



多点触覚デバイスによる触覚インタラクション 1

高速 A/D 変換部の実装

Haptic interaction using a multi-point haptic device 1
Implementation of high-speed A/D conversion

○舒 澤暉¹⁾, 鄭 竣勻¹⁾, 太田原 佑哉²⁾, 宮島 瑞樹²⁾, 和田 溪汰²⁾, 行谷時男²⁾, 曾根 順治²⁾

Su ZEHUI, Zheng JUNYUN, Yuya OOTAHARA, Mizuki MIYAJIMA, Keita WADA, Tokio YUKIYA, Junji SONE

1) 東京工芸大学 工学研究科 (〒243-0297 神奈川県厚木市飯山南 5-45-1)

2) 東京工芸大学 工学部 (〒243-0297 神奈川県厚木市飯山南 5-45-1, sone@eng.t-kougei.ac.jp)

概要：本研究では、薄膜樹脂型の触覚センサーで得られる触覚電圧を、高速で A/D 変換する機能を開発し、そのデータから触覚アクチュエータにより、触覚を生成する機能の開発を進めている。その開発概要を説明する。

キーワード：触覚センサー, 触覚アクチュエータ, フレキシブル薄膜型, メタバース

1. はじめに

XR 技術の高まりの中、バーチャルリアリティ (メタバース) や、人と共生するロボット、遠隔ロボット操作などには、柔軟かつ薄膜な触覚デバイスが必要とされている [1]。最近、シリコンゴムの上部と下部をフッ素化エチレンプロピレン (FEP) ではさみ、内部に空孔を構成して、圧電デバイスが開発されている。このデバイスは、コロナチャージで、数キロボルト以上の電荷をチャージすることにより、高性能を実現している [2,3]。本研究のデバイスは、電極を多点にして、ほぼ 2 点分別域の密度で、25 点の触覚を生成するデバイスを開発している。また、デバイスの駆動も多点の小型圧電ドライバーにより、触覚生成が可能となっている。このデバイスは、アクチュエータとセンサーの両方に活用することができる。

本研究は、薄膜触覚センサーで得られる触覚電圧を、高速でデジタル変換する機能を開発し、そのデータから触覚アクチュエータにより、触覚を生成する機能を開発している。その開発状況を報告する。

2. 触覚デバイスと駆動回路

2.1 触覚デバイス

薄膜樹脂型の触覚デバイスは、多点のセンサーとアクチュエータである。2cm 角内に、5 X 5 の 25 点の電極を有し、圧電機能を持つため、電極部が、センサーとアクチュエータとして振動するデバイスである。各点は、触覚を独立に生成することが可能である。図 1 は、作成したデバイスを示す。

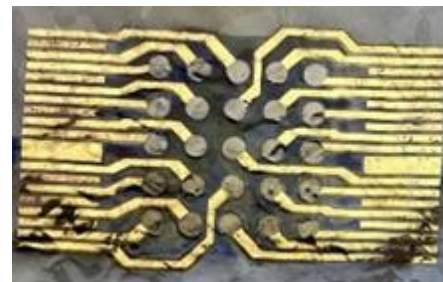


図 1： 薄膜樹脂型の触覚デバイス：センサーとアクチュエータの両方の機能を有する

2.2 センサーとアクチュエータの駆動回路

センサーにおいては、25 点を独立に A/D 変換する必要がある。A/D 変換器は、16 チャンネル独立にデータを取得可能な、MAX1143[5]を 2 個使用して、25 チャンネルのデータを取得する。先行研究では、A/D 変換速度が遅かったが、本研究では変換速度が高速の素子を用いてシステムを構成した。データの転送には、Arduino を用いてシリア

