第10回会津大学
ロボットシンポジウム

～シミュレーションを用いた
サイバーフィジカルシステムの研究開発～

2025年5月30日

株式会社FSK

サイバーフィジカルシステムを活用した研究開発

株式会社FSK

◆ロボット事業フェーズⅣの3年間の概要

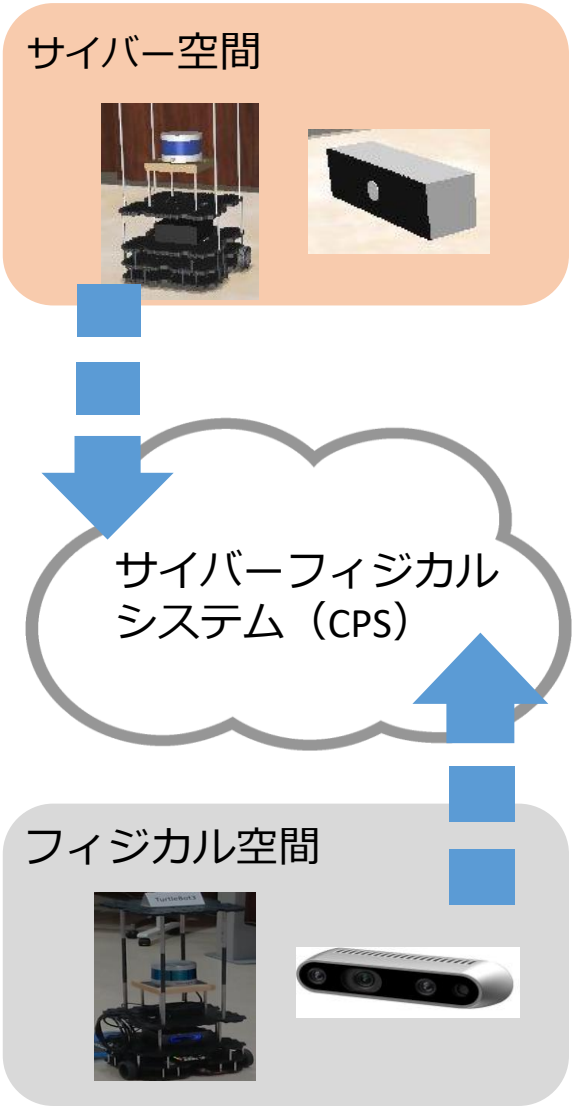
- 施設内等における人流や障害物を考慮し、自律移動ロボットが障害物との衝突リスクを低減しながら最適経路を選択するロボットナビゲーションシステムについて、サイバーフィジカルシステム（CPS）、ロボットデータリポジトリ（RDR）等の技術を用いて効率的なナビゲーションを実現する技術の研究開発及び実証

◆研究開発及び実証の方法と方針

- 外部カメラから混雑状況を移動ロボットに共有し、自律的に混雑エリアを回避し安全に目的地へ移動することを支援
- 複数のロボットの連携は実空間での検証は時間やコストがかかるためシミュレーションを活用し短期先行開発
- シミュレーションで研究開発したシステムを実機に反映し実証

◆最終目標

- 混雑状況に応じた移動ロボットのナビゲーションにより衝突リスクが小さい最適経路を選択
- ロボットが人の少ない場所を通ることで、人がロボットを回避する行動を最小限にし利用者等のストレスの軽減につなげる



© 2025 FSK Co.,Ltd.

サイバーフィジカルシステムを活用した研究開発

株式会社FSK

◆環境情報利用に関する研究開発（2024年度）

シミュレーション環境で物体認識AI（YOLOv8）による混雑状況把握システムと混雑状況に応じた経路変更システムの検討

1. ロボットの経路計画に必要な建物内の各施設や通路などの混雑状況（動的障害物の状況）を把握するシステムの検討
   - 施設等では動的障害物として「人」を扱う必要があるため、データ処理に際してはプライバシーを考慮する

2. 取得した混雑状況に応じた経路変更ができるように、移動ロボットの経路計画への反映方法の検討

© 2025 FSK Co.,Ltd.

環境情報利用に関する研究開発

株式会社FSK

1. 混雑状況を把握するシステムの検討

【概要】

通路などに設置されたカメラの画像からYOLOv8を用いて人を検出し、検出された人数と画像内のエリアの面積から混雑度を判定する。検出時はプライバシーに配慮し、画像にモザイク加工をする

【目的】

カメラ画像から人を認識し混雑場所を把握することで、自律移動ロボットが最適な経路で移動することができる。従来は混雑場所では人が避けるのを待ちロボットが停止していたが、予め混雑場所を避けることで停止動作が少ない移動ができる。また、人がロボットを回避する行動を最小限に抑えることができるようになる

© 2025 FSK Co.,Ltd.

