

1. 緒言

近年、Google のドライバーレス・カーを代表に自律移動システムの研究が盛んに行われている[1]。

本研究室では6年前から、GPSで測位し、マイコンでサーボモータや駆動モータを制御して目標座標に到達するGPSロボットカーを開発してきた。今年度は、レギュレーションが変更されたGPSロボットカーコンテストに参加するためプログラムやアルゴリズムなど内部的な改良を行った。また、「みちびき」の利用時と非利用時におけるGPSロボットカーの軌跡を比較して、その効果を検証した。

2. 準天頂衛星「みちびき」の概論

準天頂衛星システムは、「準天頂軌道」と言う日本のほぼ天頂(真上)を通る軌道を持つ人工衛星を用いたシステムで、国内の山間部や都心部の高層ビル街などでも、測位できる場所や時間を広げることができ、現在は信号に含まれる情報の精度の検証実験を行っている[2]。

3. 結果

3.1 アルゴリズムの改善

今年度の「GPSロボットカーコンテスト」のレギュレーションが、指定された2点を回るというものから、指定された2点間を8の字で走行するというものに変更された。そこで2つのwaypointの外周にGPSロボットカーの通るべき点を4つ指定することで2つのwaypointを周回する方法を考えた。(1)(2)(3)式にその4点を導くアルゴリズムを示す。まず、「GPSロボットカーコンテスト」で与えられた2点をのようにA・Bと置き1m当たりの緯度及び経度を

$\frac{1}{1852.0} = x$ と置く。今回は3mおきにpointを設定した。A点の緯度をA'、経度をA''とし、B点の緯度をB'、経度をB''とし、以下の計算を行う。(B' - A')=aと置き(A'' - B'')=bと置くとその距離|c̄|は、

$$|c̄| = \sqrt{a^2 + b^2} \dots \dots \dots (1)$$

AB間の単位ベクトルをȳとし、その直交ベクトルをz̄と置く。

$$\vec{AB} = \frac{1}{|c̄|} (a, b) = \left(\frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}}, \frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}} \right) = \vec{y} \dots \dots \dots (2)$$

$$\vec{z} = \left(\frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}}, -\frac{a}{\sqrt{a^2 + b^2}} \right) \dots \dots \dots (3)$$

$$\mathbf{D} = \mathbf{B} + 3x\vec{y} \quad \mathbf{E} = \mathbf{D} + 3x\vec{z} \quad \mathbf{F} = \mathbf{D} - 3x\vec{z}$$

$$\mathbf{G} = \mathbf{A} - 3x\vec{y} \quad \mathbf{H} = \mathbf{G} + 3x\vec{z} \quad \mathbf{I} = \mathbf{G} - 3x\vec{z}$$

と求めることができ、このうちGPSロボットカーが通るべき点は「E・F・H・I」の4点となる。

このアルゴリズムを元に2つのwaypointからGPSロボットカーの通るべき4点の緯度経度を計算する

プログラムを作成した。次に、プログラムにより算出された座標と実際に測位した結果を比較した。その後サレジオ高専のグラウンドにてGPSロボットカーの8の字走行の試験を行った。GPSロボットカーの軌跡を確認したところ、今年度の「GPSロボットカーコンテスト」の競技内容である8の字走行がなされていることを確認した。

3.2 「みちびき」の効果検証

まず、試験走行時におけるwaypointの測位精度を高める必要がある。そのために、校内の既知の座標を基準局としDGPS[3]によって座標を求めた。従来のGooglemapで求めた座標と基準局との誤差は緯度0.46m、経度8.79mであったが、DGPS測位により誤差が緯度0.39m、経度0.81mとなり、緯度で0.07m、経度で7.88mの改善が確認された。また、「みちびき」利用時と非利用時におけるGPSロボットカーのwaypoint判定の精度を比較した。測位中の測位可能時間は「みちびき」無しの場合95.47%、「みちびき」有りの場合98.77%となり「みちびき」を使用することで3.4%の改善を確認できた。

さらに、「みちびき」の補強効果により2drms[4]が10mから3.8mにまで改善されることが確認された。

4. 結論

本研究では「GPSロボットカーコンテスト」の競技内容に合った走行アルゴリズムの改善を行った。また、waypointの精度の改善とGPSロボットカーの判定精度の評価を行った。さらに、GPSロボットカーに搭載されたGPS受信機の「みちびき」利用時と非利用時の測位データを比較することで「みちびき」の補完効果と補強効果を確認することができた。

今後は、「みちびき」利用時と非利用時のGPSロボットカーにおける走行軌跡から、走行中のみちびきの効果について検証する予定である。

文献

- [1] 特許出願技術動向調査報告書(概要) 自動運転自動車, 特許庁, 平成26年2月
- [2] 準天頂衛星「みちびき」に関する資料 JAXA, <http://www.jaxa.jp/projects/sat/qzss/>, 平成16年1月
- [3] GPS MANIAXX, 清水隆夫, 丹羽誠, 津守美弘, 後田敏, 納浩史 著, FGPS 監修, MYCOM, 平成16年6月
- [4] 精説GPS基本概念・測位原理・信号と受信機, Pratap Misra and Per Enge 原著, 日本航海学会GPS研究会訳, 平成14年12月