

報告番号	甲	第	号
------	---	---	---

主 論 文 の 要 旨

論文題目 エッジコンピューティングを利用したセンサデータ統合システム
氏 名 山田 峻也

論 文 内 容 の 要 旨

自動運転車や自律移動ロボットが安全で快適に走行するためには、周囲環境を常に正確に検知するだけでなく、目的地までの経路に走行が困難な場所を含めないためにも、より広範囲の正確な環境情報が必要となる。そのため、道路インフラや周辺を走行する車両やロボット(情報源)が取得した環境情報を、占有格子地図やステータス情報(位置情報と速度情報)などに変換し、必要に応じてネットワークを介して共有するシステムが提案されている。ただし、情報源が出力するデータの中には位置ずれや誤検知、検出漏れ等の誤情報が存在する可能性があり、環境情報を共有する際には誤情報の補正が必要となる。誤情報の補正方法として、複数の情報源が出力した環境情報を統合・融合(センサフュージョン)する方法が提案されているが、システムに実装する上で3つの問題が存在する。

1つ目は、現在提案されているセンサフュージョン方法は、1台の高性能な処理サーバ(集中型)で行うものであり、膨大な情報には対応出来ない可能性があることである。2つ目は、占有格子地図において、1つのセンサしか検出されていないグリッドはセンサフュージョンが出来ないため、誤情報が補正されないことである。3つ目は、ワイヤレスネットワークを介した通信により通信遅延が発生し、情報源が受信した環境情報と現在の環境情報が異なる可能性があることである。

本稿では、上記の3つの問題を解決するために、エッジコンピューティングを利用したセンサデータ統合システムを提案した。このシステムでは、エッジコンピューティングの概念に基づいて、情報源、エッジ、クラウドの3層構造となっており、エッジは事前に空間を重なりが発生しないように分割された領域にそれぞれ配置されている。エッジでは、情報源から受信した占有格子地図とステータス情報をそれぞれセンサフュージョンし、クラウドでは、エッジから受信した占有格子地図をセンサフュージョンする。このシステム構造により、処理や通信の負荷分散ができ

るため、集中型よりも多くの情報に対応出来ると考えられる。さらに、情報源は自身に搭載されているセンサの計測特性に基づいた計測モデルを利用して占有格子地図を作成する。これにより、センサの見落としや誤情報が存在する可能性のある箇所を占有格子地図に反映することが出来る。この占有格子地図を利用すると、自動運転車や自律移動ロボットは、センサの見落としや誤情報が存在する可能性がある箇所を避けた経路を生成することが出来る。また、合流支援や合流制御では、自動運転車や自律移動ロボットの正しい位置情報が必要となるが、エッジが情報源から受信する位置情報には、センサのノイズによる位置誤差だけでなく、通信遅延による位置誤差も含まれている。そのため、より正確に位置を推定するためにも、センサフュージョンによる位置推定方法に通信遅延対策を組み込み、センサのノイズによる位置誤差と通信遅延による位置誤差を補正する。これにより、通信遅延のある環境でも正しい位置を推定することが出来るため、適切に合流支援、合流制御が出来ると考えられる。

上述のシステムを実現するために研究(I)(II)(III)を行った。

研究(I)は、センサの計測特性を考慮した占有格子地図の作成方法についての提案である。研究(I)で対象とするセンサは2次元レーザーレンジファインダ(2次元LRF)である。2次元LRFによる計測では、レーザー光の距離減衰や反射、隣合うレーザー光の間隔の広がりといった性質により、検出可能範囲内にオブジェクトがあるにも関わらず検出漏れが発生する危険性がある。本稿では、LRFの見落としの可能性を考慮して占有格子地図を作成する。さらに、2つの情報源がそれぞれ出力した占有格子地図を Dempster 結合則を利用したセンサフュージョンにより統合し、誤情報が補正されることと検出範囲が拡大することを確認した。

研究(II)は、エッジコンピューティング環境下での占有格子地図のセンサフュージョン方法についての提案である。ここでは、情報源が出力した占有格子地図をエッジとクラウドで分散してセンサフュージョンを行えるように、研究(I)で利用した Dempster 結合則を分散環境でも利用可能な方法へ拡張した。また、複数の情報源に検出されたグリッド情報を、まずはエッジでセンサフュージョンすることにより、クラウドが受信するデータ量の削減やクラウドの処理負荷の削減が実現出来た。さらに、提案したセンサフュージョン方法では、受信した占有格子地図から順にセンサフュージョンすることができるため、効率的にデータを処理することが出来る。

研究(III)は、通信遅延を考慮したステータス情報のセンサフュージョン方法についての提案である。車両検知器が出力する車両位置は正確であるが、検出範囲内にある車両の位置情報しか取得できない。一方でGNSSセンサは、遮蔽物のないオープンスカイの場所であればどこでも位置を取得することが出来るが、得られる位置情報の精度は低い。2つのセンサの位置推定結果を統合した結果、得られた位

置情報は、GNSS センサが出力する位置誤差の大きさにもよるが、GNSS センサ単独で推定した位置よりも位置誤差の平均値が約 0.194m 小さく位置推定することが出来た。また通信遅延のある環境において、通信遅延対策を行わずに GNSS センサ単独で推定した位置よりも位置誤差の平均値が約 2.18m 小さく位置推定することが出来た。