

招待論文 picoRing mouse: 極低電力な指輪型無線マウス

高橋 亮* Li Yifan* 福本 雅朗† 横田 知之* 染谷 隆夫* 川原 圭博*

概要. AR グラスの登場で AR や VR が屋外でも利用できるが、AR グラスだけでは視覚情報しか得られないため、指輪型マウスのようなウェアラブル入力デバイスが期待されている。しかし、指輪型デバイスは小型の電池しか搭載できず、数十 mW 級の無線通信で指輪のデータを送り続けると短時間しか駆動できない。そこで、超低電力な指輪型無線マウス「picoRing mouse」を提案する。picoRing mouse は、PIT というコイルベースの高感度インピーダンスセンシングを用いる。これは、指輪側に電力消費の大きいアクティブ通信回路が不要なため、大幅な省電力化ができる。この高感度 PIT と小型マウスを組み合わせることで、picoRing mouse は最大 449 μ W という超低電力で動作し、27 mAh の小型リポ電池 1 回の充電で最大 44 日間の動作を可能にする。これにより、充電頻度を気にせず、長時間利用できる (<https://youtu.be/7RazVNMxOMs>)。

1 はじめに

軽量の AR グラスなどの登場により、AR や VR インタクションが閉じた屋内のみならず、開けた屋外も含め利用できつつある。AR グラスだけでは仮想画面を見るしかできないため、リストバンドや指輪などへマウス機能を内蔵することで、AR・VR グラスと併用できる、ウェアラブル入力インタフェースが期待される。特に、人差し指に装着する、ワイヤレスな指輪型入力デバイスは、リストバンド型デバイスとは異なり、指の近くへ配置できるため、指の繊細な入力も正確にセンシングできる。しかし、小型の指輪は、物理的に数十 mAh の小型電池しか搭載できず、数十 mW 級の電力を消費する無線通信モジュールの連続動作が困難である。例えば、これまでの指輪型デバイスは、低電力無線通信の 1 つ、Bluetooth Low Energy (BLE) を用いるが、指の入力ジェスチャデータを BLE で連続して送ると、1-5 時間しか動作せず、断続的に通信せざるを得ない。このような間欠通信は、指輪による定期的な健康モニタリングには適しているが、連続通信が必要なウェアラブル入力デバイスには適さず、無理に使用してもユーザへ充電作業を頻繁に要求する結果となる。

2 picoRing mouse

本論文では、指輪とリストバンド間のコイルベースのインピーダンスセンシングを用いた超低電力な指輪型無線マウス、「picoRing mouse」を提案する (図 1) [1]。picoRing mouse は、パッシブインダクティブテレメトリ (PIT: Passive Inductive

Telemetry) というコイルベースの高感度なインピーダンスセンシングを利用する (1-3)。RF バックスキャタなどの、ヒトと電磁的に干渉するため不安定な、超低電力無線通信とは異なり、PIT は指輪型コイルとリストバンド型コイル間で、ヒトと干渉にくく、短距離かつ超低電力な磁気結合を活用する。指輪型コイルは、リストバンド型ドコイルから発生する、微弱な磁場を負荷変調するだけで指輪内のマウスのセンサ値をリストバンド型コイルに送信できるため、指輪型コイルは電力消費の大きな、アクティブ通信回路が不要である。従来の PIT は感度が低く、5-7 cm しか通信できないが、ブリッジ回路と高感度なコイルを利用することで、通信距離を 13-15 cm 程度まで拡張しても、周囲の電磁ノイズによらず、指輪—リストバンド間での信頼性のある PIT を可能にした。この高感度な PIT と小型のマウスモジュールを搭載した指輪を組み合わせ、picoRing mouse は最大約 449 μ W の超低電力で動作し、27 mAh の小型リポ電池 1 回の充電で約 7 日間から、1 日 4 時間使用の場合、44 日間の連続動作ができる。

3 おわりに

本論文では、超低電力な指輪型入力デバイス、picoRing mouse を紹介した。semi-PIT に基づく指輪からリストバンドへの低電力ワイヤレス通信と、低消費電力のマウスモジュールを組み合わせることにより、picoRing mouse は約 600 時間 (1 日 8 時間使用) から 1000 時間 (1 日 4 時間使用) の長時間の動作を実現する。評価の結果、ウェアラブルコンピューティングの分野における異なるユーザー、指の姿勢、および電磁ノイズが強い状況に対して、指輪—リストバンド間の無線通信の安定性を示した。以上、picoRing mouse が長時間ウェアラブル入力インタフェースの礎になると期待できる。

Copyright is held by the author(s). This paper is nonrefereed and non-archival.

