

Intuino: GUIによる フィジカルコンピューティング開発支援環境の構築

姉崎 祐樹^{†1} 脇田 玲^{†1}

本論文は、センサ及びアクチュエータの組み合わせとその詳細な挙動を、プログラミングすることなしに視覚的にデザインできるプロトタイピングシステム”Intuino”を提案する。本システムは LED やサーボモータといったアクチュエータの動きをタイムラインにより作成する機能、センサの値やアクチュエータのアニメーションを即時に GUI に反映させる機能、ビジュアルプログラミングによるセンサやアクチュエータ等の入出力デバイスの関連性を結びつける機能を有しており、視覚的で直感的なインタラクションのデザインを可能にする。

Intuino: Environment for the Development of Physical Computing using Graphical User Interface

YUKI ANEZAKI^{†1} and AKIRA WAKITA^{†1}

In this paper I will be introducing ”Intuino”, a creative environment which help users who are not acquainted with programming or are not familiar with advanced mathematics to do physical computing. Intuino is a graphical behavior prototyping system that not only supports the optimal selection between sensors and actuators, but also the precise tuning of the actuator’s movement without any programming. This system has 3 functions: a function that can draw out the movement of actuators such as LEDs and servo motors using a timeline; a function that instantly displays the data from sensors or the movement of actuators onto the GUI; and a function that allow users to easily connect devices such as sensors and actuators on the GUI and view its functions using visual programming. Intuino is a new way for people to engage with interactive design visually and intuitively.

1. 背景

現在、我々の住環境にはすでに多くのコンピュータが偏在している。家電やパーソナルコンピュータに限らず、iphone や wii といった身近なプロダクトにも加速度や照度といった様々なセンサが搭載され、身体的なインタラクションを取り入れたプロダクトが広く世間に浸透しつつある。ユビキタスコンピューティングでは、身の回りの至る所にコンピュータが埋め込まれ、ユーザはコンピュータを意識せずに情報を利用する¹⁾。MIT の石井裕氏らによるタンジブルコンピューティングの研究では、ユーザーは既存のインターフェイス（マウス、キーボード、ディスプレイ）ではなく、実際に触れることのできるプロダクトを通して情報を操作し、コンピュータを利用する。アンビエントディスプレイの研究では、情報を環境に溶け込ませることで、住居空間に馴染み、生活に溶け込んだコンピューティングを目指している²⁾。さらに、オーガニックインターフェイス（以下 OUI）やキネティックインターフェイス（KOI）と呼ばれる有機的な質感と動きをプロダクトに持たせる研究注目されている³⁾。しかし、現在、OUI に興味を持っていると想定されるインタラクションデザイナーやメディアアーティスト、建築家にとっては、こうしたインタラクションのデザインを行うことが難しい。なぜなら、このようなインタラクションの設計は、電気回路の設計やプログラミングといったフィジカルコンピューティングによって行われているからだ。プログラミングに精通した技術指向のデザイナーであったとしても、プログラミング、コンパイル、実行、デバッグ、という繰り返しのプロセスに耐えうる忍耐力と、動きを実現するための高度な数学的思考回路を使用しデザインを行うことは非常に難儀である。フィジカルコンピューティングにおいて、プログラミングによる作業がデザイナーにとって大きな負担となり、純粋な振る舞いのデザインに注力できるようなプロセスが実現されていない。

2. 関連研究

現在、フィジカルコンピューティングをより簡易に行うためのプロジェクトが多く存在する。電子工作の手間を省き、センサやアクチュエータを PC から直に使えるようにするものとして Phidget⁴⁾ が挙げられる。また、近年注目を集めている Arduino⁵⁾ や Gainer⁶⁾ は基本的な基盤を備えた IO モジュールと、web デザイナーやメディアアーティストに馴染みの深い

^{†1} 慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科
Graduate School of Media and Governance Keio University

