

RunRu for Kids: 身体能力の拡張を志向する パーソナルビークルとそのプレイフルインタフェース

豊島 直*¹ 上村 綜次郎*¹ 長谷川 孔明*¹ 岡田 美智男*¹

RunRu for Kids: A Personal Vehicle Oriented to Expand Physical Capabilities and Its Playful Interface

Nao Toshima*¹ Sojiro Uemura*¹ Komei Hasegawa*¹ and Michio Okada*¹

Abstract – Personal vehicles that combine autonomy and maneuverability have the potential not only to provide convenient transportation, but also to expand the physical capabilities of people with physical disabilities. In addition, the ability to utilize one's own abilities with the help of a personal vehicle can enhance self-esteem and well-being. Therefore, this paper proposes a personal vehicle that utilizes the passenger's abilities and extends their bodily functions, and a playful interface for this purpose.

Keywords : Autonomous Robot, Personal Vehicle, Self-driving, Body Augmentation, Interaction Design

1. はじめに

お父さんに肩車をしてもらおう。お父さんが「どっちに行くの?」と聞いてくるので、自信満々に「あっちに行って!」と指をさす。進む方向がずれていたのだから、「違うよ、こっちこっち!」と肩を叩きながらもう一度行き先を指さした。ゆっくり動くのにじれったくなってきたので、「走って!」と言うと、お父さんは走ってくれた。移り変わる景色の中に、気になるものがあったので「止まって!」と言いながら後ろに体重を移動させた。走っていたお父さんは驚いたような顔をしながら、「仕方ないなあ」と言いながら止まってくれた。自分の足で移動をするよりも手間はかかるのに、お父さんの肩に乗るのはどうしてこんなにも楽しいのだろう。

筆者らは、このような互いに意思を持つ2つの主体が共存するシステム、特にヒトと自動運転システムという2つの主体の関係についての研究として、〈RunRu〉プロジェクトを立ち上げている。本プロジェクトでは、パーソナルビークルを自律的なロボットとして捉え、それに関係論的な行為方略をとらせることで、ユーザーの意志を反映させながら移動する生き物のようなパーソナルビークル〈RunRu〉を構築した。

このようなパーソナルビークルは福祉用途としても利用でき、肢体不自由な方の移動を助ける電動車いすとなることができる。通常の電動車いすの能力に加えて、障害物を避けて動くという自律性は電動車いすの安全性を高めることに繋がる。〈RunRu〉の操作とし



図1 パーソナルビークル〈RunRu for Kids〉
Fig.1 Personal Vehicle "RunRu for Kids"

ては、コントローラや重心移動を利用した方向指示がある。また、電動車いすの操作方法はジョイスティックが一般的であるが、障害特性に合わせて他にも顎で操作するチンコントロールや手押し式スイッチ、ヘッドコントロールなどの操作方法も存在する^[1]。こうした操作方法は簡便で快適であり、肢体不自由な方の移動の際の便利な足となり得る。

このような操作性を考え直し、ユーザーの身体能力を生かしてパーソナルビークルを操作することができれば、自分の力で進んでいるという身体拡張感や移動する楽しさが高まるのではないだろうか。また、そのような操作性を持つパーソナルビークルが生き物らしさを持っていれば、信頼できる馬と意思や目的をすり合わせながら自由自在に移動を行うような、そんな関係をヒトとパーソナルビークルの間に築くことができるのではないだろうか。そこで筆者らは、〈RunRu〉プ

*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

プロジェクトにおいてパーソナルビークルの操作部分に着目し、研究を行うために〈RunRu for Kids〉を構築した。

本稿では、身体能力の拡張を志向する生き物のようなパーソナルビークル〈RunRu for Kids〉と、その身体能力を引き出すプレイフルなインタフェースについて議論する。

2. 研究背景

2.1 自動運転システムとの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。このレベル3の自動運転レベルでは、ドライバーと自動運転システムという二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となっており、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^[2])を低下させてしまう要因となる可能性がある。

この問題を解決するために、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、逆に外部にさらけ出すことにする。これにより、周囲の人々と上手にコミュニケーションをとることができ、より良い協調関係が生まれる。

このような社会性に加え、〈RunRu〉プロジェクトでは生き物らしさを加えることにより、親しみやすさや更なるコミュニケーション能力の獲得を目指している。

2.2 自己決定理論

自己決定理論とは、内発的動機付けや精神的健康を向上させる要因をまとめた理論である^[3]。この理論では、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。パーソナルビークルに乗るユーザにおいては、

- 自律性：方向を教えると障害物をよけて自在に移動できる
- 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

