

# 全方位視覚センサとレーザー距離センサによる 人間の位置トラッキング

宜保 洋平 (筑波大学大学院 理工学研究科)  
大矢 晃久 (科技団, さきがけ研究 21 / 筑波大学 電子・情報工学系)

Human's Position Tracking using an Omni-directional Vision Sensor and a Laser Range Finder

Youhei Gibo (Univ. of Tsukuba), Akihisa Ohya (PRESTO, JST / Univ. of Tsukuba)

## 1 はじめに

近年、人間社会の中で活動するロボットの開発が盛んに行われるようになってきた。筆者らも、人間とともに行動する生活支援ロボットとして、「インテリジェントエスコートロボット」の開発を行っている [1,2]。このようなロボットには、人間の存在する同じ空間で共に活動するために、人間の行動を認識する能力が求められる。

そこで本研究では、人間の行動認識を行うための第一歩として、人間をトラッキングできるロボットの開発を目標とした。ここで、トラッキングとは、対象物体を追跡観測して、その位置や軌道を認識し続けることと定義する。センサとしては、一度に 360 度全方向の画像データを取得可能な全方位視覚センサと、レーザー距離センサを用いることにした。本稿では、これらのセンサを利用した対象物 (人間) の位置検出方法について述べる。



Figure 1: The mobile robot equipped with an omnidirectional vision sensor and a laser range finder.

## 2 ロボットのシステム構成

本研究で構築したロボットを図 1 に示す。独立二輪駆動型の移動ロボットに、全方位視覚センサ (アコウル HL-15 + SONY FCB-IX47) とレーザー距離センサ (SICK LMS200) を搭載している。全方位視覚センサは地上高約 150cm、レーザー距離センサは同約 80cm の位置に取り付けられている。レーザー距離センサからは  $\pm 90$  度、0.5 度おきの計測距離データが約 0.4 秒ごとに得られる。

## 3 人間の位置検出法

本研究では、人間の両脇に現れる境界を発見することに基づいて人間の位置を推定する方法を検討した。まず、全方位視覚センサとレーザー距離センサの両方のセンサで境界の候補を抽出する。二つのセンサからの抽出結果を比較し、人間らしさをチェックすることで、ロボットの向上が期待できる。

### 3.1 全方位画像からの候補検出

取得した全方位画像 (図 2 左) からエッジの検出を行うと、人間の輪郭が現れる (図 2 右)。この時、まっすぐに立っている人間の両脇に現れるエッジは、全方位カメラの性質上、中心点から放射状に伸びる直線上に存在す

る。そのため、画像エッジの出現画素数を中心点からの角度ごとのヒストグラムで表すことによって、どの角度にエッジが集まっているかがわかる。つまり、エッジの出現数がピークになるような角度を探せば、その角度に長い線状のエッジを検出できることになる。そこで、その方向を人間の境界の候補とする。図 4 の上部のグラフがエッジ出現数のヒストグラムである。なお、ヒストグラムは角度を 0.5 度ごとに区切って求めている。

### 3.2 距離データからの候補検出

レーザー距離センサの計測データからも、人間の境界を探ることができる。図 3 は、レーザー距離センサにより得られたデータを 2 次元平面上にプロットしたものである。計測された距離データの座標軸をロボットの中心からの距離と角度の座標に変換し、距離値の変化が大きい角度の方向を人間の境界の候補として抽出する。図 4 の下部のグラフが、距離データをロボットを中心とした極座標に変換したグラフである。

### 3.3 データ融合による人間の位置認識

画像エッジの出現ヒストグラム (図 4 上部) と距離値のグラフ (図 4 下部) を比較すると、どちらも共通して 87 度、95 度付近で人間の境界の候補が検出される。こ

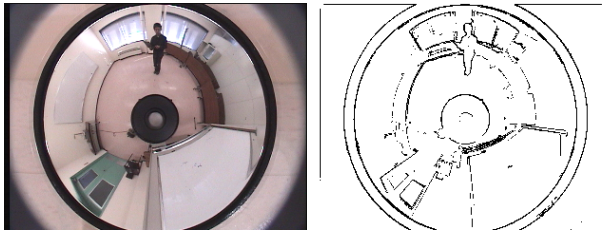


Figure 2: An Example of the image obtained from the omni-directional vision sensor (left). Edges detected by differentiation (right).