* 東京大学

† Microsoft

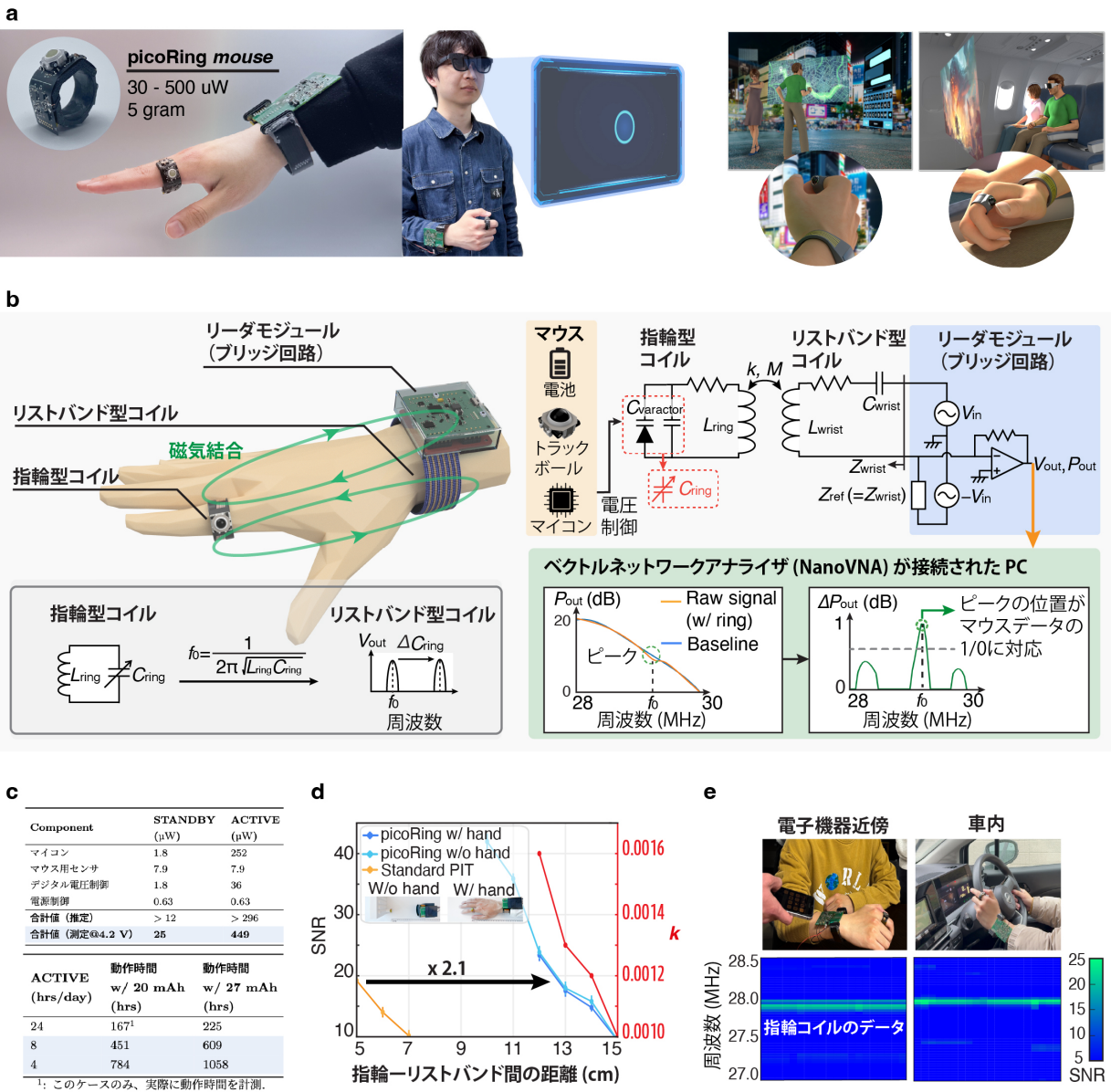


図 1. picoRing mouse の概要。

謝辞

本研究は、JST ACT-X JPMJAX21K9、JSPS KAKEN 22K21343、JST ASPIRE JPMJAP2401、旭硝子研究財団の助成を受けた。ACM UIST 2025に掲載決定済み。

- [1] Y. Li, M. Fukumoto, M. Kari, S. Ishida, A. Noda, T. Yokota, T. Someya, Y. Kawahara, and R. Takahashi. Ultra-low-powered ring-based wireless tinymouse. In *Proceedings of the 38th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, UIST '25, New York, NY, USA, 2025.

参考文献