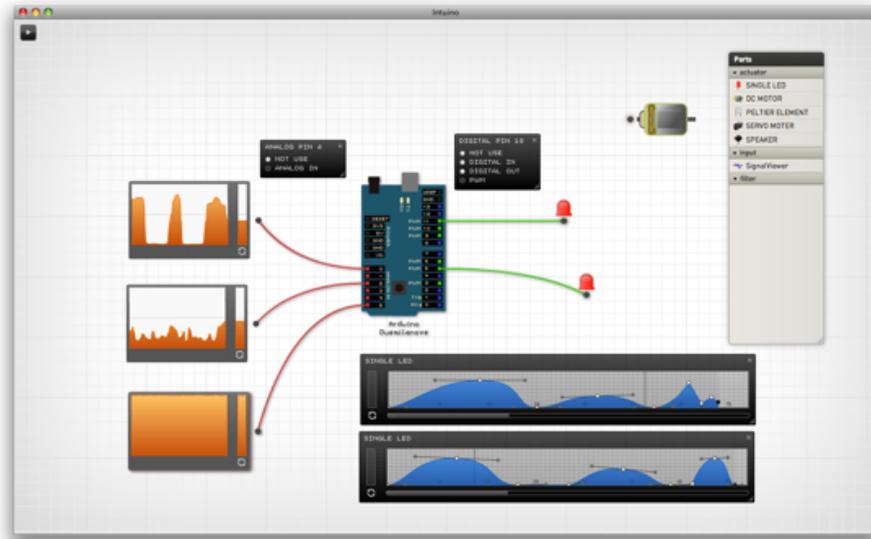


図 1 Intuino 外観
Fig.1 Intuino appearance

開発言語での開発環境をサポートし、I/O 出力用のピンの設定や、入力値の扱いのためのライブラリ群が整備することによってより簡単にプログラミングすることを可能としてきた。こうしたプロジェクトは、電子回路を組み立てる手間を大きく削減してはいるが、振る舞いのデザインを行うためにはプログラミング能力は不可欠になる。建築家や空間デザイナー、プロダクトデザイナーにとってはこうしたプログラミングを習得してもらうことが負担となってしまう。本研究で提案するシステムは、プログラミングのプロセスを一切省くとともに、プロダクトの動き・挙動を視覚的に作り出すことに純粋に注力することができるインターフェイスを用意する。

3. システム構成

本研究では、システムを Adobe の提供する実行環境 AIR 上で動作するアプリケーションとして提供する。また、センサ・アクチュエータ類を扱うための I/O モジュールとして Arduino を使用し、Arduino がコンピュータと通信するためのプロトコルとして Firmata

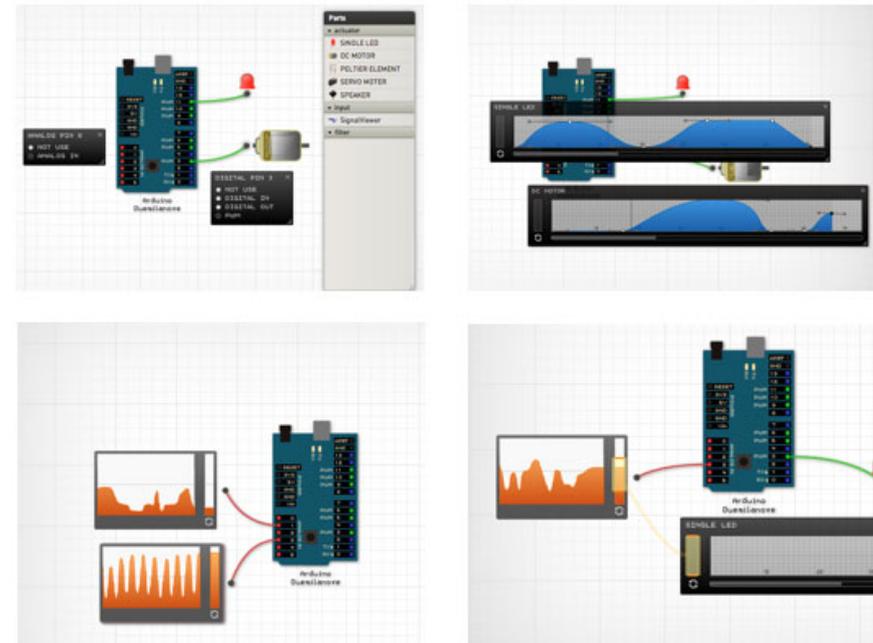


図 2 インターフェイス例
Fig.2 example of interface

を用いた。I/O モジュールとアプリケーションを通信させるために Funnel⁷⁾ サーバーを介することで、I/O モジュールとアプリケーションが常に連動する環境を用意した。

