

Color Panel Omni-Winker による全方向移動体の行動表出

Color Panel Omni-Winker to Express Locomotive Behavior for Omnidirectional Vehicles

山本 大祐^{*1}
Daisuke Yamamoto

山崎 洋一^{*1}
Yoichi Yamazaki

多田隈 建二郎^{*2}
Kenjiro Tadakuma

^{*1} 関東学院大学
Kanto Gakuin University

^{*2} 大阪大学
Osaka University

Omnidirectional vehicles acting in human environment need to express their actions, because it is difficult for human to predict actions of the vehicles due to the loss of changes in posture. Color Panel Omni-Winker is proposed as an indicator for omnidirectional vehicles, where the Color Panel Omni-Winker expresses locomotive behavior such as the direction and speed of the vehicle to all human around the vehicles by using color and arrow shape of panels. The proposed Color Panel Omni-Winker leads to interactive collision avoidance, where the winker encourages human-driven collision avoidance in addition to existing intelligent sensing technology.

1. はじめに

生活空間での行動に適した移動体として、方向転換することなく自在に移動可能な全方向移動体が実用化されており、全方向移動を可能にした車椅子の研究・開発も行われている[上野 2011]. 生活空間で人と共生する全方向移動体は、人間の行動を認識し接触回避行動をとると共に、その移動方向を人間にわかりやすくかつ親しみやすく提示する必要がある。

従来研究では、全方向移動体の人検知に基づく接触回避行動が実現されている[尾崎 2009]. また、人間による衝突回避をサポートするために、全方向移動体の移動方向及び速度を表出する装置として 2 種類の Omni-Winker が提案されている. 矢印を用いたパネル型は方向表示に、色を用いた半球型は速度表示に有利な事が確認されている. これらの特性をふまえ、本研究では行動表出に矢印と色を組み合わせた Color Panel Omni-Winker を提案し、その効果を検証する。

2. 移動体の行動表出

移動体と人間の衝突を避けるためには、移動体が人間の行動を認識し接触回避行動をとる機能だけでなく、その移動行動をわかりやすく提示することにより人間側に接触を回避させる機能が必要である. 本研究では、移動体の中でも移動方向の判別が困難な全方向移動体を対象とし、全方向移動体である Robovie-R3 を使用する。

2.1 従来の移動体の行動表出

従来の作業を行う移動体で最も一般的なものは 4 輪型であり、前後方向および右左折が可能である. 2 輪倒立振り子型の移動体では前出の前後移動、右左折に加え、その場で旋回動作が可能である. 従来の移動体の行動表出の例として、眼球表示やディスプレイ表示による行動表出が実現されている[Matsumaru 2008].

2.2 全方向移動体の行動表出

全方向移動体は車輪に車軸水平方向に横滑り可能なオムニホイールを用いている. これにより従来の移動体の動きに加え、機体正面を維持したままのスライド移動による左右、斜めの移

動方向を実現している. 生活空間で人間と共存する全方向移動体には、従来の移動方向表出を全方向に拡張するとともに、時々刻々と移動先を予測できるような速度表出を行う必要がある. 全方向移動体の行動表出が可能なウインカーとして、2 種類の Omni-Winker が提案されている. 行動表出の認識評価実験結果から、矢印を用いたパネル型は方向表示に、色を用いた半球型は速度表示に有利な事が確認されている[Yamazaki 2011]. これらの特性をふまえ、本研究では、直観的に判断しやすい行動表出を実現するために、矢印と色を組み合わせた Color Panel Omni-Winker を提案する. 各 Omni-Winker で用いる表出要素の比較を表1に示す。

表 1 各 Omni-Winker で用いる表出要素の比較

			パネル型	半球型	Color Panel
用 い る 表 出 要 素	現在	方向	矢印	色(赤・緑)	矢印
		速度	点減速度 点灯量	点減速度	点減速度 点灯量 色(赤・黄・緑)
	次	方向	矢印	色(黄・青)	矢印
		速度	点減速度	点減速度	点減速度 色(赤・黄・緑)
メリット			方向に有利	速度に有利	

3. Color Panel Omni-Winker について

本研究では、人間と全方向移動体のさりげないすれ違いを実現するため、周囲どの方向からでも判別可能な全方向移動体の行動表出を行う Color Panel Omni-Winker を提案する. Color Panel Omni-Winker は、行動表出を直観的に理解できるように、移動方向に矢印、速度に色を用いる。

3.1 行動表出のための表示装置

Color Panel Omni-Winker の行動を表出するパネルとして 8 インチ小型モニタ plus one LCD-8000U を用いる. この表出パネルを Robovie-R3 の胴体部分の前後左右 4 方向に 1 個ずつの計 4 個を装着する. これらの表示パネルを合わせて Color Panel Omni-Winker とする. Robovie-R3 に装着した Color Panel Omni-Winker を図 1 に示す。

