

“Ville-feuille”ロボット移動支援サービスの複数ロボット統合管理機能

Integrated Management Function for Multiple Robots for Robot Mobility Support Service with “Ville-feuille”

*三菱電機ビルソリューションズ(株)

要 旨

三菱電機ビルソリューションズ(株)(MEBS)は、ビル内でのロボットの円滑な縦・横移動を支援するため、エレベーター連携機能や、入退室システム連携機能などを実装した“Ville-feuille”ロボット移動支援サービスを提供してきた。

今回、警備、清掃、搬送など複数種類のロボットが導入される大規模ビルで、ロボットの維持管理を担うビルオーナー、ビル管理者向けに、当該維持管理業務の負荷を軽減するための機能として、“ロボット管制機能”(Ville-feuilleで管制することでビル内のロボットの効率的かつ安全な平面移動を支援)と、“ロボット統合監視機能”(Ville-feuilleの画面にロボットの位置や状態を表示し、ロボットの業務状況や異常有無を監視)を開発した。

1. ま え が き

少子高齢化やビルの大型化、高層化などを背景に、ビル管理業界でも警備・清掃などの労働力不足が課題になり、ロボットで代替する動きが加速するなど、業務の省力化が求められている。また、ロボットが効率良くビル内を移動できる環境の実現が不可欠になってくる。今後ロボットが担う業務の拡大や利用推進によって更なるロボット導入台数の増加が見込まれるが、ビル内で複数種類・複数台のロボットを同時に運用するには様々な課題が考えられる。

- (1) 各々自律的に移動するロボット同士の衝突によるロボットの損傷
- (2) 狭い通路や交差通路でのロボット同士の対面での膠着(こうちゃく)による稼働効率の低下
- (3) 監視対象のロボット種別や台数の増加による管理者の監視業務の煩雑化や負荷の増加

これらの新たな課題に対応するため“ロボット管制機能”と“ロボット統合監視機能”を開発し、ビル内でのロボットの安全かつスムーズな運行と、複数種類・複数台ロボットの一元的な統合監視を提供し、サービスの付加価値を向上させる(図1)。

本稿では、今回開発したロボット管制機能とロボット統合監視機能について、その特長を述べる。

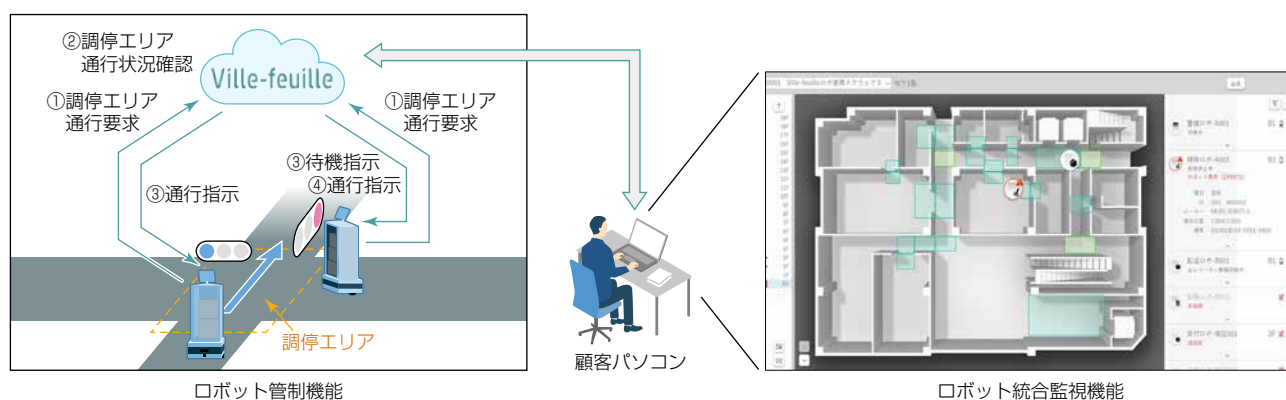


図1-今回開発した機能のイメージ

2. Ville-feuilleロボット移動支援サービスの構成

図2に、Ville-feuilleロボット移動支援サービスに関連する設備、ロボット、システムの構成を示す。ロボット移動支援サービスはビル設備とロボットとの仲介役として、ロボットの移動、ビル設備の利用を支援する役割を担う。今回の開発で効率的なロボット移動、一元的な統合監視機能を実装することで、ビルオーナー、ビル管理者の負荷軽減を実現する。