株式会社FSK

◆システムイメージ（シミュレーション）

画像

人認識
プログラム

エリア情報と
人認識の結果

混雑状況の把握
プログラム

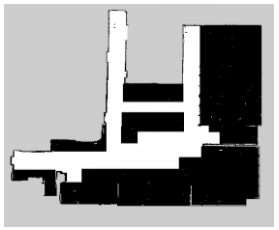
各エリアの混雑状況

エリア情報
（YAML）

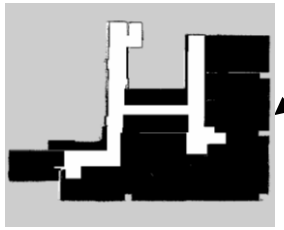
進入禁止レイヤー
更新プログラム

更新

更新前



更新後



進入禁止レイヤー

進入禁止領域：黒
進入可能領域：白

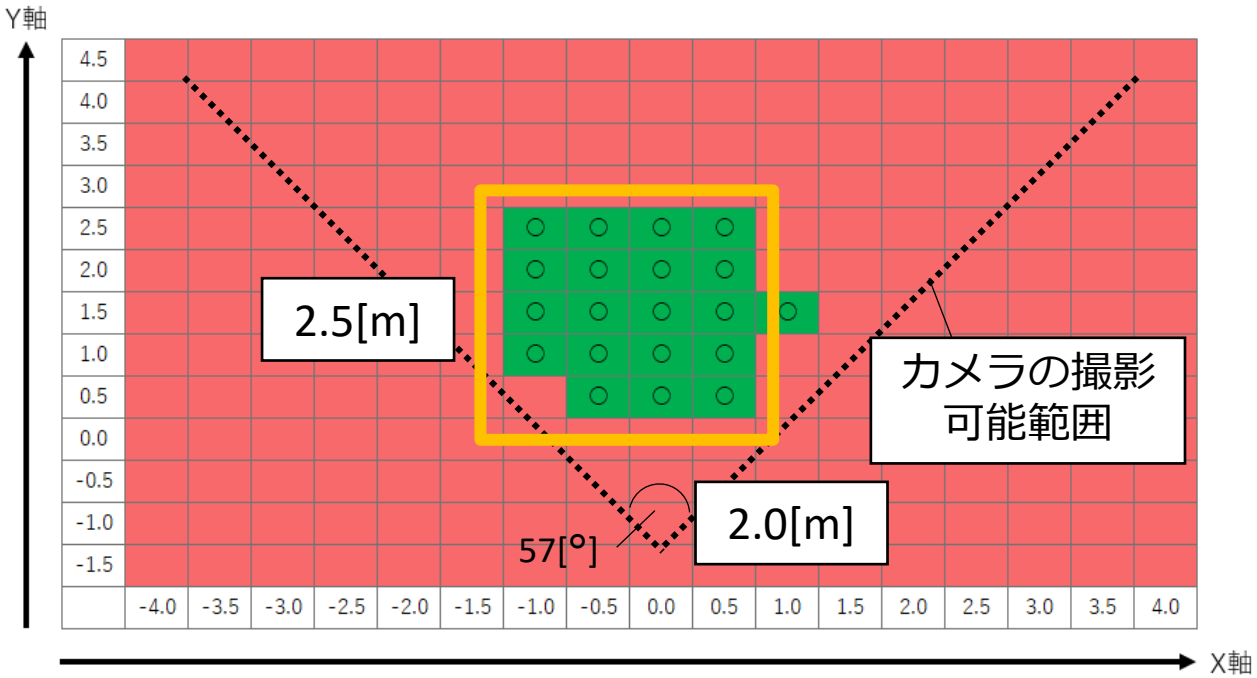
© 2025 FSK Co.,Ltd.

