

ロボット位置情報管理システムの構築

その1 システム概要

石沢 治^{*1}・大黒 雅之^{*2}・森田 尚^{*3}・福山 牧男^{*4}・柳本 貴司^{*5}

Keywords : robot, location, signage, monitoring, VR, IoT

ロボット、位置情報、サイネージ、モニタリング、VR、IoT

1. はじめに

2023年11月から当社技術センターにおいて見学者の案内等を行うサービスロボットの運用が開始された。サービスロボットの運用開始にあたり、施設の屋内外でのロボットの現在位置と各種状態をモニタリングし、その情報をネットワークで送受信してVRディスプレイに3次元マップで状況表示するロボット位置情報管理システムを構築した。本報では構築したシステムの概要を報告する。

2. モニタリングサイネージと管理用アプリ

ロボット位置情報管理システムのシステムアプリとして管理用PCアプリを開発した。合わせてその機能の一部をモニタリングサイネージとして技術センターのエントランスホールにて展示中である(図-1)。



図-1 エントランスホールのサイネージ展示(写真左)

Fig.1 Signage display in the entrance hall (left side of photo)

*1 技術センター 先進技術開発部 次世代建設技術開発室

*2 技術センター 先進技術開発部

*3 技術センター 技術企画部

*4 技術センター 技術企画部 企画室

*5 営業推進・ソリューション本部 O&Mビジネス推進部

3. システムの特徴

3.1 BIMモデルの3D空間で立体的な現在位置表示

サービスロボットの現在位置表示はBIMモデルの3D空間内にロボットを3Dモデルで表示し、各施設の各フロアの立体的構成およびロボットの現在位置が立体的に表現できるモニタリングライブVRシステムとした。BIMモデルは各階毎にスライス表示される(図-2)。

3.2 屋内と屋外および各ロボットの座標

ロボットは敷地内を屋内から屋外まで移動する。モニタリングサイネージに各ロボットの現在位置を正しく表示するためには屋内使用のLiDARも屋外使用のRTK-GNSSも同じ座標系で表現される方が分かり易い。各ロボット自身の位置座標も全体共通の座標系で表現される方が分かり易い。全ての座標を施設敷地の全体座標系に変換統合しBIMモデルの3D空間に各ロボットの現在位置をリアルタイムにライブVRで表示した。

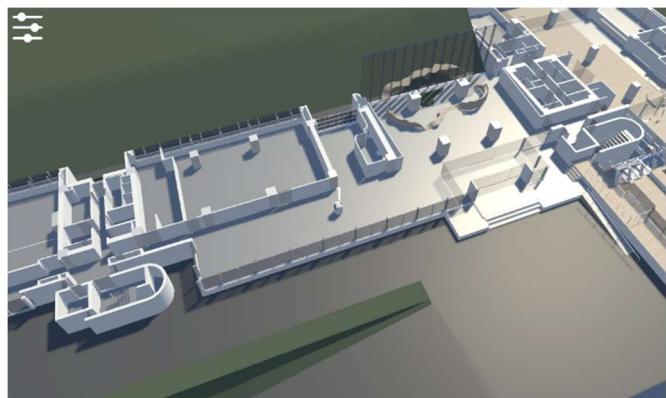


図-2 BIMモデルの3D空間で立体的な現在位置表示

Fig.2 Display current position in 3D space of BIM model



図-3 リアルタイムにステータスをライブ表示。イベント開始時はロボットがハイライトされる。

Fig.3 Real-time status is displayed live. Robots are highlighted when an event starts.

