

審査結果の要旨

本研究は、2007 年より先進諸国を中心に開発が開始され、2015 年には国内で世界に先駆け商用化を開始した次世代車載無線技術（WAVE：Wireless Access in Vehicle Environment）に関する研究を行ったものである。

第 1 章では、本論文の目的・意義・背景の概要を紹介している。WAVE 技術は先進国を中心に開発された技術ではあるが、交通事故・渋滞は先進国のみの問題ではなく、むしろ新興国での問題が深刻といっても過言ではない。新興国は一般的に経済発展が著しいものの、一方で道路整備等のインフラ環境への投資が間に合わず、環境悪化は免れ得ない状況となっている。また、WAVE 以外にもさまざまな無線通信技術が存在している中で、WAVE の特長を生かした応用を明確にすることをまとめている。

第 2 章では、WAVE 技術の動向について、これまでの WAVE 開発にともない実施された先行研究とその検討から見える課題の整理と交通分野にはどのような通信技術が対象となるかについて、交通実態把握調査を行なった。また、近年のすべての「モノ」がインターネットにつながることで新たなビジネス展開を目指す IoT として注目を浴びている最新の調査を行った。

第 3 章では、インドにおける交通データの実態解析と WAVE によるプローブ応用としての検討を行っている。ここでは得られた長期の観測データからそのユニークな特性に着目した交通基本特性を求める手法を編み出した。この手法は新興国ならではのデータ特徴として、交通量―交通密度特性にある一定の境界の存在に着目し、この境界線をもとに観測データとの比較によって観測式を導入している。この手法ではこれまでの交通工学では検討できていなかった自由流と渋滞流の区分を明確に行うことで、ある一定の定量解析式として交通量を把握することを可能にした。

第 4 章では、第 3 章の結果を受け、渋滞を示すパラメータとして測定道路における平均車速と得られた交通特性から求められる自由速度との比を用いることで、有意差を表すことを証明した。また、複数の測定個所から得られた交通データを面的にとらえることで、新興国市街地における交通の状況を俯瞰することができ、地域の渋滞解析を行える

ことを示した。さらに、 WAVE 技術は、その特長からリアルタイムに交通特性の把握に応用できる可能性を示した。また、車速比の閾値が非圧縮性粘性流体の平行平板での流速モデルと、きわめて近似性が高い共通する値を取ることを発見した。

第 5 章では”Fog computing”における WAVE の位置付けと果たす役割を検証している。WAVE 技術の応用拡大として国内地方都市の公共交通を例にとり、バス停への導入を考えると同時に防災システムへの環境モニタ応用としての実用性を考察した。この中では、近い将来発生する可能性の高い地震（南海トラフ地震）による津波対策として、人間の生活を守り質を高める（QoL）WAVE 応用を検討した。ここでは WAVE システム同士の無線通信到達距離内にあるシステム数を考慮する空間カバー率の導入により地域環境モニタ範囲の程度を定量解析し、どこまでの範囲の通信によるモニタが可能かについて検証した。一方、バス停の位置などは地域性に左右されるため、場所によっては通信範囲のカバーができない場合が想定される。このため、具体的地方都市の例をもとに解析するとともに、カバー率が不十分な場合の対応方法を示した。対策としては新たな施設に WAVE 基地局の設置による通信基地局の増設になるが、やみくもな増設ではコストがかかり効果的ではないため、GIS ツールを活用することでビジュアル化による最適増設候補の選定と空間カバー率による定量評価を組み合わせた手法を確立した。

第 6 章では、WAVE 技術の優位性を総括している。

これらの結果は次世代車載無線技術(WAVE)の向上に貢献するものであり、世界規模の課題である交通渋滞や交通に関する社会的問題の軽減にもつながる成果であることから、本論文が当該分野に与える影響は大きいと考えられる。以上より、本研究には次世代車載無線技術(WAVE)に関する学術ならびに技術の発展に多大の貢献が認められ、今後スマートなモビリティ社会を構築する技術開発に応用していく足掛かりになると考えられる。これらの点から、本論文は学位を授与するに十分な内容を持つものであると判断される。