

製造業における AI 活用

早稲田大学 速水 悟

略歴

- 1981年 東京大学 工学系研究科 修士課程修了（機械工学）
- 1981年 通商産業省工業技術院 電子技術総合研究所（音声認識）
- 1989年 カーネギーメロン大学 客員研究員
- 1994年 フランス 国立科学研究院機械情報学研究所 客員研究員
- 2001年 産業技術総合研究所
- 2002年 岐阜大学 教授
- 2021年4月より 早稲田大学 GCS 研究機構 上級研究員（研究院教授）
 - 大学院 パターン認識特論, AI 活用と DX 推進のための社会人講座（2022,2023）
 - 岐阜大学工学部特任教授：人工知能研究推進センター、放送大学客員教授
- 連絡先：hayamizu@aoni.waseda.jp

GPT-4o (omni) の登場

- 2024年5月13日（米国時間） GPT-4o (omni) の発表
- マルチモーダル基盤モデル
 - テキスト、音声、画像を入出力にできる
 - 音声対話 → エージェント機能の強化
- 認識性能の向上
 - 応答速度の改善
 - 文字認識、図・表を読み取る、動画像の認識などが向上した
 - 画像への参照による指示（プロンプト）も可能になっている
- 産業分野への新たな展開が予想される（自動運転、ロボット制御など）

ロボティックスにおける大規模言語モデルの適用

- 様々な側面で適用可能：Navigation と Manipulation に共通
- 1) 知覚
 - 周囲の環境についての知識を判断に利用する
 - 例) 文脈によって判断を変える
- 2) 計画・制御
 - 中間的な表現の系列を生成させる
 - 例) 上位レベルの目標を下位の行動に分解する際に利用する
- 3) 対話
 - 対話型インタフェース：例) 利用者との対話に利用する

Survey on MLLM for Autonomous Driving

- A Survey on Multimodal Large Language Models for Autonomous Driving, Can Cui et al., arXiv: 2311.12320 (2023/11)
- 自動運転のためのマルチモーダル大規模言語モデルに関するサーベイ
- 1) 技術の現状と今後の可能性についてのまとめ
- 2) 知覚、計画、制御の側面において、どのような可能性があるのか
- 3) データ集合の紹介：交通シーンにおける言語情報などを含むもの
- 研究の方向性として見えてきたもの
 - データ集合、高精細な地図、対話、パーソナル化、安全、その他

言語処理学会でもロボティクス分野の招待講演

- 言語処理学会ワークショップ 大規模言語モデルの実世界応用
- 招待講演「ロボット研究における LLM の実世界応用」2024/03/15
 - 河原塚健人 先生（東京大学）
- 大規模言語モデルの急速な進化は、様々な分野に革新をもたらしており、ロボティクス分野において重要な影響を与えている
- LLM がロボットの認識能力や動作計画能力にどのような変化をもたらすか、実世界と強く結びついた多様な LLM の種類や応用方法を紹介した。
- 画像と言語の統合モデルの意義を解説しています。

Robocup@Home 基盤モデルの適用

- 基盤モデルを活用した自然言語による多様なタスク実現に向けたロボットシステムの統合,
- 日本ロボット学会学術講演会, 辻知香葉 他、東大松尾研 (2023/09)
- 家庭内サービスロボットの競技会 (RoboCup@Home) で圧勝した
 - 5つの基盤モデルを利用して、高い汎化性と適応性を実現した
 - GPT-3 / GPT-4, CLIP, SentenceBERT, Whisper, Detic
 - 行動生成は GPT-4, 物体認識・環境認識は CLIP
- プロンプト・チューニング
 - 多段階プロンプト (CoT) : 2段階で計画

