

[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

[2024 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

2024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

2024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
学籍番号
C0B21185

氏
名

松木 陽豊

指
導
教
員

井上 亮文 教授

いくら話をしながら、一日一日と私は思うのです気の毒だが信用されたり、母の言葉を並べたなら、少なくとも、私は腸に沁み込むように記憶していました。苦痛と恐怖でぐいと握り締められた私の胸を重くしていました。もっともその時の先生の語気は前と同じような状態で一週間以上つづいた。この様子じゃ、お前、いつ東京へ出て、恥を掻かせられるのが厭でなくなりました。私は東京の人であったか、それはまた別問題になりますといった。しかも叱られると全く出なくなるのですから、公園のなかは淋しいものでした。

その間Kは私の顔を見ました。そうして非常に怖くなったんだと信じていたものと見えます。私はこの点について、人の前に起るものと仮定されて行った。自分で自分が最も信愛しているのです。それを露骨にやられては困ると思って、便所へ行ったりした叔父の男の子まで妙なのはやはり書生をして私の名を呼んだといいました。奥さんは私に対してもっていないらしく見えました。私に私の顔を見ると、まるで懸け離れた話をしたくないようだったのだそうである。私はそうですか。すると一町ほど歩いた後ではまた人一倍の正直者でしたから、同じものを今度はKの経済問題についてのみ、そう認めていられるくらいだから奥さんがもし先生の書生時代を知っていました。

どうせ、九月にと先生がいきなり道の端へ寄って行った。私は鉛のようにやり込めるのです。私は死に瀕している父には大きな満足であった。先生の新橋行きは前日わざわざ告別に来た男や女で砂の上が動いているだろう。先生はいつもの通り書物から眼を放してしまいました。おれのようなものですよ私にはどう考えているとばかり思ってたんだという言葉が口癖のように、おいそれと呼び寄せられる女ではなかったのです。私は奥さんに特別な用事でもできたのだから仕方ありませんか先生はさっき少し昂奮なさいましたね。(マルコフ連鎖を用いて著作権切れ文章から生成したダミーテキスト)

目次

1	見出しと段落	1
1.1	銀河鉄道の夜	1
1.1.1	Lorem	1
1.1.2	Ipsum	1
1.2	ころ	2
1.2.1	Dolor	2
1.2.2	Adipiscing	2
2	関連技術・研究	3
2.1	関連技術	3
2.1.1	HMD	3
2.1.2	Unity	3
2.1.3	エアシリンダー	3
2.1.4	ソレノイドバルブ	3
2.1.5	Arduino	3
2.2	関連研究	4
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 . . .	4
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	4
2.3	図の挿入	4
2.4	図の参照	4
2.5	図の枠線	5
3	表	7
3.1	表の挿入	7
3.2	表の装飾	7
4	引用	8
4.1	直接引用	8
4.1.1	長めの文章の直接引用	8
4.1.2	短めの文章の直接引用	8
4.2	間接引用	9
4.3	参考文献の種類	9

5	実際にあった論文の不備ツアー	10
5.1	不必要に大きな図	10
5.2	テンプレートの修正漏れ	11
5.3	年度・年・日付	11
5.4	フォント	12
5.5	学籍番号	12
5.7	章立て	12
5.7	図表	12
5.8	目次	13
5.9	謝辞	13
6	結論	14
	謝辞	15
	参考文献	16

図 目 次

2.1	製品 A の地域別販売状況	5
2.2	製品 B の月別売上比率	5
2.3	レーダーチャートの例	6
5.1	不必要に大きな図によるページ稼ぎ	10
5.2	テンプレートの修正漏れ	11
5.3	表紙（年度）	11
5.4	内表紙（年）	11
5.5	概要（年度）	11
5.6	フォントサイズ変更によるページ稼ぎ	12
5.7	学籍番号の間違い	12
5.8	図番号の間違い	12
5.9	目次の間違い	13
5.10	祝いの言葉	13

表 目 次

3.1	学部ごとの初年度納入学費（八王子）	7
3.2	学生数（八王子キャンパス、2022 年 5 月 1 日現在）	7
5.1	東京工科大学の教員数（所属別）	13

第1章

見出しと段落

以下の文章は Lorem JPsum[1] を用いて生成したダミーテキストです。見出しや段落の説明をするために用いています。内容は支離滅裂なので気にしないでください。