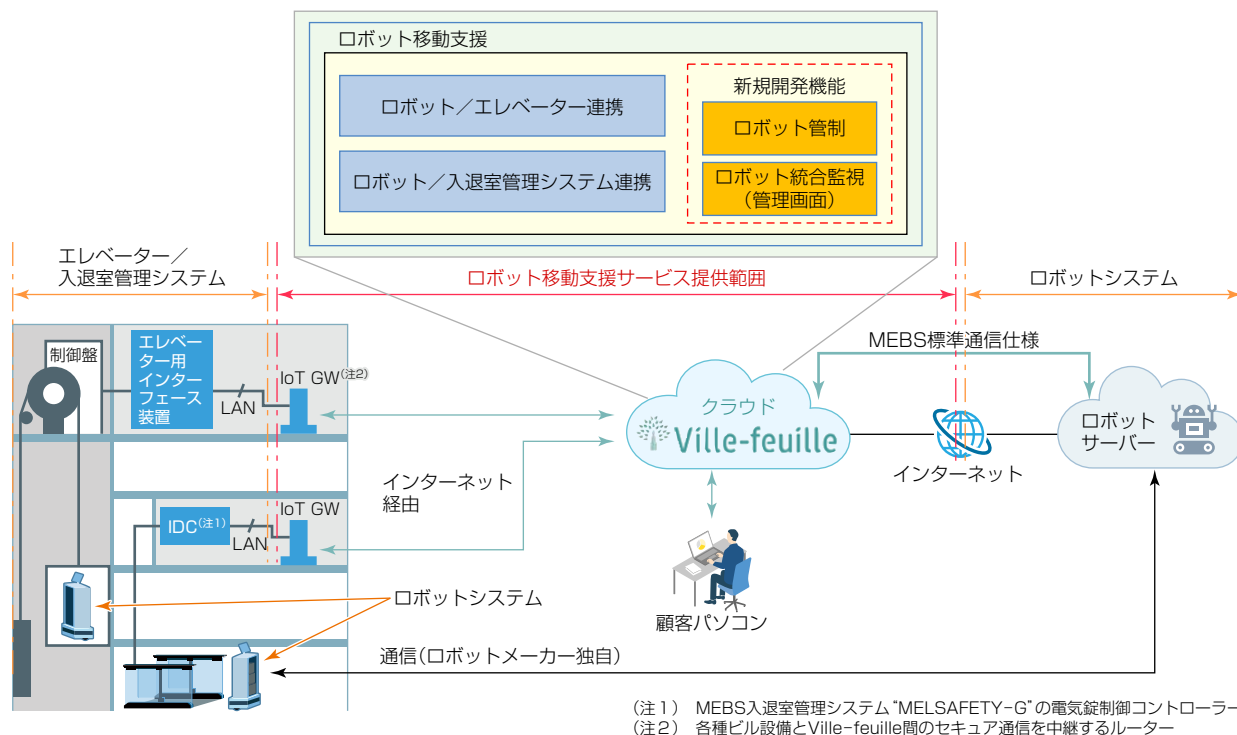


図2 - Ville-feuilleロボット移動支援サービス構成図

3. ロボット活用推進による課題への対応

この章では、今回開発したロボット管制機能とロボット統合監視機能の課題についてそれぞれ述べる。

3.1 ロボット管制

複数台、複数メーカーのロボットを同じ階で運用する際、狭い通路や交差通路で、ロボット同士の衝突や対面膠着による稼働効率低下は避けて通れない課題になる。これを解消するには、狭い通路や交差通路でロボットの通行順を制御する管制が必要になる。今回開発したロボット管制機能では衝突や対面膠着のリスクが考えられる狭い通路や交差通路を“調停エリア”として設定し、調停エリアへのロボットの進入の可否、通行の待機・優先順位をロボット管制機能が判断し、通行指示を出すことによって円滑なロボットの移動を支援し、1章に述べた課題を解決してロボットの稼働効率向上に寄与する（図3）。

調停エリアには出入口となるポイントを複数設定できる。ただし、調停エリアへ進入できる入り口は一度に一つだけを許可する。ロボットは調停エリアのどの入り口から進入するかを通行要求としてVille-feuilleに送信する。これを受信したVille-feuilleは、各入り口に通行要求を出した順にロボットを並ばせて、進入を許可した入り口の先頭にいるロボットにまず通行指示を出す。その後同じ入り口に並んだ順にロボットに通行指示を出していく。その入り口で通行指示が出るのを待っているロボットが存在しなくなるか、一定時間ごとに通行を許可する入り口を切り替えることで、異なる入り口からのロボットの同時進入を防ぎ、衝突や膠着を回避する。