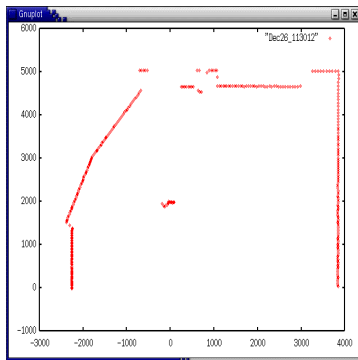


Figure 3: The 2D plot of the scanned laser readings for the case of Fig.2.

の二つの角度は、実際に人間の両脇が存在していた角度である。それらの角度への距離データを参照することによって、両脇の位置座標を求めることができる。

次に、検出された人間候補の横幅として、両脇の境界線間の距離をチェックする。この値が人間の腰幅の標準値より大きく離れている場合は、候補から除外する。対象物が人間らしきものと判断されたら、対象物の中心位置を求める。中心位置は、両脇の境界線の存在する位置の中点とした。

## 4 実験

今回の実験は、屋内の廊下環境で行った。ロボットの位置を固定し、対象となる人間が立つ位置を変えていきながら計5回の計測を行い、その移動軌跡を求めた。5回の計測結果を線で結んだものが、図5である。この図において、ロボットの位置を原点にとっている。点線が実際の人間の位置を、実線が計測された人間の位置を示している。ロボットから遠いところでは10cm程度の誤差があるが、人間の位置をほぼ正しく認識できていることがわかる。

## 5 まとめと今後の課題

本稿では、全方位視覚センサとレーザ距離センサを用いて、人間を対象とした位置のトラッキング方法について述べた。

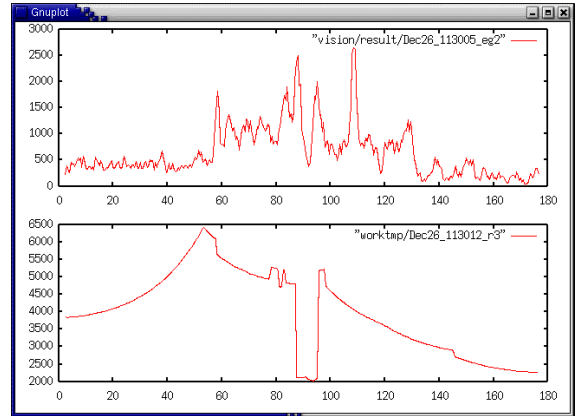


Figure 4: Upper graph represents the histogram of edge pixel shown in Fig.3. Lower graph shows distance measured by the laser range finder.

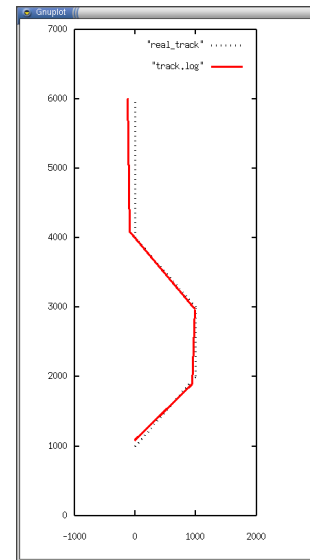


Figure 5: Experimental result of the target position tracking.

今後の課題としては、以下の点が挙げられる。

- ・様々な状況に適用すべくトラッキング方法を改良
- ・ロボットが移動中のトラッキングを実現
- ・人間が複数いる状況でのターゲット人物の認識
- ・処理速度の向上

これらの課題を解決し、人間と協調して活動するロボットに応用していきたいと考えている。

## 参考文献

- [1] A.Ohya and T.Munekata: "Intelligent Escort Robot Moving together with Human -Interaction in Accompanying Behavior-", FIRA Robot World Congress (2002)
- [2] A.Ohya, Y.Nagumo and M.Takahata: "Intelligent Escort Robot Moving together with Human -Human Following Behavior-", International Symposium on Measurement and Control in Robotics (2002)