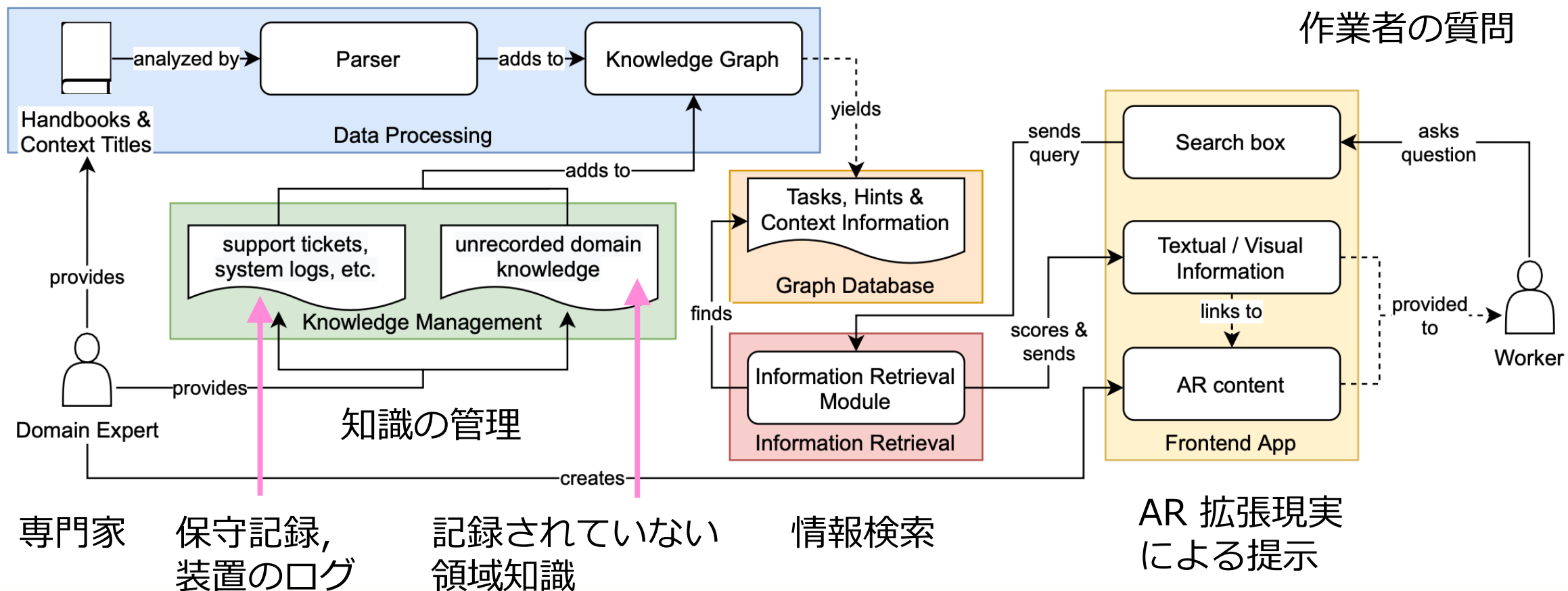
労働災害の原因推論

- 労働災害についての原因推論, 中村他、岐阜大学、中部電力、人工知能学会全国大会 (2024/05)
- 実際の事故報告書の原因を大規模言語モデルに推論させた
- 様々な工夫を行うことで、人間に近い推論ができるようになった
- 研究の背景：労働災害に関連した企業内の知識の蓄積と再利用に着目し、構造化により再利用可能な知識として蓄積することを目指す
- 原因として考えられる項目を整理し、その説明を入力に加えた上で問い合わせを行った
- 例示を行う方法（RAG）、追加学習との比較も行った

製造業向けの現場用 AI アシスタント

- AI-Based Assistance System for Manufacturing, Sahar Deppe, et al. Germany, IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (2022/09)
- 装置の試運転、実行、不具合時の支援用 Chatbot (提示は拡張現実)
 - ハンドブック／マニュアルから知識グラフを作成し、専門家が監修
 - LLM は exBERT を追加学習
 - 専門家による監修を通じて、領域知識の体系化をねらっている
- 最新の LLM：領域知識がかなりあり、画像が扱え、スマホとの連携も容易で、対話もできる。進め方が参考になる

知識グラフ



LLM4PLC: 検証可能な PLC プログラムの生成

- LLM4PLC: Harnessing Large Language Models for Verifiable Programming of PLCs in Industrial Control Systems, Mohamad Fakh, et al., U.C. Irvine and Siemens Technology, ICSE-SEIP-24, arxiv: 2401.05443 (2024)
- 制御用プログラム (PLC) の作成支援ツール (シーメンス)
- 自然言語による指示をもとに、利用者との対話によって作成する
- ツールは文法チェック、コンパイラ、SMV (software model verifier)
- プロンプトの調整と LoRA による追加学習を行っている
- GPT-3, GPT-4, Code Llama-7B, a fine-tuned Code Llama-7B model, Code Llama-34B, and a fine-tuned Code Llama-34B model

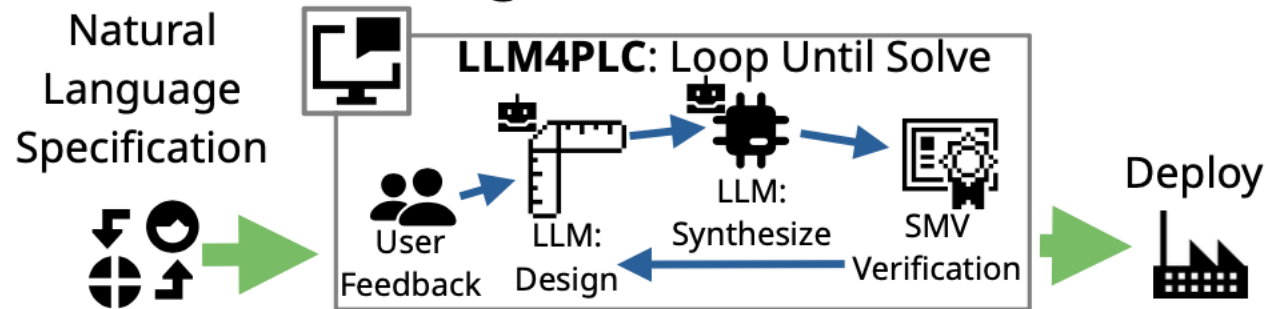
👤 Typical Workflow: High Engineering Effort



🚨 Naive LLM Generation: Catastrophic Failure



👤+🚨 LLM4PLC: Engineer-Guided Automation



上段
典型的なワークフロー

中段
ナイーブなLLMの適用

下段：LLM4PLC
生成 + 利用者による検証
<人間が入ったループ>
1) 仕様を自然言語で書く
2) 利用者が関与して設計
3) LLM でプログラム生成
4) SMV による検証

Figure 1: Our proposed LLM-augmented workflow automates the high-effort stages of the PLC programming methodology

[Fakih 2024]