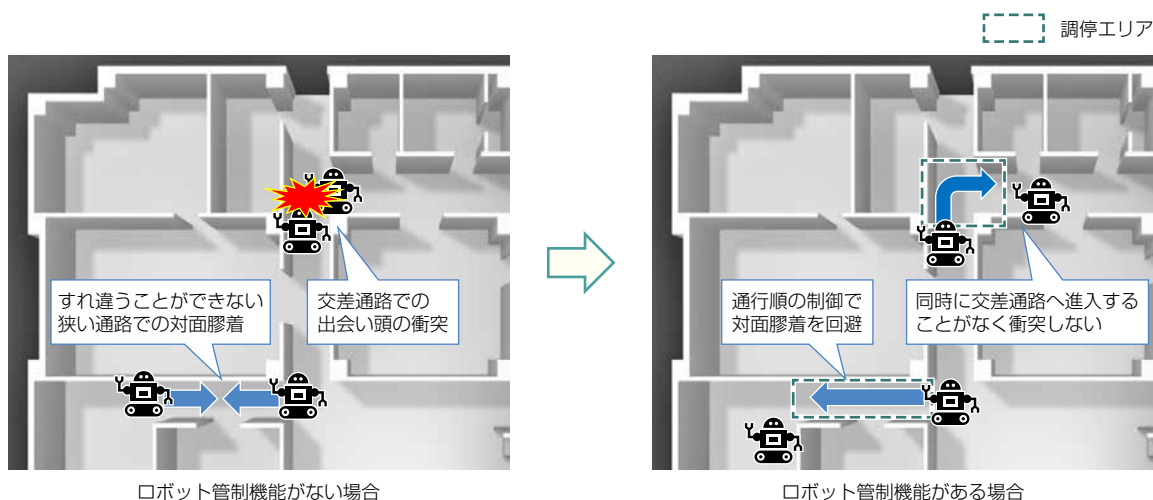


図3 - Ville-feuilleのロボット管制のイメージ

調停エリアの各入り口に並ぶロボットの中に、警備ロボットなど仕事の重要度の高い役割を担うロボットが通行要求をVille-feuilleに送信した際、調停エリアの通行が遅れて緊急の対応が間に合わないことが想定される。こういった課題を解消するため、ロボット管制機能では各ロボットの管理情報に“優先度”を設定可能にした。Ville-feuilleが進入を許可する調停エリアの入り口を切り替える際、通行要求を出して各入り口で待機している全てのロボットの情報を確認し、最も優先度の高いロボットが待機している入り口の処理を優先的に実施する。これによって優先度の高いロボットが仕事の対応に遅れる事態を軽減できる。

