

TOPPERS Project Newsletter

■ TOPPERS プロジェクト ■

<https://www.toppers.jp/>



進化を続ける箱庭のセカイ ドローンシミュレータ・箱庭ブリッジでデジタルツイン

TOPPERS/箱庭 WG は、早いもので 6 年目を迎えました。箱庭は、IoT/クラウドロボティクス時代の仮想シミュレーション環境です。この 6 年の技術研鑽を通じて成長してきた箱庭のコア技術は、いま、具体的な成果を上げ、大きな広がりを見せています。

特に、注目すべきポイントは、JASA ドローン WG とタッグを組み、箱庭の適用範囲をドローン分野へと広げたことです。ドローンのオープンソースのファームウェアとして、ROS との親和性が高い PX4 が脚光を浴びていますが、箱庭は PX4 と連携できる箱庭ドローンシミュレータを開発しました。

そして、もう 1 つ、重要な機能アップデートがあります。それは、リアル空間で動作する既存の ROS ベースのロボットシステムをシームレスにシミュレーション空間と接続する「箱庭ブリッジ」という機能の追加です。

ドローンはこれからの社会基盤の一部として活用範囲が増すと考えられますが、安全性や申請上の手間があり、容易にテストできるものではありません。また、既存のロボットシステムは、コスト低減やサービス向上を目的として、デジタルツイン化のニーズは高まると考えます。「ドローンと既存システムをどのように相互運用可能にするのか」、「既存のロボットシステムをどのようにデジタルツイン化するか」といった課題に対して、箱庭機能アップデートはいくつかのソリューションを提示しています。

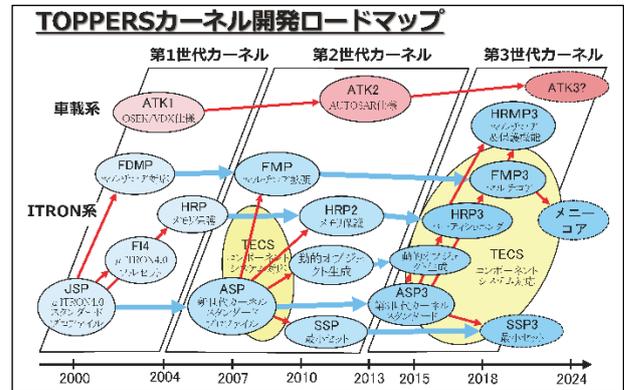
1. 箱庭ドローンシミュレータは、ドローンを活用した様々なサービスを実現する実証実験を安全かつ低コストで実施可能にします
2. 箱庭ブリッジは、既存の ROS ベースのロボットシステムを容易にデジタルツイン化できます
3. 箱庭ドローンシミュレータと箱庭ブリッジを組み合わせることで、ドローンおよび既存システムの相互運用テストが容易に実現できるようになります

ROS ユーザにとっては、ROS ベースで構築された既存のロボットシステムをデジタルツイン化し、安全にドローンとの相互運用テストを実施したい場合、箱庭は良い選択肢になりえると考えています。

PX4 と連携可能な箱庭ドローンシミュレータ

箱庭ドローンシミュレータ (<https://github.com/toppers/hakoniwa-px4sim>) の構造上の特徴は、制御モデル、物理モデル、ビジュアライズを 3 つの独立した機能と捉え、箱庭がそれらを統合するというスタンスで設計しています (図 1)。

従来のシミュレータ (例: Gazebo, AirSim) の場合は、物理モデルとビジュアライズ機能は一体化され分離・選択が難しいですが、箱庭ではそれらを取捨選択できるのです。そのため、開発者はプロジェクトの要件に応じて C 言語や MATLAB/Simulink を使用した物理モデルを独自に作成して箱庭上でシミュレーションできます。ビジュアライズについては、Unity や Unreal Engine を利用した高度なビジュアライズが可能であり、必要に応じてビジュアライズ機能をオフにして CI/CD テスト環境に統合することもできます。制御モデルは、PX4 上で動作する制御プログラムとの連携が可能です。PX4 はシームレスに ROS と連携可能なファームウェアであるため、既存の ROS ベースのドローン制御システムを箱庭上でシミ



