

現実世界の情報を取り込んだネットワーク制御



研究ノート

大下 裕一*

Dynamic Network Control Based on Real-world Information

Key Words : Internet, Information Network

はじめに

インターネットをはじめとする、さまざまなネットワークは、私たちの生活を支えるインフラとして目覚ましい発展を遂げ、必要不可欠なものとなっています。さらに、Internet of Things (IoT; モノのインターネット) 時代では、さまざまな機器がネットワークにつながるようになり、今後、ネットワークの重要性はますます高まるものと考えられています。ネットワークを運用する事業者には、通信を行う機器間に必要とされる速度で、当該機器間の通信を中継することが求められます。しかしながら、多量の通信がネットワーク内の特定の機器に集中してしまうと、各通信に十分な速度を提供できなくなってしまいます。従来、このような混雑の発生は、中長期的に通信量を予測し、ネットワークの設計やネットワーク内での各通信が収容される経路の設定を行うことにより、避けられてきました。しかしながら、ネットワーク接続機器の飛躍的な増加やネットワークを介して提供されるサービスの多様化により、通信需要の変化が大きくなり、従来型の中長期的な予測に基づく設計や経路設定のみでは、ネットワーク内の混雑を解消することは困難となってきています。その一方で、ネットワーク内の資源の各サービスへの分配や通信が収容される経路を集中管理し、状況に応じて変更したりすることを可能とするネットワ

ーク仮想化と呼ばれる技術が登場しました。しかしながら、どのように各サービスへ資源を分配するか、あるいは、どのような経路に通信を収容するのかを決定する手法については、まだ発展途上にあり、様々な研究が行われている段階にあります。

通信需要が変化した場合でも通信品質の低下を招かないようにするためには、資源の配分や経路の決定は、現在の通信状況ではなく、近い将来の通信の発生を予測して、予測された通信に合わせて行う必要があります。従来、通信需要の予測は、通信需要の周期性（日中は通信需要が多く、深夜は少ないなど）を考慮して行われてきましたが、急激な通信需要の変化に対応するためには、より精度の高い予測が求められます。

ネットワークを流れる通信は、現実世界の状況を反映したものとなります。例えば、何かのイベント等により人が密集した地域からは、当該地域にいる人の持つスマートフォンからの多量の通信が発生すると考えられます。Internet of Things 時代においては、ネットワークに接続したセンサー等が多数配置されると考えられるため、このような現実世界の情報をセンシングすることも可能となりつつあります。そこで、私たちは、現実世界の情報を取り込みつつ、ネットワークを制御する手法の研究開発を進めています。



* Yuichi OHSITA

1982年3月生まれ

大阪大学 大学院情報科学研究科 情報ネットワーク学専攻 博士前期課程修了 (2005年)

現在、大阪大学 先導的学際研究機構 / 大学院情報科学研究科 准教授

博士(情報科学) 情報ネットワーク

TEL : 06-6879-4542

FAX : 06-6879-4544

E-mail : y-ohsita@ist.osaka-u.ac.jp

脳情報処理機構にもとづく現実世界の情報を取り入れた制御

現実世界に配置された多量のセンサーのうち、各時刻で取得可能なセンサーの値の数には限りがあります。また、観測された情報にはノイズが含まれています。ネットワークの通信品質の劣化を防ぐためには、必要な情報が必要な精度で観測できるまで待つことはできず、このような、各タイミングに得られ

