

教育用デバイス 「Launcher」 の開発

横井 功（生理学研究所 技術課）

YOKOI Isao : 'Launcher' - A Customizable Training Device for Electronic Circuits and Programming

Hands-on training is essential for understanding the electronic circuits. Assembling an electronic device helps in understanding circuit and programming concepts. In this paper, we introduce a newly developed electrical device for hands-on training, named 'Launcher.' 'Launcher' is the combination term of the words 'launch' and 'character.' Recognized as a keyboard by a computer through the human interface device protocol (HID), this device can output (launch) specific characters. The device consists of a solder-free electrical circuit and programmable logic processing, and allows us to easily assemble and modify components while learning the basics of electronics and programming. Launcher supports step-by-step learning and further expands research possibilities.

1. 背景・目的

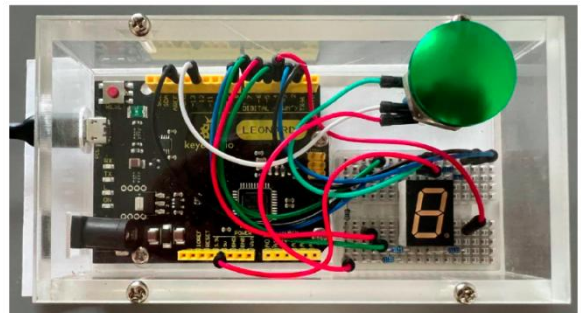
生理学研究所技術課では、毎年、電子回路と機械工作に関する実習をトレーニングコースとして実施している。これまでの電子回路実習では、筋電位計測装置（マッスルセンサー、Koizumi, A., et al., 2014）の製作を行ってきた。マッスルセンサーは、生体の筋電位を増幅・記録し、その電位の強さに応じて特定のイベントを発生させるヒューマンマシンインターフェースデバイスである。優れた機能を持つが、内部構造が複雑で、多数のハンダ付け作業を要する。実習では、主に製作手技の習得に焦点があてられ、また回路の動作確認はすべてのハンダ付け作業を終えた後に行われるため、電子回路の動作原理についての理解を深めにくいという課題があった。そこで、ハンダ付け不要の電気回路とプログラム可能なマイクロコンピュータを使用した、教育用デバイス Launcher（ランチャー）を開発した。Launcher は、「launch（発射）」と「character（文字）」を組み合わせた造語で、日本語では文字発射装置を意味する。本装置は、簡単に組み立て、組み換えが可能な電気回路と書き換え可能なプログラムによって構成されており、電子回路の本質的な理解を手助けする。

2. Launcher の設計と機能

Launcher は、マイクロコンピュータ（Arduino Leonardo）、抵抗、押しボタンスイッチ、セグメント LED、導線、ブレッドボードといったシンプルな電子部品で構成される（図 1A）。ブレッドボードは導線を穴に刺すことで結線を可能にする部品で、これによりハンダ付けを必要としない製作が可能となる。デバイスの動作はマイクロコンピュータのプログラムによって制御される。

Launcher は、USB でパソコンに接続すると、ヒューマンイ

A



B



C

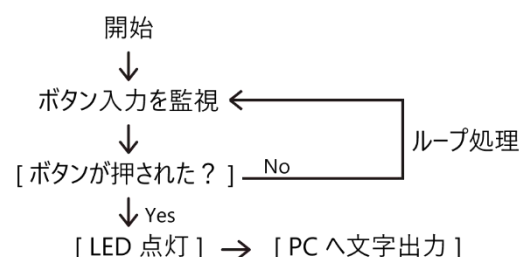


図1 Launcher の外観と動作

Launcher は、ハンダ付け不要の電子回路とプログラム可能なマイクロコンピュータ（Arduino Leonardo）によって構成される（A）。押しボタンを押すと、セグメント LED 上で 5 秒間のカウントダウンが始まり、その後、パソコンにユーザーが定義した文字列を出力する（B）。PC への文字出力は、C 言語ベースのプログラムで制御され、ループ処理内でボタン押しが検出されると、駆動される（C）。

