

令和元年6月20日現在

機関番号：12102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2018

課題番号：16K12467

研究課題名(和文) 導電性インクで印刷可能なROMとこれに基づく紙状のコントローラ

研究課題名(英文) Printable ROM with conductive ink and paper controllers using the printable ROM

研究代表者

志築 文太郎 (Buntarou, Shizuki)

筑波大学・システム情報系・准教授

研究者番号：20323280

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：導電性インクで印刷可能なROMを紙上に形成する技術として以下の研究成果を挙げた。1) 指で紙上に形成されたパターンを指でなぞる事によってROMに記録されたデータを読み取る技術。2) 導電性インクを用いて紙上に印刷した電極の特性。3) 環境の変化に対する脆弱性を解消することを可能とするROMの構成方法。4) 読み取り速度に対する脆弱性を解消することを可能とするROMの構成方法。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究成果は、バーコードとは異なる構成法に基づく、紙上に構成される新たな記憶媒体の実現への可能性を示したことである。記憶媒体は、紙に、家庭用インクジェットプリンタで印刷可能なROMであり、ROMに記憶されているデータが、指を使ってROMをなぞることによって、ROMに繋がった計算機へ入力されるという特徴を持つ。

研究成果の概要(英文)：The following research results were obtained as techniques for printable ROM (read-only memory), which can be printable on a paper with conductive ink: 1) a technique for reading data recorded in a ROM by tracing a pattern formed on a paper with a finger; 2) characteristics of electrodes printed on a paper with conductive ink; 3) a technique to form a ROM that is robust to environmental changes; 4) a technique to form a ROM that is robust to the speed of the finger.

研究分野：ヒューマンコンピュータインタラクション

キーワード：タッチインタフェース

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

紙自身にデータを印刷し、さらにそれを何かしらの簡易な機構を用いて読み取ることができれば、便利である。バーコードはその一例である。本研究では既存のバーコードとは異なる機構に基づく、紙上における新たなメモリ構成法を探る。

2. 研究の目的

本研究の目的は「導電性インクで印刷可能なROM (read only memory)」の研究開発、およびその適用先である「ユーザ自身がタスク毎に作成可能な紙状のコントローラ」の実現である。この導電性インクで印刷可能なROMは、紙に、家庭用インクジェットプリンタで印刷可能なROMであり、ROMに記憶されているデータが、指を使ってROMをなぞることによって、ROMに繋がった計算機へ入力されるという特徴を持つ。

3. 研究の方法

本研究では、上記の「導電性インクで印刷可能なROM (read only memory)」を実現するために必要な技術調査、および研究開発を行う。

4. 研究成果

各年度に挙げた成果を以下に示す。

2016年度

静電容量計測に基づいて、指で紙上に形成されたパターンを指でなぞる事によってROMに記録されたデータを読み取る技術を研究開発した。本技術の動作イメージを図1に示す（なお、ここでは現在流通しているバーコードと同様に縞模様状の線から構成されているパターンを示しているが提案手法はこれには限らない）。

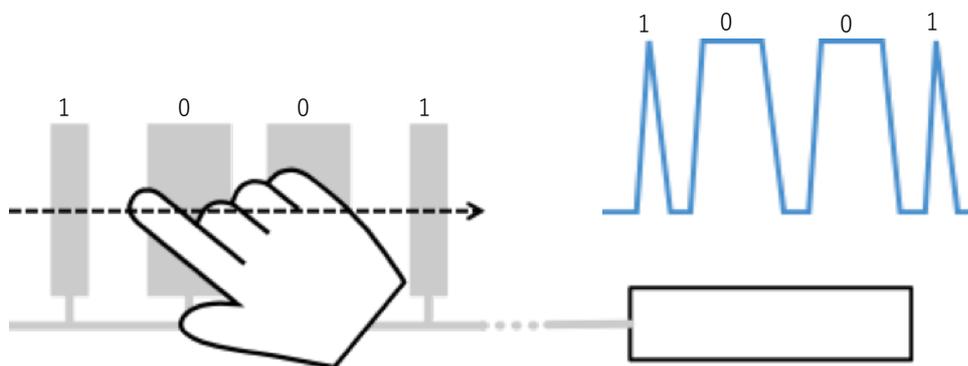


図1 静電容量計測に基づいて、指で紙上に形成されたパターンを指でなぞる事によってROMに記録されたデータを読み取る技術の動作イメージ

本技術はROMと読み取り部とが1本の結線のみによって接続されていることを特長とする。本技術を適用した静電容量計測に基づく識別モジュールを使って読み取りを行っている様子

