

研究テーマ一覧

ID	研究領域	研究テーマ
1	世界モデル	世界モデルのモデルマージに関する研究
2	世界モデル	メタ強化学習と方策勾配法に関する基礎研究
3	世界モデル	大規模世界モデルの構築
4	アルゴリズム	Backpropagation-free Algorithm
5	アルゴリズム	拡散モデルの蒸留手法に関する研究
6	アルゴリズム	Transformer のアーキテクチャ改善に関する研究
7	アルゴリズム	強い宝くじ仮説に関する研究
8	LLM	大規模言語モデルの社会的リスクに関する研究（バイアス・ハルシネーション・反学習等）
9	LLM	大規模言語モデルの動作原理の理解
10	LLM	大規模言語モデルによるモデル開発に関する研究
11	ロボティクス	基盤モデルを用いた都市規模 3D Vision-Language に関する研究
12	ロボティクス	ロボティクスにおける基盤モデル構築
13	ロボティクス	ロボティクスでの基盤モデルの活用と転移学習
14	ロボティクス	高速で微分可能なシミュレータ・レンダラを用いた動作計画・環境のモデリング
15	社会実装	基盤モデル時代における低コストな応用手法の研究
16	社会実装	LLM 利活用による実社会課題解決に関する研究
17	脳モデル	脳参照アーキテクチャに基づく脳型 AI モデルの構築

1 : 世界モデルのモデルマージに関する研究

研究領域 : 世界モデル

キーワード : 世界モデル, 基盤モデル, モデルマージ

概要

深層学習研究では、学習後の複数モデルをマージして性能向上を目指すモデルマージの研究が行われています。本研究では、環境のダイナミクスを学習した複数の世界モデルをマージして、より幅広い環境に適用できるエージェントの学習を目指します。

必須スキル

- 深層学習に関する知識（「Deep Learning 基礎講座」修了レベル）
- PyTorch 等の深層学習フレームワークを用いた研究経験

歓迎スキル

- 世界モデルに関する知識・実装経験（「世界モデルと知能」修了レベル）
- 最新の研究論文を読んで再現実装したことのある経験

2 : メタ強化学習と方策勾配法に関する基礎研究

研究領域 : 世界モデル

キーワード : アルゴリズム, メタ学習, 強化学習

概要

強化学習では探索手法が重要です。既存の探索アルゴリズムはほとんど環境に依存せず、ルールベースで行っています。しかし、本来環境に何かの規則が存在し、それらを上手く活用すれば、より効率的に探索出来るはずです。本研究テーマではメタ学習を使って、環境ごとに効率的な探索手法の学習を目指しています。

必須スキル

- 強化学習と深層学習の基礎知識
- PyTorch 等の深層学習フレームワークを用いた研究経験

歓迎スキル

- JAX フレームワークを用いた研究経験

3 : 大規模世界モデルの構築

研究領域 : 世界モデル

キーワード : 世界モデル, 動画予測, マルチモーダル

概要

本プロジェクトでは, Dreamer V3 や Video GPT などの動画予測モデルのスケールアップ, またそのためのデータ収集やアーキテクチャの改良を行います. データとしては, 単なる動画データだけでなく GAIA-1 のようにテキスト条件付のデータを収集することも計画しています. 世界モデルにおいてスケール則が成立するのか, 成立するとしてどのような性質があるのかを検討します.

必須スキル

- 深層学習に関する知識 (「Deep Learning 基礎講座」修了レベル)
- PyTorch 等の深層学習フレームワークを用いた研究経験
- 上述の論文を独力で読んで理解できること

歓迎スキル

- Dreamer などのモデルベース強化学習や, VideoGPT などの動画予測モデルを学習した経験
- マルチノードでの並列計算, Deep Speed などのライブラリの利用経験
- トップ国際会議への投稿 / 採択経験

■ 参考文献

- [1] VideoGPT: Video Generation using VQ-VAE and Transformers, <https://arxiv.org/abs/2104.10157>
- [2] Mastering Diverse Domains through World Models, <https://arxiv.org/abs/2301.04104>
- [3] Physics of Language Models: Part 3.1, Knowledge Storage and Extraction, <https://arxiv.org/abs/2309.14316>
- [4] GAIA-1: A Generative World Model for Autonomous Driving, <https://arxiv.org/abs/2309.170802>

