

複数の鏡と測域センサを用いた高速な人数 / 形状計測システム

腰原 裕一, 川田 浩彦, 大矢 晃久, 油田 信一 (筑波大学)

A Fast Measurement System for People Counting and Human Shape with a SOKUIKI Sensor and Mirrors

Yuichi KOSHIHARA, Hirohiko KAWATA, Akihisa OHYA, Shin'ichi YUTA (Univ. of Tsukuba)

Abstract— Usually, multiple sensors are used for counting people number or measuring humans shape rapidly. In this paper, we propose a new simple measurement system with a SOKUIKI sensor and mirrors, and show its preliminarily experimental results.

1. はじめに

近年、自動的に人数カウントを行うシステムが開発され、利用が広がっている。人数カウントを行う目的は、マーケティングツールとして、顧客の行動を得て、経営に反映させること、セキュリティシステムとして、制限エリアへの侵入検知を行うこと、などである。後者のシステムの一例としては、測域センサ^{[1][2]}を利用した人物追跡、人数カウントシステム^[3]が開発されている。しかし、これらのシステムでは、複数のセンサを利用するためシステムが複雑になることが問題である。本研究で提案するシステムは測域センサと鏡を使って、高速な人数計測、形状計測を行うものである。

本システムの利点は、鏡を使うことで物体の裏側のデータを取得できること、センサの数を少なくし、システムの構成を単純にできることが挙げられる。本稿では、システムの構成と現段階で取得できた計測結果について述べる。

2. 方法

2.1 概要

1台の測域センサと4枚の鏡を Fig.1 のように配置した場合について考える。測域センサはレーザー光を照射し、反射波を検出することで距離を取得する。鏡がある場合では、測域センサのレーザー光は鏡に反射し、その後、物体に照射する。このため、物体の裏側のデータも取得できる。

ここで、Fig.2 に測域センサで得られるデータの模式図を示す。Fig.2 の中央の四角い枠は、Fig.1 と同じように鏡が配置されている。このとき、赤色の線は測域センサにより取得されたデータを、センサを中心とした極座標系で描画したものである。これを、後述するアルゴリズムによって変換することで、Fig.3 のように物体の裏側を含めた全体形状を復元することができる。

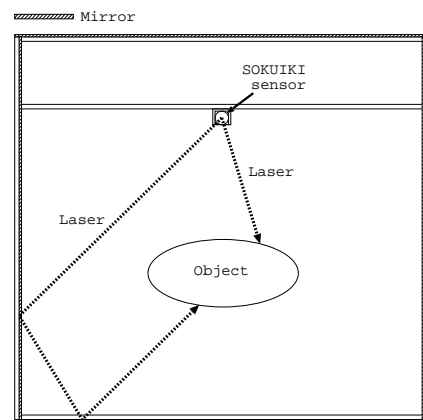


Fig. 1 Outline of measurement system

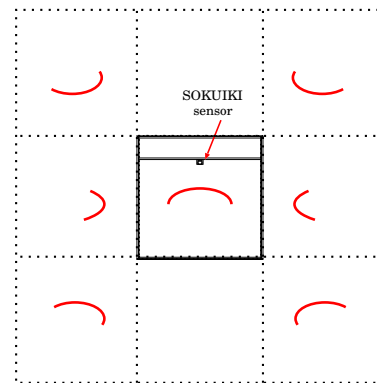


Fig. 2 Schematic diagram for direct output of sensor

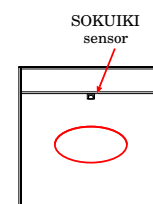


Fig. 3 Schematic diagram for measurement results of the system

2.2 測域センサの生データを変換するアルゴリズム

本手法において、測域センサから得られたデータを生データと呼び、アルゴリズムにより変換されたデータを、処理データと呼ぶことにする。生データは Fig.2 に示すように、測域センサを原点とする極座標系上のデータである。また、処理データは、Fig.3 に示すように、形状が復元されたものである。

