

トラックボール型 3D マウスの開発

— トラックボール型 3D マウス ParRot とそのエコシステム —

1. 背景

近年、工業製品の設計においては 3DCAD などの 3D モデリングソフトが一般的に使用されるようになった。また、VR・AR 分野の拡大により、3D モデリングは設計・製造業だけでなく一般ユーザーにも広がりを見せている。さらに 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 モデリングが趣味やプロダクト制作の一環として行われるようになった。

この流れに対応する形で、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」などが挙げられる。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。

しかし、こうした 3D マウスの普及が進む一方で、一般的に広く浸透するためには解決すべきいくつかの課題が存在する。

- 代表例である 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ー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、ユーザーが 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。

ここで、我々はこれらの問題を解決できる新たな 3D マウスを開発しようと考えた。

2. 目的

上記の問題を解決するため、本プロジェクトでは既存の 3D マウスよりも安価で直感的に操作できる 3D マウスを開発することを目的とする。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。

3. 開発の内容

3.1. ハードウェア

本プロジェクトで開発した「ParRot」は、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新しいトラックボール型 3D マウスである。(図 1)

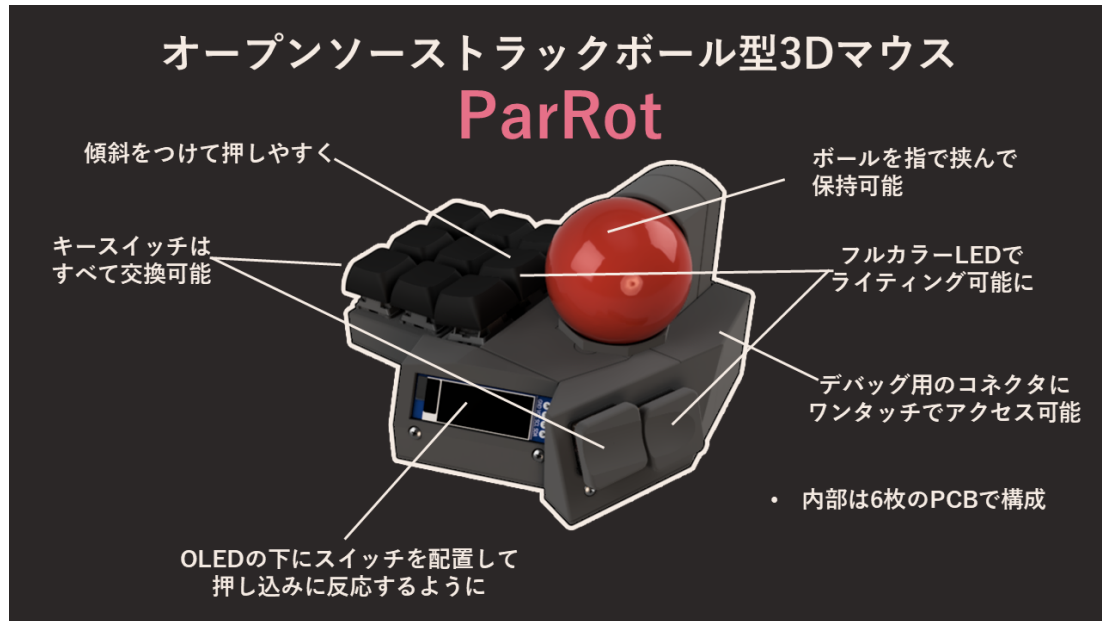


図 1: ParRot

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、ユーザーが独自に改造や調整を加えやすくなっている。

3.2. 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、ユーザー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、ユーザー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。

3.3. 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。

3.4. 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に開発した Web アプリケーションが「ParRotNest」である(図 2)。

