



配布先: 文部科学記者会、科学記者会、名古屋教育記者会

2024年 8月 22日

報道機関 各位

メタバース空間で“触感”を得られる次世代デバイス！ 小型・高出力な力触覚提示用 3次元振動モータを開発

【本研究のポイント】

- ・**3 コイルで 3 次元振動**: 3 つのコイルだけで 3 次元上のあらゆる方向へ振動が可能な「3次元振動モータ」^{注1)}を開発。
- ・**小型・軽量**: 少数部品で構成可能であり、小型かつ軽量で携帯性に優れる。
- ・**高出力密度**: 永久磁石・コイル体積を大きくとれる構造のため高出力。
- ・**力触覚提示の高度化**: 振動を利用した力触覚(りきしよっかく)^{注2)}提示技術を応用し、メタバース^{注3)}や VR・AR・MR の新たな 3次元力触覚インタフェース^{注4)}として活用可能。

動画による研究紹介 <https://youtu.be/FGb68UGXBTw>

【研究概要】

名古屋大学大学院工学研究科の部矢 明 准教授(研究代表者)、内藤 出 博士前期課程学生、井上 剛志 教授の研究グループは、次世代の力触覚インタフェースとしての活用に向け、3 つのコイルだけで 3 次元上のあらゆる方向へ振動する高出力・コンパクトな「3次元振動モータ(XReactor:クロスリアクタ)」を提案しました。

近年、メタバースや VR・AR・MR コンテンツでの手触り・反力感などの力触覚体験を実現するため、振動デバイスが注目されています。実世界において、人は指先で 3次元の複雑な力触覚を感じているため、仮想空間においても 3次元の力触覚提示が理想となります。しかし、一般に振動デバイスは 1軸振動しかできず、3次元振動は困難です。その理由は、3次元振動を実現するためには少なくとも 3つ以上の振動モータを組み合わせる必要があり、振動中心のずれや、大型化、重量増加が課題となるためです。

そこで部矢准教授らは、1台で 3次元振動を実現する「3次元振動モータ」を提案しました。提案モータでは、振動子に対して 3コイルが内から外へ重ねて巻かれており、各コイル通電時に生まれる永久磁石との磁気吸引・反発力によって、あらゆる方向へ振動します。振動子は 1つのみであり、ばねで支持することで、3次元動作を実現しています。少数部品で構成可能なため、小型・軽量化に有利です。また、永久磁石・コイル体積を大きくとれる構造のため、高出力が達成されています。新開発の 3次元振動モータは、全ての振動利用機器の高度化が可能であり、今後さらなる応用が期待できます。

本研究は NEDO NEP 開拓コースに 2024年 4月から採択されており、3次元振動モータの事業化を目指して、デバイス開発と力触覚提示システムの構築を行っています。本研究はその成果であり、2024年 8月 22日・23日に東京ビッグサイトで開催される「大学見本市～イノベーションジャパン」で展示されます。

XReactor

3次元振動モータ



- ① 1台で3次元振動を実現
- ② 小型かつ軽量で携帯性に優れる
- ③ コンパクトながらも強力な振動を生成
- ④ 3次元力触覚提示デバイスとして幅広い応用先

【研究背景と内容】

メタバースやXR(VR・AR・MR)の市場規模は拡大を続けており、エンターテインメントだけでなく商品プロモーション・従業員研修・行政サービスなど様々な分野で活用されています。これらメタバースやXRにおいてより没入感を高め、リアルな体験を実現するために、手触り・反力感などの力触覚を提示する振動デバイスが開発されています。実世界において、人は指先で3次元の複雑な力触覚を感じています。そのため、仮想空間においても、3次元の力触覚を提示することが理想となります。しかし、一般に振動デバイスは1軸振動しかできず、3次元振動は困難です。その理由は、3次元振動を実現するためには少なくとも3つ以上の振動モータを組み合わせる必要があり、各モータの振動中心がずれることによるモーメントの発生、大型化、重量増加が課題となるためです。

そこで、1台で3次元振動が可能な「3次元振動モータ」(XReactor:クロスリアクタ)を提案しました。XReactorの外観・構造を図1に示します。提案構造では、振動子に対して3つのコイルが直交するよう内から外へ重ねて巻かれており、通電することで3軸方向に磁束が発生します。この構造により、3コイル通電時に生まれる永久磁石との磁気吸引・反発力によって、3次元振動を実現します(図2)。振動子は1つのみであり、ばねによって内側の中心に支持することで、3次元的な動作が可能となっています。3つのコイルと6つの永久磁石を用いて、少数部品で構成可能なため、小型・軽量化に有利です。なお、試作機のサイズは20×20×20mm、重さは34.5gです。また、永久磁石を外側に配置して磁石体積を大きくとれること、振動子に対して直接3コイルを重ねて巻くことでコイルの巻き数を多くとれることで、従来モデル(参考文献, 図3)よりも高出力化が達成されています(図4)。