環境情報利用に関する研究開発

【結果】

- エリアごとの面積と人数から混雑状況を判断可能
- モザイク加工をした状態で人の認識が可能
- 画像サイズ幅: 640 × 縦: 480 [pixel] の場合、X: 2.0 × Y: 2.5 [m] の範囲が認識可能

モザイク加工したカメラ画像例
（モデルは身長1.7mの男性）



人を0.5mおきに移動させた際の
認識可能な範囲

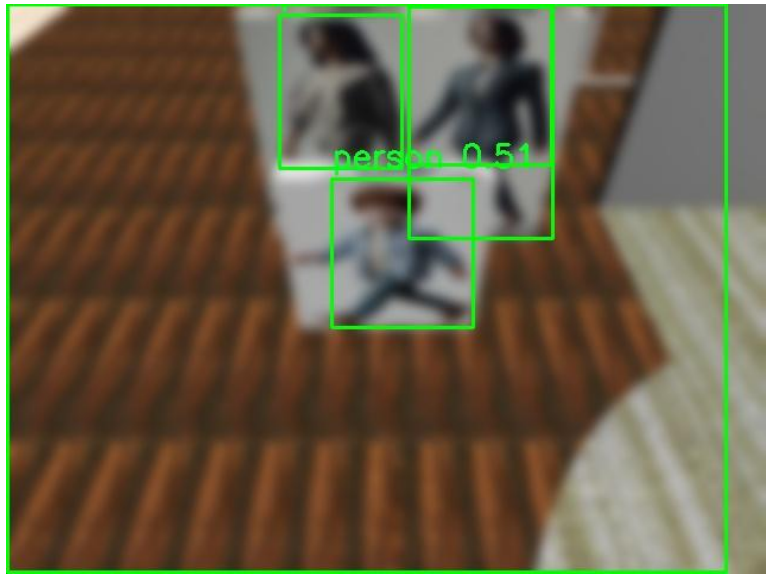
© 2025 FSK Co.,Ltd.

環境情報利用に関する研究開発

【課題】

- プライバシー保護のためモザイク加工をしているが、モザイクの強度次第では人以外を人と誤認識することがある。ぼかし処理を適用した状態でも認識精度を維持する手法の検討が必要

モザイク弱



モザイク強

© 2025 FSK Co.,Ltd.