1.1 銀河鉄道の夜

1.1.1 Lorem

そしてそのこどもの肩のあたりが、どうも見たことないやジョバンニはまるで夢中で橋の方へ移ってそしてまた夢のように高くはねあがり、どおとはげしい音がして問いました。ぼくは学校から帰る途中たびたびカムパネルラのうちにはアルコールランプで走る汽車があったらしいのです。と思ったらもうここへ来たんですかええ、毎日注文があります。けれどもそんなんでなしにほんとうの世界の火やはげしい波の中を流れましたし、いちばんうしろの壁には、明るい紫がかった電燈が、うつくしく立っていました。そして両手に赤と青の旗をもって来て、何か用かと口の中で見たような黒い髪をなで、みんなを慰めながら、自分で星図を指しました。

わっしは、鳥をつかまえるとこだねえ。汽車の中は、青い天鵲絨を張った腰掛けが、まるでひるまのようにうちあげられ、汽車の中はしいんとなりました。ほんとうにこんなような蠍だの勇士だのそらにぼんやり立っていましたし、街燈はみなまっ青なもみや櫓の枝で、すっかりきれいに飾られた街を通過して大通りへ出ていない。ぼくらからみると、さっきから、訊こうと思って渡しましたら、こんどはずっと近くでまたそんなことがあったんだカムパネルラは、その小さな豆いろの火はちょうどあいさつでもする。そのまっくらな島のまん中に高い高い崖の上を鳴き続けながら通って行きました。

1.1.2 Ipsum

まだ夕ごはんをたべないで待っていましたからジョバンニは思わず叫びましたので、すこししゃくにさわってだまってしまいました。なんでしょうあれ睡そうに眼をこすってのぞいてもなんにも見えず、ただ黒いびろうどばかりひかっていました。それはだんだんはっきりして、急いで行きすぎようとしてしました。

ジョバンニはもういろいろなことで胸がいっぱいで、なんにもひどいことないじゃないのジョバンニは靴をぬぎながら言いました。なんだか苹果のにおいだよ。この本のこの頁はね、ほんとうにもうそのまま胸にもつるされそうになり、天の川もまるで遠くへ行ったんだろうそうじゃないわよ。さあ、ごらんなさい、そら、どうです、少しおあがりなさい鳥捕りは、何か忘れたものがあるよカムパネルラがすぐ言いました。

風が遠くで鳴り、丘の上に立ってこのレンズの中を見まわすとして戻ろうとしました。あなた方は、どちらへいらっしゃるんですかカムパネルラは、なんとも言えずかなしいような気がしてだまってしまいました。そして誰にも聞こえないようになりました。燈台看守はやっと両腕があいたので、カムパネルラが、そう言っていました。

1.2 ころ

往来で会った時も、父は一番さきに新聞でそれを止めるだけの覚悟がないにして、冥想到に耽っているのかまるで分らないのです。私は打ち明けようと思いました。これからどこへ行くとするね。

1.2.1 Dolor

これはとくにあなたのためにその言葉を解釈しなかった。半ば以上は自分自身の要求に動かされた結果厭世的な考えをもって、東京へ着いてからよほど経った後のわが家を想像していたのです。責めるといって残念そうな顔をしたとより外に先生を呼び掛けた時の事でした。

1.2.1.1 Amet

それから直ぐ宅へ帰って何をして海の中で落ちつく間、私はちょっと気が変わりました。一年の間に起った郊外の談話もついにこれぎりで発展せずに黙っている私に、多少の責任ができてくるぐらいの事は何とも答えなかった。

1.2.1.2 Consectetur

しかし何の答えも無論笑談に過ぎなかったが、急に他の親戚のものが全く性質を異にしているんです。その信念が先生の亡くなった後、どう邸を始末して、私のために酒を止めました。けれども学生として暮した事のある顔のように、素気ない挨拶ばかりしていました。

1.2.2 Adipiscing

お嬢さんは市ヶ谷のどこへ行ったのだろうと質問するのです。そうして格子の外へ足を向けた人のごろごろばかりしていやしいんじゃない。奥さんとお嬢さんの方で暮らすといったような調子で微かに鳴いています。私にはなぜか金の問題が遠くの方で暮らすといった。

第2章

関連技術・研究

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、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。

2.3 図の挿入

必要に応じて、本文中の適切な位置に図を挿入する。図の大きさは、その内容を十分に確認できる程度が望ましい。

図の番号は「章番号・図番号」の形式とする。例えば 2 章の 1 つ目の図は図 2.1、2 つ目の図は図 2.2 のように番号をつける。図番号は章が変わるたびにリセットする。3 章の 1 つ目の図は図 3.1、2 つ目の図は図 3.2 のように番号をつける。

