

導電性布素材を用いた「着るピアノ」の設計と実現

戸田真志 秋田純一 大江瑞子

公立はこだて未来大学 金沢大学 上田安子服飾専門学校

Development of Wearable Piano Using Conductive Fabric

Masashi Toda Junichi Akita Mizuko Oe

Future University-Hakodate Kanazawa University Ueda College of Fashion
toda @ fun.ac.jp

概要

本稿では、ウェアラブル楽器の一環として、あるいはウェアラブルコンピューティング技術のファッション応用に対する具体的実現としての「着るピアノ」について、導電性布素材を用いた新しいアーキテクチャを提案する。提案するアーキテクチャでは「服としての一体感を演出するために、なるべく布素材を用いる」「機能分化により軽量化を図る」「意図しないシーンで音が出ることを防ぐ」「鍵盤レイアウトの自由度を向上させる」の特徴を有し、衣服としての着心地、着るピアノとしての操作性、デザインの自由度などについて大幅な改善を実現したものである。本提案は、「着るピアノ」の改良、ということのみならず、ウェアラブル基盤としての導電性布素材の新しい利用方法を模索するものとの位置づけも可能である。

Abstract

In this paper, we propose the wearable piano system using the conductive fabric, whose name is TextileNetPiano (TNP). The keyboards of TNP are made with the conductive fabric, and the number, size, and shape of the keyboard is flexible. It is detected whether the user touches the fabric keyboard using a touch sensor. Information which is detected is transmitted to the sound source system on the outside environment by a wireless communication, and it sounds. Our proposal means not only the improvement of the wearable piano system, but also a trial about new usage of the conductive fabric.

1 はじめに

音あるいは音楽はエンタテインメント分野において重要な位置を占めている。音楽、特にそれに対して能動的に関わるための楽器を身に着け、いつでもどこでも楽しむ、という思想は、行きずりセッション [1], DoublePad/Bass[2], Musical Jacket[3] などに共通するヒトの根本的な希望であると考えられ、ウェアラブルコンピューティング技術と統合することで、いくつかの具体的な実現手法が開発、研究されている。大江らが提案する「着るピアノ」もその延長上にある作品と捉えることが可能であろう。「着るピアノ」は可搬性の高いロールピアノ [7] を直接衣服と統合する、という斬新なアーキテクチャにより、いつでもどこでもピアノ演奏を楽しむことが可能となる作品である。ただし、ピアノ部としてロールピアノを利用しているため、「重い」、「タッチスイッチを用いるため、意図しないシーンで音が出てしまう」、などの問題点が指摘されている。本稿では、導電性布を利用して、上記の問題点を解決する、新しい「着るピアノ」である TextileNetPiano (以下、TNP と略す) の構成法を提案する。

ところで、我々は従来より、ウェアラブルコンピューティングの基盤素材として導電性布に注目し、布給電、布通信 [4], 布による静電シールド [5] などを提案してきた。本稿で述べる TNP に利用を試みる布製鍵盤は、高橋らの布センサ [6] と同様、ウェアラブルコンピューティング分野における、従来になかった新しい導電性布素材の利用方法を探る試みと位置づけられる。

2 TextileNetPiano の設計の基本方針

ロールピアノを利用した着るピアノには、上述したようないくつかの問題点が指摘されている。本稿にて開発を進める導電性布を用いた TNP では、上記の問題点を解決すべく、以下のような方針にて、システムの設計を行った。

- 服としての一体感を演出するために、なるべく布素材を用いる
- 機能分化により軽量化を図る
- 意図しないシーンで音が出ることを防ぐ
- 鍵盤レイアウトの自由度を向上させる

以下で、各項目について詳述する。

2.1 布素材の利用

ウェアラブル楽器の日常的な利用を考えた場合、衣服との一体化は重要な課題となる。布素材は、衣服として重要な機能である、汗耐性、曲げ伸ばし耐性、こすり耐性、洗濯耐性などに対して十分な適性を示すのと同時に、着る心地よさを提供するものである。上記を考慮した場合、ウェアラブル楽器を構成する各モジュールも、衣服に搭載するものについては、可能な限り布素材にて構成されるのが望ましいと考えられる。

2.2 機能分化と軽量化

電子ピアノが有する機能は大別して、以下の2つの機能に分化可能である。

入力機能 ユーザの鳴らしたい音の種類とタイミングを鍵盤などから入力する

出力機能 入力に従って音を整形し、スピーカー等から出力させる

ロールピアノにおいて一体化されている上記2つの機能を TNP では分離させ、衣服側には入力機能のみを実装する。出力機能としてのスピーカーは環境側に設置し、入力・出力間は無線通信を利用することで、大幅な軽量化を実現する。ウェアラブル型のピアノが主に使用されるであろうステージ環境においては、予め環境側にスピーカーを設置し、共同で使用する、という前提は妥当性が高い。また、ウェアラブル型ピアノの日常利用においては、今後のユビキタス社会の進展に伴い、環境内に遍在するスピーカーを共用する、という環境も十分実現可能と思われる。さらに、この方針により、重量や電力量の制限のない高品質なスピーカーの使用が可能となり、ウェアラブル型ピアノの音質向上を図ることが可能となる。

