



2024 年度 未踏 IT 人材発掘・育成事業 採択案件評価書

1. 担当 PM

竹迫 良範

(株式会社リクルート データ推進室 アドバンスドテクノロジーラボ 所長)

2. クリエータ氏名

西村 陽向 (東京電機大学 未来科学部 ロボット・メカトロニクス学科)

高橋 伊織 (筑波大学 情報学群 情報メディア創成学類)

成瀬 宏亮 (東京科学大学 工学院 電気電子系)

3. 委託金支払額

2,880,000 円

4. テーマ名

トラックボール型 3D マウスの開発

5. 関連 Web サイト

- <https://github.com/ParRot-3DMouse>
- <https://github.com/ParRot-3DMouse/ParRotHardware>
- <https://github.com/ParRot-3DMouse/ParRotFirmware>
- <https://github.com/ParRot-3DMouse/ParRotNest>
- <https://nest.parrot3dmouse.com/>

6. テーマ概要

本プロジェクトでは、既存の 3D マウスよりも直感的に操作でき、安価に作成することができるトラックボール型 3D マウス「ParRot」と、各種ソフトに対応させるためのアドイン、設定用 Web アプリケーション「ParRotNest」を開発した。設計図等は全て GitHub 上で公開した。ParRot がユーザとともに改良・進化できるエコシステムを構築するために、Discord サーバを開設し、ユーザコミュニティの形成にも挑戦した。

7. 採択理由

近年 VR/AR やデジタルツインの導入が進んでいるが、3D モデリングの作業

で使う 3D マウスのインタフェースについてはまだ進化の余地が残っている。提案者らは既に市販のボールを組み合わせていくつかのプロトタイプの開発を進めており、過去の実績もある。

疲れにくさ、ボールの大きさ、個人へのカスタマイズなど、たくさんの試作を高速に繰り返してフィードバックを受ける必要がある。提案時の技術選択や How の手段にこだわり過ぎることなく、ユーザへの価値提供を第一にフィードバックを繰り返しながらプロジェクトを推進していくことを期待したい。

8. 開発目標

3D プリンタの普及に伴い、個人が気軽に 3D モデルを制作する機会が増え、3D モデリングを補助する左手デバイスとして「3D マウス」が一般ユーザに浸透し始めている。代表的な例として、3Dconnexion 社のジョイスティック型 3D マウス「SpaceMouse」が挙げられる。3D マウスは、通常であれば右手のマウスで行う視点操作を左手に任せることで、モデリング作業を効率化する役割を果たしている。一方、現在普及している 3D マウスにはいくつかの問題が存在する。

- 代表例である 3Dconnexion 社「SpaceMouse」の価格は 2 万円以上と高額であり、初心者や個人ユーザにとって導入のハードルが高い。
- 事実上の競合製品が少なく、ユーザが 3D マウスを選択する際に実質的な選択肢がほぼ存在しない。
- ジョイスティック型デバイスである SpaceMouse は 6 軸同時操作が可能な反面、操作習熟に時間がかかり、視点移動の精度や直感性に欠ける場合がある。

これらを踏まえ、本プロジェクトでは視点移動操作の直感性が高いことに加え、より安価でユーザに新たな選択肢を提供できる 3D マウスを開発することを開発目標とする。特に、既存の 3D マウスで使用されているジョイスティック型ではなく、トラックボールの 3 軸回転を用いることで、より直感的な視点操作を実現する。

9. 進捗概要

プロジェクトを進めるにあたり、多くのプロトタイプを設計・開発し、技術検証と実際の使用感をフィードバックして高速にプロダクトの改良を進めた。プロジェクト期間中に試作を繰り返したプロトタイプ 1 号機～10 号機の写真を図 1 に示す。