4. 機能

4.1 操作対象の状態を視覚的に操作

センサ、アクチュエータといった部品はイラストによって表現され、各部品をクリックすることで個々のプロパティが表示される。(図) .Arduino の各ピンを入力として扱うか、出力として扱うか、もしくは PWM として設定するかといった操作はラジオボタンで行い、アクチュエータの動きはタイムラインで調整することができる。各部品に即して用意されたプロパティを設定していくことで、各部品の機能を理解しながら操作することが可能となり、基本操作に対するミスを軽減できる。

4.2 動きをタイムラインで制御

アニメーション作成や映像編集ソフトで使われるタイムラインを用いて、LED やサーボモータなどのアクチュエータの動きを編集する(図2右上)。タイムライン上にベジェ曲線を描画し、時間軸にそってパラメータの値を操作することで、細かな動きや滑らかな動きを作成することが可能になる。

4.3 センサの値のグラフ描写

本アプリケーションと Arduino の IO モジュールは常に連動し、Arduino に接続されたセンサ値がリアルタイムに画面に反映される。I/O Module にセンサを繋いだ瞬間から描写が始まり、時間軸に沿ってセンサの値が左へ流れながら蓄積されることで、センサ値の移り変わりをグラフィカルに表示する。

4.4 イベントの組み合わせ

インタラクションを組み立てるために、センサの値とアクチュエータの動きを連動させる必要がある。こうした割り込み処理や同期処理を行うためのインターフェイスを実装している。図2(右下)にあるようにセンサの値とアクチュエータのタイムラインをイベント用のラインで結ぶことで、センサの値に応じたアクチュエータの動きや、割り込み処理等の実現をする。例えば人が触れると回転するモータや、温度に応じてフルカラー LED の色を変えろといった処理を GUI 上で組み立てることが可能になる。

5. Intuino の応用

5.1 応用例: Living Textile

動的に変形するテキスタイルである”Living textile”の研究が慶應義塾大学の上野氏らによって行われている。有機的な質感を提供するためにはプログラマブルなスマートマテリアルを用いることが有効である。モノに対して生物らしさを感じるアニメーション知覚に注目し、布の動きによって生物らしいインタラクションを追求する試みである。上野氏らは、Surflex[surflex]の構造を参考に動きに特化したキネティックテキスタイルを開発した。このテキスタイルは Surflex のように自由曲面の形状をシミュレートすることに加えて、より柔らかな素材を用いることで表現豊かなアニメーションを可能にしたものである。

Living textile の動力源であるバイオメタルファイバーの制御を Intuino を使って行い、生物らしい動きのプロトタイピングを行った。バイオメタルファイバーは伸縮の動きが基本的に熱によるものである。電流の量によってバイオメタルファイバーの発熱を制御し、伸縮の速度や強度を制御することが可能である。しかし反面、外部の温度によってバイオメタル