2.3 静電容量センサの利用した布鍵盤の実現

一般的なロールピアノは、鍵盤部にタッチスイッチを用いている。これを人体のように表面の凹凸の大きい物体上にて使用する場合、人体の動き等において不定期に圧力がかかり、意図しないシーンで音が鳴る、といった誤動作が問題となる。そもそも、ロールピアノは、机上等での使用を前提としており、ウェアラブル型ピアノの設計においては、それに適したセンシング手法を考案する必要がある。すなわち、人体の動き等について頑強であり、且つ、指が確実に鍵盤に接触（あるいは近接）した時のみ、音が鳴るような仕組みとする必要がある。これらを実現するために、TNP では静電容量型のタッチセンサを利用する。静電容量センサを使用するためには、鍵盤部を導体とする必要があるが、これを導電性布素材を利用することで、ウェアラブル型ピアノに適した鍵盤、すなわち布鍵盤の実現を試みる。

2.4 自由な鍵盤レイアウトの実現

ウェアラブル型ピアノは、机上等で弾く従来型のピアノと比べて、ユーザの弾き方が異なることが想定され、現状の整列した鍵盤レイアウトは必ずしも適切でない。また、ウェアラブルとして搭載すべき鍵盤数も従来型のピアノとは異なると考えられる。これらは、ユーザの使用シーンに応じて可変であることが望ましい。さらに、ファッション的な観点から考えても、整列された鍵盤は衣服のデザインに与える制約が大きく、デザイン上の自由度を上げるためにも、鍵盤のレイアウトは自由に行えることが望ましい。さらに、鍵盤の大きさや形状も自由に整形できることが望ましい。

本稿で述べる TNP は、タッチセンサモジュールを鍵盤単位で独立に実装することで、鍵盤レイアウトの自由度を高めることが可能である。また、鍵盤を構成する導電性布の大きさは自在に調節可能であり、結果的に鍵盤の大きさや形状に関する自由度を高めることが可能である。さらに、鍵盤の大きさや形状は、着るピアノを最終的に衣服として仕上げる服飾家が直接調節できることが望ましいが、導電性布素材は、服飾家が容易に取り扱い可能である、ということも重要である。

3 システムの実現手法

本稿で提案する着るピアノを構成する各モジュールについて、以下にて詳述する。

3.1 導電性鍵盤と衣服への搭載

通常の衣服に鍵盤としての導電性布素材 (図 1) を縫い付けることで、着るピアノの基盤環境 (衣服) を製作した。製作した衣服を図 2 に示す。



図 1: 導電性布素材

鍵盤は体側部に配置し、左右それぞれ 1 オクターブ分とした。レイアウト、鍵盤のサイズ等は服飾家に一任した。なお、この衣服は全て通常の服飾道具のみで製作したものである。

3.2 タッチセンサモジュール

開発したタッチセンサモジュールを図 3 に示す。基板寸法は 30mm × 27mm であり、軽量化・小型化による装着性向上のためにフレキシブル基板を用いている。タッチセンサ部分は、Cypress 社の CapSense を利用する CY8C21234 を使い、スナップボタンによって接続される導電布電極へのユーザのタッチの有無を検出する。導電布電極への接続の様子を図 4 に示す。

また表現の多様性のために、タッチの有無に応じて制御可能なフルカラー LED もあわせて実装している。



図 2: 着るピアノの外観

このタッチセンサモジュールは、衣服上の鍵盤電極の数の分だけ実装され、4 本のフラットケーブルによって数珠繋ぎ状に接続される。このケーブルは、各タッチセンサモジュールへの給電、および I²C 通信によるタッチ情報の送信に用いる。

なおタッチセンサモジュールへの給電、およびタッチの有無の情報の通信は、導電布上の給電・通信システムである TextileNet システム [4] を用いてケーブルをなくすことも可能であるが、本稿で述べる TNP システムでは、衣服本体の素材の自由度を高めるため、導電布を用いるという制約を取り除き、ケーブルによる数珠繋ぎ方式を採用した。

