

# 逆境に強いAI

## ダイナミック環境における推論と意思決定

井上克巳, ソフィ・トゥレ, 佐藤泰介, 沖本天太,  
岡崎孝太郎, ニコラ・シュウンド, マキシム・クレモン, アンゲラン・ジャンテ

### ダイナミクスを扱うAI

- AIに対する関心の高まり
  - ICT分野における次世代の基幹技術
- 複雑で取扱いにくい“データ”
  - 大量で、間断なく、うつろいややすく、不完全
- 既存技術の限界
  - リアルタイム処理 - 推論が考慮されていない
  - データマイニング - 時間変化を考慮していない

### 頑強なシステムの設計

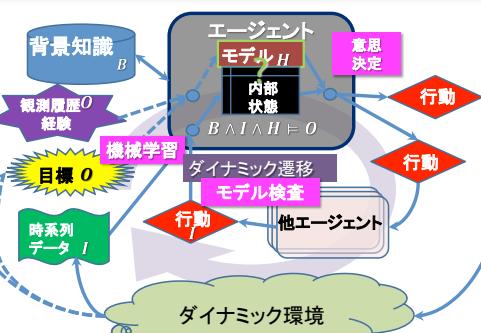
- 意見伝播の制御
- マルチエージェントによる学習
- レジリエントなシステム
- システムの検証
- ダイナミック・スケジューリング
- サイバーセキュリティ

## ダイナミック環境におけるAI技術の統合

- 機械学習によるモデル構築と制約最適化による意思決定をハイブリッド、モデル検査により検証。

### 機械学習

様々な知識や背後に存在するユーザの意図や行動パターンを、アブダクションや帰納推論により学習し、知識ベース・モデルに反映



### 意思決定

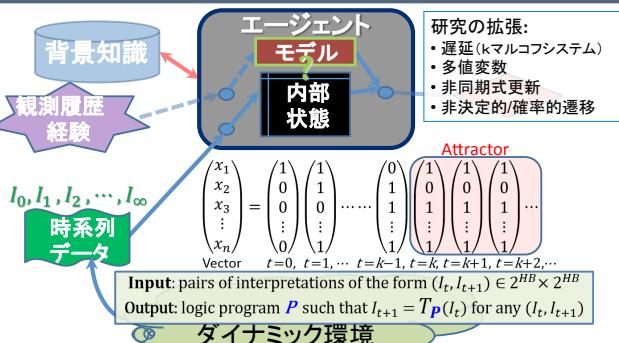
環境に関する知識やユーザの意図に関する仮説を制約ネットワークとして捉え、制約充足問題(CSP)や多目的最適化(Multi-Objective Optimization)の技術を用いて、最適な行為を決定。

### モデル検査

モデル検査を用いて、ダイナミック環境で未来に起こりうる結果を予測しつつ、ソフトウェアエージェントが正しく動作するか検証。

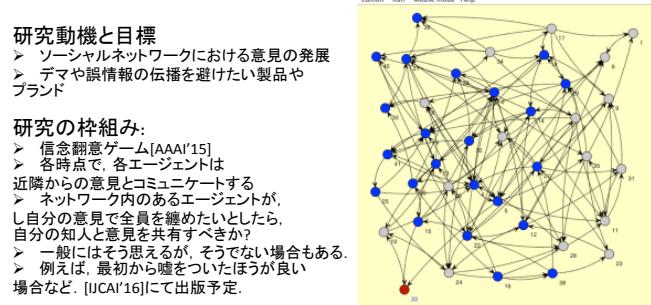
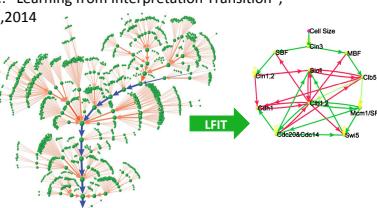
### 解釈遷移からの学習

### ソーシャルネットワークにおける意見拡散



Inoue K., Ribeiro T., Sakama, C.: "Learning from Interpretation Transition", *Machine Learning*, 94(1):51-79, 2014

- 応用:
- 生物学
  - 不確定な環境下でのロボットの行動規則
  - 演绎規則の学習
  - DREAMチャレンジ



### 自動発想推論

文脈(理論)のみによらない 与えられた観察についての説明(仮説)を探求する応用:

- 医療診察
- 機械学習
- プランニング
- バグ解析

例:

- 配列処理問題
- 観察: 2要素を書き込む順番によってラベルが変わるセル
- (発見された)仮説:

$$\text{Theory} \wedge \text{Hypothesis} \vdash \text{Observation}$$

deduction

$$\forall a, x, e \text{ select(store}(a, x, e), x) = e$$

$$\forall a, x, y, e \text{ } y = x \vee \text{select(store}(a, x, e), y) = \text{select}(a, y)$$

$$\forall k, \text{select(store}(b, i, e1), j, e2), k) = \text{select(store}(b, j, e2), i, e1), k)$$

異なる2つのラベルを持つ同一セルに2要素が上書きされる

# AI against adversity

## Reasoning and Decision Making under Dynamic Environments

Katsumi Inoue, Sophie Tourret, Taisuke Sato, Tenda Okimoto,  
Kotaro Okazaki, Nicolas Schwind, Maxime Clement, Enguerrand Gentet