3.3 ステータス・イベントのエフェクト表示

ロボットの現在位置のライブVR表示とともにロボットの現在の状況、仕事、バッテリーなどのステータス情報もリアルタイムに報告され表示される。ステータスは文字情報に加えピクトグラムでも表示される。仕事を開始すると報告されハイライト表示される(図-3)。またVRディスプレイの3次元マップ上でアニメ付きエフェクトでも表示される。ドアを開閉して通る、エレベータで昇降移動する、プロジェクターを投影するなどがエフェクト付きで表示される(図-10)。

3.4 ライブVRカメラでロボット追跡

モニタリングサイネージは操作を少なくするため自動的に巡回表示する方法を採用した。ロボットの現在位置にズームインして追跡しつつ一定時間の間表示した後に上空にズームアウトして俯瞰した後に次のロボットへズームインする。全てのロボットを一巡した後は上空から俯瞰し全てのロボットの全体配置を表示する。これらを自動的に繰り返す(図-4)。また同時に開発した管理用PCアプリは自由に好きなタイミングで操作しロボットを選択して追跡する方法を採用了。

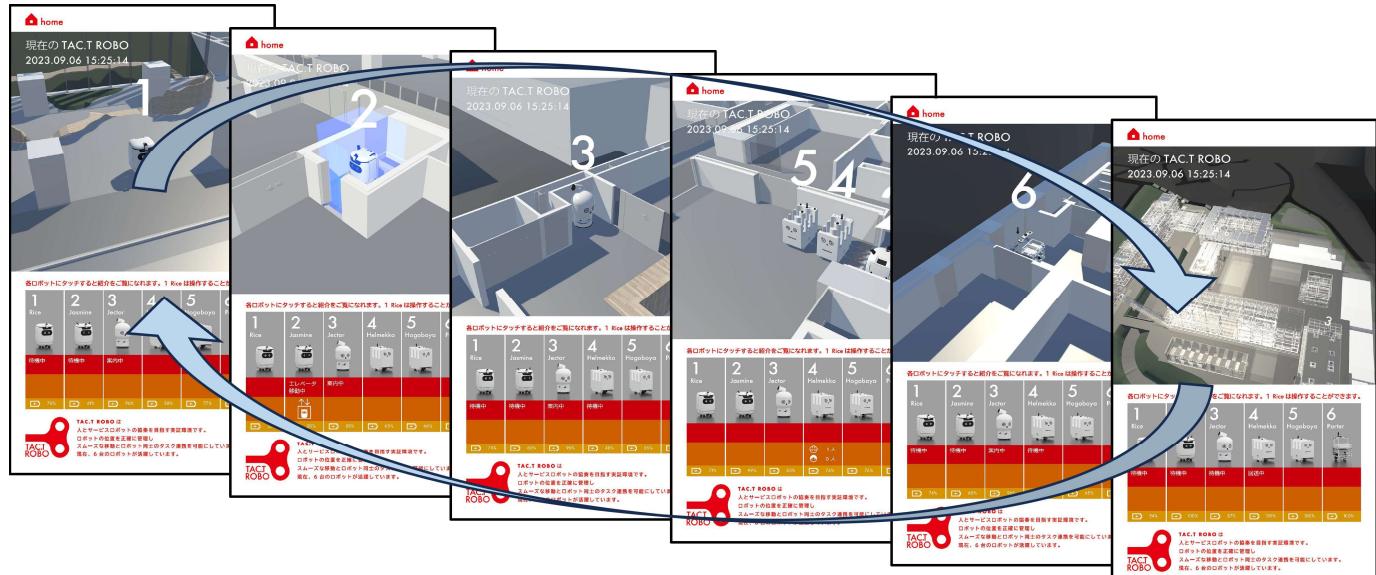
図-4 ロボット位置を順番に追跡する
Fig.4 Tracking the robot position in sequence



図-5 ボタンで全体俯瞰マップ表示
Fig.5 Tap to display the whole map

1 Rice

2 Jasmine

3 Jector

4 Helmekko

5 Hogoboya

6 Porter

図-6 ロボットの紹介ページ
Fig.6 Robot introduction page

3.5 モニタリングサイネージのボタン操作

モニタリングサイネージには操作ボタンが配置されておりインタラクティブな機能も提供している。Home画面のVRディスプレイには俯瞰表示用のボタンが配置されており、タップすれば自由に好きなタイミングで全てのロボットの現在位置が一望できる全体俯瞰マップがライブVR表示される。(図-5)。また、画面下部のロボット姿図-1~6をタップすると対応するロボットのページに遷移し、それぞれのロボットの役割が紹介される(図-6)。また、1. Rice ページは展示物の説明や会議室まで来訪者を案内するページに遷移できる。