本アルゴリズムの第1ステップは、生データを極座標系から直角座標系に変換する。第2ステップは変換したデータ点の x, y 座標の値を入力として、それぞれ、Fig.5, Fig.6 に示すフローチャートの処理を行う。このステップが終わり出力された x, y 座標の値が、処理データとなる。

第2ステップの変換を行うためには、反射回数が重要になる。Fig.4 に反射回数についての模式図を示す。Fig.4 は測域センサを原点とし、左方を x 軸、下方を y 軸の正方向とする直角座標系をとる。黒丸で示す点は直角座標系に変換したデータである。反射の回数は Fig.4 で色分けされた領域毎になる。例えば、Fig.4 の右上の赤い領域は鏡で囲まれた領域を示し、赤い領域内にあるデータは鏡に反射していない。また、緑の領域にあるデータは鏡で1回反射したもの、青では2回反射したものとなる。なお、 H, W は鏡の

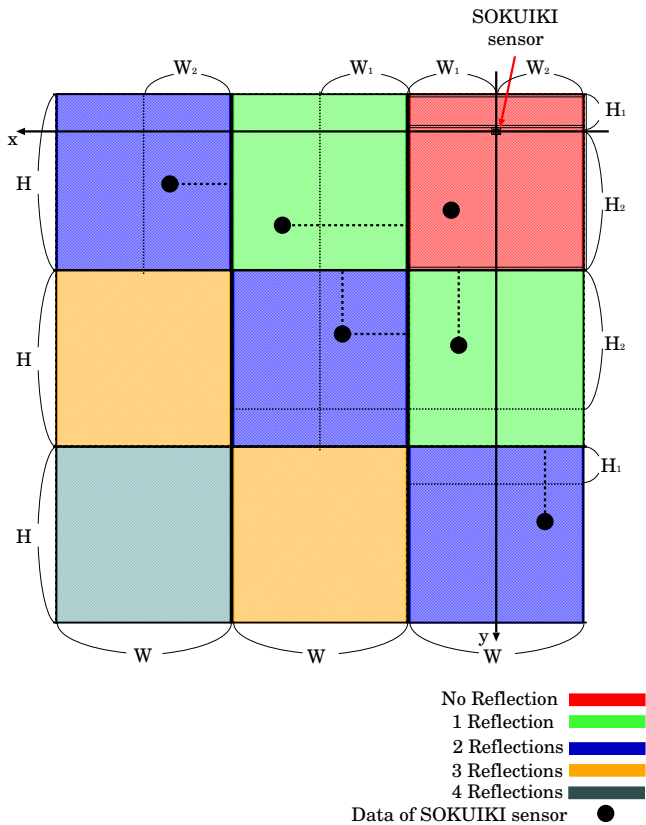


Fig. 4 Schematic diagram for a number of reflections

幅を、 H_1, H_2, W_1, W_2 の値は、測域センサの位置を決定するパラメータであり、Fig.5, Fig.6 に示すフローチャート内の処理で利用する。

x, y 座標値の変換は Fig.5, Fig.6 に示す通り、まず鏡に反射した点であるかないか確認し、反射していない点ならば x, y の値を保持する。反射した点であれば奇数回、偶数回の場合分けをして、最後に反射した鏡からの距離とパラメータをもとに、物体に照射された位置の座標を求め、 x, y の値を書き換える。

