

山梨県若手研究者奨励事業 研究成果概要書

所属機関名

山梨大学

職名・氏名

助教 孫 瀟 ⑩

1 研究テーマ

学習結果を現実に直接適用可能なロボットシミュレータの開発

2 研究の目的

提案者の過去研究[1]では、現実世界の環境に近づけ、学習結果を直接ロボット実機に適用するためにシミュレータを開発したが、シミュレータ内のオプションを活用し、ランダムに背景と光を生成することにとどまっていた。一方で本研究ではロボットの対象物を含む環境の位置と力をセンシングし、それを学習することで実物と近い特性（硬さ、形状や摩擦など）を持つモデル自体をシミュレータ内に生成し、限りなく現実に近いシミュレータを開発する。

3 研究の方法

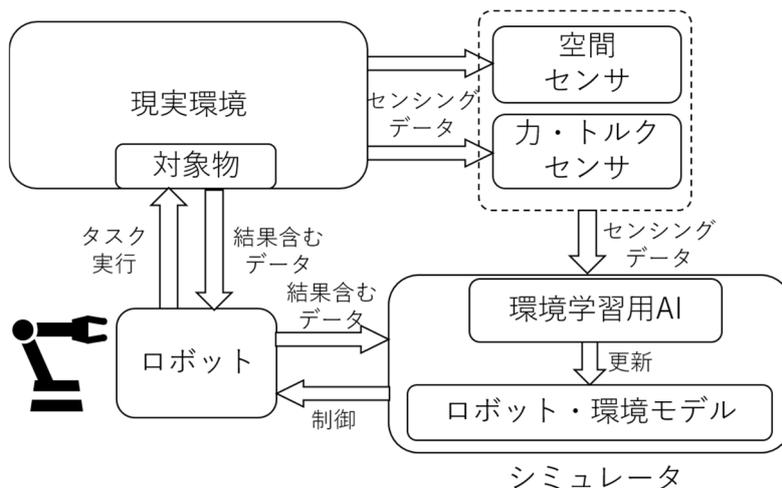


図1 本研究のシステム図

ロボットに限らず、実物のシミュレータ内のAI学習を可能とすれば、今まで非常に困難であった実物のAI学習がソフトウェア内で実現できると考える。上記の目標を実現するためには、図1のようなシステムが必要であると考えられる。

システムのメイン要素としてロボットだけでなく、センサ群とシミュレータ、特に環境を学習できるAIが必要不可欠である。ロボットは汎用性、再現性を考慮し市販のロボットアームを想定し、センサに関しては空間データ（距離・大きさなど）と力・トルクデータが取得できる物を想定する。「空間センサ」ではステレオカメラなどを用いて対象物・環境を認識するだけでなく、ロボットとの相対位置・姿勢関係を把握することで、ロボットが

留意事項

- ① 3枚程度で作成してください。
- ② 特許の出願中等の理由により、一定期間公表を見合わせる必要がある箇所がある場合であっても、所定の期日までに公表可能な範囲で作成・提出してください。当該箇所については、後日公表可能となった際に追記して再提出してください。

常に精確かつ適切な動作を用いて対象物に対するタスクを実行できるようにする。「カ・トルクセンサ」に関しては、環境を含む対象物と接触し、様々な動作（押す、擦る、掴むなど）を活用することで形状、硬さや摩擦などの物理特性データを取得し、シミュレータ内の実物のモデル化とその学習に用いる。