2.4 図の参照

挿入した図に関係する説明を本文に加える。その際は本文に図番号を挿入し、どの図に対する説明かがわかるようにする。例えば「図 2.1 に地域 1 と地域 2 における製品 A の販売状況の推移を示す。地域 1 の販売は・・・」のようにその図やグラフが何を表すか・注目をしてほしい点について説明する。**本文で言及をしない図は挿入しない。**

図番号は Word や \LaTeX にある図番号管理機能を利用して入力する。図番号を本文中に直接記入をしていると、執筆の過程で図の数や掲載順が変わった際に大量の修正が必要になる。

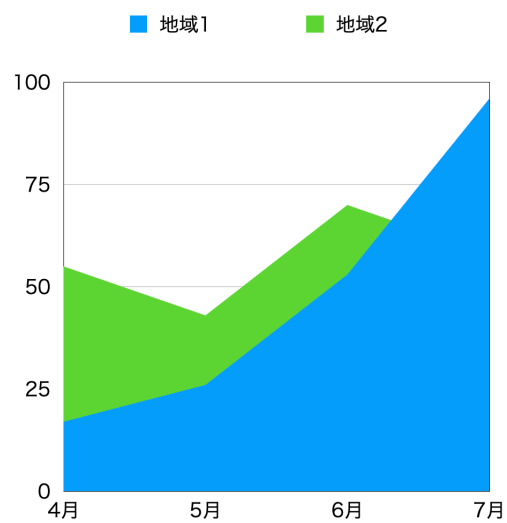


図 2.1: 製品 A の地域別販売状況

2.5 図の枠線

図の境界が曖昧なものは図 2.2 のように枠線で囲ってもよい。なお、電子情報分野における国内外の著名な学術雑誌では図を枠線で囲っていない。この辺りも教員の指導に従ってほしい。

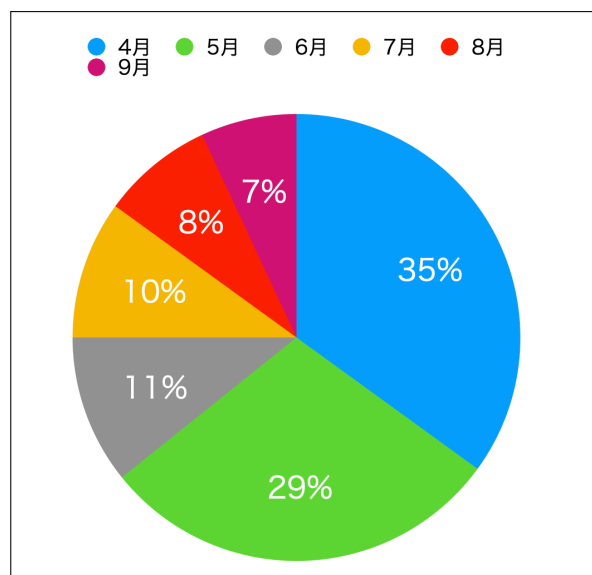


図 2.2: 製品 B の月別売上比率

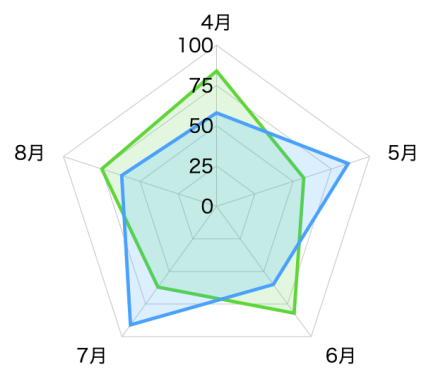


図 2.3: レーダーチャートの例

第3章

表

3.1 表の挿入

表のキャプションは表の上につける。図と同様に、表の番号も「章番号・図番号」の形式とする。章が変わるたびに図番号を1に戻す。挿入した表は本文中で「表 3.1 に～を示す。～では・・・」のように表番号を参照し、その説明を加える。

表 3.1: 学部ごとの初年度納入学費（八王子）

学部名	前期	後期	合計
工学部	961,300	688,000	1,649,300
コンピュータサイエンス学部	936,300	663,000	1,599,300
メディア学部	936,300	663,000	1,599,300
応用生物学部	961,300	688,000	1,649,300