Ville-feuilleは図4に示すような連携によってロボット同士の通行制御を行う。

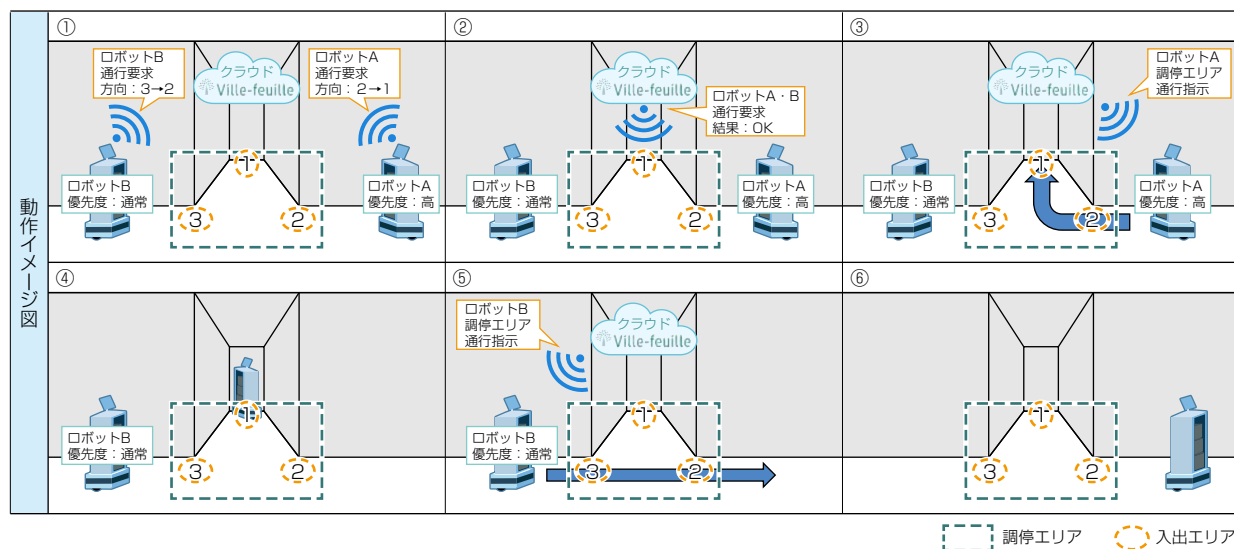


図4-ロボット管制の流れ

- ①ロボットが調停エリアを通行する際、Ville-feuilleに対して、通行要求をそれぞれ送信する。
- ②Ville-feuilleは通行要求の結果を通知し、許可の通知を受けたロボットは待機場所で待機する。
- ③通行可能になったタイミングでVille-feuilleは、優先度の高いロボットが待機している入り口の先頭にいるロボットに、先に調停エリアの通行指示を送信する。
- ④調停エリアの通行指示を受けたロボットは、調停エリアを通行する。
- ⑤後続のロボットが待機するほかの入り口の制御に切り替える。
- ⑥調停エリアの通行指示を受けたロボットが、調停エリアの通行を完了する。

また、ロボットの通行量が多い調停エリアでは、進入できるロボットを1台に限定すると稼働効率が低下する要因になる。そのため、事前にロボットの速度調査などの結果から、追越しや衝突の問題がないと判断された場合、複数のロボットが順次同じ入り口から調停エリアの通行を開始できるように設定を可能とした。また、調停エリア内にロボットが想定していない物体が置かれた場合などに、ロボットが通行に失敗することがある。こうした場合、Ville-feuilleは該当の調停エリアをほかのロボットに通行させない状態にする。通行に失敗したロボットは“救出待ち状態”として、事前に登録されたメールアドレスに、ロボットが調停エリアの通行に失敗して救出待ち状態である旨のメールを送信する。このようにロボットが通行に失敗しても、迅速に担当者が救出できる仕組みも実装した。

3.2 ロボット統合監視

従来のロボット監視機能はロボットメーカー独自で提供する形態が主流で、ビルオーナー、ビル管理者は、ビル内で稼働する複数メーカー、複数種類、複数台のロボットに対して別々の手段で監視することになるため、監視業務負荷が高くなる。Ville-feuilleでは、これらの管理業務の課題を解決するため、ビル設備で稼働する複数メーカー、複数種類、複数台のロボットを統合的に監視するためのロボット統合監視機能を開発した。

グラフィック表示画面では、ビルのフロア図にロボットの座標位置をアイコン表示することで、ロボットの現在位置や状態を視覚的に把握できるようにした。ビルのフロア図、ロボットアイコンの画像は、サービス稼働後でもユーザーが自由に登録できるという、ユーザビリティを考慮した設計にしている。グラフィック表示エリアには、ビル設備やロボットが動作するために重要な各種エリア(エレベーターの乗場エリア、セキュリティドアの出入エリア、ロボット管制の調停エリア)を表示可能で、ロボットが通行しているエリアを視覚で捉えることができるため、ロボットが何をしているかを直観的に把握できる(図5)。