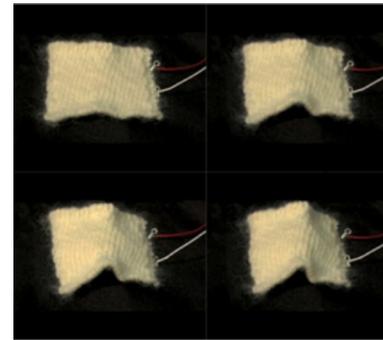


図3 Living Textile の振る舞い
Fig.3 behavior for Living Textile

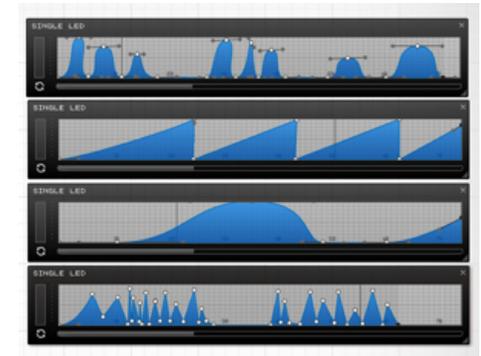


図4 タイムライン編集例
Fig.4 example of timeline editing

の冷め具合や、バイオメタルファイバーの長さによって抵抗が変化し熱の発生量も変化する。そのため、現場での微調整がより一層重要になってくる。こうした微調整や、生物らしい動きの追求では、タイムラインを使用した動きの生成が有効になる。プログラミングによる動きの生成では、数式やアルゴリズムを変化させながら、プログラミング、コンパイル、書き込み、デバッグといったプロセスを踏まなければならない。Intuino を使用した動きのデザインでは、タイムラインのアンカーポイントを調整することで、動きをすぐに反映させることができる。直感的に「もう少しゆっくり」「もう少し弱く」といった調整や、動きのパターンを生成することができる。呼吸をしているかのようなリズムや生物的な突発的な動きといった様々なパターンを作り出した。

6. 考 察

Arduino IDE を用いた場合は、パルス幅変調のコードをプログラミングしマイコンに書き込みする作業を繰り返し行いながら、理想とする動きを作り上げる。これに対して、Intuino は滑らかな曲線を描くだけでよく、その結果が逐次アクチュエータの振る舞いに反映されるため、理想とする動きを作り上げることが非常に容易である。ベジェ曲線は日常的な PC 利用に置いて物体描画等に用いられる一般的な操作であるため、多くのユーザが直感的に作業を行うことができる。次に、OUI としての検討を粉なうために、動的な変形が可能なキネティックなスマートマテリアルの変形パターンの生成を行った。オリジナルなアクチュエータは振る舞いの設定に癖があることが多いため、このような試行錯誤を支援する環境はその

特性を把握を促し、ユニークな動作を効果的に設定することを可能にしている。

7. 結論と展望

LED 等の一般的なアクチュエータのみならず、キネティックテキスタイルなどのオリジナルなスマートマテリアルを扱う事も可能であり、システムの柔軟性と拡張性を持ったものであると言える。一方で身体的なインタラクションをデザインプロセスに導入するために、フォームマテリアル等を結合して用いるプロセスを開拓していく必要がある。また、本研究では、I/O Module として Arduino を使用してきたが、将来的には Gaienr や FIO⁷⁾ といった、Arduino 以外の I/O モジュールでも利用できるようにさらなる機能追加や応用性を考慮した開発を行っていく。

参 考 文 献

- 1) Mark Weiser. The computer for the 21st century. SIGMOBILE Mob. Comput. Commun. Rev., 3(3):3–11, 1999.
- 2) Hiroshi Ishii and Brygg Ullmer. Tangible bits: towards seamless interfaces between people, bits and atoms. In CHI '97: Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, pages 234–241, New York, NY, USA, 1997. ACM.
- 3) David Holman and Roel Vertegaal. Organic user interfaces: designing computers in any way, shape, or form. Commun. ACM, 51(6):48–55, 2008.
- 4) Saul Greenberg and Chester Fitchett. Phidgets: easy development of physical interfaces through physical widgets. In UIST '01: Proceedings of the 14th annual ACM symposium on User interface software and technology, pages 209-218, New York, NY, USA, 2001. ACM.
- 5) Arduino. Arduino - HomePage. <http://www.arduino.cc/>, 1 2010.
- 6) Shigeru Kobayashi, Takanori Endo, Katsuhiko Harada, and Shosei Oishi. Gainer: a reconfigurable i/o module and software libraries for education. In NIME '06: Proceedings of the 2006 conference on New interfaces for musical expression, pages 346–351, Paris, France, France, 2006. IRCAM — Centre Pompidou.
- 7) Funnel. funnel.cc — Main / HomePage. <http://funnel.cc/>, 1 2010.