

子どもたちのがんばりを引き出すパーソナルビークル 〈RunRu for Kids〉の提案

Proposal for “RunRu for Kids,” a personal vehicle that motivates children to do their best

豊島直^{1*} 上村綜次郎¹ 長谷川孔明¹ 岡田美智男¹

Nao Toshima¹, Sojiro Uemura¹, Komei Hasegawa¹ and Michio Okada¹

¹ 豊橋技術科学大学 情報・知能工学系

¹ Department of Computer Science and Engineering, Toyohashi University of Technology

Abstract: 筆者らは HRI 研究の視点から、自律性や操作性を備えた〈ソーシャルなロボットとしてのパーソナルビークル〉の構築を進めている。本研究の〈RunRu for Kids〉では、特にビークルの自動運転機能によって子どもたちの自由な移動をサポートするだけでなく、その関わりにおいて、子どもたちのがんばり (= 能動性, 主体性) を引き出し、その認知発達を促すような療育支援への応用を議論している。本稿ではその概要を述べる。

1 はじめに

ロボットと言えば、多機能かつ高機能で何もかもを一人でやってくれる、そんなイメージを思い浮かべる人が多いだろう。しかし、人がロボットにやってもらうだけの一方の関係性では、人の主体性や創造性が奪われてしまうという問題がある。さらに、一方的な利便性やサービスは人の傲慢さや不寛容さを引き出してしまう [1]。このような一方の関係ではなく、ロボットのサポートを受けながらも、利用者もロボットに寄り添いゆるく依存しあうことで、お互いの主体性や創造性を上手に生かすことができるのではないだろうか。

筆者らはこれまでの HRI 研究の観点から、自動運転システムによる自律性とユーザの意志を反映させる操作性を備えた〈ソーシャルなロボットとしてのパーソナルビークル〉の構築を進めている。本研究では、ソーシャルなロボットとしてのパーソナルビークルと搭乗者との間でお互いの主体性を損なうことなく共存させるような関係を調査するために、パーソナルビークル〈RunRu for Kids〉(図 1) を構築した。〈RunRu for Kids〉では、特にビークルの自動運転システムによって子どもたちの自由な移動をサポートするだけでなく、その関わりにおいて、子どもたちのがんばり (= 能動性, 主体性) を引き出し、その認知発達を促すような療育支援への応用を目指している。本稿では、〈RunRu for Kids〉の基本的なコンセプトとシステム構成を紹介し、実際に

子どもたちと関わってもらったフィールドワークの結果を報告する。



図 1: 〈RunRu for Kids〉

2 研究背景

2.1 自立共生するロボット

他人にしてもらうだけでなく、してあげるだけでもない、ゆるく依存しあうことでお互いの主体性を発揮し、能力を共に活かすことを自立共生と呼ぶ [2]。この自立共生的な関わりを上手に取り入れたロボットとして、ネコ型配膳ロボット [3] が存在する。このロボットは料理を客の元へ届けるが、肝心のテーブルへの配膳はお客さんが行う。ロボットは障害物や人を避けなが

*連絡先: 豊橋技術科学大学 情報・知能工学系
〒441-8122 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1
E-mail: toshima.nao.gb@tut.jp

ら料理を運ぶという自身のできることはしっかりと行い、できない部分は人の助けを求めることによって料理の配膳という目的を達成する。ここではロボットと人とお互いに主体性を損なうことなく自立共生しあった関係を構築している。

このような関係を自動運転システムと搭乗者に落とし込んでみる。〈RunRu for Kids〉は障害物を避けながら搭乗者の移動をサポートしつつ、「どちらに向かえばいいか」というシステムにとって難しい部分は搭乗者に委ねてしまう。それにより自動運転システムに搭乗者が関わる余地が生じ、お互いの主体性を損なうことなく自立共生することができるのではないだろうか。

