

平成22年度研究開発成果概要書
「ダイナミックネットワーク技術の研究開発」
(大規模資源の管理・制御に関する技術)

(1) 研究の目的

資源(ネットワーク、計算機、データストレージ)と機能を仮想化し、それらのアプリケーションに応じた自動的な割り当てを、大規模複数ドメイン環境で実現することを目標に、アプリケーションに適した資源の自動割り当て技術、複数管理組織を跨る仮想インフラストラクチャー提供技術、および高度ネットワークの提供技術の研究開発を行う。

(2) 研究期間

平成19年度から平成22年度(4年間)

(3) 受託社名

(株)KDDI 研究所<幹事>、独立行政法人産業技術総合研究所、国立大学法人九州工業大学

(4) 研究予算(百万円)

平成19年度	98
平成20年度	98
平成21年度	92
平成22年度	87

(5) 研究開発課題と担当

課題エ：大規模資源の管理・制御に関する技術

エー1 アプリケーションに適した資源・機能の自動割り当て技術(株)KDDI 研究所)

エー2 複数管理組織を跨る仮想インフラストラクチャー提供技術(独立行政法人産業技術総合研究所)

エー3 高度ネットワーク機能の提供技術(国立大学法人九州工業大学)

(6) これまでの主な研究成果

特許出願： 8件

外部発表： 101件(投稿中含む)

具体的な成果

課題エー1 アプリケーションに適した資源・機能の自動割り当て技術

最終目標であった、管理組織内部で1,000以上の資源から、オーバレイアプリケーションが必要とする資源を判別して自動的に割り当てを行う事、ならびに、1,000以上のアプリケーションに対する資源共有管理を実現する

事、更に、課題間の連携を想定したインタフェースの具備を行う事について、何れも実証実験を通じて当初目標値を 100%達成し、本活動を起点とした対外連携、共同研究や標準化などの面で目標を超える成果を達成した。サブテーマ毎の主な成果を下記に示す。

①大規模分散資源管理技術

大規模分散資源管理プラットフォームの構築に向けて、課題エー1（産総研）との間で、資源レジストリ、分散モニタリング、資源割り当て、それぞれのインタフェース規定を行い、プラットフォームを構成する左記3つのコンポーネント全ての連携を設計通り行う事に成功した。また、インフラそのものの高度化の実現に向けて、課題エー3（九工大）と連携し、高機能中継ノードを資源として割り当てることにより、アプリケーションに応じてデータの圧縮・伸長によるネットワークプロセッシングを提供することに成功した。最終的には、課題エ内部全てのコンポーネントの融合に成功し、大規模資源管理プラットフォームの実証に成功した。

②アプリケーションに応じた資源共有化技術

アプリケーションに応じてネットワーク資源を割り当てる仮想化技術に関して、提案する方式が ITU-T FG-FN(Focus Group Future Network)のネットワーク仮想化文書草案(Framework of network virtualization)の基盤アーキテクチャとして採用され、概ね文書の最終化が行われた。OGF(Open Grid Forum)においても、資源管理 API 策定に寄与し、文書を完成させた。また、開発したスケーラブルなアーキテクチャを有する資源管理システムを、課題イで進める新世代ネットワーク技術のフレームワークと連携させ、北米 Internet2 など海外の学術組織との組織外連携(Federation)を成功させた。新世代ネットワークに関する国際学会から招待講演の依頼を受け、北米や欧州に対して日本発の技術アピールを行った。

課題エー2 複数管理組織を跨る仮想インフラストラクチャー提供技術

実証実験により、①10以上の複数管理組織から提供される10,000以上の資源の自動的な確保が実現可能である事、②負荷変動に対応した仮想インフラストラクチャーの形態の1システム単位時間(10分間)以内での変更が可能であること、③障害発生時にサービスを再構成し、復旧させる機能が実現されていること、を確認した。また、課題間連携を実現するインタフェースを実装し、その動作を実証実験により確認した。当初計画の最終目標は100%達成し、更に目標値を超える性能も得た。

