

Dial-B-Locks：ダイヤル付きブロックに基づく長さの変えられる入力インタフェース

齋藤 圭汰^{1,a)} 清 佑輔² 志築 文太郎³

概要：接続個数を変えられるダイヤル付きのブロックを用いた入力インタフェース（Dial-B-Locks）を開発した。Dial-B-Locks は、各ブロックにセンサの値を読み取るための複雑な回路を内蔵せずとも、各ブロックに取り付けられたダイヤルの回転角度を読み取ることができる。Dial-B-Locks を用いることにより、ユーザが可変長のパスワードを入力するためのシステム、および画像または動画編集の際に用いるコンローラなどを実現できると考えられる。

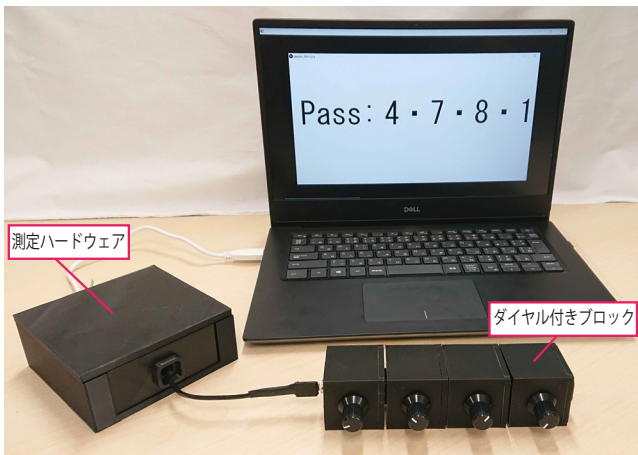


図 1 Dial-B-Locks のシステム構成。

1. はじめに

センサを内蔵したブロックをつなぎ合わせることで、長さまたは大きさを変えることができる入力インタフェースが開発されている。例えば、The Soul of ActiveCube [1] では、マイクロコントローラを内蔵したブロックを用いて、3D モデルの入力を行うことのできるインタフェースが開発された。また、ブロックにセンサを内蔵することにより、ブロックの傾きおよび位置などを識別することができる。TwistBlocks [2] では、マイクロコントローラおよび曲げセンサを内蔵した関節を持つブロックを用いた、3D モデリング向けの入力インタフェースが開発された。E-Block [3] では、マイクロコントローラおよび、光センサまたはタッ

チセンサなどを内蔵したブロックを用いたプログラミング学習用のブロックが開発された。ただし、これまで開発されてきたシステムにおいて、ブロックに内蔵されたセンサの値を読み取るためには、各ブロックにマイクロコントローラ、およびセンサの値を読み取るための複雑な回路が内蔵されてきた。

我々は、これまでに安価なアナログ回路のみを内蔵したブロックによって、ブロックの接続順および各ブロックの種類を識別する方法を開発してきた [4]。[4]において、ブロックの種類識別は各ブロックに内蔵された固定抵抗（以降、識別抵抗）を測定することによって行われる。

今回、[4]において識別抵抗として用いられている固定抵抗を可変抵抗型のセンサに替えることにより、ダイヤル付きブロックに基づく入力インタフェース（Dial-B-Locks）を開発した（図 1）。Dial-B-Locks は、各ブロックにセンサの値を読み取るための複雑な回路を内蔵せずとも、長さの変えられる入力インタフェースを実現できるという特徴を持つ。本稿において、センサ値の読み取り方法を述べ、Dial-B-Locks の長さを変えられる利点を活かしたアプリケーションを示す。

2. センサ値の読み取り方法

センサ値読み取り回路は CR 回路およびシュミットトリガインバータによって構成される（図 2 ブロック 0）。各ブロックにおけるシュミットトリガインバータの出力端子 V_{out} にはダイオードとダイヤルが接続される。ダイヤルは回転角度によって、抵抗を変化させるポテンショメータである。つなぎ合わせられたブロックは、 $V_{in,0}$ におけるパルスの印加をトリガとして、パルスジェネレータに接続さ

¹ 筑波大学コンピュータサイエンス専攻

² 筑波大学情報理工学位プログラム

³ 筑波大学システム情報系

a) ksaito@iplab.cs.tsukuba.ac.jp

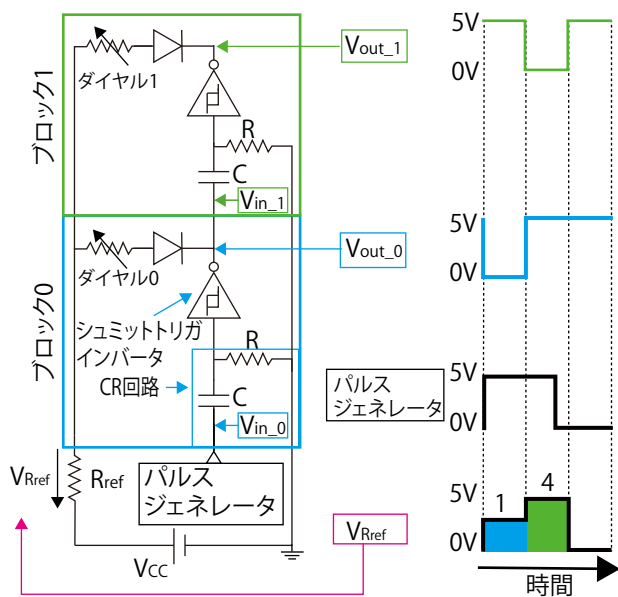


図 2 センサ値読み取り回路.