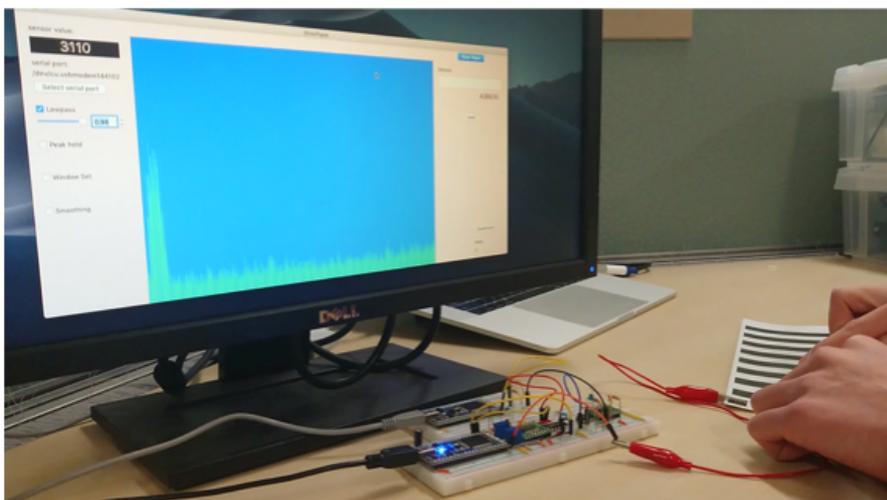


図2 静電容量計測に基づく識別モジュールを使って読み取りを行っている様子

いる様子を図2に示す。

また、「ユーザ自身がタスク毎に作成可能な紙状のコントローラ」専用バイндаを作成することとしていたが、これを試験開発したことに加えて、次年度に実施予定の「メモリを紙上に形成する技術」に必要な調査として、導電性インクを用いて紙上に印刷した電極の特性調査を行った。特に人が電極に触れる場合と電極に近接させる場合とでどのように電極に応答が現れるかを調査し、結果として触れる場合と近接させる場合とで観測される応答が著しく大きいことが分かった。またこれらの結果を外部発表した[2]。

2017年度

配線パタンの太さ、密度等を変えながら、本手法によるROMの記憶容量がどの程度上げられるか実験を通じて調査した。また、エラー訂正符号を付与することによって、本手法によるROMの記憶容量がどの程度上げられるかも検討することとしていたが、これについてはエラー訂正符号を付与するという方式に加えて、動的計画法に基づくアルゴリズム(例えばビタビアルゴリズム)に基づく推定方法も併せて検討した。両者は独立しても使える手法でもあり、組み合わせると使えるというメリットも持つ。

2018年度

パタンを複数種類検討し、パタンの理想形態を探るために実装と研究室内実験を繰り返し行った。この結果、実際に動作可能なパタンを見つけることができた。具体的には以下である。

- ROMの両端に特定の開始符号を付与することによって、環境の変化に対する脆弱性を解消することが可能なROMとすることができた。
- 図3に示す構成を採用することによって、読み取り速度に対する脆弱性を解消することが可能であることが分かった。すなわち、読み取り速度を変化させても、ROMに記録されたデータが正しく読み出される。

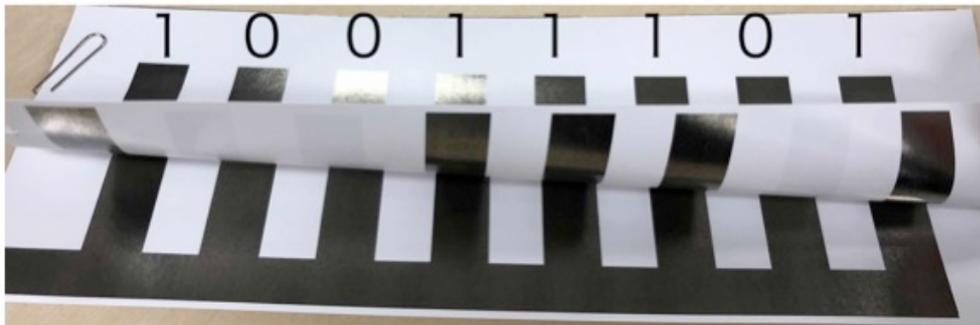


図3 読み取り速度に対する脆弱性を解消するためのROMの構成: 2枚の紙を使い、上側の紙にデータ用のパタンを、下側の紙に読み取り用のパタンを印刷

なお、導電性インクを用いて印刷されたこれらのパタンは酸化耐性が低く(すなわち錆びやすい)、かつ指で触れることによって摩耗する。これらに対する耐久性を高めるための技術を開発した。

これらの結果を外部発表した[1]。

研究期間全体

導電性インクで印刷可能なROMを紙上に形成する技術として、研究期間全体を通じてあげた成果を以下にまとめる。

- (1) 指で紙上に形成されたパタンを指でなぞる事によってROMに記録されたデータを読み取る技術。
- (2) 導電性インクを用いて紙上に印刷した電極の特性。
- (3) 環境の変化に対する脆弱性を解消することを可能とするROMの構成方法。
- (4) 読み取り速度に対する脆弱性を解消することを可能とするROMの構成方法。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計2件)

- [1] 小林孝基, 八箇恭平, 船越南斗, 志築文太郎. 指にてなぞることにより入力可能な単一結線識別子の検討. 情報処理学会第81回全国大会講演論文集, Vol. 4, 2019年3月, pp. 275-276. (査読無し)
- [2] 山路大樹, 久保勇貴, 杉山慎一郎, 志築文太郎, 高橋伸. プロトタイピングのための紙製タ

タッチセンサの設計及び操作認識プログラムの開発. 情報処理学会研究報告, Vol. 2017-HCI-171, No. 24, 2017年1月, 8 pages. (査読無し)

[学会発表] (計0件)

6. 研究組織

(1) 研究分担者

(無し)

(2) 研究協力者

(無し)

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。