

ARDUINO および KINECT を使用したフィジカルコンピューティングに関する研究

PHYSICAL COMPUTING STUDY USING ARDUINO AND KINECT

小山 明 インタラクシオンデザイン教育研究所 教授
橋本 英治 先端芸術学部まんが表現学科 教授
大内 克哉 インタラクシオンデザイン教育研究所 准教授
尹 智博 基礎教育センター 助教
尾崎 優美 大学院芸術工学研究科 客員教授

Akira KOYAMA Interaction Design Institute, Professor
Eiji HASHIMOTO Department of Manga Media, School of Progressive Arts, Professor
Katsuya OUCHI Interaction Design Institute, Associate Professor
Jibak YOON Center for Liberal Arts, Associate Professor
Hiromi OZAKI Graduate School of Arts and Design, Visiting Professor

要旨

この研究は、人間の動きをモーションキャプチャーという仕組みで記録することが可能な装置「KINECT」を使用し、人間の動作や感覚を機械が記憶するインタラクティブで基礎的なメカニズムの制作、またそれを使用した作品の制作を目的としている。KINECT はゲーム用センサーであり、一般家庭に数多く普及した装置である。本体から赤外線を照射し、その反射を読み取り人間の骨格を認識し、手足や胴体や顔の位置や角度のデータを生成することができる。これらの生成された一瞬一瞬の人間のデータを連続的につなぐことができれば、時間的に変化する人間の「動作」をデータ化することが可能となる。そして人間の身体の動きを記録することが可能であるならば、記録したデータを再生することがその技術の延長として可能になる。またこの再生はリアルタイムに再生することだけではなく、「時間」と「空間」を移して再生することも考えられる。開発した基礎技術「KINECT action recognition software」によって、現在ここで行われている人間の動作を、ロボットを使用して他の都市で再生することも、あるいは同じ場所において 20 年後に再生することも可能となる。

Summary

We conducted this study using a KINECT motion-capture device capable of recording physical movements to operate a very basic interactive mechanism to recognize human gestures and behaviours, which might then be used to control a creative work or project. The KINECT device is widely available for home use and often used as a sensor for electronic games. The unit sends out infrared beams, then reads the reflections so as to map a human figure and generate data for the position and angle of limbs, torso and face.

Such data strings linked continually moment-by-moment can help render time-based digitized pictures of physical actions, which might by extension be recorded and replayed — not only in realtime, but also across great removes in time and space.

Thus, we could conceivably use our KINECT-based system to have robots replay today's immediate gestures and movements in a distant city or in the same location twenty years hence.

1) 研究の目的

コンピュータと人間の感覚とのインターフェース装置は、ここ数年これまでの高額かつ使用方法も難解であったものから、非常に親しみやすいものとなりつつある。しかし一方で、ロボットに要求される動きは、たとえば人間のようにサッカーをしたり、ものを運んだりといった単純なものや、あるいは目的が明確なものから、動きの意味の領域に、たとえば人間の何気ない仕草というような、より高度で意味の読み取りが複雑なものに社会の関心が移りつつある。この共同研究では、人間の動きをモーションキャプチャーという仕組みで記録することが可能

「KINECT」を使用し、人間の動作や感覚を機械が記憶するインタラクティブで基礎的なメカニズムの制作、またそれを使用した作品の制作を目指している。メカニズムのプログラムには「ARDUINO」を使用する。

2) 研究の背景

共同研究のメンバーはこれまで人間と機械との関係について様々な視点から研究を行ってきた。

1. 人間に考えさせる機械（建築作品）

Machines that Make Humans Think、1989、パリ
建築美術館他

2. ロボットのための音楽（音楽作品）

Music for Robot、1992、Berlin

3. 未来の身体（プロジェクト展覧会）

Body Futures、Sputniko! インタラクシオンデザインワークショップ、2013、KIITO、神戸

4. 未来の結婚！2050（プロジェクト展覧会）

Marry me! 2050、Sputniko! インタラクシオンデザインワークショップ、2014、KIITO、神戸

これらの研究では、未来社会においては人間と機械の関係はどのようになるであろうか、また人間の身体はどのようにとらえられるようになっているであろうか、ということを経験から考察することであり、本研究はこうしたこれまでの成果の研究の上に立ち、さらに視点を人間の動作というものに置いて実験を行い、考察を進めるものである。