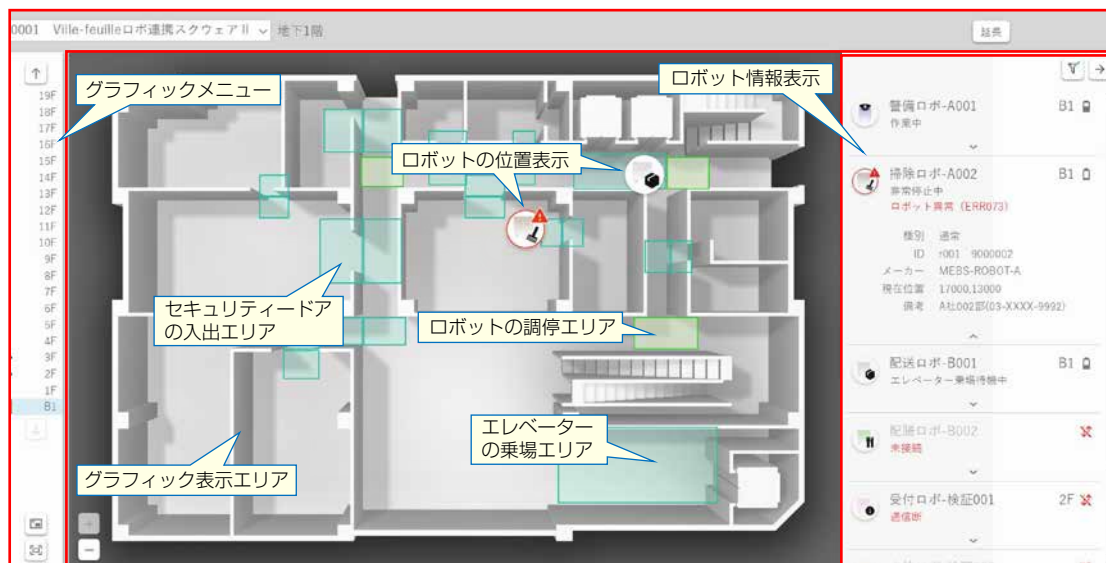


図5-グラフィック表示画面

ロボットに異常が発生した際には異常発生を視覚的に判断できるよう、グラフィックメニュー、グラフィック表示エリア、ロボット情報表示に表示する機能を開発した(異常発生を通知する機能を持っているロボットが対象)。

グラフィックメニューでは異常発生ロボットの存在する階を表示し、グラフィック表示エリアではロボットアイコンに異常発生を強調表示する。ロボット情報表示欄には異常発生したロボットから取得した異常情報(エラーコードなど)を表示する。これらによって、異常の状況、情報の速やかな把握を可能にした(図6)。

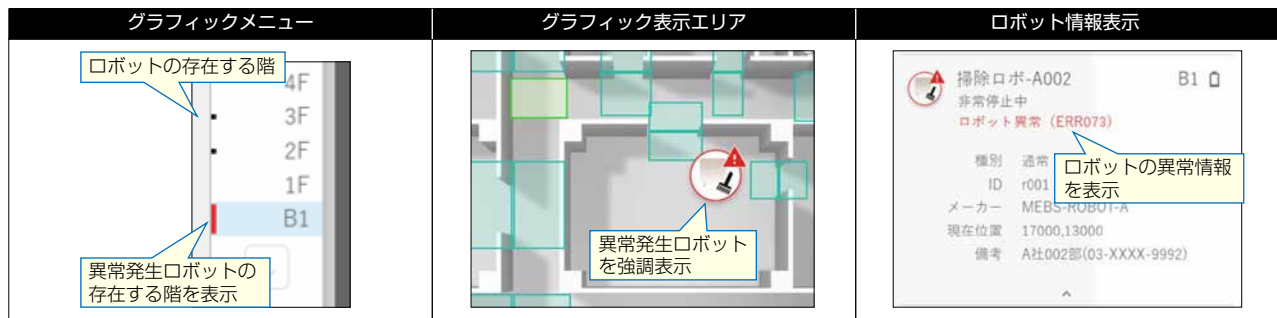


図6-ロボットの異常表示

4. む す び

ロボットプラットフォームの国内市場規模は2035年に約2,000億円と予測されており、今後ますますビル内のロボット導入は進んで、ロボットが担う業務の拡大、複数種類・複数台のロボット同時運用が増加することが予想される。Ville-feuille ロボット移動支援サービスは変化する環境に適応するサービスである。今回開発した機能は、ビル設備と複数ロボットを統合的に監視でき、大規模なビルで稼働する複数ロボットの監視業務の省力化に大きく貢献する。

今後も市場ニーズの動向を見定めて最適なソリューションの研究開発・提供を行うとともに、サービスの充実化を図って、多様なステークホルダーと共創しながら継続的に発展し、安全・安心・快適なビル空間の創造に貢献していく。

参 考 文 献

- (1) 根岸啓吾, ほか: “Ville-feuille” スマートシティ・ビルIoTプラットフォーム, 三菱電機技報, **95**, No.10, 638~641 (2021)
- (2) 浅井康久, ほか: 既設エレベーター向けロボット連携, 三菱電機技報, **97**, No.11, 4-01~4-04 (2023)
- (3) “Ville-feuille” ロボット移動支援サービスの拡充, 三菱電機技報, **98**, No.1, 4-1-01 (2024)