

# 光リンクセンサーネットワークのための

## ビームトラッキングシステムの開発

新木 智博<sup>1</sup>, 香川 直己<sup>1</sup>

<sup>1</sup>福山大学 (〒729-0292 広島県福山市学園町1番地三蔵)

### Development of Beam-tracking System for Optical Link Sensor Network

Tomohiro SHINKI<sup>1</sup> and Naoki KAGAWA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fukuyama Univ., 4-17-1 Gakkuen-cho 1, Fulyama, Hiroshima 729-0292

**Abstract:** We are continuously researching spectroscopy by resonance absorption of laser light as a method to measure greenhouse gases non-contacting and in real time. As part of that, we are studying beam tracking to establish a communication network while moving. Beam tracking is a system using image processing as an optical axis detector. We designed an algorithm for speeding up beam tracking. We also produced an omni-wheel robot model that assumed a real machine and evaluated the beam tracking function of the designed algorithm.

**Key Words:** Laser absorption spectrometry, Greenhouse gas, Free space optical communication, Sensor network, Tracking

#### 1. まえがき

大気中の温室効果ガスを非接触かつ、リアルタイムで測定する手法として、赤外光の共鳴吸収による分光分析法の研究を継続的に続けている。メタンガス濃度をセンシングする土砂崩れ予測ユニットが実用できれば土砂崩れ予測が可能であると考えられる。<sup>1)</sup> 土砂崩れ予測ユニットはガス濃度を測定しながらの移動を考えているため、移動しながらでも通信ネットワーク形成を正確に確立するための、ずれた光軸の自動修正を行う自動光軸合わせシステムが必要になる。われわれは、画像処理を光軸検出器として用いたシステムを開発し、光軸追尾機能の実現を得る研究を行ってきた。本研究では光軸トラッキングの高速化を可能にするアルゴリズムを設計することを目的とし、より実機に近づける研究を行った。

#### 2. 光軸トラッカーの概念設計

カラートラッキングプログラムは、画像処理、画像解析の機能を持つライブラリの OpenCV を用いて Python 言語で作成した。自動光軸合わせを行うために必要な光軸中心検出は、カラートラッキングを用いた。光軸を検出する方法は、色情報である各ピクセルを HSV に参照し、判別する方式を採用した。Fig.1(a)の黒から緑の色彩がある領域を HSV(H:30~55, S:85~250, V:15~152)で特定化し、特定化した部分を青でマークし(Fig.1(b))トラ

ッキングする。次に、トラッキングした色を X,Y 座標に変換する方法として、OpenCV のモーメント処理を利用し、中心座標を取得する。

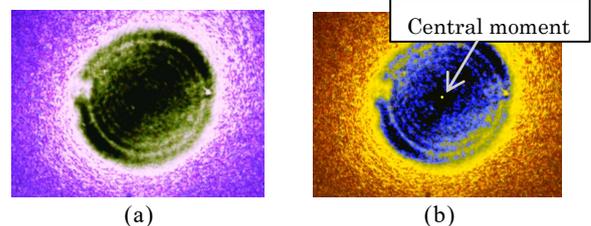


Fig.1(a) visible camera image (b)its processing result

設計する光軸トラッキングアルゴリズムは、追従時とロスト時の2つのタスクからなる。追従時には、画面内を中心座標の位置に応じて8方向2速度の計16パターン動作を選択する。一方、ロスト時は、回転移動による軸外れが多いという経験則に基づき、ピッチ、ヨーを駆使し光軸を探索する。光軸を捉えた場合は、追従アルゴリズムに復帰する。

#### 3. 光学ステージを用いた検証実験

実装したアルゴリズムでの光軸追尾の検証結果を Fig.2 に示す。速度切り替えが行われ、目標座標に時間的に収束することが確認できる。同じシステムで逐次比較アルゴリズムを適応した場合に比べ約50倍高速化した。また、Fig.3に示すように画面外れへの対応も確認できた。

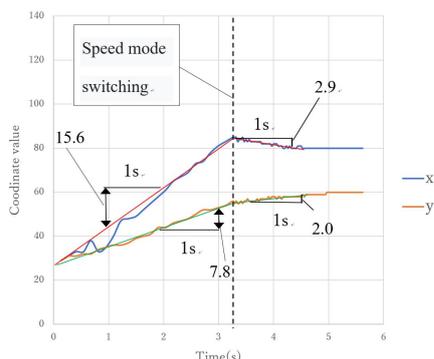


Fig.2 Temporal response of the model tracker.  
Record periods is 0.15[s]