の3要因が満たされ、心身ともに良い状態につながると考えられる。

3. 〈RunRu for Kids〉の構成

3.1 コンセプト

〈RunRu for Kids〉は、ヒトと自動運転システムという2つの運転主体のより良い共存関係を研究する〈RunRu〉プロジェクトにおいて、操作性に着目して研究するために構築されたパーソナルビークルである。〈RunRu for Kids〉は自律性と操作性という2つの主要な要素を持つ。障害物を避けて移動する自律性は生き物らしさを生み出し、ユーザと〈RunRu for Kids〉の間にお互いの意志を確認しながら目的をすり合わせていく関係性を生み出す。ユーザの身体能力を引き出し意思を反映する操作性は、大きな身体拡張感が獲得でき、まるで〈RunRu for Kids〉が自分の身体の一部になったかのような一体感を生み出す。このような要素により2.2説に示す自己決定理論から、well-beingな状態になることを目指す。

また、福祉への応用として肢体不自由な方の移動支援を考えている。そのため、使用者の身体特性に合わせた様々なインタフェースの考案を目指している。

3.2 ポテンシャル法

〈RunRu for Kids〉の移動方向の決定にはポテンシャル法^[4]を用いている。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を行っ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。

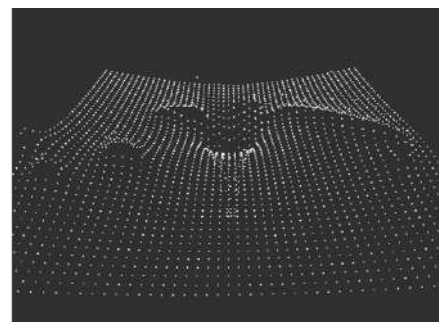


図2 ポテンシャル場のイメージ図
Fig. 2 Diagram of potential field

3.3 ハードウェア構成

〈RunRu for Kids〉本体はPC、バッテリー、距離センサ (LRF)、DC モータ、スピーカで構成されている。また、操作部として任天堂の Joy-Con (図 3) とリングコン (図 4) 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 1 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。そのため、Joycon とリングコンは取り外しが可能であり、使用用途に応じて着脱ができ、Joy-Con 単体での使用も考えている。

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。



図 3 任天堂 Joy-Con
Fig.3 Nintendo Joy-Con



図 4 任天堂 リングコン
Fig.4 Nintendo Ring-con

3.4 ソフトウェア構成

PC 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 5 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。

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。

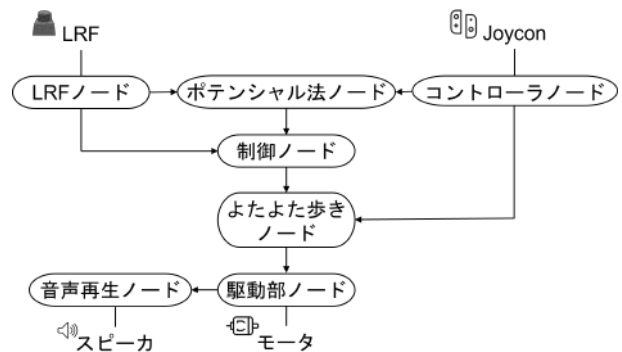


図 5 〈RunRu for Kids〉の簡易的なノード構成
Fig.5 Simple node configuration for "RunRu for Kids"

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。例として、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 Joycon 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 インタラクションデザイン

〈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〈モコ語〉と呼んでいる言語を発声する。自律性に加えてこれらのふるまいを行うことで〈RunRu for Kids〉の生き物らしさを増大させる。また、ユーザからの入力に応じてこれらのふるま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。

また、ユーザからの入力がない場合に Joycon からの振動や音声を通して〈RunRu for Kids〉の意思をユーザに伝える。ユーザが〈RunRu for Kids〉に反応を返すと、〈RunRu for Kids〉の動作を活発にする。このように、双方向のフィードフォワード・フィードバックを発生させることにより、お互いの解像度が増し、より適切な相手もモデルを持つことができると考える。

4. まとめと今後の展望

本稿では、身体能力を拡張するプレイフルなインタフェースとそれをういたパーソナルビークルとのコ

コミュニケーション手法について議論した。今後はデモを積極的に行い、実際の感想や反応の観察から改善点や良かった点を考察したい。また、それらを用いてインタフェースやインタラクションの開発・改良を進めていく予定である。

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] 河村 宏: 電動車いす適合・操作練習マニュアル; 国立身体障害者リハビリテーションセンター (WHO 指定研究協力センター), (2006).
- [2] 渡邊淳司, ドミニク・チェン (編著: 『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).
- [3] Richard M. Ryan, Edward L. Deci: "Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being"; American Psychologist, Vol.55, No.1, pp.68-78 (2000).
- [4] 彌城, 江口, 岩崎, 山内, 中田: 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; 三菱重工技報, Vol.51, No.1, 新製品・新技術特集, pp. 40-45 (2014).