4 研究の成果



図 2 SCARA ロボットプラットフォーム

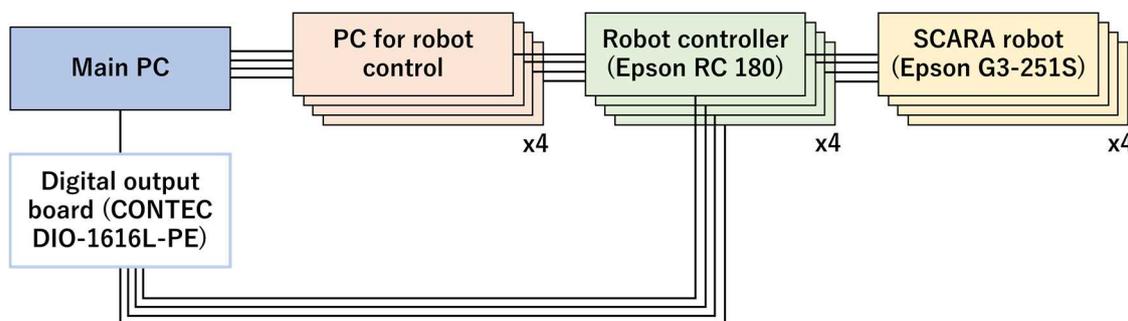


図 3 プラットフォーム構成図

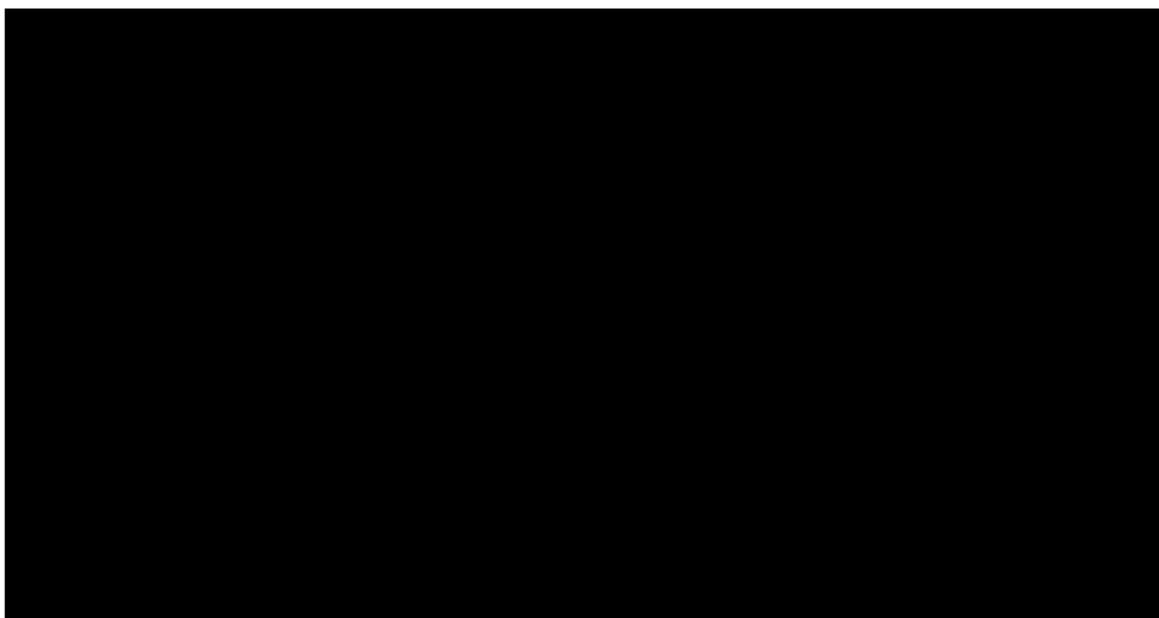


図 4 ロボットの衝突回避制御の結果：成功（後日公開可能）

留意事項

- ① 3枚程度で作成してください。
- ② 特許の出願中等の理由により、一定期間公表を見合わせる必要がある箇所がある場合であっても、所定の期日までに公表可能な範囲で作成・提出してください。当該箇所については、後日公表可能となった際に追記して再提出してください。

図 1 で提案されたシステム図の通り、図 2 のような 4 つの SCARA ロボットで構成されるロボットプラットフォームを提案者が構築した。ロボット以外のコンポーネントを全て含めた全システムプラットフォーム構成図を図 3 に示す。

半導体不足の状況により本研究においての力・トルクセンサの納期が長引き、本概要書が作成された 1 か月前ほどにようやく納品された。そのためセンサが納品されるまでの研究期間では力・トルクセンサが必要なロボットマニピュレーションではなくまずロボット環境の認識とロボットシミュレータの開発、並びにそれを用いたロボット運動制御と衝突回避技術を開発・検証した。提案者は環境認識センサで認識したロボット位置データに基づき、図 4 のスナップショットに示されるようなロボットシミュレータとエンドエフェクタ衝突回避制御システム技術を開発・検証した。また、図 5 のように SCARA ロボットの 3D モデルを 3D シミュレータにすでに統合済みで、今後はその 3D シミュレータで研究を続ける。

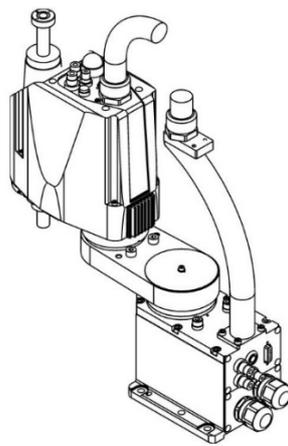


図 5 シミュレータに導入された SCARA ロボットの 3D モデル

5 今後の展望

これから 2022 年夏季までには、引き続き計画通りロボットだけでなくマニピュレーション対象物や環境もシミュレータに統合し、環境学習を行う予定である。それが完成次第ロボットのマニピュレーションタスクをシミュレータ内で実施し、現実に適用できるまで学習を重ね、改良を繰り返す予定である。

6 研究成果の発信方法（予定を含む）

本研究成果の一部は国際学会 IFIT2022 (<http://www.iftommitaly.it/ifit2022/>) に論文として投稿済みであり、また実機での検証結果やその拡張も出来次第ジャーナル論文に投稿・公開する予定である。

本研究の最終成果に関しては、提案者が所属する山梨大学の広報担当（広報企画室）から山梨県メディア、研究紹介の Web ページ、YouTube、SNS 等で幅広い年齢層の県民を対象として積極的に情報を発信していく予定である。

参考文献

- [1] X. Sun, H. Naito, A. Namiki, Y. Liu, T. Matsuzawa and A. Takanishi, "Assist System for Remote Manipulation of Electric Drills by the Robot "WAREC-1R" using Deep Reinforcement Learning", *Robotica*, pp.1-12, 2021. DOI: 10.1017/S0263574721000618

留意事項

- ① 3 枚程度で作成してください。
- ② 特許の出願中等の理由により、一定期間公表を見合わせる必要がある箇所がある場合であっても、所定の期日までに公表可能な範囲で作成・提出してください。当該箇所については、後日公表可能となった際に追記して再提出してください。