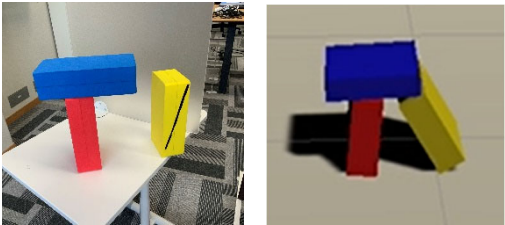
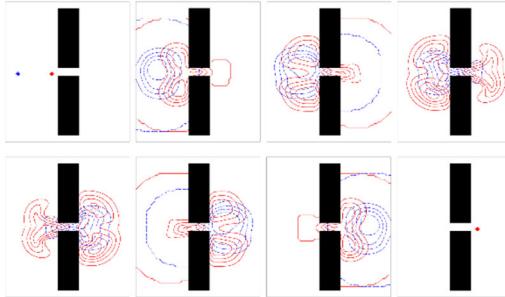


## 2020年度 独創的研究助成費 実績報告書

2021年3月29日

|         |  |         |          |      |                 |       |
|---------|--|---------|----------|------|-----------------|-------|
| 報告者     | 学科名  | 情報通信工学科 | 職名       | 教授   | 氏名              | 岩橋 直人 |
| 研究課題    | フィジクスプロジェクションに基づくプランニングの研究   |         |          |      |                 |       |
| 研究組織    | 氏名   | 所属・職    |          | 専門分野 | 役割分担            |       |
|         | 代表   | 岩橋直人    | 情報通信工・教授 | 人工知能 | 研究全体、理論構築       |       |
|         | 分担者  | 西江 洸介   | システム工学専攻 | 人工知能 | フィジクスプロジェクション実装 |       |
|         |  | 高津 芳希   | システム工学専攻 | 人工知能 | プランニング実装        |       |
| 研究実績の概要 | <p>現実世界の中で、人間や機械知能エージェントが、自身の移動や周囲の物体の操作などの物理的な行動により目的を達成しようとするときに必要なプランニングにおいて、物理的な行動が物理世界をどのように変化させるのかを予測することは極めて重要である。我々は、この予測とプランニングをオンラインで循環的に行う手法 — フィジクスプロジェクション — を開発した。フィジクスプロジェクションは、仮想空間と現実空間をオンラインでインタラクティブに双方向に融合させることにより、エージェントが意思決定を行う手法であり、次の三つの特徴をもつ。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 物理世界のオンライン学習</li> <li>2. シミュレーションによる動的プランニング</li> <li>3. 身体に依存した知能</li> </ol> <p>本研究では、フィジクスプロジェクションの中核的要素技術であるプランニングに関して、理論的ならびに実用的な研究を行った。具体的な成果は次の二つである：1) 物体操作に対するフィジクスプロジェクションによるプランニング, 2) Equilibrium Trellis Inference。以下、これらの概要を述べる。</p> |         |          |      |                 |       |

※ 次ページに続く

|                     |   |
|---------------------|---|
| <p>研究実績<br/>の概要</p> | <p>■ 物体操作に対するフィジクスプロジェクションによるプランニング</p> <p>ユーザや機械知能エージェントの眼前にあるオブジェクトの適切な操作方法を、プランニングにより推論して提示する手法を開発した。図1の例を用いて説明する。眼前に赤と青と黄色のオブジェクトがあり、赤と黄色の上に青が乗っている。この時、青を落とさずに黄色を抜き取るには黄色をどのように動かして抜き取ればよいのかを、推論して提示することができる。従来、このように、絶えず変化する周囲の環境の中で、自らの行動によって外界がどう変化するのを予測することが極めて難しいとされていた。人工知能の哲学的根本問題として知られているフレーム問題は、この問題の困難さを説明するものである。開発した手法では、現実世界を物理学的に高い精度で仮想空間に、オンラインでプロジェクションすることで、この難問を解決することに成功した。</p>  <p>図1. オブジェクト操作の例. 右：現実空間, 左：仮想空間</p> <p>■ Equilibrium Trellis Inference</p> <p>人間や機械知能エージェントが行動決定のためのプランニングを行おうとするとき、ほとんどの場合、必要な情報が十分に高い精度を得られることはないと言える。不十分な情報を用いて行ったプランニングの最適解が本当に適切な解になるとは限らない。この問題は自動運転技術でもフォーカスされている。この問題を解決するために、複数の局所最適な時系列プランニングの結果を推論する手法—Equilibrium Trellis Inference—を開発した。従来のすべての推論手法を根底から覆すものである。今後、適用範囲を広げていく。図2に推論の例を示す。</p>  <p>図2. Equilibrium Trellis Inference の例</p> |
| <p>成果資料目録</p>       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. K. Nishie, Y. Takatsu, N. Iwahashi, “Physics-Engine-Based Robot Planning in Physics Projection”, 人工知能学会全国大会, 2020.</li> <li>2. N. Iwahashi, H. Okada, K. Funakoshi, “Theory of Cooperation — Cognitive and Mathematical Principles of Cooperation and Their Application”, 人工知能学会全国大会, 2020.</li> <li>3. Y. Takatsu, M. Imaki, N. Iwahashi, “Mathematical Analysis of Physical Cooperative Behavior of Humans and Machines using RoCoCo”, 人工知能学会全国大会, 2021.</li> <li>4. N. Iwahashi, “Finding an Equilibrium Trellis in Dynamics”, 人工知能学会全国大会, 2021.</li> <li>5. 岩橋直人, “協力する知能をつくる — 自動運転から言語獲得までを統べる協力の数理”, 「ヒトの感性・認知」解析への人工知能の活用とモデリング, 技術情報協会, 2021. 5, 発刊予定</li> </ol>   |