



Title	Attractor-based Virtual Network Reconfiguration Under Dynamic Traffic: Towards Cognitive Optical Networking
Author(s)	大場, 斗士彦
Citation	大阪大学, 2018, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/69719
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

論文内容の要旨

氏名（大場斗士彦）	
論文題名	<p style="text-align: center;">Attractor-based Virtual Network Reconfiguration Under Dynamic Traffic: Towards Cognitive Optical Networking</p> <p style="text-align: center;">(トラヒック変動を考慮したアトラクター制御に基づく仮想ネットワーク再構成: コグニティブ光ネットワーキングに向けて)</p>

論文内容の要旨

光通信網は大容量通信が可能であるが、新たな通信サービスの発展がトラヒック変動幅の増大を引き起こしており、光通信網により提供される帯域幅と、ユーザーが実際に利用する帯域幅との間にギャップが発生している。変動するトラヒックを柔軟に光通信網に収容するアプローチの一つは、仮想ネットワーク (VN) を構成し、それをトラヒック変動に応じて動的に再構成することである。トラヒック変動により輻輳が発生したとき、VNを適切に再構成することで輻輳を解消することができる。既存のVN再構成アプローチの多くは、対地間トラヒックマトリクスをもとにVNを構成する。しかし、対地間トラヒックマトリクスを直接取得するには一般に時間オーダーの長期的な観測を要する。また、分オーダーで取得可能なリンク利用率や過去のトラヒック量をもとに対地間トラヒックマトリクスを推定する手法も検討されているが、推定誤差は避けられず、構成されるVNの性能が保証されない。したがって、対地間トラヒックマトリクスを利用するアプローチは、トラヒック変動に追随して適切なVNを構成することが困難である。

そこで、私たちの研究グループでは、分オーダーで取得可能なリンク利用率のみを観測し、生物が環境変化に適応する振る舞いをモデル化した、アトラクター選択に基づいてVNを再構成するアプローチを検討してきた。このアプローチでは、アトラクターはVNの候補を指し、VNはアトラクターに近いトポロジーを持つように徐々に再構成され、適切なVNが探索される。しかし、このアプローチにはいくつかの課題が残されている。一つ目の課題として、アトラクターの設計指針がこれまでに検討されてきていない。アトラクターの設計が不適切である場合、アトラクター選択により適切なVNを構成するまでの時間が増大する可能性がある。二つ目の課題として、このアプローチは、将来の光通信網として期待されるエラスティック光通信網に適用できない。エラスティック光通信網は、波長資源を細粒度で柔軟に利用できるが、光スペクトル資源割り当て問題への対処が不可欠である。三つ目の課題として、このアプローチは、適切なVNの探索の過程で、過度にVNを再構成し、収容されるサービスの中斷を招く可能性がある。

本論文では、上記の課題を解決することで、様々なトラヒック変動に迅速に適応する、光通信網におけるアトラクター制御に基づくVN再構成フレームワークを提案している。本論文では、まず、様々なトラヒック変動に迅速に適応するため、アトラクターを多様に設計する手法を提案している。さらに、光スペクトル資源割り当て問題における資源割り当て制約を考慮し、エラスティック光通信網に適用可能な、アトラクター選択に基づくVN再構成手法を提案している。これにより、様々なトラヒック変動に迅速に適応する、光通信網におけるアトラクター選択に基づくVN再構成手法を確立している。最後に、新しいアプローチとして、ネットワークの状況を認知し過去の経験を活用する機構を導入することにより、VNの過度な再構成を抑制するVN再構成フレームワークへの拡張を図っている。具体的には、認知の機構をモデル化したペイジアンアトラクターモデルに基づくVN再構成手法を提案し、これを組み込んだVN再構成フレームワークを提案している。

論文審査の結果の要旨及び担当者

	氏名(大場斗士彦)		
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	東野 輝夫
	副査	教授	松岡 茂登

論文審査の結果の要旨

光通信網は大容量通信が可能であるが、新たな通信サービスの発展がトラヒック変動幅の増大を引き起こしており、光通信網により提供される帯域幅と、ユーザーが実際に利用する帯域幅との間にギャップが発生している。変動するトラヒックを柔軟に光通信網に収容するアプローチの一つは、仮想ネットワーク（VN）を構成し、それをトラヒック変動に応じて動的に再構成することである。トラヒック変動により輻輳が発生したとき、VNを適切に再構成することで輻輳を解消することができる。既存のVN再構成アプローチの多くは、対地間トラヒックマトリクスをもとにVNを構成する。しかし、対地間トラヒックマトリクスを直接取得するには一般に時間オーダーの長期的な観測を要する。また、分オーダーで取得可能なリンク利用率や過去のトラヒック量をもとに對地間トラヒックマトリクスを推定する手法も検討されているが、推定誤差は避けられず、構成されるVNの性能が保証されない。したがって、対地間トラヒックマトリクスを利用するアプローチは、トラヒック変動に追隨して適切なVNを構成することが困難である。そこで、申請者たちの研究グループでは、分オーダーで取得可能なリンク利用率のみを観測し、生物が環境変化に適応する振る舞いをモデル化した、アトラクター選択に基づいてVNを再構成するアプローチを検討してきた。このアプローチでは、アトラクターはVNの候補を指し、VNはアトラクターに近いトポロジーを持つように徐々に再構成され、適切なVNが探索される。しかし、このアプローチにはいくつかの課題が残されている。まず、アトラクターの設計指針がこれまでに検討されてきていない。アトラクターの設計が不適切である場合、アトラクター選択により適切なVNを構成するまでの時間が増大する可能性がある。また、このアプローチは、将来の光通信網として期待されるエラスティック光通信網に適用できない。エラスティック光通信網におけるVN再構成手法を実現するには、光スペクトル資源割り当て問題への対処が不可欠である。最後に、このアプローチは、適切なVNの探索の過程で過度にVNを再構成し、収容されるサービスの中斷を招く可能性がある。

本論文の研究成果は、上記の課題を解決することで、様々なトラヒック変動に迅速に適応する、光通信網におけるアトラクター制御に基づくVN再構成フレームワークを確立したことである。本論文では、まず、アトラクターとなるVN候補を多様に設計する手法を提案し、様々なトラヒック変動に対する適応性が向上することを示している。さらに、光スペクトル資源割り当て問題に対処することで、アトラクター選択に基づくVN再構成アプローチをエラスティック光通信網にも適用可能とし、トラヒック変動に対する適応性と同時に、エラスティック光通信網の利点を活かした光スペクトル資源の利用効率の向上を達成できることを示している。最後に、ネットワークの状況を認知し過去の経験を活用する機構を導入することにより、VNの過度な再構成を抑制するVN再構成フレームワークへの拡張を図っている。具体的には、認知・意思決定の機構をモデル化したベイジアンアトラクターモデルに基づくVN再構成手法を提案し、これをVN再構成フレームワークに組み込むことで、過度なVNの再構成を抑制しつつトラヒック変動に適応できることを示している。

以上のように本論文は、アトラクター制御に基づき、トラヒック変動に対して適応的に光通信網上のVNを再構成する技術の実現に向けた有用な研究成果をあげている。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。