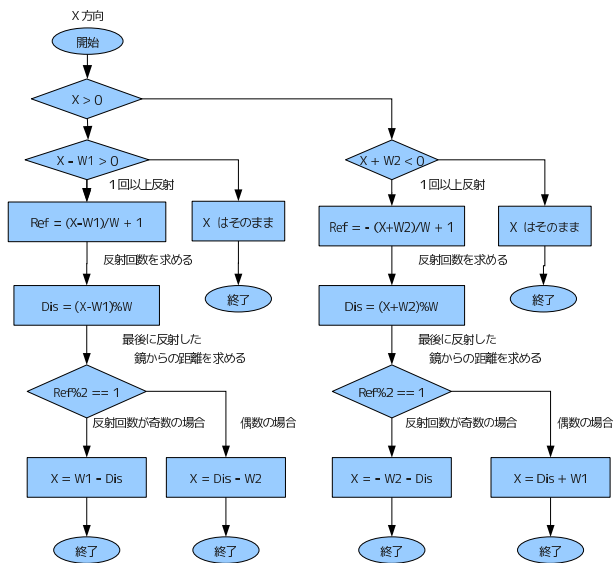


Fig. 5 X-coordinate flowchart

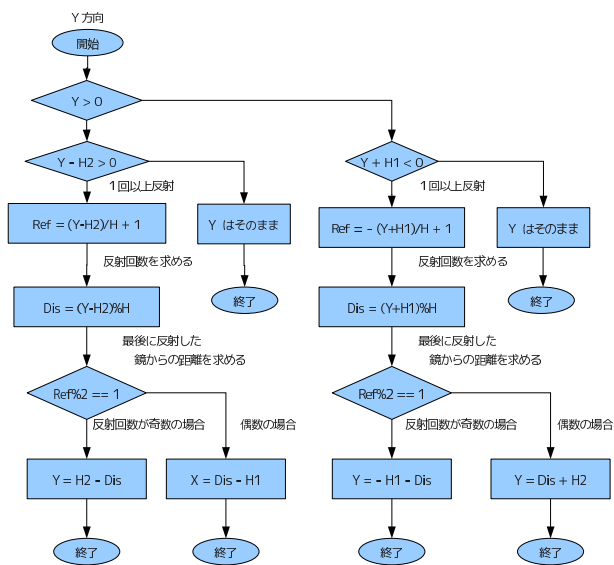


Fig. 6 Y-coordinate flowchart

3. 実験

3.1 システムの概要

本手法の有効性を確認するために実験を行った。実験で使用した装置の外観を Fig.7 に示す。測域センサは、複数回反射する場合を考慮して、最大 30m まで測定可能な北陽電機社製の UTM-30LX を利用した。また、鏡は衝撃が加わっても割れにくいアクリル製の鏡を利用し、アルミフレームで固定した。装置の大きさは長さ 1.8m、幅 1.8m、高さ 1.3m であり、測域センサは床から約 1m の高さに、計測面が水平になるように固定した。測域センサから得られたデータはノートパソコンに取り込み、2.2 節のアルゴリズムの計算を行った後、OpenGL を使ってリアルタイムに描画した。

実験の内容は、測域センサから前方へ 500mm のところに、白い紙を巻いた直径 40mm の塩ビパイプを配置して計測を行った。Fig.8 に実験の様子を示す。

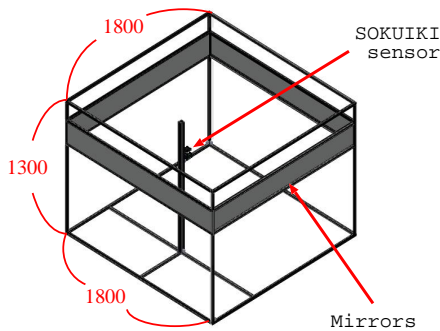


Fig. 7 Structure of the experimental system



Fig. 8 Experimental environment

3.2 実験結果

測域センサで取得された生データの一部を Fig.9 に示す。なお、3 回以上反射して得られたデータも存在したが、変換して処理データにした際に 2 回反射よりも、誤差が大きくなったため、図には記載していない。

Fig.9 の青い実線は鏡を示しており、紫色の枠は Fig.4 に示した領域の区分線と同じである。また、Fig.9 のデータをもとに 2.2 節のアルゴリズムを利用して変換を行った結果を Fig.10 に、Fig.10 の直径 40mm の塩ビパイプの部分だけを拡大した図を Fig.11 に示す。これらの図でプロットされたデータの色は、Fig.4 に示した反射回数ごとに色分けしたのと同じである。なお、紫色の円は直径 40mm の塩ビパイプを示している。