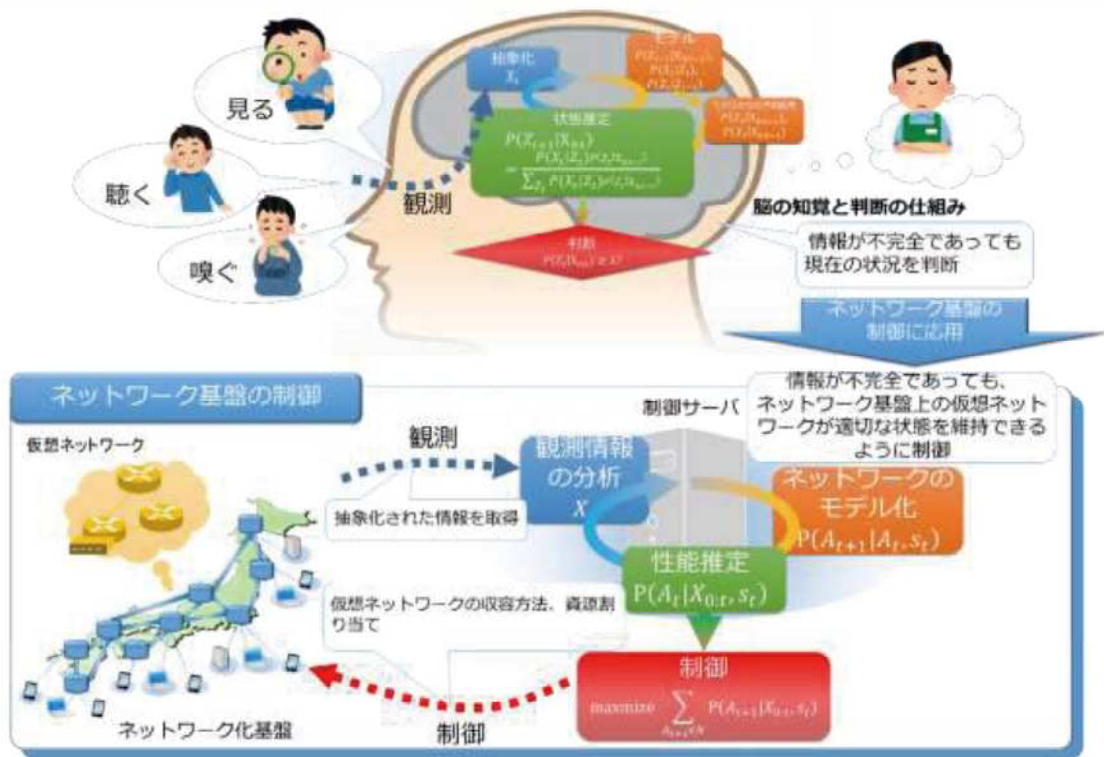


図1 脳情報処理機構にもとづくネットワーク制御の概要

る曖昧かつ部分的な情報をもとに、随時、資源割り当てや経路を決定することが求められます。曖昧かつ部分的な情報をもとに逐次判断を行っている代表的なものとして、人の脳が挙げられます。近年、脳が行う情報処理はベイズ確率モデルを用いて表すことができるとする Bayesian Brain 仮説が提唱されており、それによると、脳は、誤差を含んだ情報を抽象化した上で観測・取得し、取得・抽象化された情報をもとにモデルを構築し、構築されたモデルにもとづいて意思決定をしているとされています^[1]。これにより、脳は、得られる情報は不正確であり、状況を正確に把握できない場合であっても、即時に意思決定を行うことができるとともに、新たに得られた情報をもとに逐次、自身の認知の状態を更新することにより、状況判断の精度を向上できます。本研究では、脳が情報を認知するモデルを、現実世界の情報を用いたネットワーク制御における判断に用いることを考えています。この現実の情報を利用したネットワーク制御手法の有効性を検証するにあたり、私たちは、仮想化されたセルラーネットワークを対象として、制御手法の具体化・検証を進めて