これまでの研究はそれぞれ書籍もしくはCDメディア

等で公開されているが、インターネット上においても以下のアドレスで動画の形式でその成果を確認することが可能である。

1. 「人間に考えさせる機械」

<https://www.youtube.com/watch?v=3DVupaf4IqE>

2. 「Body Futures」「Marry me! 2050」

<https://www.youtube.com/watch?v=gulZV2buS2E>

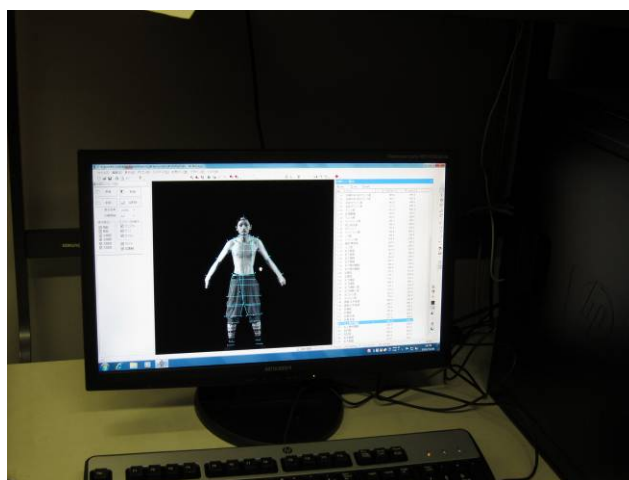


図1) 身体計測技術の見学（ASICS スポーツ工学研究所）。

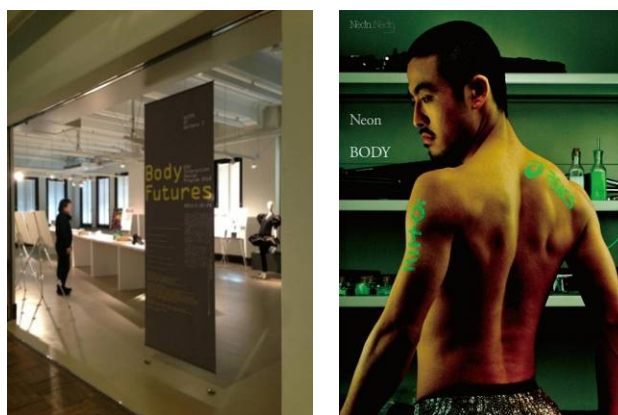


図2) 図3) 図4) 「未来の身体（Body Futures）」をテーマとしたインタラクシオンデザインワークショップを開催（2012年12月）、ASICS社の協力を得て、ここでは未来社会における人

間の身体のあり方を考え、提案を行った。神戸市 KIITO（デザイン・クリエイティブセンター神戸）における講習会は公開で行われた。また翌年 2013 年 2 月には成果発表展覧会を行った。

2014 年には ZEXY PREMIERE 社の協力を得て同様に「未来の結婚 2050 (Marry Me! 2050)」ワークショップを開催した。

3) ARDUINO を使用したロボティクスワークショップ
アルドゥイーノ (ARDUINO) は名刺サイズのマイコンボードで、USB 端子経由でパソコンとつないでプログラムを送り込むと、あとはパソコンとは切り離しても自立して動作させることが可能である。複雑なプログラムや長いプログラムに関してはメモリーや処理速度の限界があるが、単純な光や音の制御、モーターの制御が可能であり、動くインスタレーションの制作などには欠かせない技術的なデバイスとなっている。プログラムは簡単で、だれでも書くことができる。

本研究では大学および大学院におけるコンピュータプログラミング教育のメディアとしてもこの ARDUINO に注目し、学外より専門家を招聘して、この技術を取り巻く社会的な意味、これからの可能性をディスカッションし、これに続いて実際に 5 日間でその技術を修得するためのワークショップを開催した。初日にはメディアアーティストでプログラマーの松本典子氏のオープニングレクチャー「フィジカルコンピューティングをもちいたワークスタイル」を開催した。その後初日から 5 日間のワークショップにおいては、デジタル入出力、アナログ入出力、2 種類のモーター制御を修得した。制作したサンプルは 4 つのサーボモーターを制御する。これらのワークショップに関してはインターネット上での下記のアドレスで動画の記録を確認することが可能である。

1. 「アルドゥイーノ 1」

<https://www.youtube.com/watch?v=tCmzMNox154>

2. 「アルドゥイーノ 2」

<https://www.youtube.com/watch?v=biSQ4wC0sY>

3. 「アルドゥイーノ 3」

<https://www.youtube.com/watch?v=T0qJ1CjXCZ0>

4. 「Good Teacher」サンプルプログラム

<https://www.facebook.com/video.php?v=429305857184111&set=vb.355129537857601&type=2&theater>