ンターフェースデバイスプロトコル(HID)によりキーボードとして認識され、パソコンに文字列を送信することができる。押しボタンを押すと、セグメントLED上で5秒間のカウントダウンが始まり、その後ユーザーが定義した文字列をパソコンへ出力する(図1B)。この動作は、C言語ベースのプログラムによって制御され、ループ処理内でボタンが押されたことを検出し、駆動される(図1C)

3. Launchar の特徴

ブレッドボードを用いた配線により、回路は簡単に組み立てられ、再配線にも対応した設計となっている。また、装置を制御するプログラムも書き換え可能である。これらのシステム構成は、ハンダ付けで作成された装置よりも高い柔軟性を持ち、他の用途への応用の幅が広い。また、装置の動作は、セグメントLED上またはHIDプロトコルを介したパソコン画面上に表示される。この表示機能により、電気回路またはプログラムと動作の対応を視覚的に確認することができ、電気回路とプログラミングの本質を学ぶための環境を提供する。

4. Launchar の用途と応用

Launchar は、教育分野や研究分野で活用可能である。教育分野では、技術研修、新人教育、学校教育での教材としての活用が期待される。組み換え可能な回路と変更可能なプログラムにより、電子回路の基礎を段階的に習得できる。電子回路実習では、回路の組み換えとプログラム拡張を繰り返しながら、最終的な完成形(図1)までの製作を行う。この過程は、電子回路とその動作、またはプログラムと動作の関係を確認しながら段階的に進められるため(表1)、仕組みを理解しやすい。生理学研究所技術課において2024年度の新人研修に実際に使用され、技術職員のスキル向上に貢献した。

Launchar はトランジスタ-トランジスタ-ロジック(TTL)によって信号を入出力することもできる。TTLは、0Vまたは5Vの電圧レベルの変化を信号として伝達し、実験機器で広く利用されている規格である。研究分野では、TTLによる記録装置の制御や、実験システムの補助デバイスの駆動などの応用が可能である。また、HIDプロトコルを用い、キーボードまたはマウスとしてパソコンに認識させることで、パソコンで制御されている実験システムへのコマンド送信(例:Ctrl + Rキー)や、入力自動化が可能になり、実験の効率を上げることが期待される。

表1 Launchar の製作過程における動作と学べる技術の関係 電子回路実習では動作と対応する技術を段階的に学びながら製作を進める(上から下)。

動作と学べる技術		
動作	電気回路工作	プログラミング
LED点灯	アノード/カソード 制限抵抗	デジタル出力制御 明るさ制御
数字を表示	マルチセグメントLED コモン端子	
カウントダウン		時間制御
ボタンで駆動	ボタンスイッチ プルアップ/ダウン	デジタル入力制御
PCへ文字出力		HIDプロトコル

5. 結論および今後の展望

Launchar は、電気回路とプログラミングを統合的に学習できる環境を提供し、教育および研究の両分野で幅広く活用できるデバイスである。本稿では、その応用可能性として、技術研修や教育現場における実践的な学習ツールとしての有用性、および実験機器の外部制御といった研究分野での応用について紹介した。

現在、Launchar と筋電位測定装置との統合による発展型デバイスの開発が進められており、筋電位を用いて特定のイベントを駆動する装置を開発中である。今後、この発展型デバイスを教育分野に導入することで、アナログ回路の製作、プログラミング、デジタル信号処理の学習を促進することが期待される。さらに、ヒューマンマシンインターフェース技術の開発に貢献し、生理学、電気工学、情報工学、医用工学、福祉工学などの幅広い分野における知識向上に寄与する可能性がある。

謝辞

本デバイスの開発と発表にあたり、生理学研究所技術課の佐治俊幸氏、佐藤茂基氏、高橋直樹氏、戸川森雄氏、渡我部ゆき氏にご支援を賜りました。この場を借りて、心より感謝申し上げます。

参考文献

Koizumi, A., Nagata, O., Togawa, M., & Sazi, T. (2014). The Muscle Sensor for on-site neuroscience lectures to pave the way for a better understanding of brain-machine-interface research. *Neuroscience Research*, 78, 95-99.