### Dynamics of AI

- Growing interest in Artificial Intelligence.
  - Critical technology for next generation in ICT field
- Complex "data"
  - Massive, continuous, changing, incomplete
- Limitations of conventional technologies
  - Real-time processing - No reasoning
  - Data-mining - No consideration of temporal changes

### Design of Robust Systems

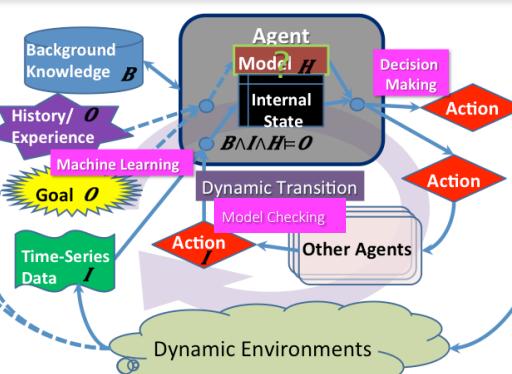
- Control of opinion propagation
- Multi-agent learning
- Resilient systems
- System verification
- Dynamic scheduling
- Cyber security

## Integration of AI Technologies in Dynamic Environments

- Integration of Machine Learning and Constraint Optimization techniques for Decision Making.

#### Machine Learning:

Using experiences to learn rule models, behavior patterns and hidden intentions of users or agents by Abduction and Inductive reasoning.



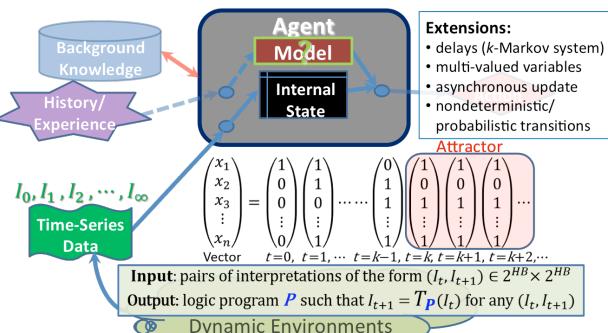
#### Decision Making:

Use a Constraint Networks as a knowledge language representation: hypothesis, agents' preferences and goals, systems specifications. Compute optimal solutions using efficient algorithms exploiting the problem structure.

#### Model-checking:

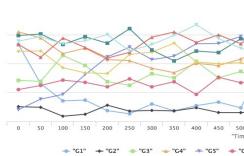
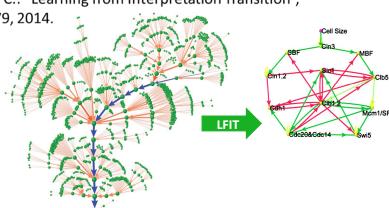
Predict possible future results in a dynamic environment by Model-checking, and verify the expected behavior of a software.

### Learning from Interpretation Transition



- Inoue, K., Ribeiro, T., Sakama, C.: "Learning from Interpretation Transition", *Machine Learning*, 94(1):51-79, 2014.

- Applications:
- Biology
  - Robots actions in uncertain environment
  - Learning deduction rules
  - DREAM challenge

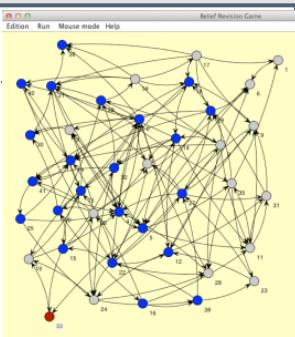


**DREAM CHALLENGES**  
powered by Sage Biotechnologies

**Input:**  
Data from up to 45,000 genes over 48 time points.  
**Output from LFIT:**  
Dynamic model that allow the discovery of new knowledge.

### Opinion Diffusion in Social Networks

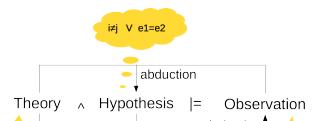
- Motivation and Goal:**  
Opinions evolve in a social network.  
A brand's goals is to avoid the propagation of fallacious information within the social network.
- Our Framework:**  
Belief Revision Game, published in [AAAI'15]  
At each time step, agents communicate their opinions to their neighbors.
- If an agent in the network wants her opinion to be unanimously adopted, should she share her opinion with her acquaintances?  
We show that it in general, is *not* the case, i.e., in some cases it is better to lie from the beginning.
- To be published in [IJCAI'16].



### Automated Abductive Reasoning

Search for explanation (Hyp.) of a given observation (Obs.) not explained by the context (Th.) alone.

- Applications:
- Diagnosis
  - Machine Learning
  - Planning
  - Bug Analysis



#### Example:

- Theory: array manipulation
- Observation: insertion of two elements in an array, result depends on the order of insertion.
- Hypothesis (discovered): insertion of two different elements in the same cell.

$$\begin{aligned} & \forall x, e \text{ select(store}(a,x,e),x)=e \\ & \forall x,y, x=y \vee \text{select(store}(a,x,e),y)=\text{select}(a,y) \\ & \forall k, \text{select(store(store}(b,i,e1),j,e2),k) = \text{select(store}(store(b,i,e2),j,e1),k) \end{aligned}$$