スマホ・スマートウォッチ・ゲームコントローラをはじめとして、日常生活では振動を用いた様々なデバイスが利用されています。新開発の3次元振動モータは、それら全ての振動デバイスを3次元振動化することが可能です。そのため、例としてスマホ・スマートウォッ

Press Release

チの 3 次元振動による道案内、ゲームコントローラの 3 次元振動によるゲーム空間とのリアルな力触覚体験などが可能となります。3 次元振動機能による振動の高度化は様々な新サービス・システムの創出が期待できます。

本研究は NEDO NEP 開拓コースに 2024 年 4 月から採択されており、3 次元振動モータの事業化を目指して、デバイス開発と力触覚提示システムの構築を行っています。

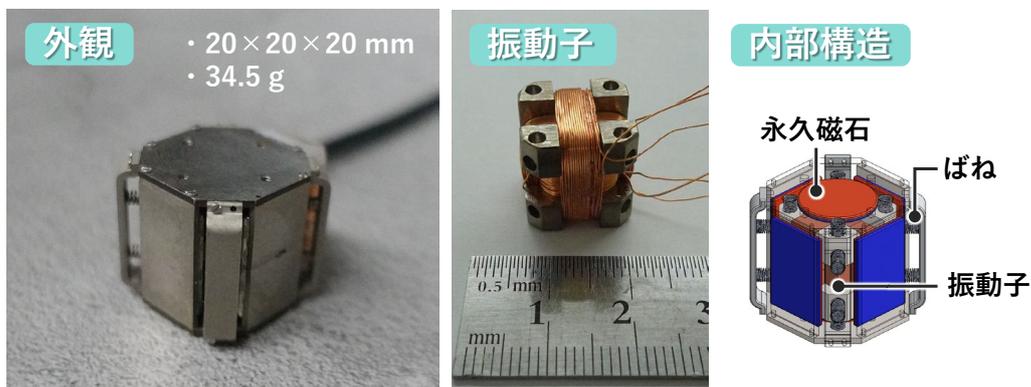


図 1 新型 3 次元振動モータ (XReactor: クロスリアクタ)

