

2026.1.16

報道関係者 各位

<配信枚数 3 枚>

## 伸縮式ペン型デバイスを用いた VR 空間でのスケッチを可能にする技術を開発

—「実際の物体を触っているような感覚」が図形描画の正確さを向上させる—

立命館大学情報理工学部の中村文彦助教と木村朝子教授の研究グループは、VR 空間において CG 物体の表面に触れた際に、ペン自体を伸縮させることで物理的な反力を再現し、遭遇型触覚(※1)を提示する新しいコンセプト”Pen Meets Desk”を提案しました。このコンセプトを実現する試作機を開発し、線のトレース課題を実施し、トレースの正確さ、使いやすさ、作業負荷に対する効果を検証した結果、伸縮型ペンによる触覚提示が描画の精度の正確さの向上と作業負荷の軽減に寄与することが示されました。本研究はシュトゥットガルト大学(ドイツ)の研究グループとの共同研究で実施され、成果は 2026 年 1 月 15 日(日本時間)に、学術雑誌「Journal of Information Processing」にオンライン掲載されました。

### 本件のポイント

- VR 空間におけるスケッチにおいて、伸縮式のペン型デバイスを用いた遭遇型触覚フィードバックを提示可能にするシステムを開発
- 遭遇型触覚フィードバックによってスケッチにおける正確さや作業負荷を改善した一方で、ペンの伸縮が大きくなる場合には使いやすさが低下
- 本研究で開発した伸縮式ペン型デバイスを誰でも 3D プリンタで制作できるように公開(リンク:[https://github.com/RM2C/Pen\\_Meets\\_Desk](https://github.com/RM2C/Pen_Meets_Desk))

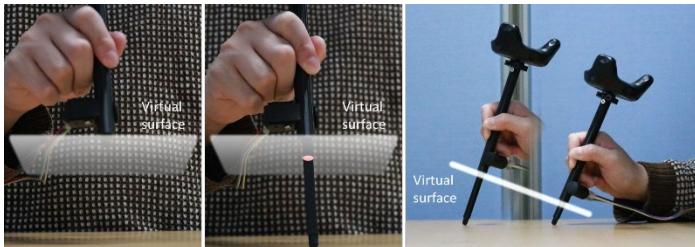
### ＜研究の背景＞

VR 空間で CG 物体の表面に絵や図を描くとき、実在する物体とは異なり、CG 物体からの反力が得られないため、自分の思い通りに線を描くことは困難です。CG 物体からの反力を得るためにには、触った時の感覚である「触覚」を与えることが効果的であり、特に物理平面と CG 物体の平面を一致させて触覚刺激を与えることで、入力精度の向上や疲労軽減に効果があることが知られています。しかし、従来の物理的な机は可搬性に乏しく、CG 平面の位置や角度が変化する状況には柔軟に対応できませんでした。また、ロボットなどを活用してペン先に物理的な描画面をあてがう手法も提案されていますが、ロボット自体が高価であることやロボットの転倒などの安全面での課題がありました。本研究では、物理平面を用いるのではなく、ペン自体を伸縮させることで触覚を提示する新しいアプローチを採用しました。この視点に基づき、VR 空間で自然な描画体験を実現する技術開発を目指しています。

### ＜研究の内容＞

本研究では、VR 空間で CG 物体にスケッチを行うときに、CG 物体の表面と物理的な机の表面の間にあらる空間でペン自体を伸縮させることで、物理平面からの反力を再現し、まるで CG 物体に実際に触れながら描いているかのような体験を可能にするコンセプト”Pen Meets Desk”を提案しました。このコンセプトを実現するため、ラックアンドピニオン機構(※2)を用いたペン型のデバイスを設計・開発しました。

