

超音波センサと超音波距離計を用いた 2 次元移動物体の速度計測システムの開発

Development of Velocity Measurement System for Two-Dimensional Moving Object

Using Ultrasonic Sensors and Sonar Ranging Systems

○寺田勝弥¹, 君塚 彬², 山田知幸², 三浦 光³*Katsuya Terada¹, Akira Kimizuka², Tomoyuki Yamada², Hikaru Miura³

Abstract: Generally, the methods of velocity measurement are using a Doppler-type speed measurement system and a measurement passing velocity between two points by using photoelectric sensors. These methods can measure the velocity of the high-speed moving object in high accuracy. However, neither of these methods corresponds to the velocity measurement of two-dimensional moving objects. The purpose for this study is development of velocity measurement system for two-dimensional moving object using ultrasonic sensors. In this report, construction of the velocity measurement system, and precision of the measurement is studied.

1. はじめに

通常, 速度を計測する方法として, ドップラー効果を利用した計測器や, 光電センサなどを利用して 2 点間通過速度を計測する方法が挙げられる. これらの方法は, 比較的高速で移動する物体の速度を高精度で計測することが可能であるが, どちらも 2 次元移動物体の速度計測には対応していないのが現状である^[1].

そこで本研究では, 超音波センサを利用して, システムに対して斜めに進入してきた物体の速度を, 簡便に計測出来るシステムの開発を目的とする^[2].

2. 計測装置概要

Fig.1 に, 今回構築した計測装置の概要を示す. 計測区間の始点と終点に超音波センサを 2 個設置する. その内側の 2 点に移動物体の走行角度を知るための超音波距離計を 2 個設置する. これらは全て端子台へと接続され, 端子台によって集約された信号は PC 内部のプログラムによって処理される.

まず, 移動物体が超音波センサ 1 の前面に到達すると, 移動物体の側面から生じた反射波を受信し, その信号の変化を読み取ることで移動物体の計測区間への進入時刻 t_1 [s] を測定する. さらに移動物体が超音波距離計 1 の前面に到達すると, 距離計 1 は移動物体を検知し, 移動物体から距離計 1 までの距離 y_1 [m] を測定する. 同様に, 距離計 2 の方でも移動物体から距離計 2 までの距離 y_2 [m] を測定し, y_2 [m] と y_1 [m] の差を取ることで, 移動物体のシステムと垂直な成分の走行距離 y [m] を算出する. 得られた y [m] と距離計間距離との関係から, 走行角度 θ [deg] を求めることができる. 最後に, 計測区間の終点に設置した超音波センサ 2 により, 移動物体の計測区間からの退出時刻 t_2 [s] を測定し, t_1

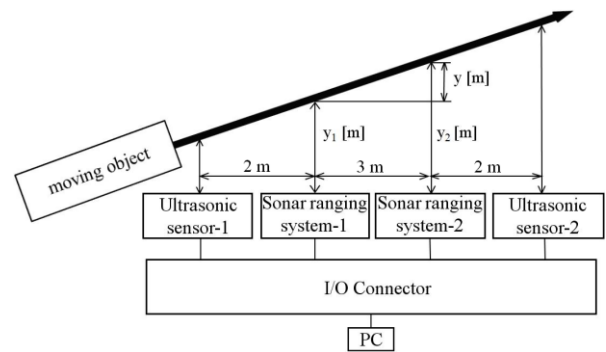


Fig.1. Outline of measuring device.

[s] と t_2 [s] の差を取ることで移動物体の計測区間内の走行時間 t [s] を算出し, 得られたデータから移動物体の各成分における速度を算出することができる.

3. 実験結果

ここでは, 構築したシステムの速度および進入角度の計測精度を検討するために, 約 7 km/h で直進する物体を対象として速度計測実験を行った. 実験では移動物体と計測装置との間の角度を変化させ, そのときの進入角度と, 移動物体の速度を各 10 回ずつ計測した. その際, 同時に市販されている速度計(スター電子社製, ES-2100TN)と透過型光電センサ(キーエンス社製, PZ-M52)を組み合わせた 2 点間通過速度計測システムにより移動物体の走行時間を測定して算出した速度を基準として, 計測値との誤差を求めた.

Fig.2 は, 各設定角度における角度の測定結果である. 図は, 横軸に設定角度を取り, 縦軸に角度の測定値を取っている. 図より, 測定値の大半が設定角度に対しておよそ ± 3 deg 以内に収まっていることが確認できた.