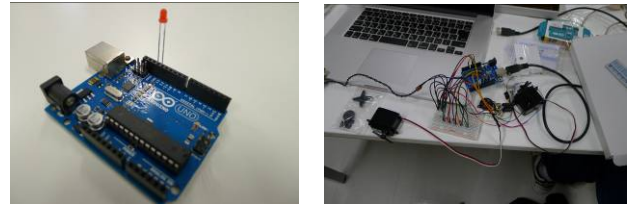


図 5) 図 6) ARDUINO 本体とコンピュータへの接続。



図 7) 図 8) レクチャーおよびワークショップパンフレット。



図 9) 図 10) ワークショップ風景

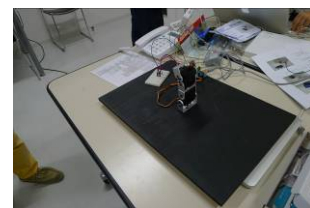


図 11) 図 12) 図 13) サンプルプログラム「Good Teacher」と参加者の作品。サーボモーターの支持に要する部品制作などには

レーザーカッターを使用し、短時間のワークショップの運営に役立てた。

4) KINECT を使用した人間の動作のデータ化

KINECT はマイクロソフトが開発したテレビゲームに使用するゲーム用センサーであり、一般家庭に数多く普及した装置である。本体から赤外線を照射し、その反射を読み取り人間の骨格を認識し、手足や胴体や顔の位置や角度のデータを自動的に生成する。データの形式は公開されており、これらの一瞬一瞬の人間の骨格の位置と角度のデータを連続的につなぐことができれば、時間的に変化する人間の「動作」をデータ化することが可能となる。そして人間の身体の動きを記録することが可能であるならば理論的にはその記録したデータを再生することがその技術の延長として可能になる。しかもこの再生はリアルタイムに再生することだけではなく、「時間」と「空間」を移して再生することが可能となる。たとえば今ここで行われている人間の動作を、ロボットを使用してパリで再生することも、あるいは20年後に再生することもできる。

本研究においては、C 言語を開発言語としてプログラミングを行い、人間の動作を記録すること、これをロボットのデータに変換可能な形式に置き換え、Bluetooth 通信により実際にロボットを動かすところまでの基礎技術開発を行った。ロボットは人間に近い動作関節数などを考慮し、市販の近藤科学製 KHR-3HV を使用した。KINECT の時間軸上の解像度、Bluetooth 通信の速度、コンピュータの処理速度の3点の相互の調整が、人間の動作にロボットがどこまで追従することができるかというシステム全体の性能に最も影響を与えることが明らかとなった。またロボットの関節の動きや骨格のプロポーシオンやスケールと人間との比較調整が今後の課題として考えられる。

これらの KINECT を使用した人間・ロボットコミュニケーションプログラム「KINECT action recognition software」に関しては、インターネット上の下記のアドレスにおいて動画形式の記録を確認することが可能である。

1. 「KINECT action recognition software」

<https://www.youtube.com/watch?v=epe34JL5r7c>

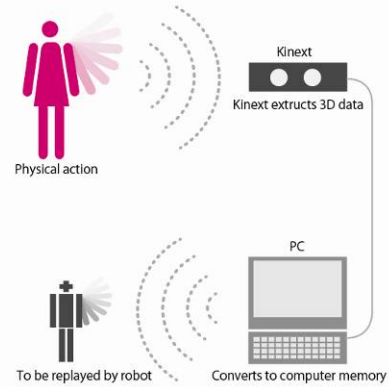


図 14) 全体概念図 (KINECT・人間・コンピュータ・ロボット)。



図 15) 図 16) 左図手前が KINECT。人間の動作を再生する。

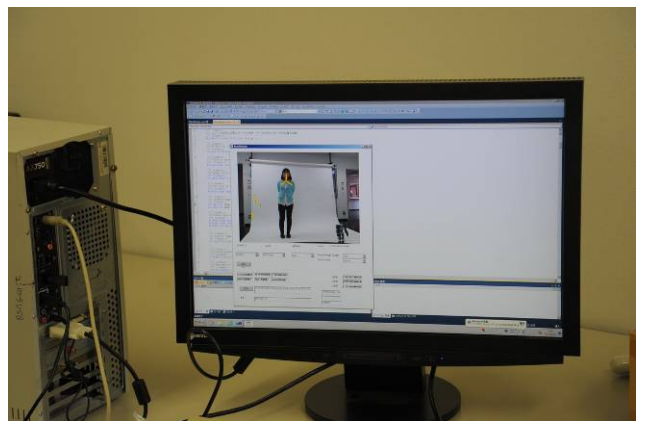


図 17) 図 18) 上は KINECT が認識した人間の骨格。骨と関節をワイヤーフレームで表示。下は、実際に人間の動作を読み取った KINECT のデータを転送、ロボットに再生させている。