

卒業論文

マルチエージェント強化学習における  
分散実行型方策獲得のための蒸留に関する研究

2025 年 12 月 19 日 提出

指導教員 原田達也 教授

東京大学 工学部 機械情報工学科

03-240288 松川 直生



# 概要

近年、マルチロボット環境をはじめとする複数主体による協調的タスク遂行が求められる場面が増加しており、それに対応するための手法としてマルチエージェント強化学習 (MARL: Multi-Agent Reinforcement Learning) が注目されている。MARLでは、全エージェントの観測情報を統合して意思決定を行う中央実行型 (centralized execution) と、各エージェントが自らの局所観測に基づいて意思決定を行う分散実行型 (decentralized execution) の二つの枠組みが存在する。中央実行型は、局所観測による不確実性を回避できるため高い性能を発揮する一方、実環境では通信制約やスケーラビリティの問題から適用が困難である。一方の分散実行型は、通信制約下でも動作可能であるが、局所観測に基づく意思決定のため、中央実行型と比べて性能が劣る傾向にある。本研究では、中央実行型モデルの性能を維持しつつ、分散実行型エージェントへ知識を転移するための方策蒸留手法を提案する。これにより、中央実行型の優れた協調戦略を、通信制約のある環境でも実行可能な分散方策として実現することを目的とする。



# 目次

第 1 章	序論	1
1.1	Introduction . . . . .	1
第 2 章	関連研究	3
2.1	LaTeX について . . . . .	3
2.2	お役立ち情報 . . . . .	3
2.2.1	数式の書き方 . . . . .	3
2.2.2	図の書き方 . . . . .	3
2.2.3	表の書き方 . . . . .	3
2.2.4	参照の仕方 . . . . .	4
2.2.5	参考文献の書き方 . . . . .	5
第 3 章	関連研究	7
第 4 章	提案手法	9
第 5 章	実験	11
	謝辞	12
付録 A	本文に載せられなかった図や数式	15
A.1	あいうえお . . . . .	15
	参考文献	17



# 図目次

2.1	図には PDF 形式の画像を使ってください . . . . .	4
-----	---------------------------------	---





# 表目次

2.1	良い性能のものを太字にするとよいです . . . . .	4
-----	------------------------------	---



# 第 1 章

## 序論

### 1.1 Introduction

LuaLaTeX 用の修論テンプレートです. 英語で書きたい場合は `thesis.tex` の冒頭の英語用の設定を有効にし, 日本語用の設定を消してください.

- このテンプレートを使うと LuaLaTeX でコンパイルできます.
- vscode で書くこともできます.
- 適当に作ったので動作は保証しません.



## 第 2 章

# 関連研究

### 2.1 LaTeX について

L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X にも色々あるらしいです. 以前のテンプレートは pLaTeX を使っていましたが, 今回は LuaLaTeX を使っています. LuaLaTeX を使うと日本語で書くことができます.

### 2.2 お役立ち情報

#### 2.2.1 数式の書き方

`equation` 環境を使うと数式を書くことができます.

$$y = ax + b \tag{2.1}$$

`$`を使うとインライン数式  $y = ax + b$  を書くことができます. 複数行の数式は `split` を使うことができます.

$$\begin{aligned} y &= a(x + b) \\ &= ax + ab \end{aligned} \tag{2.2}$$

#### 2.2.2 図の書き方

`figure` 環境を使うと Fig. 2.1 のように図を書くことができます. 図を自分で作る場合は pdf で作成すると良いらしいです.

#### 2.2.3 表の書き方

`table` 環境を使うと Tab. 2.1 のように表を書くことができます.

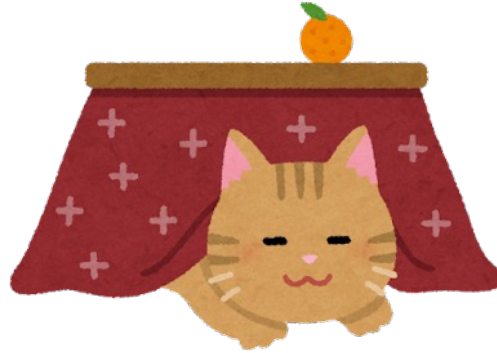


Fig.2.1: 図には PDF 形式の画像を使ってください

method	評価指標その 1 ↓	その 2 ↑
先行研究	100	2
<b>ours</b>	<b>0.1</b>	<b>500</b>

Table2.1: 良い性能のものを太字にするとよいです

## 2.2.4 参照の仕方

以前のテンプレートでは`\figref` や `\tabref` を使っていました. 引き続きこれらを使うこともできますが, `\cref` を使って参照する対象に関係なく一括で Fig. 2.1 や Tab. 2.1 のように参照することができるようにしました.

- 第 2 章
- 2.1 節
- 式 (2.2)
- 第 A 章

### 2.2.5 参考文献の書き方

参考文献は`\cite`を使って引用することができます [1]. 複数まとめて引用もできます [1, 2].





## 第 3 章

# 関連研究



## 第 4 章

# 提案手法



## 第 5 章

## 実験



# 謝辞

感謝を述べる.





# 付録 A

## 本文に載せられなかった図や数式

### A.1 あいうえお

かきくけこ

---

Algorithm 1: Training Algorithm

---

1 repeat

2    $x_0 \sim q(x_0)$

3    $y \sim \text{Uniform}(0, 1)$

4   Take gradient descent step on

5 until *converged*;

$\nabla_{\theta} \|y - f_{\theta}(x_0)\|^2$

---



## 参考文献

- [1] Ueo Ai and Kukeko Kaki. Aiueo kakikukeko sasisuseso. In *2020 1232th International Conference on Aiueo (ICA)*, pages 2–100. AKST, 2020.
- [2] Ueo Ai, Kukeko Kaki, and Suseso Sasi. Improved aiueo kakikukeko sasisuseso. In *2023 1234th International Conference on Aiueo (ICA)*, pages 2–250. AKST, 2023.