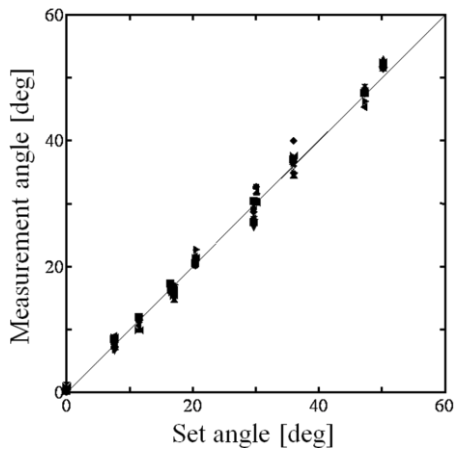


Fig.2. Relationship between set angle and measurement angle.

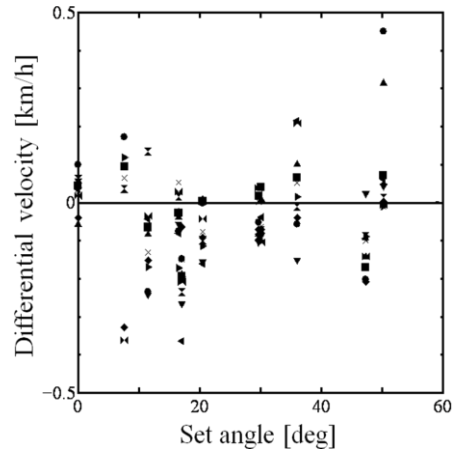


Fig.4. Relationship between set angle and differential velocity.

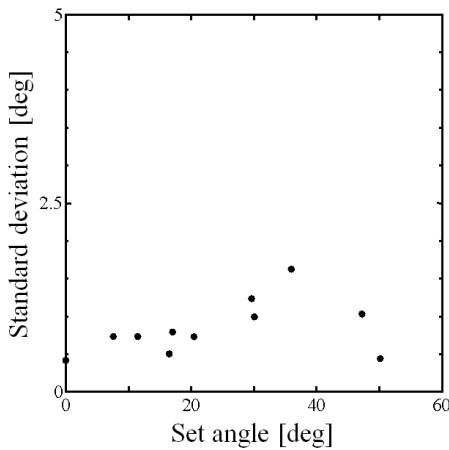


Fig.3. Relationship between set angle and standard deviation of measurement angle.

Fig.3 は、各設定角度における角度の測定値の標準偏差の結果である。図は、横軸に設定角度を取り、縦軸に角度の測定値の標準偏差を取っている。図より、測定値のバラツキを示す標準偏差は、いずれの角度においてもおよそ ± 1.3 deg 以内に収まっており、システムは精度を保っていることが確認できた。

次に、Fig.4 は、各設定角度における速度の測定値の誤差の結果である。速度の誤差は、ES-2100TN の指示値を真値として各測定値における誤差を算出した。図は、横軸に設定角度を取り、縦軸に速度の測定値の誤差を取っている。図より、速度の誤差は測定値の全てが ± 0.5 km/h 以内に収まっており、移動物体の進入角度が変化しても速度計測の精度には影響しないことが確認できた。

Fig.5 は、各設定角度における速度の測定値の誤差の標準偏差の結果である。図は、横軸に設定角度を取り、縦軸に速度の誤差の標準偏差を取っている。図より、速度の誤差の標準偏差は測定値の大半が ± 0.2 km/h 以

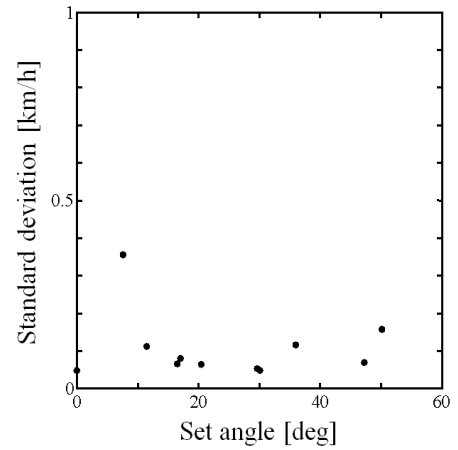


Fig.5. Relationship between set angle and standard deviation of differential velocity.

内に収まっており、測定値のバラツキも小さいことが確認できた。

4. おわりに

今回は、約 7 km/h で走行する 2 次元移動物体を対象として速度計測実験を行い、その精度を調べた。その結果、角度の測定精度は、測定値の大半がおよそ ± 3 deg 以内に収まっていること、標準偏差で表すとおよそ ± 1.3 deg 以内に収まっていることが確認できた。また速度の測定精度は、いずれの進入角度においても ± 0.4 km/h 以内に収まっていることが確認できた。今後は、さらに高速で移動する物体を対象とした場合の計測精度を検討する予定である。

参考文献

- [1] 片原 俊司, 青木 正喜: ラインセンサカメラを用いた車両の検出と速度測定, 情報処理学会研究報告.ITS, 2004(98), pp.11-18, 2004.
- [2] 寺田 勝弥, 三浦 光: 電気学会基礎・材料・共通部門大会, pp.493, 2010.