3.6 管理用PCアプリのVRカメラ操作

モニタリングサイネージではカメラは決められた時間に自動的に巡回する方法を採用したが、モニタリングサイネージと並行開発した管理用PCアプリではVRカメラをボタン操作してVR空間内を移動することを可能とした。矢印ボタンで旋回および上下移動が可能。+ボタンでズームイン、-ボタンでズームアウト。キーボードのキーでも同様の操作が可能。数字キーで各階の3Dモデルが表示される。またサイネージ同様に建物施設を半透明表示することで建物の影や屋内の各フロアにいるロボットの位置も確認できる(図-7)。

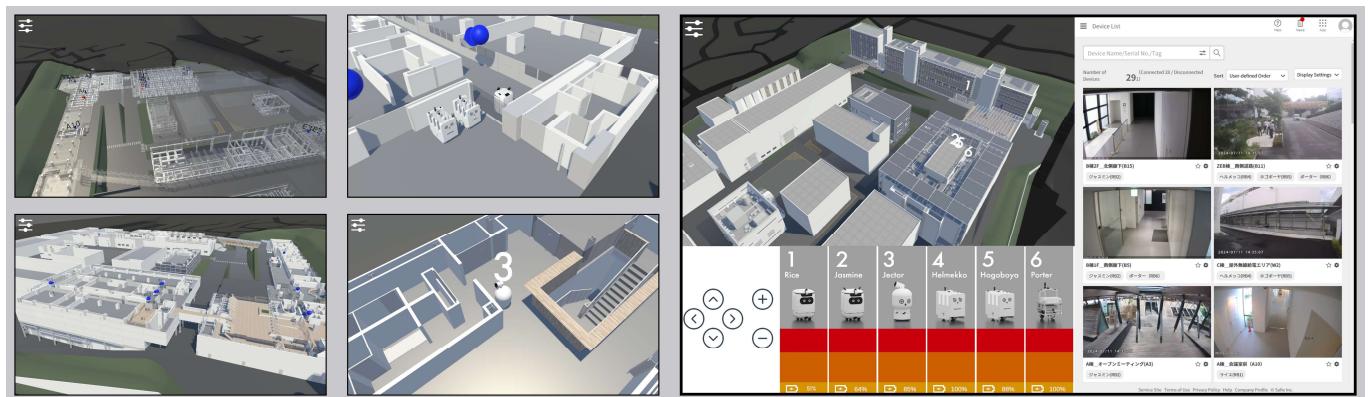


図-7 管理用PCアプリの画面
Fig.7 Management PC app screen

3.7 実写の監視カメラを併用

管理用 PC アプリでは実写カメラを併用することで実用性を高めた。実写の監視カメラ映像は実際の状況を確認する上で役立つ。BIM モデルでは周囲を含めた実際の状況が分りづらい部分があるが、実写の監視カメラ映像を併用することで実際の状況が確認ができる（図-7、図-8、図-9）。



図-8 管理用 PC アプリ：実写の監視カメラを併用

Fig.8 Management PC application: Use live surveillance

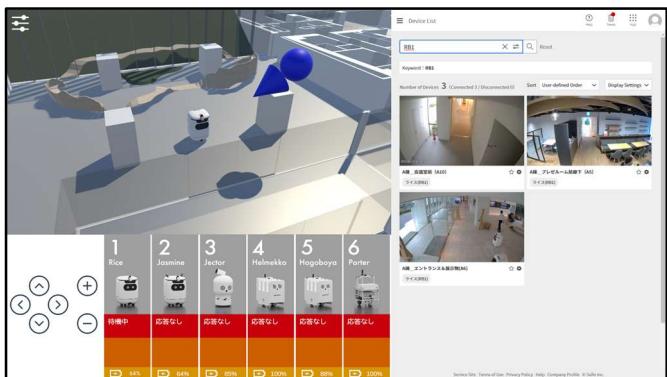


図-9 走行ルート近辺の監視カメラに自動的に切替わる
Fig.9 Automatically switches to security cameras near the route

