかの研究会で発表し、意見交換なども行なった。また、関連する技術論文が、分担執筆の形で英文専門教科書に掲載決定した。現在は、学術論文誌への複数の論文投稿が査読を受けているところである。そして、平成 25～26 年度の科学研究費補助金 挑戦的萌芽研究が採択され、当初の目的を十分に達成した。

関連外部資金

- 日本学術振興会科学研究費 基盤研究(B) (一般), 「モバイルスレッドによるピアツーピア・サービス基盤に関する研究」(代表 吉田), 平成 24～26 年度, 6,400,000 円。
- 日本学術振興会科学研究費 挑戦的萌芽研究, 「弱構造型ピアツーピア・ネットワークの実現に関する基礎的研究」(代表 吉田), 平成 25～26 年度, 1,400,000 円。

関連業績

- (1) Norihiko Yoshida, "Adaptive Streaming on Adaptive Content Distribution Network", Advanced Content Delivery and Streaming in the Cloud (Mukaddim Pathan, Ramesh K. Sitaraman, and Dom Robinson, eds.), Wiley, 掲載決定 (2013)
- (2) 森 幸克, 松本 倫子, 吉田 紀彦, "組込みシステムの IP ネットワークにおける自律的な経路制御", 情報処理学会 第 75 回全国大会論文集, Vol.1, pp.153-154, 仙台 (2013)
- (3) 渡辺 雄太, 松本 倫子, 吉田 紀彦, "無線モバイル端末の Wi-Fi Direct による電波強度を用いた位置推定", 情報処理学会 第 75 回全国大会論文集, Vol.3, pp.199-200, 仙台 (2013)
- (4) 吉田 学史, 松本 倫子, 吉田 紀彦, "非構造型 P2P ネットワークのスケールフリー性を活用した検索効率化", 情報処理学会 第 75 回全国大会論文集, Vol.3, pp.327-328, 仙台 (2013)