目次

進化を続ける箱庭のセカイ - ドローンシミュレータ・箱庭ブリッジでデジタルツイン	1
教育 WG の活動紹介	2
第 14 回 TOPPERS 活用アイデア・アプリケーション開発コンテスト	3
ホームネットワーク WG の活動紹介	3
TECS WG の活動紹介	3
TOPPERS カンファレンス 2024 のご案内	4
TOPPERS プロジェクト第 22 回通常総会	4
EdgeTech+West 2024 に出展します	4
ROSConJP2024 に出展します	4
SWEST26 のご案内	4
参加のお誘い	4
お問い合わせ先	4

ュレーションすることができます。

また、箱庭ドローンシミュレータは、その名の通り、箱庭上で動作しているため、他の箱庭アセットとの連携が可能です。既存のシステムを箱庭アセット化して箱庭と接続することで、既存システムとの統合テストも可能となります。

これらのアプローチにより、ドローン・シミュレーションの柔軟性や可能性は大幅に向上するため、これからのドローンおよびロボット開発にとって様々なメリットを享受できると考えています。我々はダイナミックマップ技術に基づいて、新たなモビリティサービスを支援する情報通信基盤の研究を行っています。

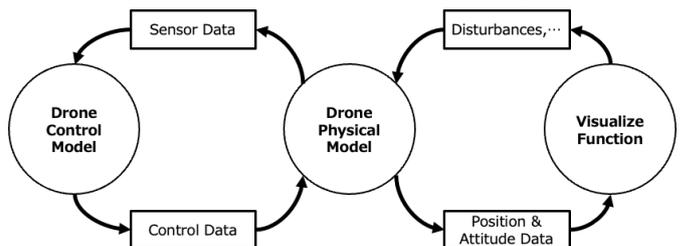


図 1. 箱庭ドローンシミュレータのアーキテクチャ

箱庭ブリッジ

既存の ROS システムをデジタルツイン化する場合、マルチキャストを前提とした DDS 通信では 5G ルータを超えることは基本的に難しいと考えています。一方で、Zenoh の通信基盤を利用すると、ROS 通信データをブリッジして 5G ルータを超えることが容易に実現できます。

箱庭ブリッジ(<https://github.com/toppers/hakoniwa-bridge>)は、ROS および Zenoh を組み合わせることで、箱庭と既存の ROS システムをシームレスに統合します(図 2)。既存の ROS システムに箱庭ブリッジを設置するだけで箱庭と連携させることができますから、デジタルツイン化を容易に実現できるようになるわけです。当然、Zenoh の特徴として、データの低遅延かつ高効率な転送が可能となりますので、遠隔地からのリアルタイム通信を実現できるというわけです。

箱庭ブリッジは、リアル空間とバーチャル空間の境界を超えたシミュレーションおよびサービスを実現するための画期的な新機能なのです！

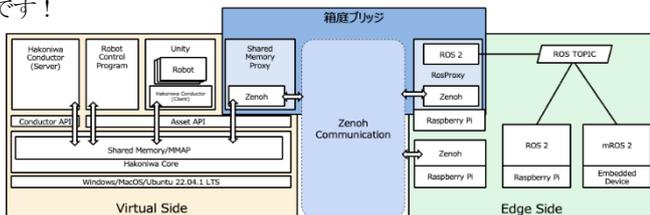


図 2. 箱庭ブリッジのアーキテクチャ

箱庭ドローンとリアルロボットの統合デモ

論より RUN！現在、既存の ROS ベースのシステムを箱庭ブリッジ接続してデジタルツイン化し、箱庭ドローンシミュレータするデモを作成し、ROSConJP 2024 の TOPPERS ブースでお披露目予定です！

ここで、デモとしては、図 3 に示す近未来のシチュエーションです。左側の Virtual 領域は、箱庭ドローンシミュレータで実現されたシミュレーション空間です。この空間では、安全にドローンの飛行テストを試すことができます。右側の Real 領域は、現実世界にある ROS ベースのロボットシステムであり、荷物運搬するロボットを想定しています。そして、中央にある Fusion 領域は、リアルとバーチャルが融合した領域であり、箱庭のデジタルツイン化によってリアルとバーチャル空間のデータが統合され、新しいサービスやテストが実現されるシチュエーションを示しています。