います。セルラーネットワークでは、スマートフォンやIoTデバイスといった機器が近隣の基地局と無線で接続し、基地局を経由してインターネットに接続しています。仮想化技術を用いることにより、実際のネットワークの一部の資源をネットワークスライスとして取り出した仮想ネットワークを構成できます。ネットワークを経由して提供される各サービスに対して仮想ネットワークを構築し、サービスの要求に応じて、各仮想ネットワークスライスを制御したり、各ネットワークスライスに割り当てる資源を変更したりするといった柔軟な制御が可能となります。文献 [2] において、私たちは、各ネットワークスライスの各基地局に着目し、当該基地局において発生する通信を通信性能が劣化することなく収容可能となるように、資源の割当を要求する制御に対して、脳情報処理機構にもとづいた手法を適用しました。本論文では、各基地局から流入する通信量に加えて、各地点の人の数の情報が得られるものとしています。本制御においては、事前に取得した情報をもとに、ある時刻において、各地点から流入する通信量とその増加量、各地点の人の数と増加量といった4種類

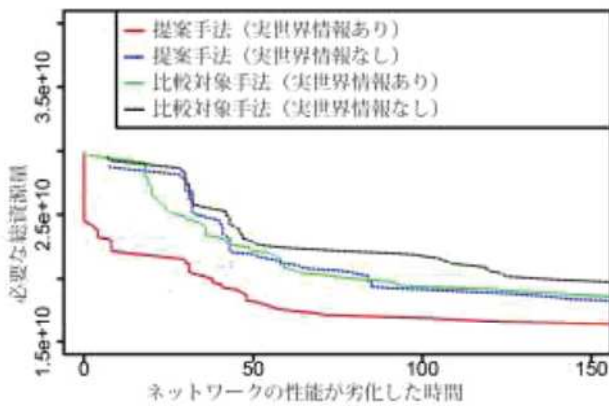


図2 脳情報処理機構にもとづくネットワーク制御の評価結果

の観測情報と、その情報が観測されてから1時間以内に発生する通信量をもとにして、当該基地局が割り当てを必要とする資源量の組み合わせを、事前に得られたデータをもとに学習しておきます。その後、事前の学習結果をもとに、各時刻において得られた観測情報から、当該基地局が割り当てを必要とする資源をコントローラが判断します。

図2は、本評価の結果を示したものです。本評価においては、首都圏の日常的な人の移動を疑似的に表現したデータと、スマートフォンの各ユーザが送出する通信量を生成するトラフィック生成器を組み合わせ、本手法の制御を1日動かすシミュレーションを行いました。本評価においては、コントローラが必要と判断した資源量に資源不足が発生するリスクに備えるためのマージンを加えた資源を各時刻において割り当てました。そして、各手法において、マージンの大きさを変化させ、1日で対象とする基地局で必要とする資源量の総量と、資源が不足し、通信性能が劣化した時間の長さの関係調べました。

図2より、提案手法（現実世界の情報を利用し、脳情報処理機構による認知を行う）が、少ない資源量

で、資源不足が発生する時間を短く抑えることができることがわかります。これは、現実世界の情報を用いた状況の認知により、資源不足が発生するリスクが高い状況を正確に認知することができ、リスクの高い時間帯のみ、資源の増強を行うことができています。

まとめ

私たちは、現実世界の情報を取り込みつつ、ネットワークを制御する手法の研究開発を進めており、現実世界の情報を取り込んで状態を認識する際には、人の脳が認知をする仕組みに基づいた手法の適用を考えています。また、これまでは、ネットワークの制御を対象として研究を進めてきましたが、現実世界の状態の認知結果は、ネットワーク以外の制御（例えば、人のナビゲーション等）にも活用できると考えられ、そのようなネットワーク以外への応用についても、検討を進めていく予定です。

謝辞 本稿で紹介した研究は、独立行政法人情報通信研究機構（NICT）委託研究「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」によるものです。

参考文献

- 1) Bitzer, Sebastian, Jelle Bruineberg, and Stefan J. Kiebel. "A bayesian attractor model for perceptual decision making." *PLoS computational biology* 11.8 (2015): e1004442.
- 2) 佐竹幸大, 大下裕一, 村田正幸, "人の脳情報処理プロセスに着想を得た動的な予測形トラフィックエンジニアリング手法," 電子情報通信学会技術研究報告 (IN2017-93), pp. 21-26, Mar. 2018.