4 : Backpropagation-free Algorithm

研究領域 : アルゴリズム

キーワード : Backpropagation-free, Energy Based Model, Predictive Coding, 時間の扱い

概要

従来の深層学習の学習方法は誤差逆伝播法に基づいており、大域的な誤差情報をネットワーク全体に伝える必要があります。この方法は神経科学的な視点からの妥当性が疑問視されている他、実用的には大規模なモデルの学習に時間がかかるといった課題を抱えています。本研究では、局所的な情報からネットワークのパラメータを学習する新たな学習アルゴリズムの開発を行います。

必須スキル

- 深層学習に関する知識（「Deep Learning 基礎講座」修了レベル）
- PyTorch 等の深層学習フレームワークを用いた研究経験

歓迎スキル

- 最新の研究論文を読んで再現実装したことのある経験
- エネルギーベースモデルや予測符号化などに関する知識や実装経験

5 : 拡散モデルの蒸留手法に関する研究

研究領域 : アルゴリズム

キーワード : アルゴリズム, 拡散モデル, Distillation

概要

拡散モデルは、特に画像生成などの領域で成功を収めていますが、生成に時間がかかるという課題があります。本研究では、学習済みの拡散モデルを、生成の速い別のモデルで蒸留する手法の開発を行います。特に蒸留時に学習データを必要としない手法に焦点を当てて、研究を行います。

必須スキル

- 深層学習に関する知識（「Deep Learning 基礎講座」修了レベル）
- PyTorch 等の深層学習フレームワークを用いた研究経験

歓迎スキル

- 拡散モデルの実装経験
- 拡散モデルの数理的な背景についての知識

■ 参考文献

- [1] Song, Yang, et al. "Score-Based Generative Modeling through Stochastic Differential Equations." International Conference on Learning Representations. 2020.
- [2] Song, Yang, et al. "Consistency Models." International Conference on Machine Learning. PMLR, 2023.

6 : Transformer のアーキテクチャ改善に関する研究

研究領域 : アルゴリズム

キーワード : アルゴリズム, Transformer

概要

Transformer は大規模言語モデルをはじめとして、深層学習の幅広い領域でデファクトスタンダードのアーキテクチャになりつつあります。しかし、(1) 系列長に対して 2 乗のオーダーで計算量が増大する、(2) 学習が不安定になりやすい、などの課題が知られています。本研究では、これらの課題を解決する新しいアーキテクチャを提案することを目指します。

必須スキル

- 深層学習に関する知識（「Deep Learning 基礎講座」修了レベル）
- PyTorch 等の深層学習フレームワークを用いた研究経験

歓迎スキル

- Transformer のスクラッチでの実装経験（ただし、PyTorch 等の深層学習フレームワークは使ってよい）
- 近年の NN アーキテクチャに関する知識

■ 参考文献

- [1] Tay, Yi, et al. "Efficient transformers: A survey." ACM Computing Surveys 55.6 (2022): 1-28.
- [2] He, Bobby, and Thomas Hofmann. "Simplifying Transformer Blocks." The Twelfth International Conference on Learning Representations. 2023.

7 : 強い宝くじ仮説に関する研究

研究領域 : アルゴリズム

キーワード : アルゴリズム, 宝くじ仮説, Grokking, Pruning

概要

強い宝くじ仮説とは、「ランダムに初期化したネットワークの中に全く学習せずに良い性能を達成するネットワークが存在する」という仮説です。仮説とは書かれていますが、実際に ResNet34 相当の性能を達成するネットワークが WideResNet 上に存在することや、SubsetSum を利用した理論的な存在証明もなされています。この現象は、従来のような「重みの最適化」としての深層学習の解釈以外に、「構造の最適化」の観点の重要性を示唆しているという意味で興味深い現象です。本プロジェクトでは、この現象をベースに次のような研究を行います。

- より優れた宝くじの発見アルゴリズムの開発
- Grokking や Double Decent など深層学習の挙動として知られている別現象との関係の調査

必須スキル

- 深層学習に関する知識（「Deep Learning 基礎講座」修了レベル）
- PyTorch 等の深層学習フレームワークを用いた研究経験
- 強い宝くじ仮説という現象への興味

歓迎スキル

- 宝くじ仮説や強い宝くじ仮説, Pruning, NAS などの関連領域での経験
- 複数の論文を元にアイデアを実装した経験
- 機械学習のトップ会議への投稿/採択経験

■ 参考文献

- [1] What's Hidden in a Randomly Weighted Neural Network?, CVPR2020, <https://arxiv.org/abs/1911.13299>
- [2] A Study on the Ramanujan Graph Property of Winning Lottery Tickets, ICML2022, <https://proceedings.mlr.press/v162/pal22a.html>
- [3] Grokking: Generalization Beyond Overfitting on Small Algorithmic Datasets, <https://arxiv.org/abs/2201.02177>

