The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Adaptable and Evolvable Design of Network-oriented Services based on Core/Periphery Structure
Author(s)	高木, 詩織
Citation	大阪大学, 2023, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/91992
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

様式3

論 文 内 容 の 要 旨

氏 名 (高木 詩織)	
論文題名	Adaptable and Evolvable Design of Network-oriented Services based on Core/Periphery Structure （コア/ペリフェリー構造に基づく進化適応性を持つネットワークサービスの設計手法と評価）

論文内容の要旨

近年、新しいネットワークサービスが数多く開発されており、第5世代移動通信システム（5G）とともに標準化が進むマルチアクセスエッジコンピューティング（MEC）環境でこれらのサービスが仮想化されつつある。MEC環境においてユーザの多様な要求や環境の変化に応じた多くのサービスを低コストで収容するサービス設計が必要である。本論文では、柔軟で効率的な情報処理機構のモデルであるコア/ペリフェリー構造に着目し、環境変動に適応するサービス設計手法を提案する。

まず、Network Functions Virtualization (NFV)を対象とし、コア/ペリフェリー構造を活用したCore/Periphery-Based Design (CPBD)を導入する。また、リソース制限下での長期的な配置コストを評価する。その結果、CPBDは長期的な開発コストを23%削減することができることが明らかになった。さらに、リソース制約がある場合、コアを分散的に配置することで比較して長期的な配置コストを削減できることが明らかになった。

次に、具体的なネットワークサービスの設計にコア/ペリフェリー構造を導入、実装する。ユーザの要求や環境の変化があっても共通して使用されるサービス機能をコア機能、そうでないサービス機能をペリフェリー機能と区別する。実機実験を行い、コア/ペリフェリー構造を用いたサービス機能の分割により、必要なソースコードの量を低く抑えられることが示された。

しかし、大規模な環境変化が生じた場合、ペリフェリーの機能を再構成するだけでは十分な適応ができない可能性がある。そこで、コア/ペリフェリー構造に基づく進化可能なサービス機能ネットワークの構造を提案する。本論文では、新しいサービスを提供する能力を維持したまま、少ないコストでシステムを変更できることを進化可能であると定義する。提案手法では、コアとペリフェリーの規模を適切に維持することにより、安定かつ高いサービス収容率を維持したまま、少ない開発コストでネットワークの構造を変え続けることができる。すなわち、進化適応性を持つサービス機能ネットワークを実現することが可能となった。

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（　高木　詩織　）			
論文審査担当者		（職）	氏　名
	主 査	教授	村田 正幸
	副 査	教授	渡辺 尚
	副 査	教授	長谷川 亨
	副 査	教授	山口 弘純
	副 査	教授	下西 英之

論文審査の結果の要旨

近年、新しいネットワークサービスが数多く開発されており、第5世代移動通信システム（5G）とともに標準化が進むマルチアクセスエッジコンピューティング（MEC）環境でこれらのサービスが仮想化されつつある。リソースに制限のあるMEC環境においては、多様なユーザの要求の変化やデバイスの発展などの環境変動に伴い時々刻々と変化するサービス要求を収容できるように少ないコストで構造を変化させることができるサービス機能ネットワークが必要である。

環境変動に対応してサービス機能ネットワークを再構成する際には、新しいサービス機能やAPIなどのインタフェースを開発する必要がある。少ない開発コストで多様なサービス実現する方法として、予め開発した複数のモジュールを組み合わせる開発方法が広く導入されているが、複数のサービスで使用されるモジュール間の相互依存性が高まり、かえって開発が複雑化する可能性が指摘されている。そのため、長期的な開発コストを抑制できるサービス機能ネットワークを設計する必要がある。また、将来的にどのようなサービス要求が発生するかを予測することは困難であるため、サービスを提供する能力を維持したまま、少ない開発コストでサービス機能ネットワークの構成を変更し続ける能力（進化適応性）が必要である。

本論文の研究成果は、柔軟で効率的な情報処理機構のモデルであるコア/ペリフェリー構造に着目し、進化適応性を有するサービス機能ネットワークを提案したことである。まず、Network Functions Virtualization (NFV) を対象とし、コアを繰り返し用い、ペリフェリーの構造がサービス毎に変化するCore/Periphery-Based Design (CPBD) を導入することにより、長期的な開発コストを削減できることを示した。また、リソースに制約がある場合には、コアを分散的に配置することで長期的な配置コストを削減できることを明らかにした。さらに、コア/ペリフェリー構造を遠隔ロボットと複合現実ヘッドセットを用いた具体的なネットワークサービスの設計に導入した。ユーザの要求やデバイスの発展などの環境変動が起こっても共通して使用されるサービス機能をコア機能、そうでないサービス機能をペリフェリー機能と区別して設計し、このネットワークサービスを実機に実装した。実機実験により、コア/ペリフェリー構造に基づいてサービス機能を分割することにより、ペリフェリー機能のみを開発・変更することで環境変動に適応できるため、開発に必要なソースコードの量と複雑度が抑制され、開発コストが少なくなることを示した。さらに、ペリフェリーを再構成するだけでは十分に適応できない大規模・長期的な環境変動に備え、コアを含めたサービス機能ネットワーク全体を進化させる手法を提案した。提案手法では、コアとペリフェリーの規模を適切に維持することにより、安定かつ高いサービス収容率を維持したまま、少ない開発コストでネットワークの構造を変化させ続けることができる。すなわち、進化適応性を持つサービス機能ネットワークを実現することが可能となった。

以上のように本論文は、コア/ペリフェリー構造を導入することで、進化適応性を有するサービス機能ネットワークを実現するために有用な研究成果を上げている。よって、博士（情報科学）の学位論文として価値のあるものと認める。