Fusion 領域の左側では、バーチャルドローンが荷物を運搬しリアルロボットのロボットに渡そうとしています。このプロセスでは、Unity 上で構築されたバーチャル空間のドローンとリアル空間のロボットがデジタルツイン環境として位置情報が同期しています。また、リアルなロボットはバーチャル空間上で再現され仮想ロボットとして存在しています。そして、バーチャルロボットに装備されたセンサーは、リアルロボットにも情報をフィードバックすることで、バーチャル空間でのドローンのイベントがリアルロボットにフィードバックされ、実際の荷物運搬をトリガーすることができます。これにより、既存のロボットシステムのデジタルツイン化が可能となるだけでなく、バーチャルドローンとの相互運用テストも可能となっているのです！

Fusion 領域の右側では、バーチャル空間にしか存在しない信号が見えます。この信号は、AR デバイスを利用することで、人間が信号を認識できるため、コストが高い本物の信号を使わずとも、バーチャルデータで人およびロボットを含めた交通制御ができる良い例と言えます。箱庭を利用することでデジタルツイン化を加速し、新しいサービスの形を容易に試すことができるようになるのです！

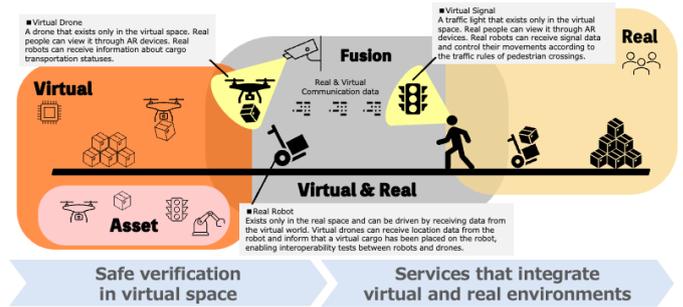


図 3. 箱庭ドローンとリアルロボットの統合テスト

成果発表

箱庭 WG は、箱庭のコンセプトの実現に向けた研究開発を行い、成果をオープンソースとして公開しながら活動しています。RSJ、ROSConJP、ROBOMECH、OSC、EdgeTech+など学会や展示会でも発表しています。また、Interface 誌において紹介記事を連載中です(現時点では、2024 年 4 月 25 日発売の 6 月号に第 1 回、6 月 25 日発売の 8 月号に第 2 回が掲載)。

箱庭の技術や WG の活動にご興味のある方は、ぜひ WG 主催の connpass イベントへご参加ください。過去の connpass イベントの様子は TOPPERS の YouTube チャンネルで視聴できますので、参考に見てみてください。

<https://hakoniwa.connpass.com/>

https://www.youtube.com/playlist?list=PLvZDKbhDfoh00KkekMzhUrisZ9DIXSW_R

教育 WG の活動紹介

教育 WG では、Raspberry PI PICO(W)で Arduino コネクタを使用できる拡張ボード TEB003 ボードを開発しました。このボードは UNO 用のシールドやプロトタイプシールドを使った種々のシールドが使用できます。詳細は、CQ 出版のインターフェイス誌 2024 年 5 月号から連載中です。TEB003 ボードは、連載中のインターフェイス誌の引換券を使って入手できます。このボードで、PICO を使ったいろいろな組み込みソフトウェア開発にチャレンジしてみてください。

TEB003 ボードに PICO 用の FMP カーネルを載せた環境で、USB や WIFI の開発実習を行える、新上級 1, 2 実装セミナーコンテンツの開発が終了しました。7 月から Web 公開を行います。このセミナーは、基礎 1,2,3 通信実装セミナーの修了者を対象としています。コンテンツ自体が高度な内容であり、セミナー形式では受講希望者がそれほど多くないと考え、Web のみの公開となります。

