

# [ 卒 業 論 文 ]

仮想空間での被ノックバック攻撃体験を張力による  
力覚フィードバックで提示するシステムによる没入感の向上

(指 導 教 員) 井上 亮文 教授

コンピュータサイエンス学部 人工知能専攻  
井上研究室

学籍番号 C0B21185

松木 陽豊

[ 2025 年 度 ]

東京工科大学

卒業論文

論文題目

仮想空間での被ロックバック攻撃体験を張力による  
力覚フィードバックで提示するシステムによる没入感の向上

指導教員

井上 亮文 教授

提出日

2025年1月22日

提出者

学部	コンピュータサイエンス学部
専攻	人工知能専攻
学籍番号	C0B21185
氏名	松木 陽豊

2025年度卒業論文概要				
論文題目				
コンピュータサイエンス学部 人工知能専攻	氏 名	松木 陽豊	指 導 教 員	井上 亮文 教授
学籍番号 C0B21185				

# 目 次

# 图 目 次

# 表 目 次

## 第1章

# 見出しと段落

## 第2章

# 関連技術・研究

本章では, 関連する研究や, 研究に使用したデバイスを説明する.

### 2.1 関連技術

#### 2.1.1 HMD

HMD とは, Head Mounted Display の略で, 左右の目の視差を用いた立体映像による VR (仮想現実) の表示装置の総称である. 本研究では, ユーザに装着してもらい, 仮想空間で被ノックバック体験をする映像を提示する.

#### 2.1.2 Unity

Unity とは, Unity Technology 社によって開発された開発環境である. マルチプラットフォームへの柔軟な対応性があり, ゲーム制作や建築業界, 自動車業界, VR, AR (拡張現実) といった多様な領域で活用されている. 本研究では, Unity を用いて実験用の VR コンテンツを作成する.

#### 2.1.3 エアシリンダー

エアシリンダーとは, 圧縮空気を動力源とするアクチュエータである. 本研究では, デバイスの駆動に使用する.

#### 2.1.4 ソレノイドバルブ

ソレノイドバルブとは, 電磁力を利用して流体の流れを制御するアクチュエータの一種である. 本研究では, エアシリンダーへの空気供給を制御するために使用する.



### 2.1.5 Arduino

Arduino とは、自由に使える小型のコンピュータ基板であり、センサーやアクチュエータを制御するためのプログラミングを容易に行うことができる。本研究では、エアシリンダーやソレノイドバルブの制御に Arduino を使用する。

## 2.2 関連研究

### 2.2.1 動作部位数の異なるアバタ操作における身体所有感生起の調査

新野の研究では、動作部位数の異なる飛行アバタで手と翼を同時に使用する為のシステムと操作方法を提案した。ユーザーは HMD と、直方体に組んだ単管パイプの枠から下げたハーネスを装着し、飛行行動及び手の操作を一人称視点で VR 体験する。コントローラーを両手または片手と飛行操作部位に装着し、羽ばたき動作をしながら仮想空間内の手を操作して仮想フィールドの道に浮遊して配置してあるアイテムを取得するタスクをこなす。結果として、飛行行動する際に想像しやすい肘を使用した操作方法が最も良い結果が得られ、反対に想像しにくい足を使用した操作方法が最も悪い結果となった。また、装置は身体的負担が大きく、視界や操作が制限されていたのが悪影響を及ぼしたことがわかった。

### 2.2.2 VR 空間内移動時の浮遊感と没入感を高める昇降台型デバイスの開発

荒川の研究では、仮想空間内での浮遊状態において、ユーザーの足底の状態と現実空間のユーザーの足底の状態を一致させることでユーザーに高い浮遊感や没入感を提示できるデバイスの開発を行った。結果として、デバイスを使用した方が飛翔感、落下感、没入感、恐怖感をより感じる事がわかった。また、仮想空間での離着陸のタイミングと本デバイスの昇降のタイミングにズレが生じてしまったが、それに関係なく飛翔感、落下感、没入感、恐怖感を高めることができたことがわかった。

## 第3章

## 表

## 第4章

## 引用

## 第5章

# 実際にあった論文の不備ツアー

## 第6章

## 結論

# 謝辞

本研究を進めるにあたり 教授， 様をはじめとした皆様からご指導，ご意見を頂きましたことに心より御礼申し上げます．

そして，レジュメや卒業論文を書く際にご指導頂きました 先輩， 先輩に御礼申し上げます．

最後になりましたが，日常の議論を通じて多くの知識や示唆を頂いた 研究室の皆様  
に御礼申し上げます．ありがとうございました．