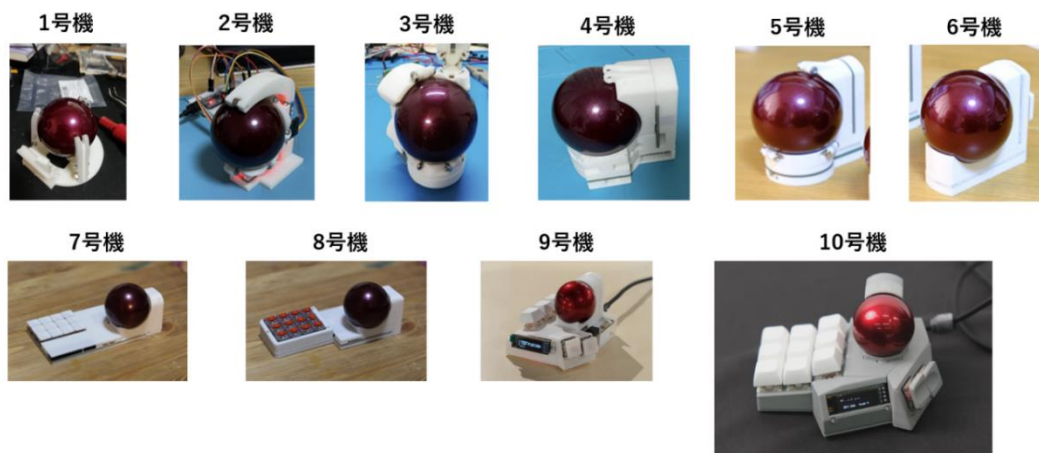


図 1：プロジェクト期間中に試作を繰り返したプロトタイプ 1 号機～10 号機

(1) ハードウェア

最終的に 10 号機として、直感的な 3 次元入力を可能にすることを念頭に設計したトラックボール型 3D マウス「ParRot」を開発した（図 2）。

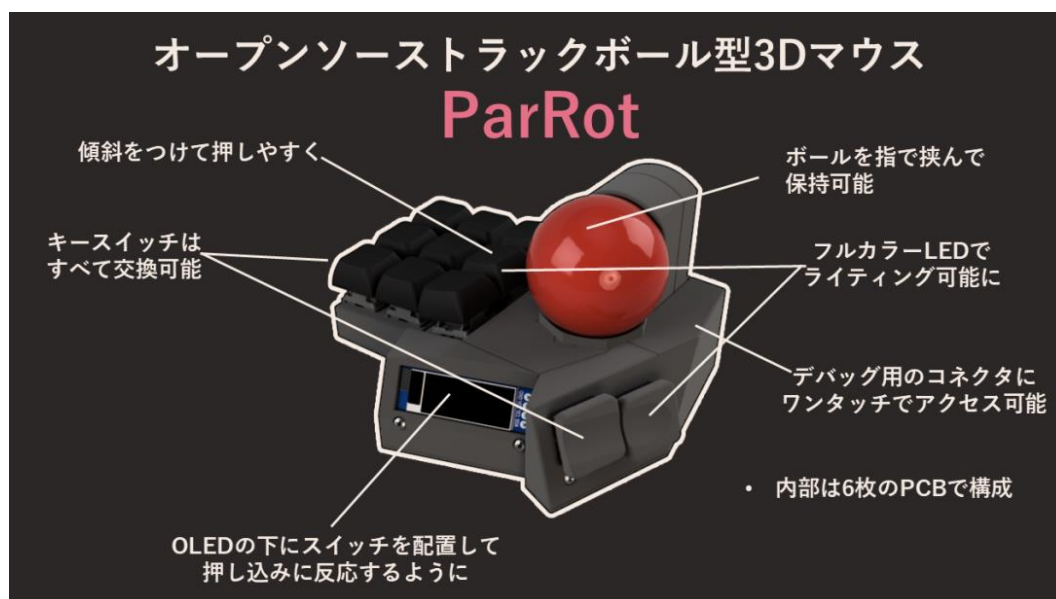


図 2：トラックボール型 3D マウス「ParRot」

トラックボールは側面と底面に光学センサ（PMW3360）を 2 基配置し、3 軸の回転量を高精度に検出する。本体には RP2040 を搭載したメイン基板や複数のキースイッチ、OLED ディスプレイ、フルカラーLED を実装し、操作性と視覚的フィードバックを両立している。加えて、キースイッチや基板間の接続はソケットやコネクタを用いることでメンテナンス性と拡張性を確保している。外装やトラックボール保持部は 3D プリンタで試作を重ね、高い操作感とコンパクトなレイアウトを追求した。さらに、本体各所では磁石やネジ、ジョイント機構を活用することで、カバーや追加キーパッドモジュールなどを着脱・稼働させや

