

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名 柄沢 直之  
学位 博士（工学）  
学位記番号 新大博（工）第 51 号  
学位授与の日付 令和 2 年 3 月 23 日  
学位授与の要件 学位規則第 4 条第 2 項該当  
博士論文名 移動情報ネットワークの制御と性能評価に関する研究

論文審査委員 主査 教授・中野 敬介  
副査 教授・山崎 達也  
副査 教授・大河 正志  
副査 教授・林 隆史  
副査 教授・山田 寛喜  
副査 教授・田村 裕

博士論文の要旨

移動情報ネットワークは、携帯電話等の移動通信サービスで用いられるセルラシステムから始まり、移動体同士の直接無線通信と中継によるマルチホップ無線ネットワーク、移動体同士の直接無線通信と情報をもつ移動体の移動により情報を拡散して伝達する遅延耐性ネットワーク等、新しいネットワークが考案され、その実現に向けて様々なネットワーク問題が研究されている。セルラシステムにおいて空間的周波数再利用を効率的に行うための技術として、ダイナミックチャネル割当てとリユースパーティショニング等があるが、ダイナミックチャネル割当てとリユースパーティショニングを併用した場合、空間的に通信品質が不均一になるという問題がある。この問題を解決するため、セルを小セルに分割し各小セルに割当てるチャネル数を理論的に導出することが考えられるが、これを行うために必要となるダイナミックチャネル割当てとリユースパーティショニングを併用した場合の通信品質の理論解析を厳密に行うことは困難であり、近似手法も存在していなかった。

また、遅延耐性ネットワークで使用される手法として情報フローティングがある。情報フローティングにおいては、移動体同士の直接無線通信と情報をもつ移動体の移動により情報が空間的に拡散される。ただし、無秩序な拡散を防ぐため、移動体は自身の位置を把握しており送信可能エリアだけで送信を行うことが許される。このようにして、無秩序な拡散を抑制しつつ目的の領域付近の移動体に情報伝達することができる。通信インフラを必要としないことから災害時等の情報配信手法として有効であると考えられている。情報フローティングを災害時の事故情報、進入制限領域情報の配信に応用する研究が行われているが、従来は一つの交差点付近の情報配信が比較的単純なモデルで検討されており、より広域なサービスエリアでの検討が課題となっていた。また、情報フローティングを災害時利用するために平時からも使用することが重要であり、そのため、広告情報配信にも応用することが考えられているが、広告情報による誘導の際に受信した移動体の行動変化も考慮に入れた手法の開発が課題となっていた。

また、上記のように情報フローティングは情報配信手法として考えられてきたが、本論文で示されたように実は情報を蓄積する能力をもつ。これは情報フローティングの新しい能力であり、応用分野を広げる可能性もあり、その研究は重要な課題である。

このような事柄を背景として、本論文では、移動情報ネットワークの制御・性能評価に関する4つのネットワーク問題を研究し、以下のような成果を得た。

(1) リユースパーティショニングを併用したダイナミックチャネル割当ての理論性能評価は厳密に行うことが困難な課題であるが、クリークパッキングと呼ばれるダイナミックチャネル割当ての理想モデルを用いたモデル化に基づいた近似理論性能評価手法を提案し、その有効性を示した。これにより、リユースパーティショニングとダイナミックチャネル割当てを併用することにより生ずる空間的に不均一な通信品質の問題を解決できることを示した。

(2) 災害時に通信インフラが使用できない状況において、情報フローティングにより進入制限エリア（復旧作業現場等）への進入制限情報を格子状道路網において配信することを考え、そのための送信可能エリアの段数、長さ等を算出するための理論計算手法を示し、その有効性を示した。同時に、情報配信により移動体が進入制限エリアを回避することで特定の道路区間が混雑するという問題を指摘し、この混雑を緩和するための手法を提案し、その有効性を示した。

(3) 平時における情報フローティング利用のため、広告情報配信による移動体の店舗への誘導を考え、広告情報を受信した移動体の行動変化も考慮に入れて、広告情報を効率的に配信するための手法を提案し、その有効性を示した。ここでは、プローブデータを利用するという新しい手法を提案し、その有効性を示した。

(4) 従来、情報フローティングは情報配信手法として考えられてきたが、情報フローティングが新たな機能として情報蓄積機能を有することを明らかにした。情報フローティングは、従来の情報蓄積手法であるセンサネットワークとは異なり、ゲートウェイのような固定的な設備も必要としない。また、情報フローティングの情報蓄積機能を災害時に情報インフラが使えない状況で、通行可能経路情報の収集・蓄積・配信に応用することを提案し、その有効性を示した。

#### 審査結果の要旨

本論文において示されたリユースパーティショニングと併用したダイナミックチャネル割当ての理論性能評価手法は従来存在しなかったものであり、独創性の高いものである。これにより、通信品質が空間的に不均一になるという問題を解決した点は有効性も高い。また、情報フローティングによる進入制限エリア情報の配信においては、情報配信による進入制限エリアの回避と回避による特定の道路区間の混雑を同時に考え、有効な手法を提案している。このような手法は従来考えられておらず、新規性や有効性は高い。更に、情報通信と交通誘導という境界分野における新しい問題に対して有効な手法を示しており、この点でも価値が高い。また、平時における情報フローティングの応用として広告情報配信を考え、移動体の行動変化を考慮した送信可能エリアの有効な設定手法を示した点は新規性、有効性がある。また、プローブシステムと連携させて行う点も新しい部分である。また、情報フローティングの新機能である情報蓄積機能を示した点も新規性、独創性が高い。この新機能を災害時の通行可能経路情報の共有に応用できることを示しており、有効性も高い。これらの成果は、移動情報ネットワークの制御・性能評価に貢献でき、得られた成果の将来の発展性も極めて高い。これらの成果は4編の参考論文として、論文誌に掲載済または掲載決定となっている。参考論文数も専攻の基準を満たしている。

以上のように、本研究には、独創性、新規性、有効性が認められ、内容として博士論文に値するものである。よって、本論文は博士（工学）の博士論文として十分であると認定した。