開発したデバイスを用いて、物理的な机の表面から、それぞれ 0 度・15 度・30 度の角度で傾いた CG 平面上で線をなぞる実験を行い、机からの反力がある場合とない場合でスケッチの精度・使いやすさ・作業負荷を比較しました。その結果、触覚提示によってすべての傾斜表面でスケッチの精度が向上し、特に 30 度の傾斜では触覚提示がない場合と比較して、スケッチの精度が大幅に向上しました。また、作業負荷についても、本デバイスによって特に身体的な負担を軽減できたことが示されました。一方で、急斜面では、ペンの伸縮によるがたつきが本デバイスを使いにくくしてしまう課題も明らかになり、今後は制御方式の改善が不可欠であることが示唆されました。



ペンが CG 物体の表面に触れた際の伸縮の様子



伸縮式ペンによって線を描いている様子

### ＜社会的な意義＞

対面でのコミュニケーションでは、絵や文字を記す際に線を描く行為が必須であり、通常は机などの物理的な平面上で行われます。しかし、VR 空間では物理的な机に制限されず、自由な位置に線を描くことができるという特性があります。この特性を最大限に生かすためには、遭遇型触覚を取り入れた新しい仕組みが必要と考えられます。本研究では、ペン型デバイスのみを用いて、机の表面だけでなく、その上部の空間にも線を描けるよう拡張し、遭遇型触覚を活用した自然な描画体験を実現しました。これにより、VR 空間でのスケッチやデザイン作業において、人間の活動をより快適に支援することが可能になります。

さらに、開発したデバイスの設計情報を公開し、誰でも 3D プリンタで製作できるようにしました。これにより、学術コミュニティの発展だけではなく、一般の開発者による改良や応用を促進し、VR 空間でのスケッチを実現する技術の発展に貢献します。

### ＜研究者のコメント＞

VRは、映像・音声だけでなく、人の仕草や動きといった言葉では伝えにくい情報まで共有できます。これから社会では、人が離れた場所にいても豊かにコミュニケーションを行うための重要な手段になると 생각ています。

今回の研究では、人の社会生活における”絵を描く”という行為を VR 空間の中でも自然に再現することを目指しました。特に、紙や机のような物理的な物体の上に描いている時の感触について着目しました。CG 物体に触れた時に、“本当にそこにある”と感じられるることは VR 体験を向上させます。そのために、私たちは CG 物体と現実の机の間の位置関係に合わせてペン先を伸縮させる仕組みを作成し、CG 物体に実際に触れている感覚を生み出す方法を開発しました。

今回の研究を実施する上で、海外の研究者らとも協力し、多くの貴重な知見を取り入れたことで、研究としてより成熟したものとなりました。その結果、今回の成果が学術誌に採択される運びとなりましたこと、大変嬉しく思います。私たちが提案したコンセプトが今後の研究における礎となり、研究分野の発展、ひいては人間社会の発展に寄与するように研究を進めていきたいと思っています。

### ＜論文情報＞

論文名	: Pen Meets Desk: Above-Surface Drawing with Encountered-Type Haptics Using an Extendable Pen
著者	: 中村文彦、高永侑輝、宮内陽太、片岡佑太、森尚平、柴田史久、木村朝子
発表雑誌	: Journal of Information Processing
掲載日	: 2026 年 1 月 15 日 (水)
DOI	: <a href="https://doi.org/10.2197/ipsj.jip.34.29">https://doi.org/10.2197/ipsj.jip.34.29</a>

### ＜用語説明＞

※1 遭遇型触覚: VR 空間の中にある CG 物体の位置に物理的な物体を配置することで、ユーザが CG 物体に触れた際に、実際の物体を触っているような刺激を提示する手法。

※2 ラックアンドピニオン機構: 齒車と、歯が付いている棒を組み合わせて、回転運動と直線運動を相互に変換する機構。

以上

●本件に関するお問い合わせ先

(研究内容について)

立命館大学 情報理工学部 助教 中村 文彦 Email. f-naka@fc.ritsumei.ac.jp

(報道について)

立命館大学広報課 担当:岡本

TEL.075-813-8300 Email. r-koho@st.ritsumei.ac.jp