

# これまでの主な研究

## プランナ=抽象行動列を求める人工知能プログラム

自律行動機械の達成を目的とする

人では不可能(深海・宇宙探査) or 高コスト(専門・熟練技術)かつ  
解の理論的保証(完全性・最適性)が必要なタスクを代替



初期状態: 人が生き埋め

ゴール: 患者の搬送

出力: 被災者を助ける

アクション列 = プラン

出血をとめる

→病院に電話

→患者を助け出す

→救急隊に引き渡し



## プランナの入出力:一階述語論理 (STRIPS)

初期状態 出血(浅井)

on(木材,浅井), on(岩,木材)

アクション

ゴール at(浅井, 病院) 電話(病院) 救出(浅井)

引き渡し(浅井,救急車)

## ICAPS14(採択率33%)

株式会社IHIと共同研究(システムの先行評価)

セル生産方式の自動化:

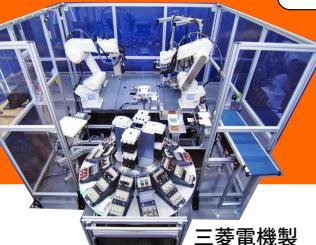
工場生産方式の一種(対義語: ライン生産)

ロボットアームなどを含む小規模セルが複数協調して製造

結果: 1000台以上の製品を組み立てる問題を解けた

+ 生産時間を最大3割短縮(後処理最適化と比較)

以前:  $10^6 \rightarrow$  提案手法:  $10^{274}$

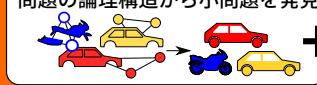


## 応用研究

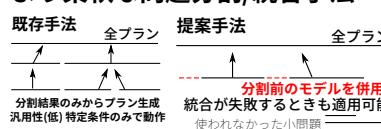
## ICAPS15(採択率33%)

### 複数の製品が混ざった大規模生産問題を解く

問題の論理構造から小問題を発見



より柔軟な問題分割/統合手法



結果: 広い問題種別で  
3-4倍変数の多い問題を解けた  
解ける探索空間のサイズ:  
以前:  $\sim 10^7$  提案手法:  $\sim 10^{28}$

## ICAPS17(33%)

## 基礎研究

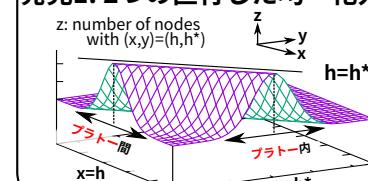
### 非最適探索の均一化手法の理解と改善

貪欲最良 優先探索 + 非許容的 下界関数(時々間違える)

下界関数を一定確率で無視 → 探索を均一化 → 性能向上

(exploration/diversification)

発見1. 2つの直行した均一化方法



発見2. ボンドパーコレーション(BIP)

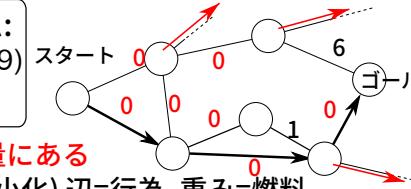


## AAAI16(25%)+JAIR17(12%)

### 最短経路探索一般に適用できる高速化手法

著名なグラフ探索アルゴリズム:

**A\*** (1968) Dijkstra法 (1959)  
=動的計画+分枝限定



一部の実問題には重み0の辺が大量にある

例: トラックの配達計画(燃料を最小化) 辺=行為、重み=燃料

→荷物の積替えは燃料を使わず → タイブレークの影響大

1. タイブレークに関する70年代からの定説を覆した
2. タイブレークの新手法を提案し性能向上(AAAI16)
3. タイブレークを非最適探索として一般化(JAIR17)

解ける問題数: ベンチマーク1104問:814問 → 867問 (+53問)

## IJCAI17(採択率25%)

### 辺コスト動的計算が必要なグラフ探索の高速化

(IBM Research Irelandでの研究)

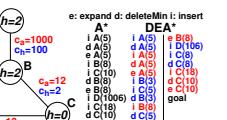
新最適アルゴリズムDEA\*

コストの評価を遅延

→最大五倍高速化

在宅訪問診療のモデル問題

医者が患者を予約時間に訪問する  
最適乗り換え計画



外部ソルバを用いる階層的問題に  
汎用に適用可能

# 記号的AIシステム

(応募者の今までの専門分野)

推論・探索システム(プランニング・ゲーム・定理証明)

- シンボリック入力(命題・述語・オブジェクト)  
→人の手によるモデル化が必要(知識獲得のボトルネック)
- 論理操作(古典論理,ベイズ論理,時制論理)に基づく  
→正しさが保証された(sound, complete)思考
- 説明可能なシステム
- 推論(reasoning)による未来に渡る戦略の決定  
→順序制約を含んだ複数ステップの作業が可能