8 : 大規模言語モデルの社会的リスクに関する研究（バイアス・ハルシネーション・反学習等）

研究領域 : LLM

キーワード : 大規模言語モデル, バイアス, ハルシネーション, Unlearning

概要

大規模言語モデルの社会実装が進むにつれて、大規模言語モデル自身が内包する社会的リスク（例えばバイアス・ハルシネーション）に関する研究の重要性が高まっています。本プロジェクトは、大規模言語モデルの社会的リスクの観測と低減を目的とした研究を行います。キーワード：バイアス・ハルシネーション・反学習。

必須スキル

- 深層学習に関する知識（「Deep Learning 基礎講座」修了レベル）
- PyTorch 等の深層学習フレームワークを用いた研究経験
- 大規模言語モデルに関する知識（「大規模言語モデル講座」修了レベル）

https://weblab.t.u-tokyo.ac.jp/llm_contents/

歓迎スキル

- 分散学習フレームワーク（例：deepspeed）を用いたマルチ GPU or マルチノードでの言語モデル学習経験
- 国際会議 or 国内会議での自然言語処理分野の主著論文を含む研究業績（例：**ACL, EMNLP, JSAI, NLP）

■ 参考文献

- [1] Survey of Hallucination in Natural Language Generation, <https://arxiv.org/abs/2202.03629>
- [2] Bias and Fairness in Large Language Models: A Survey, <https://arxiv.org/abs/2309.00770>
- [3] Machine Unlearning for Traditional Models and Large Language Models : A Short Survey, <https://arxiv.org/pdf/2404.01206.pdf>

9 : 大規模言語モデルの動作原理の理解

研究領域 : LLM

キーワード : 大規模言語モデル, 文脈内学習, Probing, Chain-of-Thought

概要

本プロジェクトは、大規模言語モデルの飛躍的な性能発展の理由を追求するため、動作原理の理解を主眼においた研究を行います。具体的には、In Context Learning や Prompting の原理の理論的・実験的解明、Chain of Thought 等の発展的な Prompting 戦略、Probing や介入による Transformer の内部状態の分析手法の活用・構築、学習データと発現する能力との関係の分析などを行います。

必須スキル

- 深層学習に関する知識（「Deep Learning 基礎講座」修了レベル）
- PyTorch 等の深層学習フレームワークを用いた研究経験
- 大規模言語モデルに関する知識（「大規模言語モデル講座」修了レベル）

https://weblab.t.u-tokyo.ac.jp/llm_contents/

歓迎スキル

- 分散学習フレームワーク（例：deepspeed）を用いたマルチ GPU or マルチノードでの言語モデル学習経験
- 国際会議 or 国内会議での自然言語処理分野の主著論文を含む研究業績
（例：**ACL, EMNLP, JSAI, NLP）

■ 参考文献

- [1] A Survey of Large Language Models, <https://arxiv.org/abs/2303.18223>
- [2] Chain-of-Thought Prompting Elicits Reasoning in Large Language Models, <https://arxiv.org/abs/2201.11903>
- [3] Do Llamas Work in English? On the Latent Language of Multilingual Transformers, <https://arxiv.org/abs/2402.10588>
- [4] Why Can GPT Learn In-Context? Language Models Implicitly Perform Gradient Descent as Meta-Optimizers, <https://arxiv.org/abs/2212.10559>
- [5] Attention is Not Only a Weight: Analyzing Transformers with Vector Norms, <https://arxiv.org/abs/2004.10102>

10 : 大規模言語モデルによるモデル開発に関する研究

研究領域 : LLM

キーワード : 大規模言語モデル

概要

大規模言語モデルの言語理解・言語生成能力の進化によって、モデル自動開発手法の新たな可能性が期待されます。

既存の NAS などの手法は非言語のアルゴリズムで構築された手法ですが、本プロジェクトでは自然言語能力を活用した自動開発手法を提案し、新たな可能性を探索します。例えば、自然言語から開発コードを自動生成する能力を活用したモデル開発の自動改善が一つの方向性です。

必須スキル

- 深層学習に関する知識（「Deep Learning 基礎講座」修了レベル）
- PyTorch 等の深層学習フレームワークを用いた研究経験
- 大規模言語モデルに関する知識（「大規模言語モデル講座」修了レベル）

https://weblab.t.u-tokyo.ac.jp/llm_contents/

歓迎スキル

- 分散学習フレームワーク（例：deepspeed）を用いたマルチ GPU or マルチノードでの言語モデル学習経験
- 国際会議 or 国内会議での自然言語処理分野の主著論文を含む研究業績
（例：**ACL, EMNLP, JSAI, NLP）