ル通信により、触覚センシング電圧を取得している。A/D 変換システムのハードウェア構成を図 2 に示す。

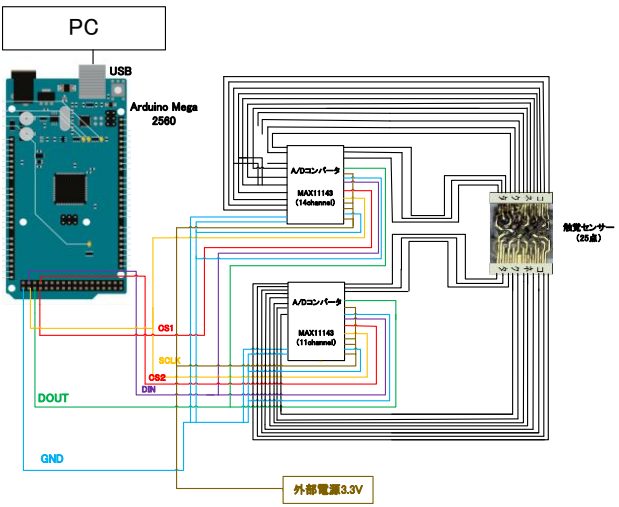


図 2： センサー駆動回路図

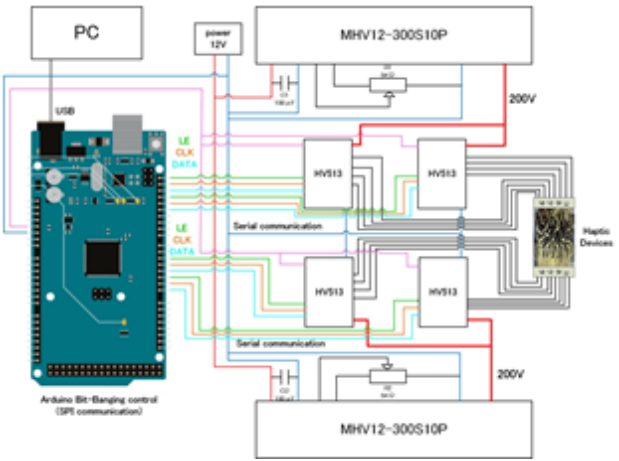


図 3： アクチュエータ駆動回路図

触覚アクチュエータの制御ハードウェア構成を図 3 に示す。アクチュエータの駆動は、HV513[4]シリアルパラレル変換機能を持つ高電圧プッシュプル出力ドライバーと Arduino を使用する。Arduino は PC から受け取った触覚生成データは SPI 通信を使って HV513 に転送する。HV513 は、シリアルデータをパラレルデータに変換し、最大 8 つの出力チャネルを持つ高電圧プッシュプル出力ドライバーであり、この機能を用いてデバイスの圧電制御を行うことで、触覚デバイスを駆動し、触覚を生成する。図 2 にアクチュエータ駆動回路図を示す。DC-DC コンバーター (MHV12-300S10P) を用いて、12V から 200V の駆動圧を HV513 に供給する。その駆動電圧を活用して PC から触覚パターンを制御することにより、多種の触覚提示が可能となっている。

3. 触覚データを取得し触覚アクチュエータで提示するシステム

上記の多点触覚センサーシステムと、多点のアクチュエータ駆動回路を連動させて、薄型触覚センサーと薄型触覚提示デバイスを用いて、高速に触覚転送できるシステムを開発している。その概要を図 4 に示す。実験により、片手でセンサーを押して触覚を生成し、そのデータを PC で取り込み、触覚アクチュエータで、もう片方の手に提示することができている。 .

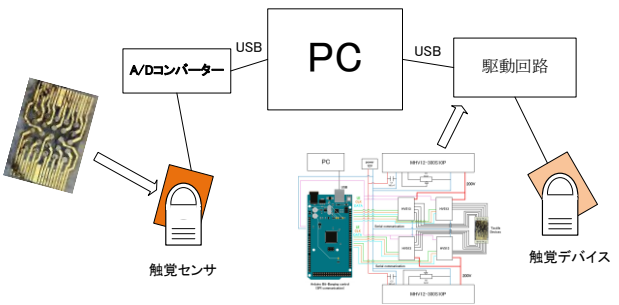


図 4： 触覚通信の概要

4. むすび

多点の触覚センシングシステムの駆動回路と、多点の触覚提示システムの開発を進めた。センサーから触覚情報を入力して、それを触覚アクチュエータに反映することもできている。現在は、同じ PC 内で制御しているが、次の段階は、遠隔に触覚を転送できるように開発し、メタバースへの応用を検討する予定である。

謝辞

本研究は、科学研究助成事業(JSPS KAKENHI 17K00285, 21K12002)の助成を受けて実行している。また、文科省のマテリアル先端リサーチインフラ事業、東北大学ナノテク融合技術支援センター (CINTS)、MEMS 試作コインランドリーの支援を受けて、デバイス開発を実行している。制御回路は、電通大 梶本教授、工芸大 崔教授と議論や情報提供を頂きました。また、研究議論を実施した UC Berkeley Liwei Lin 教授及び、その研究室の博士過程の学生にも感謝する。

参考文献

[1] Ran Cao, et al. Screen-Printed Washable Electronic Textiles as Self-Powered Touch/Gesture Tribo-Sensors for Intelligent Human-Machine Interaction, ACS Nano 2018, 12, 6, 5190-5196.

[2] Zhong, J.; Ma, Y.; Song, Y.; Zhong, Q.; Chu, Y.; Karakurt, I.; Bogy, D. B.; Lin, L., A Flexible Piezoelectret Actuator/Sensor Patch for Mechanical Human-Machine

Interfaces,. ACS Nano 2019, 13, 7107-7116 .

- [3] Zhong, J.; Zhang, Y.; Zhong, Q.; Hu, Q.; Hu, B.; Wang, Z. L.; Zhou, J., Fiber-Based Generator for Wearable Electronics and Mobile Medication, ACS Nano 2014, 8, 627.
- [4] HVCMOS, 8-Channel S-P Converter, w/Push-Pull Outputs, 250V, <https://www.microchip.com/en-us/product/hv513>.
- [5] 14 ビット ADC, 200ksps, +5V 単一電源, リファレンス 付 MAX1143, ANALOG DEVICES. <https://www.analog.com/jp/products/max1143.html>