各コイル通電時に発生する力を合成し、様々な方向へ振動

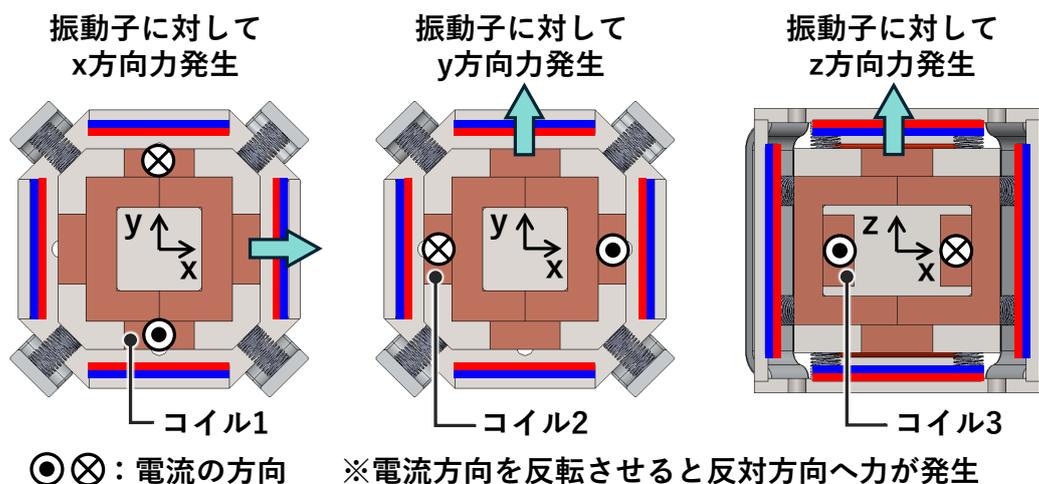


図 2 動作原理

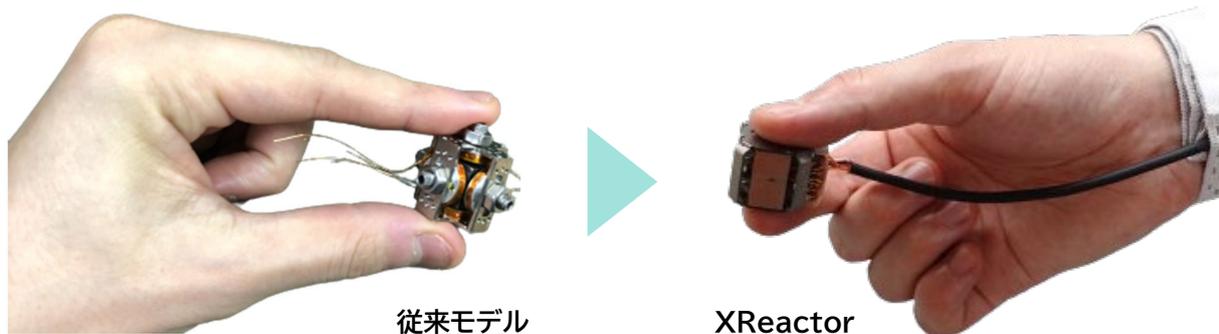


図 3 従来モデルとの比較

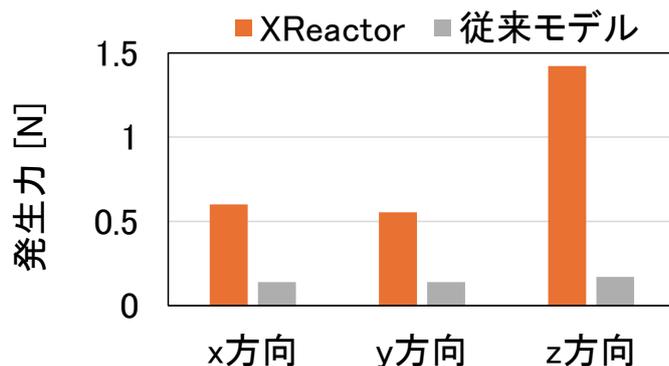


図4 力特性の解析結果

参考文献

Akira Heya, Ryosuke Nakamura, and Katsuhiko Hirata, "Development of Compact Three Degrees of Freedom Oscillatory Actuator", Journal of Robotics and Mechatronics, vol.35, no. 5, pp. 1312-1320, Oct. 2023.

【成果の意義】

・コンパクトながら強力な3次元振動を実現

磁石体積を大きくとれる構造を採用しつつ強力な永久磁石(ネオジウム磁石)を使用していること、3コイルを振動子に対して直接重ね、巻き数を多くとれる構造としたことで、コンパクトながら強力な3次元振動を実現しました。

・人の持つ力触覚特性の解明に貢献

コンパクトかつ強力な振動を生み出すことができる3次元振動デバイスは未だありませんでした。XReactorによって、指先をはじめとした身体の各部に3次元振動を与えることが可能となり、そのとき人がどんな知覚をするのか、未知の力触覚特性を解明できる可能性があります。

・ポータブルな3次元力触覚インタフェースとして幅広い応用先

小型かつ軽量のデバイスのため、日常的に持ち運ぶことが可能です。そのため、屋内・屋外を問わず、様々な場所でメタバース・XRコンテンツの力触覚インタフェース(図5)として利用可能です。既存技術として、特殊な振動を手にも与えることで疑似的な牽引力を与えるというものがあります。この技術を利用すれば、目の不自由な方のための新たな3次元ナビゲーションシステムとしての活用も期待できます。

本研究は、2024年度から始まったNEDO「NEDO Entrepreneurs Program (NEP) 開拓コース」の成果です。



図 5 VR ヘッドセット(Meta Quest 3)と XReactor を組み合わせた力触覚体験

【用語説明】

注 1)3 次元振動モータ:

1 台で空間上のあらゆる方向へ振動可能なモータ。

注 2)力触覚:

物に触れたときの力や圧力を感じる感覚。

注 3)メタバース:

インターネット上に構築された仮想空間および仮想世界。

注 4)3 次元力触覚インタフェース:

ユーザに対して、3 次元的な力覚・触覚を提供するデバイス。

【展示会情報】

展示会名:大学見本市 2024～イノベーション・ジャパン

主催:国立研究開発法人 科学技術振興機構

共済:文部科学省

日時:2024 年 8 月 22 日～23 日

会場:東京ビッグサイト 南展示棟 南 1 ホール(東京都江東区有明 3-11-1)

出展課題名:ハプティクスのための 3 次元振動モータ