セミナーは全体で以下の 4 日の構成となっています。

新上級 1 実装セミナー：USB デバイスとホストの実装学習を行う

- 1 日目：1. ハードウェア設定とプラットフォーム
2. 開発環境とハードウェアの検証
3. TOPPERS/FMP カーネルの導入
4. タスクモニタの対応
5. 組み込み USB の解説
6. USB デバイスの実行
7. まとめ

- 2 日目：1. USB デバイスアプリの作成
USB デバイス HID ジョイ・ステック対応
USB デバイス CRC の作成
SAMPLE1 の改造

2. USB ホストの解説
3. USB ホスト MSC アプリの作成
4. まとめ

新上級 2 実装セミナー：PICO W の WIFI 機能を使ったネットワークアプリの実装学習を行う

- 1 日目：1. TCP/IP の基礎
2. 通信モジュールを用いた学習
3. lwIP を使った WIFI の実習 1
4. まとめ
- 2 日目：1. lwIP を使った WIFI の実習 2
2. telnet モニター対応
3. telnet モニター最適化
4. lwIP を使った WIFI の実習 3
5. まとめ

このコンテンツには、通信講座の新基礎 3 と親和性を高めるため、TEB003+PICO を使った新基礎 3 コンテンツを追加しています。写真は、このコンテンツ用に開発した LCDJOY シールドを TEB003 ボードに載せ、デモ表示を行ったものです。



教育 WG では、2022 年 4 月 8 日に基礎 1, 2, 3 セミナーの通信教育講座を開設しました。「自宅で組込みソフトウェア開発を学べる」をコンセプトに講座を開講しております。開講以後、27 名の方から受講申し込みがあり、そのうち、9 名の受講者は新基礎 3 セミナーまで修了されました。また、通信教育講座 FAQ では、受講者の種々の質問に対応しております。通信講座の案内は以下の URL で行っています。

<https://www.toppers.jp/edu-base.html>

第 14 回 TOPPERS 活用アイデア・アプリケーション開発コンテスト

TOPPERS 活用アイデア・アプリケーション開発コンテストは、TOPPERS プロジェクトの開発成果物を活用するアイデアや開発成果物を用いたアプリケーションを募集して、優秀な作品を表彰するコンテストです。昨年度実施した第 13 回コンテストでは、アプリケーション開発部門金賞「ROS 通信による ET ロボコン走行体の制御アプリケーション開発用プラットフォーム」(樋山一樹様、南山大学) を始め合計 4 件の作品が入賞しました。今年度も第 14 回コンテストを開催いたします。部門及び賞は次の通りです。

<アプリケーション開発部門>

TOPPERS プロジェクトの開発成果物を利用した、または、TOPPERS のカーネルを利用される方にとって楽しく有益なアプリケーションを募集します。使用する組込みボードや開発成果物の指定はありません。(金賞 5 万円、銀賞 3 万円、銅賞 1 万円)

<活用アイデア部門>

TOPPERS プロジェクトを楽しく、便利に活用するアイデア、さらに広く普及させるためのアイデアを募集します。アイデアのみでもご応募頂けます。(金賞 1 万円、銀賞 1 万円、銅賞 1 万円)

応募期間は 2024 年 6 月 1 日(土)から、2024 年 9 月 1 日(日)までです。応募方法の詳細、及び過去の入賞作品の紹介につきましては、以下の URL のコンテスト web サイトを参照下さい。皆様力作のご応募をお待ちしております。

<https://www.toppers.jp/contest.html>

ホームネットワーク WG の活動紹介

ホームネットワーク WG では、TOPPERS の組込み向け TCP/IP 実

装である TINET の品質向上に向けた作業を行っています。

Fuzzing テストの追加に向けた環境構築を模索しており、TINET を使った Socket API を実装し、Socket API 呼び出しを Fuzzing データからシナリオとして実行するなどの試験方法の実現に向けて作業を進めています。

テストとして通信を対向で行うためにネットワーク側の検討も必要になったため、複数のネットワーク I/F を持てるよう TINET の更新が不可避であると考えようになり、検討を進めています。ネットワーク I/F の複数化は静的経路選択の処理にも関係するため、既存の処理の調査と I/F 複数化を含めた静的 API の定義を検討しました。

また、TINET のコールバック関数でタスク切り替えが起こるようなケースでは、TINET 内の変数に不整合が発生することが発見されたため、タスク構成についても検討しました。