■ 参考文献

- [1] Code Llama: Open Foundation Models for Code,
<https://arxiv.org/abs/2308.12950>
- [2] Neural Architecture Search with Reinforcement Learning,
<https://arxiv.org/abs/1611.01578>

11 : 基盤モデルを用いた都市規模 3D Vision-Language に関する研究

研究領域 : ロボティクス

キーワード : 基盤モデル, 3D Vision-Language

概要

近年, 航空測量を用いて都市の地形や地物に関する大規模な 3D データを取得することが可能になりました. しかし, 3D データだけでは地理空間中のどこにどのような地物がどのような位置関係で存在するのかといった詳細な意味情報を把握することが困難です. 本研究では, 視覚と言語の基盤モデルを用いて, 言語による詳細な意味情報を 3D 地図に自動付与することでデータセットを作成し, そのデータに対する 3D 情報アクセス技術を開発します. 言語データと 3D 地図データを紐付けることができれば, 3D 地理空間情報へ自由自在にアクセスできる対話システムや, 目的地と経路を自動的に発見する無人航空機の空中ナビゲーションの実現が期待できます.

必須スキル

- 深層学習に関する知識 (「Deep Learning 基礎講座」修了レベル)
- PyTorch 等の深層学習フレームワークを用いた研究経験

歓迎スキル

- コンピュータビジョン分野に関する研究開発経験
- 3D データの使用経験
- データセットの作成経験

■ 参考文献

- [1] ScanQA, <https://arxiv.org/pdf/2112.10482.pdf>
- [2] CityRefer, <https://arxiv.org/abs/2310.18773>

12 : ロボティクスにおける基盤モデル構築

研究領域 : ロボティクス

キーワード : ロボティクス, 基盤モデル

概要

LLM (Large Language Model)やVLM (Vision Language Model)の発展と並行して、GoogleのRT-Xのように、ロボット制御の領域でも、大規模にデータを収集して、巨大なモデルを学習する研究が行われてきました。本テーマでは、このようなロボット基盤モデルを構築するためのモデル学習の手法やデータ収集の手法に関して研究を行います。

具体的には以下のようなテーマを想定しています

- ロボットの制御モデルのスケーリングの検証
- ロボット制御における in-context learning の検証
- LLM/VLM のロボット制御のデータへの転移学習
- 複数の研究室と協力した大規模な実機ロボットでのデータ収集・モデルの検証
- 効率的なデータ収集方法の研究

必須スキル

- 深層学習に関する知識（「Deep Learning 基礎講座」修了レベル）
- PyTorch 等の深層学習フレームワークを用いた研究経験

歓迎スキル

- JAX フレームワークを用いた研究経験（なくても研究上支障はないがるとより良い）
- 実機のロボットの制御の経験、とくに ROS を利用したロボットシステム開発
- ICRA/RSS/CoRL/IROS などのロボティクス・ロボット学習国際会議への投稿経験

■ 参考文献

- [1] RT-X (ICRA2024), <https://arxiv.org/abs/2310.08864>
- [2] Octo, <https://octo-models.github.io/>

13 : ロボティクスでの基盤モデルの活用と転移学習

研究領域 : ロボティクス

キーワード : ロボティクス, 基盤モデル

概要

近年の基盤モデル（LLM や VLM）を生活支援ロボットなどの実際のロボットシステムに組み込む際にはどのような工夫をするべきでしょうか。また、近年の制御まで End-to-end で出力する RT-X のような大規模なロボットの制御のモデルを新しい環境や設定に適応する際にはどのような工夫が必要になるでしょうか。

本研究テーマでは、これらの基盤モデルをロボットシステムで効果的に活用する際の課題を見つけ、解決策の検証を行います。

具体的には以下のようなテーマを想定しています。

- 複数の基盤モデルを活用したロボットシステムの構
- RT-X などの大規模なロボット基盤モデルの新しいタスクや環境、モダリティ（力触覚・点群など）への転移学習や finetuning 手法に関する研究
- ロボット基盤モデルのモデルマージ手法の検討

必須スキル

- 深層学習に関する知識（「Deep Learning 基礎講座」修了レベル）
- PyTorch 等の深層学習フレームワークを用いた研究経験

歓迎スキル

- 実機のロボットの制御の経験、とくに ROS を利用したロボットシステム開発
- ICRA/RSS/CoRL/IROS などのロボティクス・ロボット学習国際会議への投稿経験