実験結果より、2 回反射して塩ビパイプに照射している点が確認できた。しかし、これらのデータは 2cm 程度ずれて表示されるため、装置がわずかに歪んでいると思われる。また、1 回だけ鏡に反射して塩ビパイプに照射している点は、今回の実験では確認できなかった。Fig.10 を見てみると、測域センサの左右の鏡では、鏡の位置にデータが存在している。これは測域センサのレーザー光の入射角が鏡に対して垂直に近い場合、鏡面反射していないと考えられる。1 回だけ反射して物体に照射されるデータを表示するには、塩ビパイプとセンサの距離を離し、1 回の反射で塩ビパイプに照射される位置に配置すれば良いと考える。

最後に、Fig.12 に人間の形状計測を行った様子を、Fig.13 にその結果を示す。直接人間に照射されたデータと、2 回反射して照射されたデータでは、若干のずれはあるが、現状でも人数計測に利用できる程度のデータは取得できている。

4. おわりに

本研究では、測域センサの利用方法として、高速な人数計測、形状計測システムを提案している。

本報告では、まず測域センサと鏡を用いて物体を計測するための原理を示し、次に取得したデータを変換するアルゴリズムを示した。そして、実際に製作した計測装置を示し、現段階で計測を行った結果を示した。今後は、装置の校正を行い、計測データの信頼性を向上させた形状計測、人数計測に繋げていきたいと考えている。

参考文献

- [1] H.Kawata, W.Santosh, T.Mori, A.Ohya and S.Yuta . "Development of Ultra-small Lightweight Optical Range Sensor System". Proceedings IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS2005). Edmonton, Alberta, Canada, 2005-8-2/6. 2005, pp.3277-3282.

- [2] 森, 日野, 油田. "パルス反射時間測定によるタイム・オブ・フライト方式レーザ測域センサの開発". 第24回日本ロボット学会学術講演会講演論文集. 岡山, 2006-9-14/16. 日本ロボット学会, 2006, 1E-31.
- [3] 李, 金, 川田, 大矢, 油田. "測域センサを用いたセキュリティーシステムの開発". 第24回日本ロボット学会学術講演会講演論文集. 岡山, 2006-9-14/16. 日本ロボット学会, 2006, 2B-22.