別の話題になりますが、ユーザーからの問い合わせで TCP のウィンドスケールオプションが TINET では未対応であることを伝えました。別のプロトコルスタックでは通信相手と齟齬があると動作不安定になる事例の連絡もあったので、今後、Fuzzing テストとして不正なセグメントの処理を確認を含めたいと考えています。

TECS WG の活動紹介

TECS WG では、毎年春と秋に合宿を行っています。今年の春は、湯河原の おん宿 恵 と、ネットによるハイブリッドで開催しました。オフライン 8 名、オンライン 1 名と、今年も多くの方に参加いただきました。4 年ぶりにオフラインで開催でき、直接会話ができたことのメリットを改めて感じました。

さて、今回は、以下のような内容について、議論を行いました。

- (1) TOPPERS/HRMP3 及び時間パーティショニングの TECS 対応
- (2) コア間通信のための TECS CDL、トランスペアレント RPC の拡張提案
- (3) TECS 向け PubSub 通信フレームワークの構築
- (4) 非同期メッセージ通信のプログラミングモデルについて
- (5) TECS の Rust 対応

(1) は、時間制約を TECS CDL ではなく、JSON で記述することとし、TECS CDL から生成されるクラス情報と合わせてグラフィカルに時間パーティショニング設計を確認できるようにしました。TECS CDL はメモリ空間を制御する記述は容易ですが、時間制約を扱うのには向かない性質があります。これらの統合が、引き続いたの課題となります。

(2) は、改めてマルチコアの使用方法を整理するとともに、セル間の呼出しで、一律にトランスペアレント RPC(リモート呼出し) を用いるよりは、直接呼出しを用いる方が効率がよい場合が少なくなく、直接呼出しを指定できる TECS CDL の記述を提案しました。

(3) は、容易に PubSub 通信を導入できる フレームワークおよびプラグインとして秋合宿で提案したものについて、実装し動作検証しました。非コピーの実装を実現し、同一ホスト内で通信量によらず一定時間で多対多の PubSub 通信が実現されることを確認しました。

(4) は、PubSub のような非同期通信では、受信側が受け口から受信する RPC の形式だけではなく、呼び口から受信したいことが多くなることについての提案です。TECS CDL の拡張を含め、引き続き検討します。

(5) は、セルを static な構造体として定義することとしたことで Mutex が過剰になる点について、議論を行いました。今後フロー解析を行うことで、過剰な Mutex をとりやめる方針を検討します。今後とも、いろんなアイデアで TECS を進化させていきます。ご興味をお持ちの皆様、ぜひ TECS WG の活動にご参加ください。お待ちしております。

TOPPERS カンファレンス 2024 のご案内

TOPPERS カンファレンス 2024 は、6 月 28 日（金）に大田区産業プラザ（PiO）とオンラインとのハイブリッドで開催します。

大田区産業プラザ：東京都大田区南蒲田 1-20-20

<https://www.pio-ota.net/access/>

特別講演として、東京工業大学の原 祐子氏による「組込みシステムへのサイドチャネル攻撃とその対策」及び株式会社日立製作所の吉村健太郎氏による「自動車ソフトウェア開発への生成 AI 活用」の 2 講演を企画しております。

ハイブリッド想定ということで、今年も 1 ストリーム構成とし、TOPPERS に関連した話題を多く取り上げる予定です。高田会長による基調講演、箱庭 WG をはじめとした活発な活動・最新技術の紹介などの企画を進めています。

皆様と会場でお会いできるのを楽しみにしております。

<https://www.toppers.jp/conference.html>

TOPPERS プロジェクト第 22 回通常総会

TOPPERS プロジェクト第 22 回総会は、6 月 28 日開催の TOPPERS カンファレンス 2024 と同日に、同じ大田区産業プラザにて開催予定です。事前にご質問・ご意見などをいただいた上で議決権行使書または委任状をご提出いただくことになっています。正会員の皆様のご協力をお願いします。

EdgeTech+West 2024 に出展します

TOPPERS プロジェクトは、昨年に引き続き、7 月 11 日（木）12 日（金）にグランフロント大阪コングレコンベンションセンターで開催される EdgeTech+West 2024 に出展します。