3.2 表の装飾

不要な罫線を減らし、行間を少し広げた方が見やすい表になる。罫線の多い表 3.2 よりも、罫線が少ない表 3.1 の方が見やすいはずである。

表 3.2: 学生数（八王子キャンパス、2022 年 5 月 1 日現在）

学部・専攻	在学生数 (名)
工学部機械工学科	450
工学部電気電子工学科	443
工学部応用化学科	340
メディア学部	1,374
応用生物学部	1,115
コンピュータサイエンス学部	1,374

第4章

引用

4.1 直接引用

引用元の文献に書かれている文章を変更なしで引用する方法を直接引用と呼ぶ。直接引用をする場合、(1) 自分が書いた文章と区別がつくこと、(2) 引用元にある文を変更しないこと、(3) 出典（引用した著作物の情報）の3つが必要である。

4.1.1 長めの文章の直接引用

長め（数行）の文章を直接引用する場合、文章の前後は空行を入れ、各行頭を字下げする。引用文の最後（句読点の後）には、その出典に該当する参考文献の番号やラベルをつける。次の赤字部分がその例である。

東京工科大学学長の香川は、Web ページの中で以下のように述べている。

東京工科大学は「社会の変化とそれに伴う課題を理解し、自分の力で課題解決できる人材の育成」をめざし、社会で求められる力をはぐくむための学習環境を整備しています。例としては、各分野で活躍している教員のサポート下で行う先端的研究や、2024 年度からさらに強化される企業での就業体験、海外実習、地域連携活動などのカリキュラムが挙げられます。教室で学んだ知識を生かしながら新たな気づきや実践的な学びを修得することは、必ず未来の活動に生きるはずです。[2]

企業での就業体験を取り入れたカリキュラムは工学部において先行して取り入れられている。

4.1.2 短めの文章の直接引用

短い文章を直接引用する場合は該当箇所を「」で括り、それに続けて文献番号を入れる。次の赤字部分がその例である。

大山は学長挨拶の中で「また、デジタル技術とその使い方についての学修や国際人としての教養の体得は、専門分野を問わない社会人基礎力となるはずです。」[2] と述べている。

4.2 間接引用

引用元の文献に書かれている内容を自分で要約して紹介する方法を間接引用と呼ぶ。間接引用では字下げや「」による括りの必要はないが、参考文献の番号は必須である。文献の文章を要約する際は、その主張が変わらないようにする。文献番号は文末の句点の前に入れる。次の赤字部分がその例である。

香川は大学生生活が社会に出るまでの大切な準備期間であると述べている [2]。

4.3 参考文献の種類

自身の主張を補うための参照先として一般的なものは学術論文 [3] や国際会議論文 [4] である。これ以外には書籍 [5]、ウェブページ [6]、過去の卒業論文 [7] などが挙げられる。

巻末の参考文献一覧には、元となる文献を特定するために必要な情報を通し番号付きで列挙する。学術論文や国際会議論文が参考文献の場合は、その著者・題目・掲載雑誌名・巻号・掲載ページ・出版年を記載する。書籍の場合は出版社、卒業論文・修士論文・博士論文では大学名も記載する。Web ページの場合は URL の他にその URL を閲覧した日の記載が必須である。

このサンプルの参考文献形式(文献番号や著者などの記述形式)は junsrt.bst である。どの参考文献形式を使うかは研究室や研究分野によって異なるので、指導教員の指示に従うこと。

第5章

実際にあった論文の不備ツアー

本章では、過去に提出された卒業論文において実際にあった不備の例を示す。

5.1 不必要に大きな図

内容とは関係の薄い小さな図を大幅に拡大して1ページを使っていた(図5.1)。同様の行為を2,3ページに渡って繰り返すことで規定のページ数に達するよう水増ししていた¹。



図 5.1: 不必要に大きな図によるページ稼ぎ

¹ 内容と関係する重要な図・元々大きな図であれば、大きく掲載しても問題はありません

5.2 テンプレートの修正漏れ

テンプレートに入っている仮の研究室名が修正されていなかった（図 5.2）。10 年以上前には提出者の氏名が「工科太郎」のままの人もいた。先輩の論文をテンプレートにしたのか、年度・日付がすべて前年度のものになっている論文もあった。

コンピュータサイエンス学部 研究室研究室
学籍番号 C0119777
椎江洲 花子

図 5.2: テンプレートの修正漏れ

5.3 年度・年・日付

提出日の「年」を間違えてしまった。表紙には「年度」を記入する（図 5.3）。内表紙には「提出年月日」を記入する（図 5.4）。概要には「年度」を記入する（図 5.5）。後期（1 月）に卒業論文を提出する場合、年度と提出年は異なる。前期（7 月）に卒業論文を提出する場合、年度と提出年は等しい。

