



Title	Prediction Based Traffic Engineering under Uncertainty
Author(s)	大歳, 達也
Citation	大阪大学, 2017, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/61852
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 歳 達 也)	
論文題名	Prediction Based Traffic Engineering under Uncertainty (不確実状況下における予測型トラヒックエンジニアリング)
論文内容の要旨 近年、ストリーミング配信やクラウドサービス等、様々なサービスがインターネット上で展開されてきている。このようなインターネットを基幹とした技術の進展と、その利用者の継続的な増加により、インターネット上を流れるトラヒックの量及び時間変化量は急激に増加してきている。コア・ネットワークでは、こうしたトラヒックが大きく変動する環境においても、輻輳を生じることなくトラヒックを収容することが要求される。従来のコア・ネットワークでは予め余剰なリンク帯域を用意することで、変動するトラヒックを収容するというアプローチが取られてきた。この方法は、ネットワーク資源の利用効率の大幅な低下を招き、不経済な設備投資及び、不要なネットワーク機器の稼働による電力消費の問題も生じている。そのため、トラヒック変動に応じて動的に経路を変更することで資源の利用効率を高める技術としてトラヒックエンジニアリングが注目され広く研究されてきた。 しかし、検討されている従来のトラヒックエンジニアリングでは、観測されたトラヒック情報にのみ基いて経路を決定しており、トラヒックが急激に変動する状況では、その対応が後手に回り適切な経路を決定できない。制御周期を短くし、頻繁に経路変更を行うことで対応を早めることも可能であるが、経路が頻繁に切り替わることでTCP等の他のネットワーク制御に悪影響を及ぼしスループットを低下させる等の別の問題を引き起こす。 本論文では、上述の従来のトラヒックエンジニアリングの問題を解決する手法として、トラヒックの予測と連携したトラヒックエンジニアリング手法を提案している。すなわち、将来のトラヒック変動を予測し、その予測されたトラヒックに基いて経路を決定する。これにより、変動に追随しながら、不要な経路変更を避けた安定的な制御が可能となる。 もちろん、トラヒックの変動及び、その予測は不確実なものであり、単純に予測に基いて経路を決定するだけでは、逆に誤った経路を設定してしまう等の問題がある。本論文では、初めに、不確実な変動の大きさも含めた予測手法を提案し、その手法を用いてトラヒックエンジニアリングにおける予測の効果、及び、予測誤差の影響の調査を行う。次に、先の予測ほど誤差が増大する等の予測誤差の特徴を扱うために、システム制御における制御方式であるモデル予測制御の考え方を取り込んだトラヒックエンジニアリング手法を提案する。最後に、階層化されたネットワーク上で複数の制御主体が経路を変更することによって生じる不確実なトラヒックの変化に対して、他の制御主体の振る舞いを予測することで互いに協調的な制御を行う手法を提案する。	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (大 歳 達 也)			
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

インターネットを介した多種多様なサービスの普及により、インターネット上を流れるトラフィックの量及び時間変化量は増大している。インターネット上のデータ通信の基幹となるコア・ネットワークでは、トラフィックが大きく変動する環境においても、輻輳を生じることなくトラフィックを収容することが要求される。今日のコア・ネットワークの多くにおいて、ネットワーク設計時に予め余剰なリンク帯域を用意することで、変動するトラフィックを収容するというアプローチが取られている。この方法では、ネットワークの資源利用効率が著しく低く、不経済な設備投資を生じるだけでなく、不要なネットワーク機器を稼働することによる電力消費の問題も生じる。そのため、ネットワーク運用時にトラフィックの状況に合わせて動的に経路を変更するトラフィックエンジニアリングが検討されてきた。トラフィックエンジニアリングでは定期的なトラフィックの観測と、経路の最適化により、限られたネットワーク資源を最大限に活用したトラフィックの収容を達成する。しかし、これまでに検討されてきたトラフィックエンジニアリング手法は、トラフィックの観測値のみに基いて経路を決定する手法となっており、トラフィックが急激に変動する状況では、制御が実際のトラフィックの状況に間に合わず適切な経路を設定することができない。もちろん、トラフィックの観測、及び、経路の変更周期を短くし、時々刻々と変化するトラフィックに合わせて逐一経路を変更することも可能であるが、その場合、頻繁に経路が切り替わることで、TCPによる輻輳制御等、経路制御以外のネットワーク制御に悪影響を及ぼし、全体としてのスループットを低下させてしまう等、別の問題を生じることとなる。そのため、変動するトラフィックに追いつつつも、過剰な経路変更を避けた制御が必要となる。

本論文では、トラフィック変動を予測し、将来のトラフィック変動も考慮した上で経路変更を行うことで、上述の従来のトラフィックエンジニアリングにおける課題を解決する手法を提案している。これによって、トラフィックの変動に先立って経路を設定することが可能となり、状況の変化に遅れることなくトラフィックの収容が可能となる。また、将来のトラフィックの変動を一括で収容可能な固定の経路を探索することが可能となり、不要な経路変更を避けた経路制御が可能となる。もちろん、トラフィックの変動や、その変動の予測は不確実なものであり、単純にトラフィックの予測値に基いて経路を決定するだけでは、逆に誤った経路を設定してしまい、大きな輻輳を生じてしまうという問題がある。そこで、本論文では、システム制御で検討されているモデル予測制御の考え方をトラフィックエンジニアリングに取り入れることにより、予測誤差が生じる場合においても、適切に経路を設定する手法を提案している。

本論文の研究成果としては、まず、トラフィックの予測をトラフィックエンジニアリングに用いた場合の効果とその誤差の影響を調べ、単純に予測精度の良い予測方法を用いるだけでは制御の性能改善に直結せず、予測誤差を適切に取り扱う必要があることを明らかにした点である。また、トラフィックエンジニアリングにモデル予測制御の考え方を導入した手法を提案し、実データを用いた評価によって、予測誤差による誤った制御変更を抑えつつ、状況に応じて正しい経路が設定されることを明らかにした点である。

以上のように本論文は、トラフィック変動が不確実である状況下でも、トラフィックの予測を用いながら適切に経路を切り替える予測型トラフィックエンジニアリングの実現に向けた技術に関して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。