# これからの研究/抱負

未踏分野

## 記号/非記号複合AIシステム (neural-symbolic hybrid)

外界

センサ

NNに基づく認知

記号論理による判断

# 非記号的AIシステム

(現在高度に期待されている分野)

ニューラルネット(NN)・深層学習・強化学習

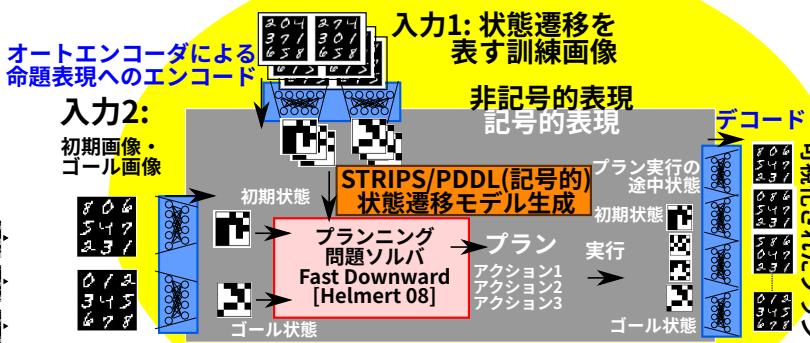
- サブシンボリック入力(画像・音声・非構造化テキスト)  
→人の手/モデルを必要とせず直接処理可能
- データからの学習に基づく  
→素早いが、正しさをデータと汎化性能に依存した思考
- 説明の困難なシステム  
・現在の外界状況の認識
- 学習結果に基づく反射的/直後の行動決定(強化学習)  
→複雑な単ステップの作業が可能

# 外界を記号表現に変換するNN+記号推論による意思決定

## システム全体の目的



## プロトタイプシステム(完成済み)のアーキテクチャ



## 短期(5年間)/長期の研究計画

### 短期目標:Latplan の基礎的性質/拡張性/応用性の研究

1年目:LatPlan基礎の完成 → 2年目~:LatPlanの適用範囲の拡大  
アーキテクチャの妥当性を証明

少数データから汎化できるPDDL生成機

現在のLatPlanの命題生成:  
→汎化能力あり。少数の画像から学習して全画像を命題に変換可能現在のLatPlanの状態遷移モデル(PDDL)生成:  
→汎化能力なし

→問題を解くには全ての状態遷移が必要

Domain Acquisition (Yang07,Konidaris14 etc.)  
→汎化能力ありのPDDL生成機

画像で示された解の検証の自動化

現状は手作業で確認/学習記の誤差に依存

様々なドメインでの有用性を示す事で…

### 実世界タスクでの有用性を実証

State of the Art 画像認識ネットワークの利用  
→実世界写真データへの適用

### 推論空間の表現力の拡張

一階述語論理  $\text{pred}(\text{obj1}, \text{obj2})$  の学習  
→R-CNNによるオブジェクト認識

### 多様なデータ種別への拡張

→音声用オートエンコーダにより  
音声に対する論理推論  
→テキスト用オートエンコーダにより  
テキストに対する論理推論4年目~ 実応用を見据えた  
非古典的モデルへの発展

### 不確実性を扱う推論機の使用

PO/MDPプランナによるロバストな意思決定

### 並列処理を扱う推論機の使用

スケジューリング問題

### 階層的タスクネットワークの自動生成

より複雑な問題設定への適用

### 長期目標:Latplan を記号/非記号複合系の標準モデルとして確立

#### 産業応用

##### 論理的対話エージェント

現状のボットは反射的返答(人工無能)

- 精巧なルール+パターンマッチ(Apple Siri)
- NNで学習したルール(MS りんな)
- 自然言語を入力とし、論理推論に基づき返答する対話システム

##### 非定形作業が可能な産業用機械

観測・計画・実行による自律行動が可能

→作業方法(計画)を自動生成できるので

個別作業ごとの動作プログラムが必要なし

人間は作業の目的だけを提示すればよい

→自律産業機械を使った柔軟で高速な製品開発

カメラからの物体認識で実行過程を自己監視

→外部擾乱に対して動的に再計画(想定外の状況など)

→人間との協調行動が可能(ヒューマンロボットインタラクション)

実世界で活動できる

Intelligent Agent (AIMA 1章2節) の実現

Reflex Agent (反射的機械)  
自動運転車虫程度の知能  
実現しつつあるGoal-based Agent (目的達成型機械)  
目標を達成するために論理で戦略を練るGoal-based Agent (目的達成型機械)  
目標を達成するために論理で戦略を練る

1000以上のcitation

分野の創設者としての地位を目指す

10年後のInfluential paper award