3.8 ヘルメット装着状況表示

敷地内にはヘルメット装着必要ゾーンがある。そのゾーン内でヘルメットを被るよう促し発話する機能をロボットに搭載して未装着者の人数を表示した（図-3）。

3.9 複数メーカーのロボットの統合表示

別々のメーカーのロボットは概ねお互いの互換性が無く、コントロールする言葉が異なる場合が多い。ロボットから現在位置情報や各種ステータスを得る場合でもメーカーによって言葉が異なる。このため各ロボットの言葉を共通語に翻訳して送りステータスをライブ表示させた。また複数のロボットの座標系を統合し整合性を持たせた。

3.10 RoboHUB 連携とエフェクト表示

当社開発のロボット統合管制プラットフォーム「RoboHUB」と連携した。ロボットがエレベータ前に到着すると RoboHUB がエレベータを呼び出しドアが開きロボットがエレベータに乗り上下階へ移動する。同様に建物のドア前に到着すると RoboHUB がドアを開き通過後にドアを閉める。また、その建物設備との連携の様子をモニタリングサイネージにアニメ付きエフェクトでライブ VR 表現した（図-10）。

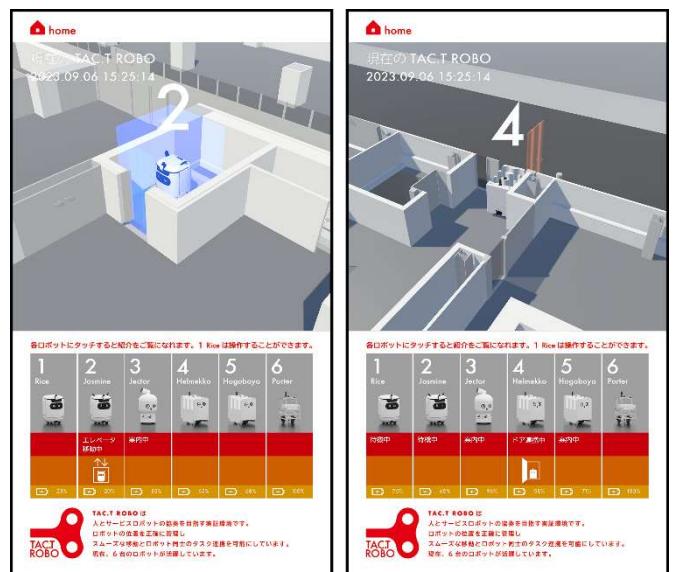


図-10 RoboHUB 連携の様子：ELV 連携とドア連携
Fig.10 RoboHUB : ELV integration and door integration

4. まとめ

今後は運用しつつロボットの耐候性、耐熱性、LiDAR、RTK-GNSS、参照マップ、ネットワーク等の運用データを収集しロボットから得られるステータスの種類を増やすなど改善を進め、より堅牢なシステムを目指す。またロボットが増えた場合や走行ルートが変更された場合などの状況の変化にスピーディーな対応ができるように運用性の向上を目指す。さらにロボット以外の他の IoT 機器のステータスなどのライブ表示にも幅を広げていく。日本の人工衛星“みちびき”が打ち上げられ増える度に RTK-GNSS の性能がどのように向上するかも確認していく。

参考文献

- 1) 石沢治、大黒雅之：「ロボット位置情報管理システムの構築 その1 システム概要」、日本建築学会大会学術講演会研究発表梗概、2024.