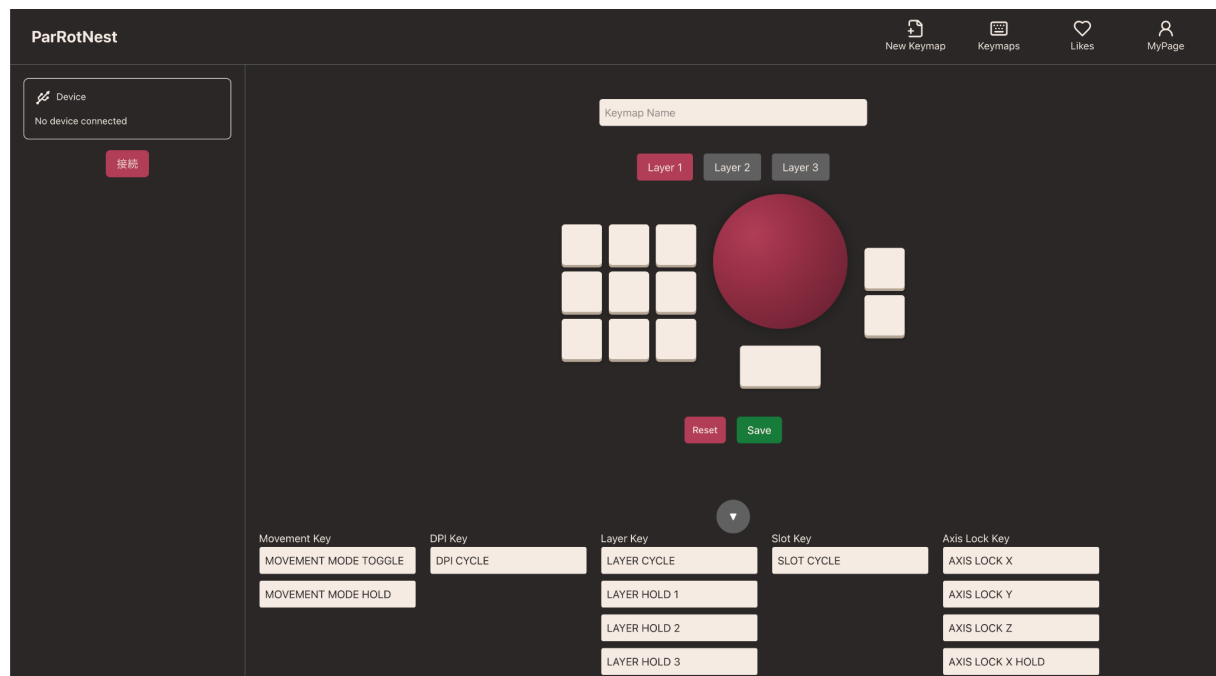


図 2: ParRotNest

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、ユーザーはドラッグ & 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ー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、ユーザー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、これによりユーザー間でのキーマップの共有が可能となる。

4. 従来の技術(または機能)との相違

本プロジェクトで開発した ParRot および関連ソフトウェアは、従来の 3D マウスとは異なる新しい操作方式と機能を備えている。従来の 3D マウスは、物理的なジョイスティックを押し込んだり傾けたりすることで視点移動を行う方式であった。これにより 6 軸同時入力が可能ではあるものの、操作に習熟するまでに時間がかかり、直感的な視点移動が難しいという課題があった。また、既存製品は最低でも 2 万円以上と高価であり、個人ユーザーや初心者にとって導入のハードルが高かった。

一方 ParRot は、ジョイスティック型ではなくトラックボールを用いた 3 軸回転入力を採用しており、直感的な視点操作が可能である。従来のジョイスティック型 3D マウスとは異なり、手の動きに対してダイレクトに視点移動が連動するため操作の習熟が短期間で済み、より直感的な操作が実現できる。また ParRot は材料費約 1 万円で製作可能であり、従来製品と比較して大幅にコストを抑えることができる。さらに、オープンソースとして設計データを GitHub で公開しているため、誰でも自由にカスタマイズや改造が可能である。

ソフトウェア面でも、既存製品にはない、キーマップをクラウド上に保存してユーザー間で共有できる機能を実装した。これにより、各ユーザーが作成した最適なショートカット設定を他のユーザーと簡単に共有できるようになり、ノウハウの共有・蓄積が可能となった。

オープンソース化とコミュニティ形成も従来製品とは違う点である。ハードウェア、ファームウェア、ソフトウェアのすべてを公開し、GitHub 上でそれらを自由に閲覧・改造できるようにだけでなく、公式 Discord コミュニティを開設し、2025 年 3 月時点で 180 人以上のユーザーが参加している。コミュニティが存在することで、デバイスの改良・アイデアやソフトウェアの拡張・キーマップの共有などが行われ、ParRot がユーザーとともに進化するためのエコシステムが完成する。

以上のように、直感的な操作性・低価格・設定の共有機能・オープンソースによる拡張性・ユーザーコミュニティの形成という点で従来の 3D マウスと異なる。

5. 期待される効果

ParRot はトラックボール方式を採用することで、初心者でも短期間で直感的に操作できるため、より幅広いユーザー層が 3D モデリングに参入しやすくなる。特に、3D プリンタの普及に伴い、個人クリエイターや学生が 3D モデルを作成する機会が増えていることを考慮すると、ParRot の導入は設計・製造業だけでなく趣味や教育分野にも広がる可能性がある。従来の 3D モデリング環境では難しかった直感的な視点操作が実現され、作業効率の向上が期待される。また、ParRot は GitHub 上で設計データを公開しており、ユーザーが自由に基板設計や筐体デザインを改良できるため、新たなカスタマイズ文化を生むことが考えられる。特に、自作キーボード市場のように、ユーザーが独自の機能やデザインを取り入れ

て派生モデルを作成する動きが活性化することが期待される。これにより、3D マウス市場が従来の一社独占型から、多様な選択肢を持つオープンな市場へと発展する可能性がある。

6. 普及(または活用)の見通し

ParRot はオープンソースとして設計データを公開し、誰でも作成・改造が可能なデバイスであるため、個人ユーザーや企業が自由に利用できるという強みを持つ。そのため、従来のクローズドな 3D マウス市場とは異なり、ユーザーコミュニティを中心に普及が進む可能性が高い。ParRot の公式 Discord コミュニティには現在 180 人以上が参加しており、X(旧 Twitter)での ParRot 紹介投稿は 17 万回以上のインプレッションを獲得し 1300 件以上の「いいね」を得るなど、すでに大きな関心を集めている。加えて、成果報告会や学会で ParRot の発表をした際には「早く売ってほしい」という声が多く寄せられており、ユーザーの需要の高さが明らかになっている。基板発注や 3D プリンタの利用が難しいユーザー向けに、組み立て済みのキットや完成品の頒布を検討しており、これにより技術者以外にも ParRot が広がることが期待される。今後、ソフトウェアの機能拡張やコミュニティの成長に伴い、ParRot の普及がさらに加速し、より多くの 3D モデリングユーザーに活用される見込みである。

7. クリエータ名(所属)

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)

(参考)関連 URL

<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/>