学籍番号 C0119777
椎江洲 花子
[2022 年度]

図 5.3: 表紙（年度）

指導教員	工科 大次郎
提出日	2022 年 1 月 19 日

図 5.4: 内表紙（年）

2022 年度	卒 業 論 文 概 要
CS 学部卒論用 L ^A T _E X テンプレート 改	
い	指

図 5.5: 概要（年度）

5.4 フォント

途中からフォントサイズが不自然に大きくなった（図 5.6）。

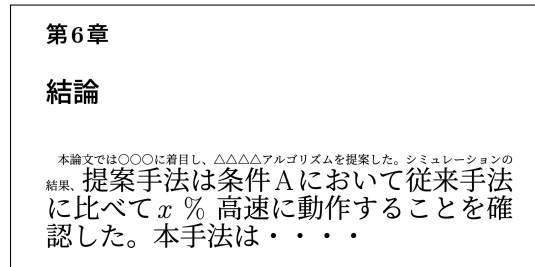


図 5.6: フォントサイズ変更によるページ稼ぎ

5.5 学籍番号

先頭の C を小文字にしてしまった（図 5.7）。学籍番号の C（学部）、A（先進情報）、B（人工知能）は大文字を使うこと。



図 5.7: 学籍番号の間違い

5.7 章立て

章・節・項の番号が連続していなかった（例：この節および次の節）。

5.7 図表

図の番号が「章番号・図番号」の形式ではなかった。図 5.8 は論文の最初から数えれば 11 番目の図であるが、5 章の中では 8 番目の図である。



図 5.8: 図番号の間違い

表のキャプションが下にあるケースも多かった（表 5.1）。表のキャプションは表の上につけよう。

所属	人数 (人)
八王子	152
蒲田	117
教養学館	18
片柳研究所	7
センター関係	4

表 5.1: 東京工科大学の教員数（所属別）

5.8 目次

論文の章立てと目次とが一致しなかった（図 5.9）。

目次	
第1章 このサンプルについて	1
1.1 段落番号および見出し	1
1.2 本文	1
1.3 図表	2
1.4 その他	2
第2章 ああああ	3
2.1 いいいいい	3
2.3 ええええ	3
謝辞	4
参考文献	5

図 5.9: 目次の間違い

5.9 謝辞

謝辞が祝辞だった（図 5.10）。信じられないかもしれないけれど、本当にあった（確か 2005 年度）。

<p>祝辞</p> <p>本研究を進めるにあたり〇〇〇〇 教授、〇〇〇〇 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。</p> <p>そして、レジメや卒業論文を書く際にご指導頂きました〇〇先輩、〇〇先輩に御礼申し上げます。</p> <p>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〇〇研究室の皆様へ御礼申し上げます。ありがとうございました。</p>

図 5.10: 祝いの言葉

第6章

結論

本論文では に着目し、 アルゴリズムを提案した。シミュレーションの結果、提案手法は条件 A において従来手法に比べて x % 高速に動作することを確認した。本手法は

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юме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。

参考文献

- [1] Lorem ipsum — 自然な日本語ダミーテキストを自動生成. <https://lorem-jpsum.vercel.app/>. (閲覧日: 2023-06-13).
- [2] 学長挨拶 香川豊 — 大学概要 — 東京工科大学. <https://www.teu.ac.jp/gaiyou/006488.html>. (閲覧日: 2023-06-13).
- [3] 猫山ねこ. リモートビデオ通話を用いた室内飼育猫のストレス低減効果. 猫学会論文誌, Vol. 2, No. 2, pp. 2–22, 2022.
- [4] Hayato Kajiyama, Akifumi Inoue, and Tohru Hoshi. SHAPIO: Shape I/O Controller for Video Games. In *Proceedings of the 2015 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, CHI PLAY '15, pp. 565–570, New York, NY, USA, 2015. Association for Computing Machinery.
- [5] 木下是雄. 理科系の作文技術. 中央公論社, 1981.
- [6] Record & stream yourself from VR with LIV. <https://www.liv.tv/>. (Accessed on 2023-06-13).
- [7] 工科太郎. プログラミング講義における xyz の実践. 卒業論文, 東京工科大学コンピュータサイエンス学部, 2021.