

仕様書

1. 件名

インフレーターブル構造物のデジタルツイン構築作業

2. 研究概要

国立研究開発法人 産業技術総合研究所インダストリアル CPS 研究センター（以下、「産総研」という）では、「国立研究開発法人科学技術振興機構(JST) ムーンショット型研究開発事業」プロジェクトにおいて、インフレーターブル構造物のロボット化に向けたシミュレーション基盤構築と制御学習に関する研究を進めている。

3. 作業概要

本作業は、複数のインフレーターブルモジュールからなる居住構造物のデジタルツインを構築するものである。インフレーターブル構造物の実データ（制御入力、圧力計測値、IMU計測値など）をシミュレーション側に取り込み、シミュレーション結果との比較を可能とする機能や、Nvidia Omniverse プラットフォームを活用し、異なるシミュレーションプラットフォームで動作するインフレーターブル構造物のシミュレーション (Nvidia WARP) と移動ロボットシミュレーション (Omniverse Isaac Sim) の相互連携を実現する。

4. 作業の項目

4-1. インフレーターブル構造物のデジタルツイン構築

4-2. インフレーターブル構造物制御に向けたデジタルツインを活用した学習手法の調査

5. 作業項目ごとの仕様内容

5-1. インフレーターブル構造物のデジタルツイン構築

- 産総研において開発済みのインフレーターブル構造物のシミュレータ (Nvidia WARP で開発) を基に、実際のインフレーターブル構造物の計測データを反映するデジタルツインを構築すること。
 - インフレーターブル構造物 (図 1) は周上に 16 個、軸方向に 3~5 個の合計 48~80 個のインフレーターブルセルからなる構造物であり、貸与するシミュレータ (Nvidia WARP で開発) では、各インフレーターブルセルに対して圧力の指定ができ、それに応じて構造物の形状や動きを制御することが可能となっている。
 - 実機の計測データとしては構造物への制御入力 (ON/OFF)、圧力計測値、IMU 計測値などの時系列データであり、データによって異なるが、それぞれ約 15 次元から 80 次元のデータである。

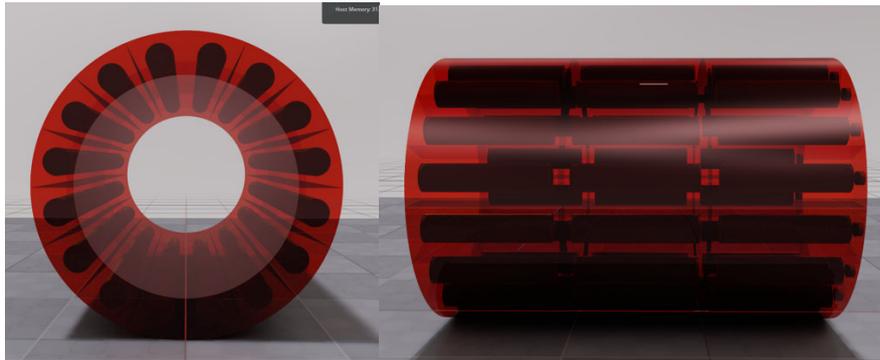


図 1 : インフレーターブル構造物のシミュレーションモデル

- 指定したサンプリング周期で計測データをシミュレーション側に取り込み、計測データとシミュレーションデータを比較するグラフ表示の機能を実現すること。その際に、表示データの切り替えを GUI などの簡易な方法で実現できるようにすること。実装方法としては、Nvidia Omniverse の Extension で while ループを利用し、asyncio ライブラリを用いた非同期処理による方法が考えられる(図 2)が、それ限りではない。