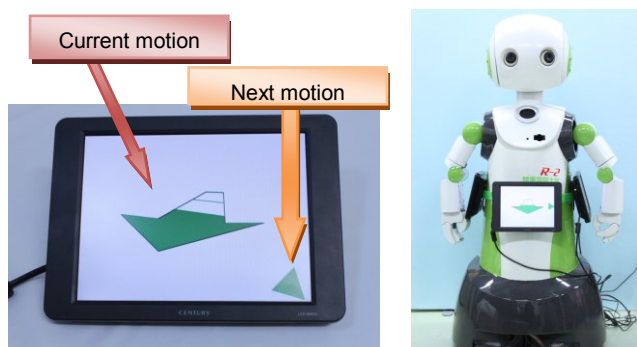


図1 Color Panel Omni-Winker 装着図

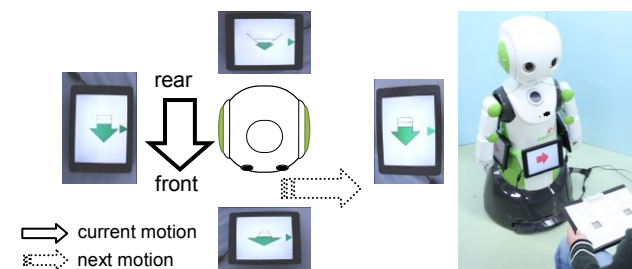


図2 Color Panel Omni-Winker による表出例 図3 実験風景

3.2 Color Panel Omni-Winker の行動表出

Color Panel Omni-Winker による行動表出は、①次の移動方向、②次の速度、③現在の移動方向、④現在の速度の4つの情報からなる。表出例を図2に示す。移動方向に関しては、前後左右斜めの8通りで、速度に関しては、遅い、普通、速い3段階の表出を用いる。次の移動方向を画面内の外側で進行方向にマークを表示して表し、現在の移動方向を画面中央に矢印を表示して表現する。次の速度を点滅速度と色で表し、現在の速度を矢印内部の点灯量、点滅速度と色で表現する。速度を示す色に関しては、日常生活でよく目にする信号機などで一般的に用いられており、人間が直観的に色の意味を理解する事が可能である緑・黄・赤の3色を用いる。速度の遅い時は安全を示す緑色、普通の場合は注意を示す黄色、速い時は危険を示す赤色を使用する。

4. Color Panel Omni-Winker による行動認識評価実験

提案する Color Panel Omni-Winker の有効性を検証するためアンケートによる行動認識評価実験を30人の実験協力者を対象に行う。

4.1 行動認識評価実験の方法

実験の手順を以下に示す。

- 手順1. 実験協力者に対し Color Panel Omni-Winker の目的、行動表出方法を口頭で説明する。
- 手順2. 前後左右斜めの8方向の中から1方向を指定し、実験協力者は指定した方向から行動表出を視認する。
- 手順3. 次の行動表出に関して、速度を速い、普通、遅いの3段階から、移動方向を前後左右斜めの8方向から選択する。現在の行動表出も同様に行う。

以上の手順を、1方向から2表出の確認を行い、方向を変え3方向に対して繰り返す。実験では移動方向表出と速度表出の有効性の検証を行う為に、全方向移動体を移動せずに検証を行う。実験風景を図3に示す。

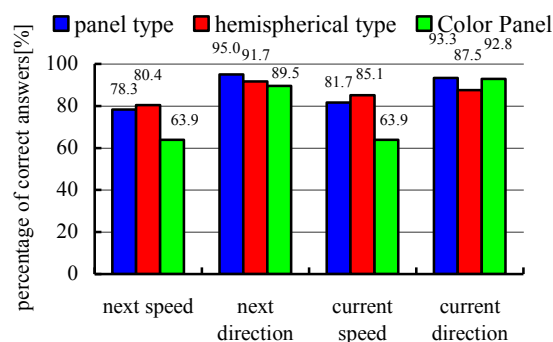


図4 各 Omni-Winker の行動認識評価実験結果

4.2 行動認識評価実験の結果

提案する Color Panel Omni-Winker と先行研究のパネル型、半球型 Omni-Winker とを比較したグラフを図4に示す。

認識実験の結果、次の行動表出において、速度 63.9%、移動方向 89.5%、現在の行動表出において、速度 63.9%、移動方向 92.8%の正答率を得ている。

パネル型・半球型と比較し、速度、移動方向共に認識率は向上しなかった。特に、速度の認識率が大きく下がっている。Color Panel Omni-Winker では、速度表出に複数の表出要素(次の速度:色,点滅速度,現在の速度:色,点灯量)を組み合わせている。情報が多様になることで瞬時の判断が難しくなり、速度の認識率が低下した可能性がある。以上から、人にわかりやすい行動表出を実現するためには、単に表出要素を組み合わせるのではなく、すれ違いにおける人間の判断過程を考慮する必要があることが確認できる。

5. おわりに

Color Panel Omni-Winker を用いた全方向移動体の行動認識評価実験の結果、方向表出で最大 92.8%、速度表出で最大 63.9%の正答率を得て、人間の判断過程に即した表出要素の組み合わせが必要であることを確認した。今後はすれ違いにおける人間の判断モデルに即した表出方法を検討していく。Omni-Winker を従来の知的センシング技術と共に用いることにより、ロボットだけでなく人の知能を取り込んだ双方向型の接触回避が可能となり、生活空間で人と共生するロボットの普及につながる。

参考文献

[上野 2011] 上野祐樹, 野田善之, 北川秀夫, 柿原清章, 寺嶋一彦: 障害物衝突回避を考慮した全方向移動車椅子のためのパワーアシストシステムの構築, 第29回日本ロボット学会学術講演会論文集, RSJ2011AC1H2-3, 2011.

[尾崎 2009] 尾崎 宏樹, 井上 泰佑, 安田 知加, 森 直史, 長尾 確: 個人用知的移動体による移動障害物回避, 第71回情報処理学会全国大会講演論文集, pp.3-221 - 3-222, 2009.

[Matsumaru 2008] Takafumi Matsumaru: Chapter 18 - Mobile Robot with Preliminary-Announcement and Indication of Scheduled Route and Occupied Area using Projector, Mobile Robots Motion Planning, New Challenges, I-Tech Education and Publishing, pp.361-380, 2008.

[Yamazaki 2011] Y. Yamazaki, et al.: "Omni-Winker": The Device to Express Locomotive Behavior of Omnidirectional Vehicles for Interactive Collision Avoidance, 2011 International Workshop on Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, SS5-4, 2011