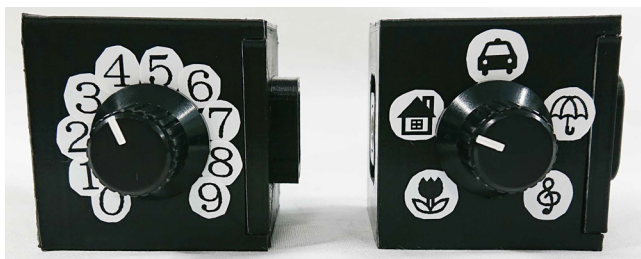


図 3 作製したブロック. 左) 数字ブロック, 右) 図形ブロック.

れたブロック 0 から順にパルスを出力する (図 2). 抵抗の違いにより, 測定される $V_{R_{ref}}$ の値が異なることから, ダイアルの回転角度を読み取ることができる. また, パルスが接続順に出力されるため, ダイアルの回転角度を接続順に読み取ることができる. 図 2 の場合, 各ダイヤルは下から順に 1, 4 を示している.

3. Dial-B-Locks

Dial-B-Locks はダイヤルが取り付けられたブロック, 測定ハードウェアおよびソフトウェアから構成されるシステムである. 各ブロックには, センサ値読み取り回路が内蔵され, 側面にダイヤルが取り付けられる (図 3). 各ブロック同士はマグネット式電極によって接続される. また, 左端のブロックは測定ハードウェア (Analog Discovery 2) に接続される (図 1). 測定ハードウェアは 0.5 ms の矩形波をブロックに入力し, サンプリング周波数 2 MHz において, ブロックにおける出力電圧を測定する. ソフトウェアは出力電圧に基づきダイヤルの回転角度を算出する.

Dial-B-Locks を用いて, パスワード入力アプリケーションを作製した (図 1). ユーザはブロックの接続個数を変えることができるため, 入力長が可変のパスワードを入力できる. なお, 複数のブロック全てを接続していない状態

にすることにより, 入力パスワードの桁数をユーザ以外に分からない状態にできる. また, パスワードを構成する各文字を直接修正できることから, キーボードを用いた入力に対して, 間違いを訂正する場合に容易である. さらに, 数字だけではなく, 図形および模様などを入力として使用することにより, EpisioPass [5] のような記憶しやすいパスワードを作成できる (図 3 右).

4. 議論と今後の展望

Dial-B-Locks はパスワードの入力だけではなく, 音響コントロールのためのデジタルミキサ, および, 画像または動画編集の際に用いるコントローラなどに使用できると考えられる. ただし, 現在の設計では, 個々のブロックに ID を割り振ることができない. 今後, この課題を解決することにより, 例として, デジタルミキサでは, トーンコントロール用のダイヤル, 音量コントロール用のダイヤルなど, ユーザがダイヤル毎に役割を決めて, かつユーザの好みの並び順に接続して使用できるようになると考えられる.

5. まとめ

接続個数を変えられるダイヤル付きのブロックを用いた入力インタフェース (Dial-B-Locks) を開発した. Dial-B-Locks を用いることによって, 入力長が可変のパスワードを物理的なダイヤルを用いて入力できることを示した. 今後, パスワードだけでなく, デジタルミキサ, 画像または動画編集の際に用いるコントローラなどへの適用を目指す.

参考文献

- [1] Watanabe, R., Itoh, Y., Asai, M., Kitamura, Y., Kishino, F. and Kikuchi, H.: The Soul of ActiveCube: Implementing a Flexible, Multimodal, Three-Dimensional Spatial Tangible Interface, *Comput. Entertain.*, Vol. 2, No. 4, Article 6b, pp. 1–13 (online), DOI: 10.1145/1037851.1037874 (2004).
- [2] Wang, M., Lei, K., Li, Z., Mi, H. and Xu, Y.: Twist-Blocks: Pluggable and Twistable Modular TUI for Armature Interaction in 3D Design, *Proceedings of the 20th International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction*, TEI '18, New York, NY, USA, ACM, pp. 19–26 (online), DOI: 10.1145/3173225.3173231 (2018).
- [3] Wang, D., Zhang, Y. and Chen, S.: E-Block: A Tangible Programming Tool with Graphical Blocks, *Mathematical Problems in Engineering*, Vol. 2013, Article ID 598547, pp. 1–11 (online), DOI: 10.1155/2013/598547 (2013).
- [4] 齋藤圭汰, 志築文太郎, 川口一画, 高橋伸: モジュラー型パルス遅延回路に基づく 3D モデリングのためのインタラクティブブロック, 第 28 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ論文集, 日本ソフトウェア科学会, pp. 61–66 (2020).
- [5] 増井俊之: EpisioPass: エピソード記憶にもとづくパスワード管理, 第 21 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ論文集, 日本ソフトウェア科学会, pp. 109–114 (2013).