■ 参考文献

- [1] RT-X (ICRA2024), <https://arxiv.org/abs/2310.08864>
- [2] Octo, <https://octo-models.github.io/>
- [3] Self-recovery Prompting (ICRA2024) , <https://arxiv.org/abs/2309.14425>

14 : 高速で微分可能なシミュレータ・レンダラを用いた動作計画・環境のモデリング

研究領域 : ロボティクス

キーワード : ロボティクス, 世界モデル, Differentiable Physics, Isaac Sim

概要

近年, Isaac Sim や Omniverse をはじめとして, GPU を利用して高速で微分可能な物理シミュレータ・レンダラが利用可能になっています. 本テーマでは, これらのシミュレータ・レンダラを活用して, 効率的にロボットの動作計画や環境認識・モデリングを行う手法やフレームワークに関する研究を実施します.

必須スキル

- 深層学習に関する知識 (「Deep Learning 基礎講座」修了レベル)
- PyTorch 等の深層学習フレームワークを用いた研究経験

歓迎スキル

- Isaac Sim / Omniverse, BRAX などの微分可能シミュレータの実装経験
- 実機のロボットの制御の経験, とくに ROS を利用したロボットシステム開発
- ICRA/RSS/CoRL/IROS などのロボティクス・ロボット学習国際会議への投稿経験
- 以下いずれかの経験
 - TAMP のフレームワークの利用経験 (PDDL, PDDL Stream など)
 - moveit/CuRobo などの動作計画ライブラリの利用経験
 - 強化学習方策の Sim2Real の経験
 - 3D visual SLAM 手法を試した経験

■ 参考文献

- [1] IsaacSim, <https://docs.omniverse.nvidia.com/index.html>
- [2] GenDom (ICRA2024), <https://arxiv.org/abs/2309.09051>

15 : 基盤モデル時代における低コストな応用手法の研究

研究領域 : 社会実装

キーワード : 社会実装, 基盤モデル, 大規模言語モデル

概要

基盤モデル登場以降, 様々な領域で高性能なモデルが提案されていますが, 潤沢な計算資源やデータセットが要求されてしまいます. 実世界アプリケーションの開発や運用環境によってはこれらを十分に準備できないことがあります. 本研究では, 制限された環境下でも機能する応用手法の研究を行います.

必須スキル

- 深層学習に関する知識 (「Deep Learning 基礎講座」修了レベル)
- PyTorch 等の深層学習フレームワークを用いた研究経験

歓迎スキル

- 最新の研究論文を読んで再現実装したことのある経験
- 転移学習に関する知識や実装経験

16 : LLM 利活用による実社会課題解決に関する研究

研究領域 : 社会実装

キーワード : 社会実装, 大規模言語モデル

概要

LLM の技術進展は著しく、従来の自然言語処理タスクのみならず、意思決定やデータ分析に関するタスクでも有効であることが示されています。本研究では、LLM の利活用を想定した社会課題解決の可能性について研究を行います。

必須スキル

- 深層学習に関する知識（「Deep Learning 基礎講座」修了レベル）
- PyTorch 等の深層学習フレームワークを用いた研究経験

歓迎スキル

- 最新の研究論文を読んで再現実装したことのある経験
- 転移学習に関する知識や実装経験
- LLM を用いたコーディングの経験

17 : 脳参照アーキテクチャに基づく脳型 AI モデルの構築

研究領域 : 脳モデル

キーワード : 脳, 世界モデル, 大規模言語モデル

概要

脳のメゾスコピックレベルの解剖学的構造に準拠して、脳の様々な領域についての計算モデルを構築します。これは脳参照アーキテクチャ(BRA)を用いた BRA 駆動開発という開発方法論に基づきます。具体的な研究の例としては、BRA データ形式に基づいて、脳内の計算コンポーネントを接続した仮説的コンポーネント図と、脳の計算機能に関わる階層的な記述である機能実現グラフを並行して作成するなどがあります。この際に、大規模言語モデルなどの AI 技術を活用しながらの設計を効率化していきます。

必須スキル

- 神経科学の論文を深く理解し、それらの知識を基に解剖学的構造に基づく計算モデルについて検討することに興味のある方。複雑な生物学的システムをモデル化することについて議論できる方を求めます。

歓迎スキル

- 神経科学の論文を深く理解できること。複雑な生物学的システムをモデル化した経験があること。