2.2 自動運転システムとのソーシャルなコミュニケーション

〈RunRu for Kids〉の自動運転システムは、自動運転レベルでいうところのレベル3に該当する。この自動運転レベルでは、搭乗者と自動運転システムという2つの運転主体が存在し、互いに連携、協調しあう必要がある。しかし、自動運転システムの動作はドライバーから見るとブラックボックスになっており、自動運転システムの素性が分からないといった問題が生じる。また、ドライバーは自動運転システムに判断や行動を完全に任せることになってしまい、自動運転システムの判断や行動に振り回されてしまう。これは「自らの能力が十分に生かされ、生き生きとした幸せな状態」(=well-being[4])を低下させる要因となる可能性がある。

そこで、自動運転システムの能力や機能をシステムの中で完結させるのではなく、外部に表示する。そうすることで搭乗者が自動運転システムに関わる余地が生まれる。これにより自動運転システムの助けを借りながらも、搭乗者自身も主体性を発揮し、自立共生するための足掛かりになると考える。

2.3 自己決定理論に基づく動機付け

well-beingを向上させる要素の一つとして、動機付けが挙げられる。動機付けは大きく内発的なものと外発的なものに分けられる。内発的な動機付けとは、自身の興味・関心などの内面的な要因によって生まれる動機付けである。また、外発的な動機付けとは、報酬や評価などの外部的な要因によって生まれる動機付けである。well-beingの向上には特に内発的な動機付けが重要とされており、内発的な動機付けを発生させる要因をまとめた理論として自己決定理論がある[5]。

自己決定理論では、自律性、有能感、関係性という3つの要素が満たされることで幸福感が生み出される

と考えられている。ただし、ここで使われる自律性は「自分自身で考え、行動する」ことであり、〈RunRu for Kids〉の自律性（人が操作せずとも移動方向を決定する）とは違うことに注意しておきたい。パーソナルビークルに乗るユーザにおいては、以下のように要素が満たされた際に、心身ともに良い状態につながると考えられる。

自律性 自分の意志で移動方向を決定できる

有能感 脚の延長として身体拡張が行われている感覚

関係性 移動という目的を共有して徐々に自分の身体になっていくような一体感

3 〈RunRu for Kids〉の構成

3.1 コンセプト

〈RunRu for Kids〉は、搭乗者の移動意志を反映しながら、移動経路を共に決定していくパーソナルビークルである。〈RunRu for Kids〉は自律性と操作性の2つの主要な要素を持つ。自律性によって〈RunRu for Kids〉は自分の移動意志を持ちながらも、操作性により搭乗者にその移動意志が介在する余地を与える。これにより、搭乗者は操作してもしなくてもいいという選択の余地が生まれる。このような関係は、搭乗者の内的動機付けによる主体性を引き出し、well-beingな状態に近づくと考える。

3.2 人工ポテンシャル法による移動経路の決定

〈RunRu for Kids〉の移動方向の決定には人工ポテンシャル法[6]を用いている。人工ポテンシャル法では、障害物の位置と目的地にポテンシャル関数が定義され、ポテンシャル関数の重ね合わせであるポテンシャル場(図2)が計算される。そのロボットの位置での勾配を進行方向とすることで、ボールが坂を転がっていくように、障害物を回避しながら目的地への経路を計算する手法である。また、最新の観測情報を基にポテンシャル場を計算することでリアルタイムに経路を変化させられるため、未知の障害物にも対応可能となる。

このリアルタイム性と〈RunRu for Kids〉の意志と考えることもできるポテンシャル場の生成によって、環境の変化に即時的に対応し、自らの考えを持って行動しているような生き物らしさを〈RunRu for Kids〉に付与することができる。