3.3 無線化音源システム

タッチセンサモジュールで得た各鍵盤のタッチ情報を収集し、それを環境側へ無線送信し、環境側の音源・スピーカから演奏音を発生させる無線化音源システムを図 5 に示す。本システムは、数珠繋ぎ接続されたタッチセンサモジュールの末端に接続された無線送信部、環境側の無線受信・MIDI 信号生成部、および MIDI 音源・スピーカからなる。無線送信部・受信部の無線通信機には、2.4GHz 帯を用いる SparkfunElectronics

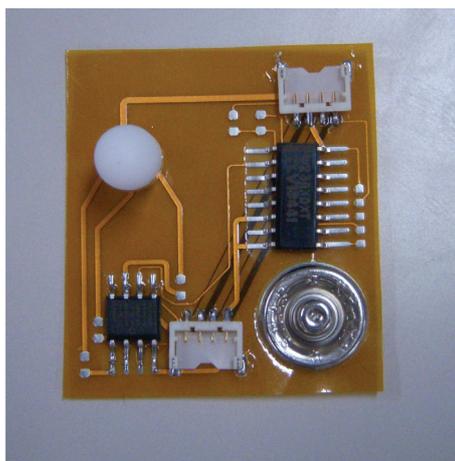


図 3: 試作したタッチセンサモジュール

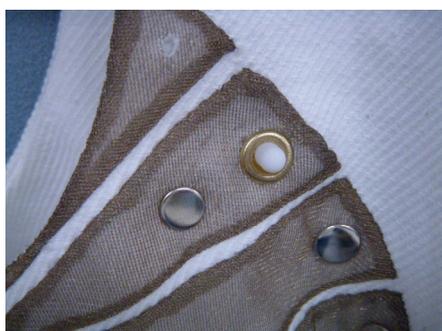


図 4: 導電布電極への接続

社の MiRF を用いている。衣服側の無線送信部は、電源として単 3 乾電池 2 本を用いる。

4 プロトタイプシステム

前節で述べた各モジュールを統合し、導電性布素材を用いた「着るピアノ」を製作した。プロトタイプシステムの全体構成を図 6 に示す。

服側には、導電性布鍵盤とタッチセンサから構成される鍵盤モジュールを複数個搭載している。鍵盤のタッチ情報は、個々に搭載した LED を点灯させるのと同時に、無線送信モジュールを経由して環境側の無線受信モジュールに送られ、MIDI 音源を利用してスピーカーより音として発せられる。なお、各鍵盤モジュールへの給電は、前述したように 1 個のバッテリーからケーブル経由で行っている。

動作の様子を図 7 に示す。指の触れた鍵盤のみが点灯し、動作していることがわかる。また、図 8 は、布鍵盤の動作例である。導電性布のどこに触れても鍵盤として動作していることがわかる。



図 5: 試作した無線化音源システム

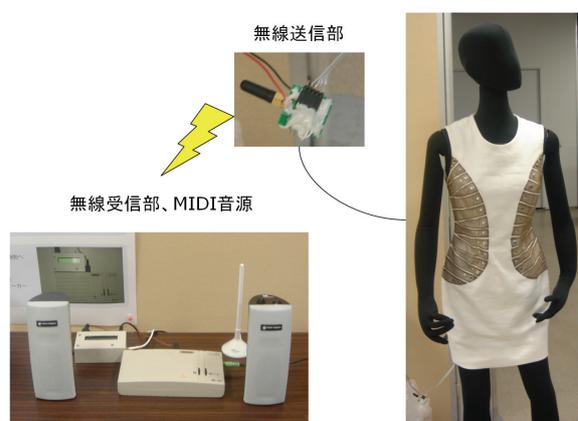


図 6: プロトタイプシステムの全体構成

5 おわりに

ウェアラブル楽器の一環として、あるいはウェアラブルコンピューティング技術のファッション応用に対する具体的実現としての「着るピアノ」について、導電性布素材を用いた新しいアーキテクチャを提案した。本提案は、「着るピアノ」の改良、ということのみならず、ウェアラブル基盤としての導電性布素材の新しい利用方法を模索するものでもある。

現状のアーキテクチャでは、鍵盤への指の接触のみを検知しているため、鍵盤の押圧の強弱による音量の変化には対応していない。この実現手法の検討が今後の課題である。

参考文献

- [1] 西本一志, 前川督雄, 辻靖彦, 間瀬健二, 蓼沼真, 装着型楽器 CosTune による「行きずりセッション」の実現, エンタテインメントコンピューティング 2003 論文集, IPSJ Symposium Series Vol.2003, No.1, pp.59-64, 2003.