関西以西の皆様にお会いできる重要な機会として位置付けておりますので、TOPPERS ブースにぜひお立ち寄りください。皆様のご来場をお待ちいたしております。

<https://www.jasa.or.jp/etwest/>

ROSConJP2024 に出展します

9 月 25 日（水）に東京都立産業貿易センター 台東館で開催される ROSCon JP 2024 に、TOPPERS プロジェクトはブロンズスポンサーとして協賛します。ROSCon JP は、ロボット開発プラットフォームである ROS（Robot Operating System）に関する開発者会議の日本版です。TOPPERS プロジェクトとして ROS コミュニティに貢献している内容として、箱庭他の機器展示を行う予定です。ROSCon JP 2024 のプログラムや参加申込み方法などの詳細は、Web ページをご参照ください。

<https://roscon.jp/>

SWEST26 のご案内

SWEST（Summer Workshop on Embedded System Technologies）

は、昨年に引き続き以下の日程でハイブリッドにて開催します。

日程：8 月 29 日（木）～30 日（金）の 2 日間。現地会場は下呂温

泉水明館（岐阜県下呂市）です。ただいま、SWEST 実行委員会により、企画の具体化が進行中です。

SWEST は、主に若手の大学の研究者や学生、企業の技術者が全国から集まり、組込みシステムについて徹底的に議論することを目標に掲げたワークショップです。例年約 150 名の研究者・技術者にご参加いただいています。TOPPERS プロジェクトは共催し、運営面での支援をしています。

温泉宿での一泊二日の議論の場という特色を生かしつつ、いかに議論を盛り上げていくか、数年間のハイブリッド開催実績を踏まえて様々なツールやノウハウを駆使し、企画を進めております。

詳細は、以下のウェブサイト順次情報公開してまいりますので、ぜひチェックいただき、ご参加ください。

<https://swest.toppers.jp>

参加のお誘い

TOPPERS プロジェクトでは、プロジェクトの趣旨に賛同してくださる方のご参加をお待ちしています。

NPO 法人の会員には、主に団体を対象とした正会員と、個人を対象とした準会員に加えて、プロジェクトに貢献していただける教育機関・公的機関・非営利団体・個人で会費を支払うことが難しい方を対象とした特別会員の制度を用意しています。

TOPPERS プロジェクトに何らかの形で貢献されたい方、プロジェクトで開発したソフトウェアをお使いの方、プロジェクトに興味をお持ちの方は、是非入会をご検討ください。

会員の種別			
会員の種別	資格	入会金	年会費
正会員	団体	110,000円	110,000円
	個人	22,000円	22,000円
準会員	個人	5,500円	5,500円
特別会員	プロジェクトに貢献があると認められる教育機関・公的機関・非営利団体・個人	なし	なし

お問い合わせ先

TOPPERS プロジェクトに関するご質問や入会の申込みは、下記事務局宛にお願いします。また、プロジェクトのウェブサイト（<https://www.toppers.jp/>）には、活動の詳細を紹介する資料を置いていますので、ぜひご参照ください。

編集後記

ニュースレターに最後までお付き合いいただき、ありがとうございました。これから TOPPERS カンファレンス 2024 や EdgeTech+West2024 など、多くのイベントが続きます。皆様にお目にかかれるよい機会となりますことを期待しております。

Copyright (C) 2000 - 2024 by TOPPERS Project, Inc. All Rights Reserved.

NPO 法人 TOPPERS プロジェクト

<https://www.toppers.jp/>

〒104-0042 東京都中央区入船 1-5-11 弘報ビル 5F

一般社団法人組込みシステム技術協会内

TEL (03)6275-2981 Email: secretariat@toppers.jp

※“TOPPERS”および TOPPERS プロジェクトのロゴは、TOPPERS プロジェクトの登録商標です

※TRON は“The Real-time Operating system Nucleus”の略称、ITRON は“Industrial TRON”の略称、μITRON は“Micro Industrial TRON”の略称です。

※本文中の商品名およびサービス名は、各社の商標または登録商標です。