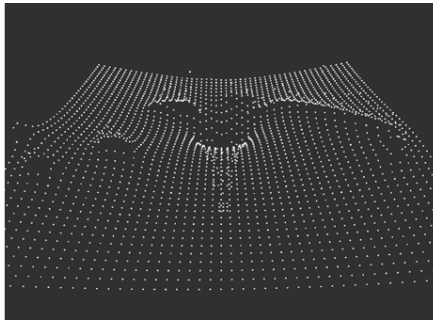


図 2: ポテンシャル場のイメージ図

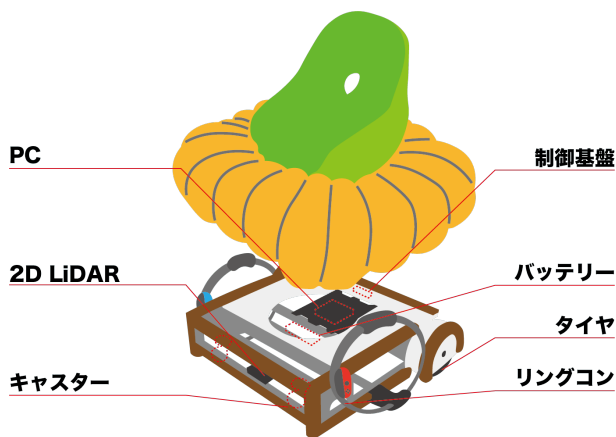


図 3: 〈RunRu for Kids〉のハードウェア構成

3.3 ハードウェア構成

〈RunRu for Kids〉のハードウェア構成を図3に示す。〈RunRu for Kids〉は土台となる本体に外装となるクッションを被せており、その上部に座部となる椅子型クッションを取り付けている。また、本体の内部には〈RunRu for Kids〉の動作を制御するためのPCや基盤、そして電力を供給するためのバッテリーを設置している。加えて、下部には周囲の障害物情報を読み取る2D LIDARや前方の加重を支えるキャストを、後部には〈RunRu for Kids〉を動かすためのモータを取り付けている。さらに、側部には操作インターフェースとして任天堂のリングコンを取り付けている。〈RunRu for Kids〉では様々な操作方法の実装を考えており、その一例としてJoy-Conとリングコンをプロトタイプとして使用している。

他に、遠隔で簡単に動作の開始・停止などを行うための管理用Joy-Conを用意している。

3.4 ソフトウェア構成

〈RunRu for Kids〉は動作をPCで制御しており、そのOSにはUbuntu20.04を使用している。また、〈RunRu

for Kids〉を制御するためのプロセス間通信にRobot Operating System (ROS)を使用している。

ROSのプロセス間通信では、プロセスごとにノードを立ち上げ、ノード間でメッセージを送受信し合うことによりデータのやり取りを行っている。図4に簡易的なノード構成を示す。

LRF ノード、音声再生ノード、駆動部ノード、コントローラノードはそれぞれ対応するハードウェアとの入出力及び必要であれば適切な処理を行うノードである。また、ポテンシャルノード、制御ノード、よたよた歩きノードは各種センサ、入力機器から得た値から〈RunRu for Kids〉の動きの決定、制御を行っている。

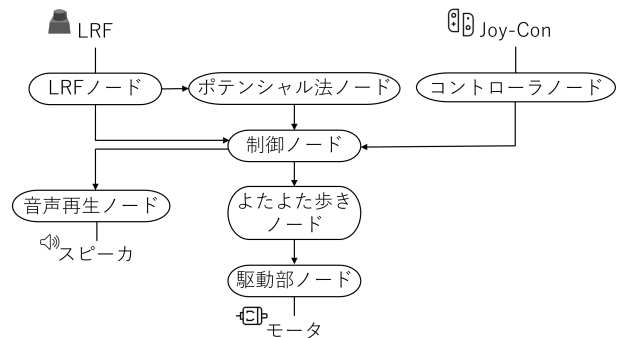


図 4: 〈RunRu for Kids〉のノード構成

3.5 ユーザの操作

ユーザの操作としては、使用者の身体特性に合わせて様々なものを用意する。現在実装している操作として、以下のようなものが挙げられる。

- 2つのリングコンを使用し、それらを押し引きする
- 2つのリングコンを使用し、それらを押し続ける
- 2つのJoy-Conを使用し、それらを上下に振る

これらの例では、このような操作を2つのコントローラに同時に行うことで前進速度を上昇させることができる。また、片方のみに行うことで移動方向を指示することができる。

3.6 インタラクシオンデザイン

〈RunRu for Kids〉はヨタヨタとした独特な移動を行っており、また筆者らが〈もこ語〉と呼んでいる言語を発声する。自律性に加えてこれらの振る舞いを行うことで〈RunRu for Kids〉にさらなる生き物らしさを付与し、搭乗者の志向的な構え [7] を引き出す。また、