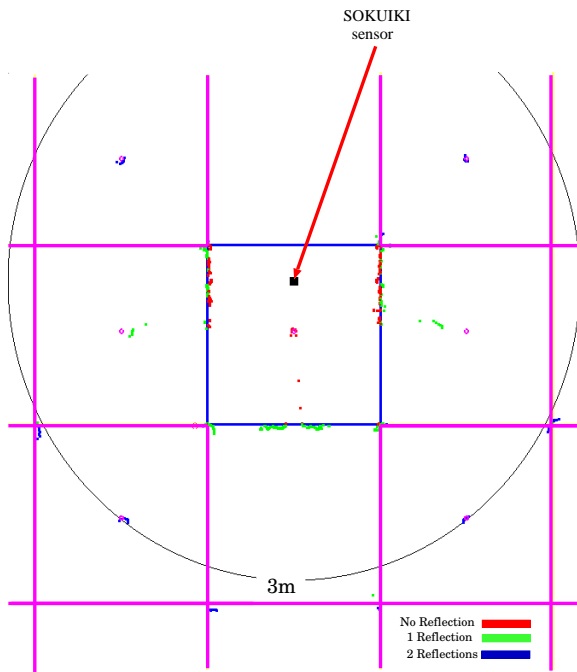


Fig. 9 Direct output of sensor

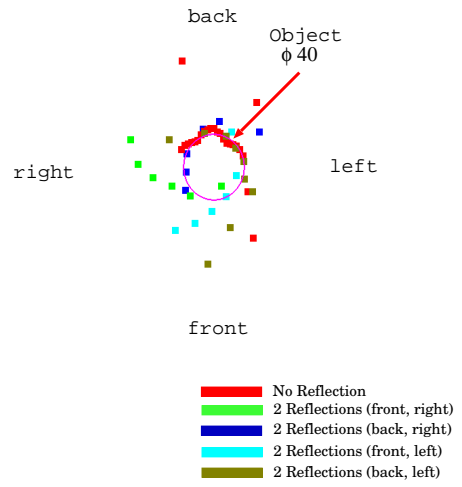


Fig. 11 Measurement results of the system (enlargement)

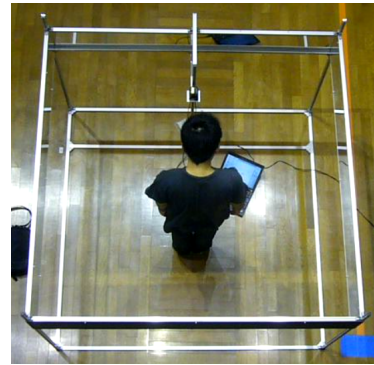


Fig. 12 Experimental environment

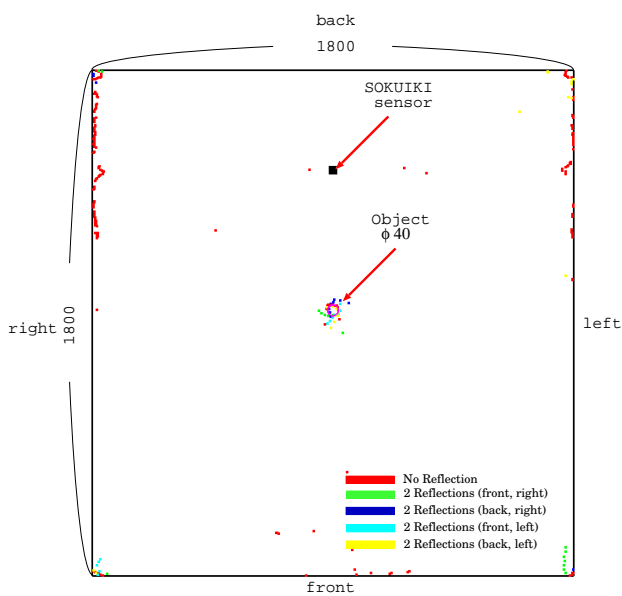


Fig. 10 Measurement results of the system

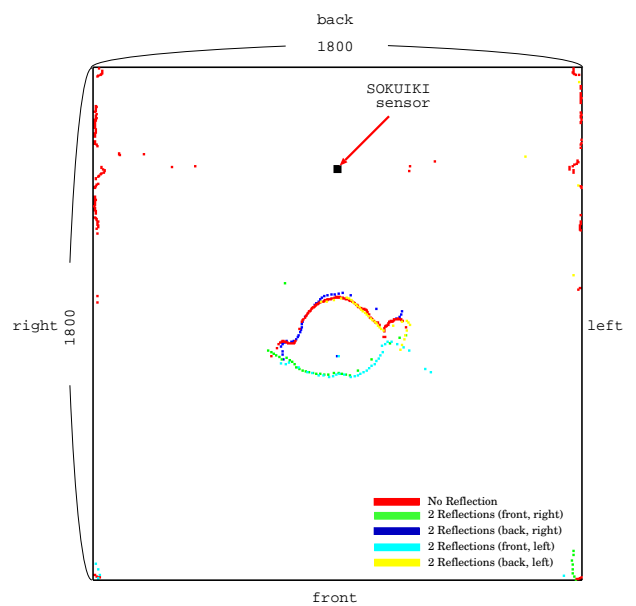


Fig. 13 Measurement of human