図 7: 動作の様子

- [2] 寺田 努, 塚本昌彦, 西尾章治郎, 2つの PDA を用いた携帯型エレキベースの設計と実装, 情報処理学会論文誌, Vol.44, No.2, pp.266-275, 2003.
- [3] MIT Media Lab., Musical Jacket Project, <http://www.media.mit.edu/hyperins/levis/>.
- [4] 秋田純一, 新村達, 村上知倫, 戸田真志, 空間配置自由度が高いウェアラブルコンピュータ向けネットワークシステム, 情報処理学会論文誌, Vo.47, No.12, pp.3402-3413, 2006.
- [5] 新村達, 秋田純一, 櫻沢繁, 戸田真志, 導電性衣服のシールド効果と電源供給機能を用いた高精度多点表面筋電位測定システム, 情報処理学会論文誌, Vo.48, No.12, pp.3784-3792, 2007.
- [6] 高橋秀也, 導電性繊維を用いた電子回路, <http://hermes.ec.elec.eng.osaka-cu.ac.jp/>.
- [7] 山 野 楽器, ハンドロールピアノ, http://www.yamano-music.co.jp/docs/hard/handroll_piano61k2.html

戸田 真志

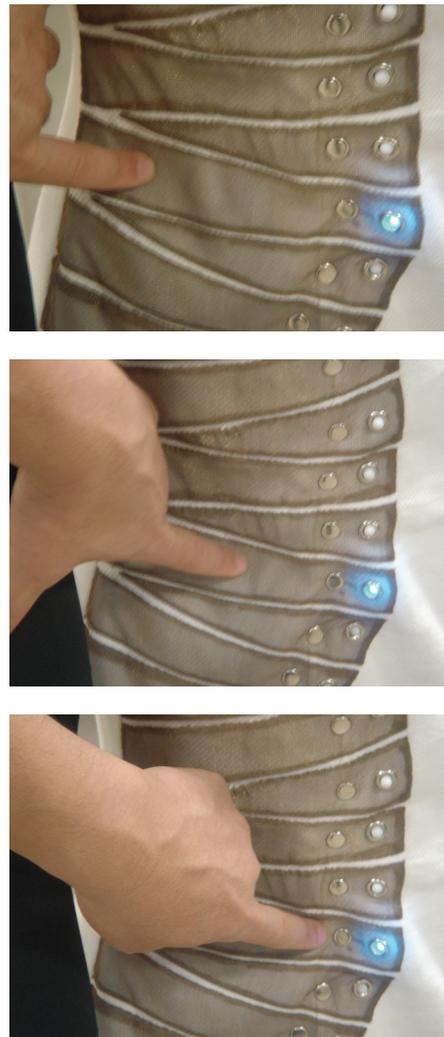


図 8: 布鍵盤の動作の様子



平成 5 年東京大学工学部計数工学科卒業. 平成 10 年北海道大学大学院工学研究科電子情報工学専攻博士後期課程修了. 同年セコム株式会社入社. 平成 13 年公立ほこだて未来大学講師. 平成 17 年同大学助教授. 平成 19 年同大学准教授. コンピュータビジョン, センサフュージョン, ユビキタスコンピューティング, ウェアラブルコンピューティング, 教育情報システムに関する研究に従事. 博士 (工学). 情報処理学会, 電

子情報通信学会会員.

秋田 純一



1993年東京大学工学部電子工学科卒業. 1998年東京大学大学院工学系研究科電子情報工学専攻博士課程修了. 博士(工学). 1998年金沢大学工学部電気・情報工学科助手. 2000年公立ほこだて未来大学システム情報科学部情報アーキテクチャ学科講師. 2004年金沢大学大学院自然科学研究科電子情報科学専攻講師. 2008年同准教授. 集積回路とその応用システムに興味を持つ. 電子情報通信学会, 情報処理学会, 映像情報メディア学会会員.

大江 瑞子



武庫川女子短期大学卒業. 上田安子服飾学院卒業後同校の教員へ. 以後, 副校長, 理事, 校長. 姉妹校である総合デザイナー学院副校長, 神戸大学非常勤講師(ウェアラブルコンピューティングファッションを基本にした情報原論)などを歴任し, 現在は学校法人上田学園上田安子服飾専門学校顧問(ファッションプロデューサー). KFK 関西ファッション文化協会会長. 武庫川女子大学非常勤講師. 「ZUI 瑞」「ZUI - 001」など自身のブランド活動の他, 「ウェアラブルコンピューティング」をテーマにした活動を行っている. NPO 法人ウェアラブル コンピュータ研究開発機構(チームつかもと) 副理事長. 着るピアノ, 着る音楽ショーなどのエンターテイメントな作品から, ディスプレイ, カメラによる機能をベースにした商品開発作品. PC バッグ, ロボットなどの商品ビジネスに携わる. 異分野の世界にファッション, デザイン面での重要性を訴え, 自ら融合デザインイベントを主催している.