

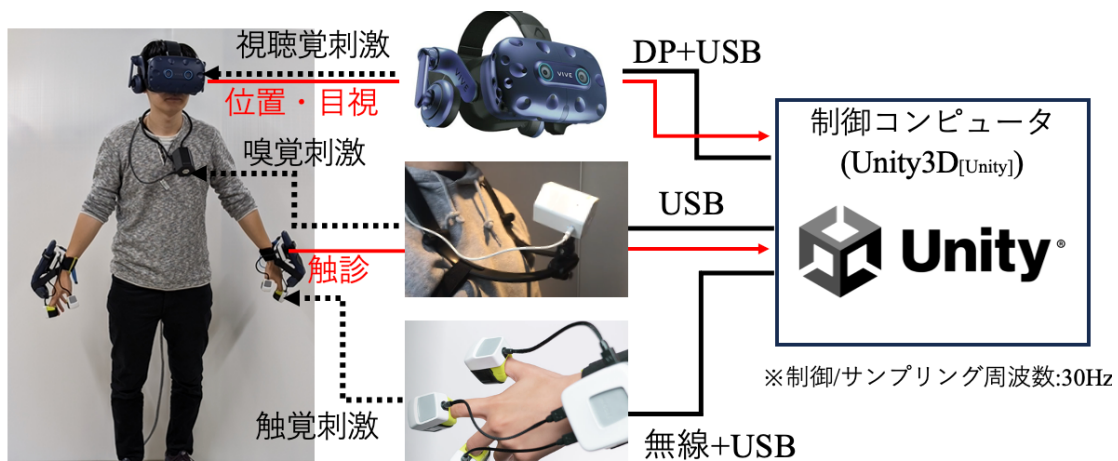
多感覚 Virtual Reality を用いた熟練点検技能抽出

石油精製プラントでは設備異常の早期発見のため、熟練の作業者による巡回点検が行われている。巡回点検において、作業者はプラント内に設置された様々な機器を点検して回り、異常が発見された際にはその旨を報告する。この際、熟練の作業者は未熟練者に比べて、未熟練者が見落としてしまうような僅かな異常（予兆）の発見が可能であることが知られており、このような熟練した作業員のみが持つ点検技能を明らかにすることがプラントの保全能力を向上させるために、必要不可欠であると考えられている。

これまで我々は上記のような研究背景を受けて、Virtual Reality(VR)システムを用いて熟練点検作業者の点検行動の計測と分析を行い、1. 熟練者は装置から離れた位置から「俯瞰的に」対象を見る頻度が高いこと、2. 漏洩を発見するために有効な、下から見上げる姿勢を多く取っていること等を明らかにした[1]。しかしながら、従来研究においては、熟練の作者が活用する様々な感覚情報のうち、視覚のみに着目をしたものであった。実際の作業においては、熟練者は視覚のみでなく、聴覚（例：キーンという音）、触覚（例：パイプの振動）、嗅覚（例：プロセス流体の匂い）など、様々な感覚情報を活用して作業を行っていると考えられる。

そこで、上記のような問題点を解決するために、本研究では図1に示すような視覚情報に加え、聴覚、触覚、嗅覚情報などの情報呈示が可能な、多感覚 VR システムを新たに開発した。このシステムにおいて、作業者は VR 空間内の仮想プラントを対象に点検作業を行いつつ、様々な感覚情報を手掛かりに異常の発見に取り組むことができる。

開発したシステムの有効性を検証するために、点検作業の初級者と熟練者を対象とした技能抽出実験を行った。対象は石油精製プラントにおいて日常的に点検作業に従事する熟練者9名と、研修期間を除いて実務経験の無い初級者12名とした。実験において、参加者はランダムに設定された異常を2分間の制限時間内に発見するという課題に従事した。実験の結果として、(1) 熟練者は多感覚の情報を駆使して発見する異常に関して、特に発見率が高いこと、(2) 回転機などの重要な点検対象に関しては、視覚のみでなく触覚や聴覚を用いて複合的に判断を行っていること、などを明らかにした。これらの事柄は多感覚の VR システムによって初めて明らかになったものであり、提案システムの有効性を示すものである。今後は本研究で開発した多感覚 VR システムをベースとして、初級者を対象とした教育システムの開発等を行なっていく予定である。



Keywords: 熟練技能, Virtual Reality, 多感覚情報処理, 点検作業

References

- [1] R. Takamido et al., "Evaluation of expert skills in refinery patrol inspection: visual attention and head positioning behavior," *Heliyon*, vol. 8, no. 12, p. e12117, Dec. 2022.
- [2] 竹内寛樹 他, "マルチモーダル知覚行動計測システムによる熟練点検技能の抽出", 2024 年度精密工学会春季退会学術講演会講演論文集, H44, p. 816-817, 2024 年 3 月.