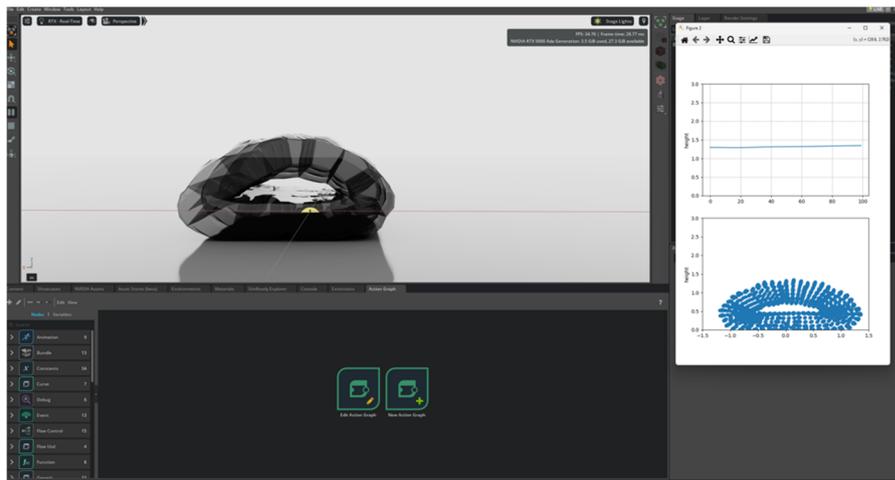


図 2 : グラフ表示の例

- シミュレーション側に取り込んだ計測データに基づき、シミュレーションの描画を変更させる機能を実現すること。例えば、圧力値が高い(低い)インフレーターブルセルの色を変化させる、シミュレーションと計測値の誤差が大きいインフレーターブルセルの色を変化させるなどの機能を実現すること。
- Nvidia Omniverse プラットフォームを活用し、異なるシミュレーションプラットフォームで動作するインフレーターブル構造物のシミュレーション (Nvidia WARP) と移動ロボットシミュレーション (Omniverse Isaac Sim) の相互連携を実現すること。例えば、移動ロボットがインフレーターブル構造物の一部を押すような状況

において、インフレーターブル構造物のシミュレーションではその押す場所や力が反映され、移動ロボットシミュレーションでは構造物が押された結果としての反発力が反映されるという相互連携機能を実現すること。

5-2. インフレーターブル構造物の制御に向けたデジタルツインを活用した学習手法の調査

- 5-1 で開発したデジタルツインを活用したインフレーターブル構造物の制御学習手法について調査を行うこと。具体的には、80次元程度の多自由度系を空気の入出力で制御するという多自由度非線形制御系について、関連する制御学習の従来研究を調査し内容をまとめること。特にデジタルツイン／シミュレーションを活用した学習手法について項目を分け、従来研究のリストアップとサーベイを行い、報告書としてまとめること。

6. 付帯事項

受注者は、作業の進捗状況および作業内容について、定期的に報告すること。

7. プログラム作成の条件等

7-1 開発プラットフォーム

- Nvidia Omniverse を用いること。

7-2 受注者の要件

- Python での開発実績があること。
- Nvidia Omniverse を用いたシステム開発実績があること。
- クラウドコンピューティングの経験を有すること。

8. 貸与品

- ・インフレーターブル構造物シミュレーションプログラム (Nvidia WARP)
- ・移動ロボットシミュレーションサンプルプログラム (Omniverse Isaac Sim)

※貸与方法は別途連絡とする。

9. 納入の完了

本件は、「10. 納入物品」に記載された納入物品が過不足なく納入され、仕様書を満たしていることを確認して、納入の完了とする。受注者は確認にかかる作業を支援すること。