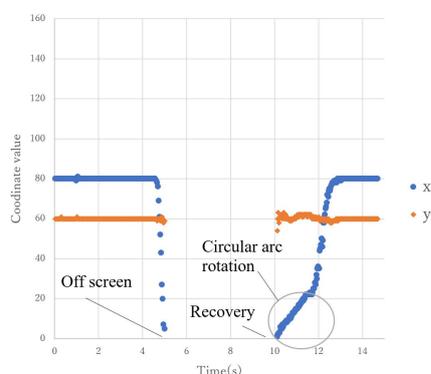


Fig.3 Result of Temporal response under the off screen condition

#### 4. 実機でのアルゴリズムのモデル評価

使用した移動機構は、3WD48mm オムニホイールロボットプラットフォーム(15001B)である。

使用する撮像素子は 160×120 ピクセルである。X 軸 80, Y 軸 60 を中心として、中心座標の位置に応じて左右 2 方向の 2 パターンの動作を選択する。光軸追従時は、水平移動する。ロス時は、円弧回転移動する。

実験構成は、光源と受光部の距離を約 290mm として追従実験を行った。光源は固定して受光部との間に 2 枚のレンズを設置し、レーザーのビーム形成を行った。出射側のレンズは、ビームの広がりを制御する。受信側のレンズは、焦点距離をずらすことで光軸径を大きくしカラートラッキングを容易にする。上方から USB ウェブカメラ(12-80401)で光軸トラッカー上に貼り付けたカラーテープをカラートラッキングし、光軸トラッカーの座標値を取得した。カメラと光軸トラッカーの距離は 600mm で、カメラの視野角により座標値 1 が 2mm に相当する。光源は、以下の 2 つの動かし方で行った。

- ①光源を平行移動させる
- ②光源を水平回転させる

②の時は、光軸の回転方向における接線速度が速いため、画面外れが生じることを想定されるためである。

①の場合での光軸トラッカーの軌跡の測定結果は Fig.4(a)に示す。Fig.4(a)より、光軸トラッカーは実戦で示す設定値に概ね沿って移動していることが判る。②の測定結果は Fig.4(b)に示す。Fig.4(b)より光軸トラッカーは光軸に正対するように実践で示す設定値に概ね沿って移動した。

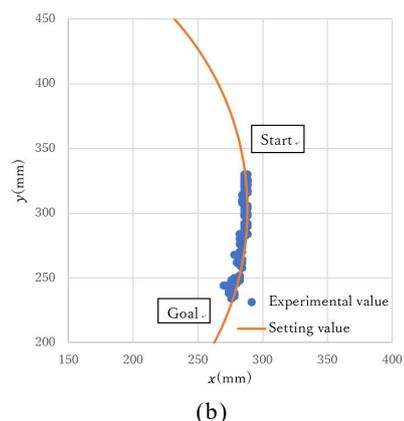
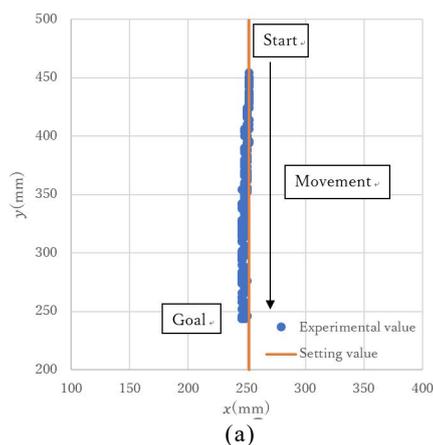


Fig.4 Moving trajectory of the model tracker with the Omni wheel robot. (a) Horizontal movement and (b) face-to-face rotation

#### 5. まとめ

本研究は、自動光軸合わせシステムのアルゴリズムの開発を行い、そのアルゴリズムを評価する為に光軸トラッカーモデルを設計し、アルゴリズムを実装し、実験をすることで評価することを目指した。今後の課題として、自動光軸合わせシステムの軽量化及び、山間部で機能させることを想定した、より実用的な移動機構へアルゴリズムの移植が必要となってくる。

#### 参考文献

- 1) N.Okumoto, et al : The Papers of Technical Meeting on "Instrumentation and Measurement", IEE Japan, IM-16-051, pp.7-12