

平成 30 年度研究開発成果概要書

採 択 番 号 : 19104
 研究開発課題名 : 未来を創る新たなネットワーク基盤技術に関する研究開発
 副 題 : 空間ダイナミクスの記述を可能とする拡張 Bow-Tie 構造に基づく
 進化発展可能なネットワーク化情報処理基盤アーキテクチャの創出

(1) 研究開発の目的

本研究開発では、仮想化技術を前提にしたネットワーク化情報処理基盤のための設計原理を、自己組織化原理に基づく環境適応性だけでなく、進化適応性を有する時間的・空間的構造を明らかにすることによって確立する。そのために、生物システムの Bow-Tie 構造に着目する。生物システムにおいて、Bow-Tie 構造は生物システムにおける情報処理ユニットであり、コアネットワークと入出力ネットワークからなり、かつ、階層的に構成されることによって全体システムをなすことがすでに知られている。ただし、これらの性質はいずれも相対的なものであり、Bow-Tie 構造の詳細については対象システムに依存する。本研究開発では、対象とするネットワーク化情報処理基盤を対象とした Bow-Tie 構造の詳細な検討を行うとともに、進化生物学における最新の研究成果に基づいて、進化適応可能なコアの内部構造を明らかにする（拡張 Bow-Tie 構造）。さらに、拡張 Bow-Tie 構造に基づいた具体的なシステム設計例として、NFV を用いて検証するとともに、具体的サービス例として Designated Reality を実装することによってその有効性を実証する。

(2) 研究開発期間

平成 28 年度から平成 32 年度（5 年間）

(3) 実施機関

国立大学法人大阪大学<代表研究者>

(4) 研究開発予算（契約額）

総額 85 百万円（平成 30 年度 17 百万円）
 ※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目と担当

研究項目 1： Bow-Tie 構造に基づくネットワーク仮想化情報処理基盤の設計（大阪大学）
 研究項目 2： 進化適応性を有するための拡張 Bow-Tie 構造のモデル化と検証（大阪大学）
 研究項目 3： 拡張 Bow-Tie 構造に基づいたサービス実装による実証実験（大阪大学）

(6) 特許出願、論文発表等

		累計（件）	当該年度（件）
特許出願	国内出願	0	0
	外国出願	0	0
外部発表	研究論文	1	1
	その他研究発表	11	5
	プレスリリース・報道	0	0
	展示会	1	1
	標準化提案	0	0

(7) 具体的な実施内容と成果

・研究開発項目 1：Bow-Tie 構造に基づくネットワーク仮想化情報処理基盤の設計

H29年度に実施したネットワーク仮想化情報処理基盤に求められる機能的要件 SAFEST について、携帯電話網 5G システムへの適用例および効用を整理した。整理した内容を、国内ベンダーに説明し、実運用の視点からのフィードバックを得た。また、縮退特性にもとづくコア VNF 配置アルゴリズムにより、進化適応性、頑強性、効率性の向上が可能であることを計算機シミュレーションにより示した。

・研究開発項目 2：進化適応性を有するための拡張 Bow-Tie 構造のモデル化と検証

本研究項目では、Linux カーネルにおけるネットワーク機能の実装に着目し、拡張 Bow-Tie 構造モデルによって共通して利用される関数群（Core 機能）を抽出し、グラフ理論の観点から Core 以外の関数から Core の関数がどのように使用するかを分析した。

さらに、Core/Periphery にもとづく NFV のネットワーク機能（VNF）配置について、効率性ならびに安定性の観点からの有効性評価に取り組み、コアペリフェリモデルの適用にもとづく VNF の分類と、その分類により得られる効率性と安定性を定量的に明らかにした。ただし、NFV はまだ標準化を策定する段階であり、実測にもとづくサービスチェーン要求パターンを用いた定量的評価を行うことはできないため、生成モデルにもとづくサービスチェーン要求に対してコアペリフェリモデルにより VNF を分類し、コアの効率性および安定性の知見が有効であることを確認しつつ、定量的な評価を行った。評価の結果、コアサイズを 128 とした場合、約 24% のサービスチェーン要求が処理可能であることがわかった。また、要求される VNF の偏在性が低い場合はコアの効率性と安定性が低下し、配置変更の頻度を高めることによる対応が必要であることが明らかとなった

また、実機環境として、OpenStack および Amazon Web Service を使用して広域 MEC 環境を構築し、リアルタイム処理を伴う映像のライブストリーミングサービスを動作させた。アプリケーションレベルの遅延を計測し詳細に分析した結果、映像の低遅延ライブストリーミングのためには、伝搬遅延が小さいことに加えジッターの発生を抑えることが重要であることが明らかになった。さらに、この分析結果に基づいてサービス機能再配置手法を考案した。この手法では、ジッター増加の尺度としてエッジサーバーの CPU 負荷を使用する。実機実験の結果、考案した手法によって、アプリケーションレベルの遅延を 400ms 未満に維持し、ビデオの品質を良好に維持することができた。

・研究開発項目 3：拡張 Bow-Tie 構造に基づいたサービス実装による実証実験

Designated Reality サービスの実装を完了し、広域ネットワークを用いて実証実験を実施する。

本年度は、Bow-Tie 構造を基本とするサービス例として開発している「My Shopping Mall At Home」の初期実装の改良を実施し、MR レンズによる空間認識と、空間に対して仮想オブジェクトを配置するなどの UI の改変を行った。また、OpenStack および Amazon Web Service を使用した広域 MEC 環境（研究開発項目 2）を用いた広域ネットワークを用いて、ららぽーと EXPOCITY で開催された大阪大学共創 Day で改良したアプリケーションを展示し、来訪者に体験してもらい、アプリケーション品質に関するフィードバックを得た。