10. 納入物品

以下、産総研指定の方法で、電子媒体で納入すること。

- ・5-1 で開発したデジタルツインプログラム 一式

- ・ 5-1 で開発したデジタルツイン利用方法説明書（マニュアル）
- ・ 5-2 の調査報告書
- ・ 納入物品リスト

1 1. 納入期限及び納入場所

納入期限：2025年3月28日

納入場所：東京都江東区青海 2-4-7 産総研臨海副都心センター

国立研究開発法人産業技術総合研究所

インダストリアル CPS 研究センター

臨海副都心センター 第二別館 3202室

1 2. 成果の取扱い

- (1) 国立研究開発法人産業技術総合研究所（以下「産総研」という。）は、受注者がプログラム作成により得られた技術上の成果のうち産総研が指示するもの（以下「成果」という。）についての利用及び処分に関する権利を専有するものとする。
- (2) 受注者は、成果に係るソフトウェアの著作権（著作権法第 27 条及び第 28 条に規定する権利を含む。）及び意匠登録を受ける権利を産総研に譲渡するものとし、著作権者人格権を行使しないものとする。ただし、パッケージ製品に係るものは除く。
- (3) 受注者は、契約条項に定める検査に合格後、直ちに別紙様式による著作権者財産権譲渡証書及び著作権者人格権不行使証書を産総研に提出しなければならない。
- (4) 受注者は、産総研に対し、納品した成果品が第三者の知的財産権を侵害しないことを保証するものとする。なお、納品した成果品について、第三者の権利侵害の問題が生じ、その結果、産総研又は第三者に費用や損害が生じた場合は、受注者は、その責任と負担においてこれを処理するものとする。

1 3. 付帯事項

- ・ 受注者は、納入時には、本プログラムの操作について講習を行うこと。
- ・ 受注者は、納入されたプログラム等における産総研側の責めによらない納入の完了後 1 年以内の動作不良等不具合については、その補修、調整等責任をもって無償で速やかに行うこと。
- ・ 本仕様書の技術的内容及び知り得た情報に関しては、守秘義務を負うものとする。
- ・ 本仕様書の技術的内容に関しては、調達請求者の指示に従うこと。また、本仕様書に定めのない事項及び疑義が生じた場合は、調達担当者と協議の上、決定する。
- ・ サプライチェーン・リスクに対応するため、別紙に記載する事項に従って契約を履行しなければならない。

別紙様式

年 月 日

著 者 財 産 権 譲 渡 証 書

国立研究開発法人産業技術総合研究所 殿

受 注 者
住 所
会 社 名
代表者氏名

印

ソフトウェア作成請負契約 (年 月 日 契約)
件 名

上記契約により作成した成果物の所有権及び著作権（著作権法第 27 条及び第 28 条に規定する権利を含む）は、国立研究開発法人産業技術総合研究所に譲渡したことに相違ありません。ただし、上記契約締結前に自己所有していた権利は除くものとします。

著作者人格権不行使証書

国立研究開発法人産業技術総合研究所 殿

受注者
住所
会社名
代表者氏名

印

ソフトウェア作成請負契約（ 年 月 日 契約）
件名

上記契約により作成した成果物の著作権（著作権法第27条及び第28条に規定する権利を含む）に係わる著作者人格権を行使しないことを約束します。

なお、著作者人格権を行使しようとする場合は、国立研究開発法人産業技術総合研究所の承認を得るものとします。

サプライチェーン・リスク対応に係る特記事項

1. サプライチェーン・リスクへの対応

受注者は、機器等の意図的な不正改造及び情報システム又はソフトウェアに不正なプログラムを埋め込むなど、国立研究開発法人産業技術総合研究所（以下、「産総研」という。）の意図しない変更が加えられたときに生じ得る情報の漏えい若しくは破壊又は機能の不正な停止、暴走その他の障害等の情報セキュリティ上のリスク（以下「サプライチェーン・リスク」という。）に対応するため、受注者は「IT 調達に係る国の物品等又は役務の調達方針及び調達手続に関する申合せ」（平成 30 年 12 月 10 日関係省庁申合せ）に基づく対応を図らねばならない。

2. 意図しない変更に対する対策

- ①受注者は、本業務の履行に際して、サプライチェーン・リスクが潜在すると知り、又は知り得るべきソースコード、プログラム等（以下「ソースコード等」という。）の埋込み又は組み込みその他産総研担当者の意図しない変更を行ってはならない。
- ②受注者は、本業務の履行に際して、サプライチェーン・リスクが潜在すると知り、又は知り得るべきソースコード等の埋込み又は組み込みその他産総研担当者の意図しない変更が行われないように相応の注意をもって管理しなければならない。
- ③受注者は、本業務の履行に際して、情報の窃取等により研究所の業務を妨害しようとする第三者から不当な影響を受けるおそれのある者が開発、設計又は製作したソースコード等（受注者がその存在を認知し、かつ、サプライチェーン・リスクが潜在すると知り、又は知り得るべきものに限り、主要国において広く普遍的に受け入れられているものを除く。）を直接又は間接に導入し、又は組み込む場合には、これによってサプライチェーン・リスクを有意に増大しないことを調査、試験その他の任意の方法により確認又は判定するものとする。