すくし、デバッグ用コネクタや基板へのアクセスを工具なしで行える構造を実現している。底面にはゴム足が埋め込まれており、操作時にデバイスが滑りにくくなっているほか、着脱式のキーパッドモジュールは背面のネジを緩めるだけで位置調整が可能となっている。こうした工夫により、ユーザが独自に改造や調整を加えやすくなっている。

(2) ファームウェア

ParRot のファームウェアは、HID 通信、センサ入力処理、キーボード入力処理、OLED および LED フィードバックの 4 つの要素で構成される。HID 通信モジュールは PC との接続を担当し、独自に設計した Descriptor により、3 次元の回転と平行移動を正確に入力できるようにしている。センサ入力処理モジュールでは、PMW3360 光学センサを 2 基使用し、トラックボールの回転情報を取得し、PC へ送信する。キーボード入力処理モジュールでは、キースイッチの入力を検知し、ショートカットキーとして送信する機能を搭載している。これにより、CAD ソフトの作業効率を向上させることが可能となった。OLED・LED フィードバックモジュールでは、デバイスの設定情報を OLED に表示し、LED の点灯でスイッチの押下状況やモードを可視化することで、ユーザの操作をサポートする。HID 通信を活用することで、ParRot は PC に MultiAxisController として認識され、Blender では標準機能として使用できる。Autodesk Fusion および Unity では専用アドインを通じて視点移動が可能となる。また、レイヤー式キーマップを採用し、ソフトウェアごとに 3 つのスロットを持ち、それぞれ 3 つのレイヤーを切り替えることで、最大 27 通りのキー設定が可能となっている。キーマップの設定は、後述の Web アプリケーション「ParRotNest」から簡単に行えるため、ユーザは自分好みの操作環境を構築できる。DPI や移動モードの切り替え機能も充実しており、3 段階の DPI 設定により、細かい操作と大きな視点移動の切り替えが可能となる。さらに、トラックボールの操作を回転移動と平行移動で切り替えられるほか、X/Y/Z 軸の固定機能を搭載することで、正確な操作をサポートする。

(3) アドイン

ParRot による 3 次元入力を多様なソフトウェアで活用するため、先述の通り Autodesk Fusion と Unity 向けのアドインを開発した。Autodesk Fusion のアドインでは、HID から取得したパケットを Quaternion ベースのカメラ操作に変換することで、視点移動や回転操作をシームレスに行える。スクリプト内でスムーズなカメラ挙動を再現するためのパラメータ調整や、ショートカット入力との併用も可能となっている。Unity 向けのアドインは、独自の HID レポート ID を参照して X/Y/Z 軸をマッピングし、シーン内のカメラやオブジェクトを直感的に操作できる仕組みを提供する。