ユーザからの入力に応じてこれらの振る舞いや移動速度が変化することによって、〈RunRu for Kids〉が自分の手足になったかのような身体拡張感や一体感を感じることができる考える。

4 フィールドワーク

4.1 概要

実際に子どもたちに〈RunRu for Kids〉と関わってもらい、その反応を確認するためにフィールドワークを行った。フィールドワークは豊橋市こども未来館「ここにこ」の企画展示室で午前10時ごろから5時ごろまで実施した。年齢としては、おおそ末就学児から小学校高学年まで、幅広い年齢の子どもに関わってもらった。

4.2 結果

子どもたちの反応としては、主に以下のように分けられる。

1. 積極的に操作を行う
2. 消極的だが操作を行う
3. 操作を行わない

1. の反応は主に小学校の中学年から高学年に多く見られた。思い通りに操作できていることもあれば、思い通りではないもののそれを含めて操作を楽しんでいる様子も確認できた。これは、〈RunRu for Kids〉を生き物として捉えており、志向的な構えが引き出されていると考えられる。

2. の反応は主に小学校の低学年から中学年に多く見られた。操作時の怪訝な表情から、思い通りに操作できなかったことが原因であることが伺えた。その要因としては、〈RunRu for Kids〉の自律移動と操作による移動を複合した移動を行っていたことが考えられる。〈RunRu for Kids〉の自律移動の影響により、操作時の反応の鈍さが生じ、「思い通りに操作できていない」と感じられたのだと推測される。

3. の反応はごく少数の子どもに見られた。原因としては操作が難しかったことや、人が多い中で操作を行う恥ずかしさなどが伺えた。年齢によって体格の差が如実に表れており、その影響で取り付けられた操作インタフェースを取り扱うのが困難なケースが見られた。

4.3 まとめ

実際に子どもたちに関わってもらった結果、積極的な行動が引き出されているケースと引き出せなかったケースが共に散見された。また全体としては、操作性に難があることが感じられた。子どもたちの反応から操作の際は操作が実直に行動に反映されることが望まれているように感じられたため、自律移動と操作による移動を両立するのではなく、それらのシームレスな切り替えが必要だと考えられた。

5 まとめと今後の展望

本稿では、自律移動システムと搭乗者の間で自立共生な関係を構築することで搭乗者の主体性や能動性を引き出すパーソナルビークル〈RunRu for Kids〉を提案し、実施したフィールドワークについて報告した。今後は、システムの改善やより療育支援に近しい施設でのフィールドワークを行い、療育現場への応用可能性についても議論していきたい。

謝辞

本研究は、科研費補助金（基盤研究(B) 22H03677）の助成を受けて行われている。ここに記して感謝の意を表したい。

参考文献

- [1] 岡田美智男：『「弱いロボット」の思考：わたし・身体・コミュニケーション』、講談社現代新書、講談社 (2017)。
- [2] イリイチイヴァン：『コンヴィヴィアリティのための道具』、ちくま学芸文庫、筑摩書房 (2015)。
- [3] ネコ型配膳ロボット「BellaBot (ベラボット)」、<https://www.necplatforms.co.jp/solution/food/store-solution/delivery-robot/bellabot/index.html> (2024/2/14 参照)。
- [4] 渡邊淳司、ドミニク・チェン (編)：『わたしたちのウェルビーイングをつくりあうために——その思想、実践、技術』、BNN 新社 (2020)。
- [5] Ryan, R. M. and Deci, E. L.: Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. (2000).

- [6] 彌城祐亮, 江口和樹, 岩崎聡, 山内由章, 中田昌宏: ポテンシャル法によるロボット製品の障害物回避技術の開発, 三菱重工技法, 新製品・新技術特集, Vol. 51, No. 1, pp. 40-45 (2014).
- [7] Dennett, D.: Kinds Of Minds: Toward An Understanding Of Consciousness, Basic Books (2008).