3. サプライチェーン・リスクにかかる調査の受入れ体制

- ①受注者は、本業務に産総研担当者の意図しない変更が行われるなど不正が見つかったときは、追跡調査や立入検査等、産総研と連携して原因を調査し、サプライチェーン・リスクを排除するための手順及び体制を整備し、当該手順及び体制を示した書面を産総研担当者に提出しなければならない。

4. サプライチェーン・リスクを低減するための対策

- ①受注者は、サプライチェーン・リスクを低減する対策として、本業務の設計、構築、運用・保守の各工程における不正行為の有無について定期的または必要に応じて監査を行

う体制を整備するとともに、本業務により産総研に納入する納入物品に対して意図しない変更が行われるリスクを回避するための試験を行わなければならない。当該試験の項目は、情報セキュリティ技術の趨勢、対象の情報システムの特性等を踏まえ、受注者において適切に設定するものとする。

- ②機器の納入であり、かつ、設計、構築、運用・保守の各工程が存在しない場合は、4. ①の対応は不要。

5. 受注者の業務責任者

- ①受注者は、本業務の履行に従事する業務責任者及び業務従事者（契約社員、派遣社員等の雇用形態を問わず、本業務の履行に従事する全ての従業員をいう。以下同じ。）を必要最低限の範囲に限るものとする。
- ②機器納入であり、かつ、設計、構築、運用・保守の各工程が存在しない場合は、5. ①の対応は不要。

6. 再委託

6.1 本業務の第三者への委託の制限

受注者は、産総研の許可なく、本業務の一部又は全部を第三者（再委託先）に請け負わせてはならない。ただし、6.2 に定める事項を遵守する場合はこの限りではない。

6.2 第三者への委託に係る要件

- ①受注者は、本業務の一部又は全部を第三者に再委託するときは、再委託先の事業者名、住所、再委託対象とする業務の範囲、再委託する必要性について記載した承認申請書を、委託元である産総研に提出し、書面による事前承認を受けなければならない。
- ②受注者は、本業務の一部又は全部を第三者に再委託するときは、再委託した業務に伴う再委託者の行為について、全ての責任を負わなければならない。
- ③受注者は、知的財産権、情報セキュリティ（機密保持を含む。）及びガバナンス等に関して、本仕様書が定める受注者の責務を再委託先も負うよう、必要な処置を実施し、その内容について委託元である産総研の承認を得なければならない。
- ④受注者は、受注者がこの仕様書の定めを遵守するために必要な事項について本仕様書を準用して、再委託者と約定しなければならない。
- ⑤受注者は、前号に掲げる情報の提供に加えて、再委託先において本委託事業に関わる要員の所属、専門性（情報セキュリティに係る資格・研修実績等）、実績及び国籍についての情報を委託元である産総研へ提出すること。
- ⑥受注者は、再委託先において、産総研の意図しない変更が加えられないための管理体制について委託元である産総研に報告し、許可又は確認（立入調査）を得ること。

7. その他

- ①提出された資料等により産総研担当者に報告された内容について、サプライチェーン・リスクが懸念され、これを低減するための措置を講じる必要があると認められる場合に、調達担当者は受注者に是正を求めることがあり、受注者は相当の理由があると認められるときを除きこれに応じなければならない。
- ②産総研は、受注者の責めに帰すべき事由により、本情報システムに産総研担当者の意図しない変更が行われるなど不正が見つかった場合は、契約条項に定める契約の解除及び違約金の規定を適用し、本業務契約の全部又は一部を解除することができる。