(4) ParRotNest

ParRot のキーマップや DPI などの設定を直感的に編集できるようにするため、Web アプリケーションとして「ParRotNest」を開発した（図 3）。

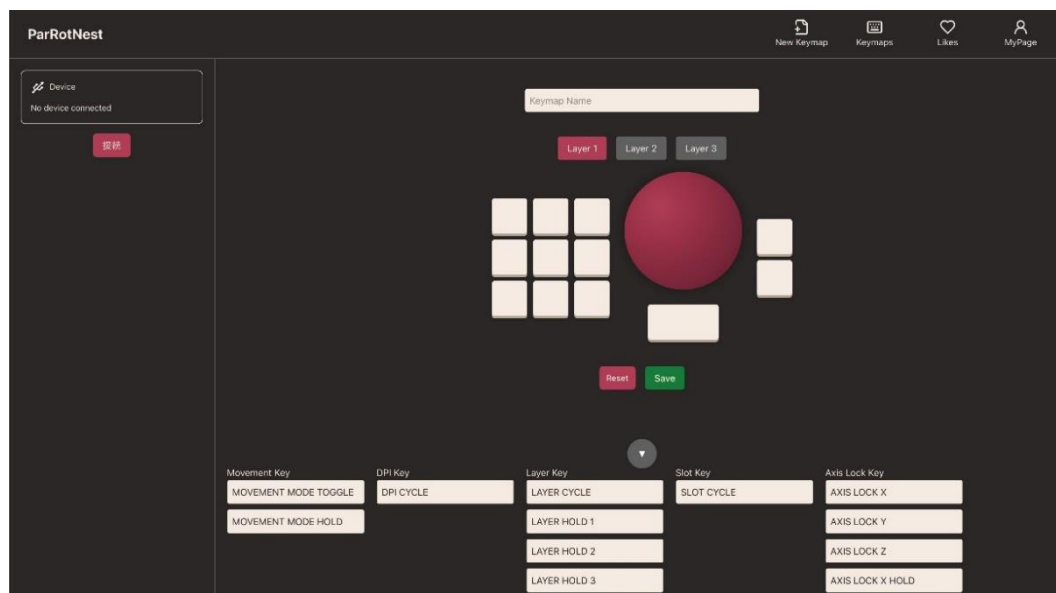


図 3 : ParRotNest の設定画面

ブラウザから WebHID API を利用して ParRot 本体と直接通信することで、ユーザはドラッグ&ドロップ操作でスイッチへのショートカット登録やレイヤー設定を簡単に行える。DPI や回転／平行移動の切り替えなど、ParRot 固有の機能もブラウザ上で直接設定できるようになっている。キーマップはユーザごとのアカウントに紐付けてクラウド上のデータベースに保存され、ユーザはどこでも保存したキーマップを書き込むことができる。また作成したキーマップは共有リンクを発行することができ、これによりユーザ間でのキーマップの共有が可能となった。

10. プロジェクト評価

本プロジェクトで開発されたトラックボール型 3D マウス「ParRot」は、従来のジョイスティック型 3D マウスが抱えていた操作の直感性の低さや高価格といった課題を解決し、直感的な操作性・低価格・高いカスタマイズ性・オープンソース性を兼ね備えた新しい入力デバイスとして高く評価できる成果を上げた。特に、トラックボールの 3 軸回転を視点移動に直接対応させることで、操作習熟の負担を大きく軽減し、簡易的なユーザーテストでは従来製品より習得しやすいといった結果が確認できた。また、制作に必要な材料費は約 1 万円というコストパフォーマンスの高さや、3D モデル・基板データ・ファームウェアを GitHub 上で公開するオープンソースの設計により、個人ユーザや学生でも手軽

に入手・改造・再配布が可能となった。さらに、ParRotNest という専用 Web アプリケーションを通じてショートカットや DPI 設定などを直感的にカスタマイズできるだけでなく、クラウドでのキーマップの共有機能によって、ユーザ間の知見共有やノウハウの蓄積も促進されている。これにより、ハードウェア・ソフトウェア・コミュニティが連動するエコシステムが形成され、ParRot は単なる一製品のプロダクトにとどまらず、継続的な改良や拡張が期待される開発エコシステムの基盤として新しい価値を持つ。SNS での高い関心や、成果報告会・学会での反響、180 人以上が参加する Discord コミュニティの存在など、ユーザ層の広がりニーズの強さも感じられた。今後クラウドファンディングなどで販売や資金調達を実施する際にも、世界市場へのインパクトと将来的な普及の可能性を十分に感じさせるプロジェクトとなった。

11. 今後の課題

(1) ユーザコミュニティの維持・活性化

SNS や Discord を活用したユーザコミュニティは立ち上がっているが、今後は継続的な情報発信とユーザとの双方向的なコミュニケーションを通じて、活発な意見交換の場として維持・拡大していく必要がある。キーマップ共有機能に加えて、人気キーマップの推薦やユーザ同士の交流ができる SNS 的機能などを導入することで、コミュニティ内での情報循環とフィードバックループを促進していくこともできるだろう。ユーザコミュニティをいかに盛り上げて持続的に活性化していくかがコミュニティ運営の課題である。

(2) 対応ソフトウェアとアドイン機能の拡充

現在対応している Fusion や Unity のアドインに加えて、他の CAD ソフトや 3D モデリングツール、ゲームエンジンにも対応を広げることで、ParRot の活用可能な場面をさらに増やしていくことも必要である。新たなユーザ層を取り込むことによる市場拡大も今後の課題である。

(3) 頒布形態の多様化による導入ハードルの低減

ParRot を自作することが難しいユーザのために、基板や 3D パーツのセット販売、半完成品、完成品など段階的な頒布形態を整備し、より幅広いユーザ層に対応する必要がある。クラウドファンディングによる制作費の資金調達も今後の課題である。