研究開発に際しては、仮想インフラストラクチャー構築システムを構成する、①多様なアクセス手段を持つ高機能分散資源レジストリ、②適切なアクセス制御を実現する分散モニタリングシステム、③資源の自動取得および構成の動的変更を実現する資源管理システム、の3つのソフトウェアコンポーネントについて研究開発を進めた。

①多様なアクセス手段を持つ高機能分散資源レジストリ

分散された膨大な資源情報を瞬時に検索するために、全文検索エンジンの技術を用いる手法を考案した。実証実験の結果、目標値を大きく超える120万の資源情報に対する検索を約2.5秒以内に処理できる性能を確認し

た。また、商用の関係データベース製品に比べ、圧倒的な高性能と、結果個数のばらつきに対して安定した性能を保証する事を検証した。

②分散モニタリングシステム

各ドメインのポリシーに基づき情報を提供する認可モジュールの機能強化や例外処理対応の実装によるシステムの堅牢化などの高度化を進めた。適切なアクセス制御のもとに、仮想インフラストラクチャー上でのユーザのジョブ実行の状況を監視する技術を開発した。

③資源管理システム

ユーザの要求に応じて計算資源とネットワークの選択を既存手法の約半分の時間で行ない、同時に確保する事によって性能を保証する仮想インフラストラクチャーの構築と動的な構成変更を可能とする技術を開発した。また、これらのコンポーネントが互いに連携して仮想インフラストラクチャー構築システムとして動作する事を確認した。具体的には、資源管理システムは分散資源レジストリから資源情報を取得してその情報に基づいて資源の選択を行ない、分散モニタリングシステムは資源管理システムから仮想インフラストラクチャーの構成情報を取得してモニタリングを行った。

課題エ-3 高度ネットワーク機能の提供技術

アプリケーションと連携して、高度ネットワーク機能を効率的かつ公平に提供する資源管理制御技術を確立した。性能評価及び実証実験により、広域・異種・複数の資源を動的に連携させ、同時に 1,000 以上のアプリケーションに対して、高度ネットワーク機能を効率的かつ公平に提供可能であることを確認した。また、課題間の連携を実現するインタフェースを実装し、その動作を実証実験により確認した。当初計画の最終目標を 100%達成した。

研究開発に際しては、課題内において①多地点間データ伝達・収集・共有技術および②多段・分散データ選択・加工技術の 2 つのサブ課題を設定し、研究開発を進めた。

①多地点間データ伝達・収集・共有技術

高度ネットワーク機能の提供技術として、ネットワーク内部での適応的で高度な中継処理に関する様々な手法の提案を行い、シミュレーションや試作システムを用いた有効性の評価によって、ネットワーク混雑時においても高度ネットワーク機能を効率的かつ公平に提供可能であることを示した。さらに、提案手法の基盤となる高機能中継ノードの技術開発を行い、サブ課題①および②の手法を連携させ、実計算機上で各種手法が実現可能であることを示した。以上により、当初の目標である広域・異種・複数の資源を動的に連携させる資源管理制御技術の確立を達成した。

②多段・分散データ選択・加工技術

アプリケーションと連携して、高度ネットワーク機能を効率的かつ公平に提供する技術として、「経路上のルータ計算機における分散 XML 処理」および「MVA モデリングによる並列分散アプリケーションの性能評価」に着目して開発を行った。その結果、ネットワークに付加する高度な機能として、

分散 XML 処理等の経路上の並列分散処理、MVA モデリングによる並列分散アプリケーションの性能評価技術を確立することができた。これらは広域・異種・複数の資源を動的に連携するための資源管理制御技術でもあり、それらの技術課題を達成することができた。

(7) 研究開発成果イメージ図

- 課題工 大規模資源の管理・制御に関する技術**
- ▶課題工-1：異種資源の情報モデル化と仮想化（スケジューリング/縮退管理）とプロセス制御
 - ▶課題工-2：分散資源レジストリとアクセス制御モニタリング技術によるドメインを跨る資源の調停
 - ▶課題工-3：オーバレイNW上での適応的な高度NW機能（データ伝達や加工処理）の実現