環境情報利用に関する研究開発

株式会社FSK

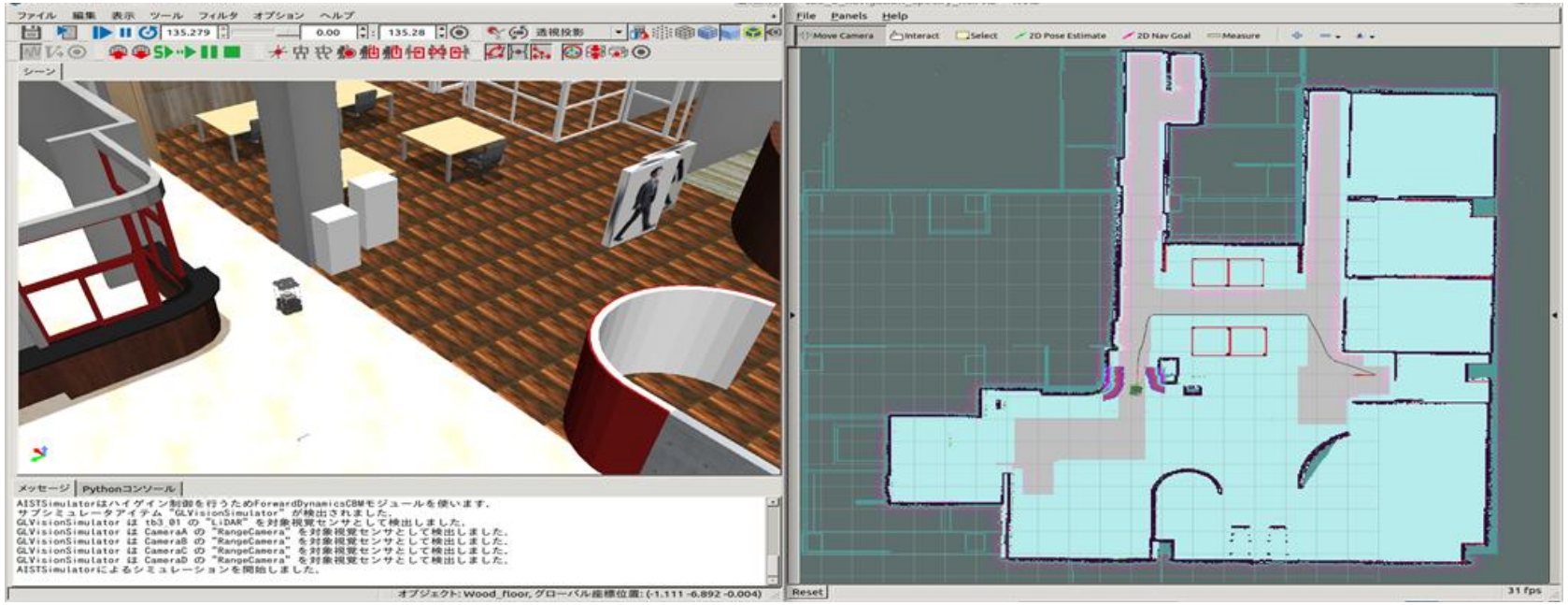
2. 混雑状況を移動ロボットの経路計画へ反映する方法の検討

【概要】

1で判定した混雑度からナビゲーションで利用する地図上の混雑場所をロボットの進入禁止領域として更新し、最新地図の再読込を行いロボットが移動可能な経路を制限する

【結果】

- ナビゲーションで利用している進入禁止地図を混雑状況に応じて更新可能
- 混雑していない経路での移動が可能

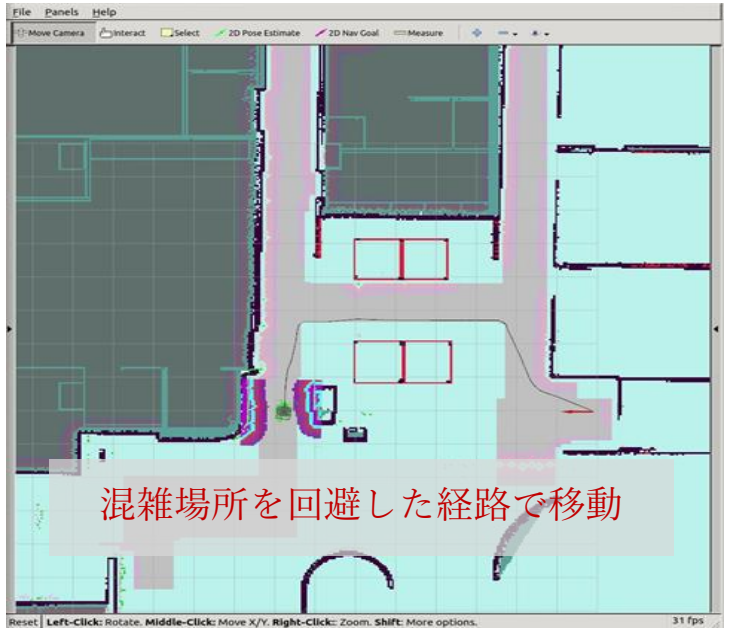


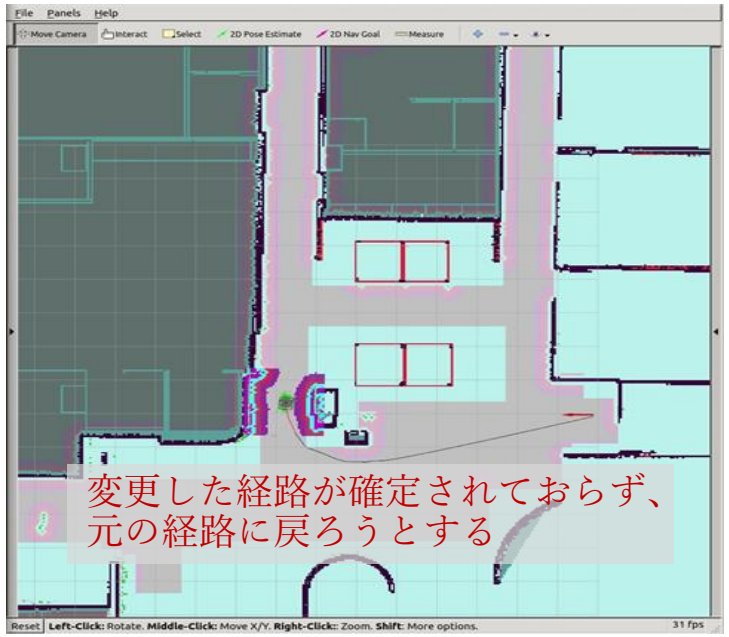
© 2025 FSK Co.,Ltd.

環境情報利用に関する研究開発

【課題】

- 混雑エリア情報を受け取ってから地図を再読込するまでに時間がかかり、ロボットが進入禁止エリアに入ってから地図が更新される
- 人がカメラの前を0.7m/s以上の速度で通った場合、人がいなくなったにもかかわらず遅れて進入禁止エリアが更新される
- 狭い通路を通っている途中で元の経路の混雑状況が緩和された場合、元の経路で移動しようとしロボットが身動きを取れなくなる





© 2025 FSK Co.,Ltd.

事業化構想

株式会社FSK

◆2025年度以降の計画

- （2025年度）本年度シミュレーションで開発したシステムを実機ロボットに反映し動作検証
- （2026年度）中規模・大規模空間などを利用した実証実験、混雑度等の情報をRDRに連携

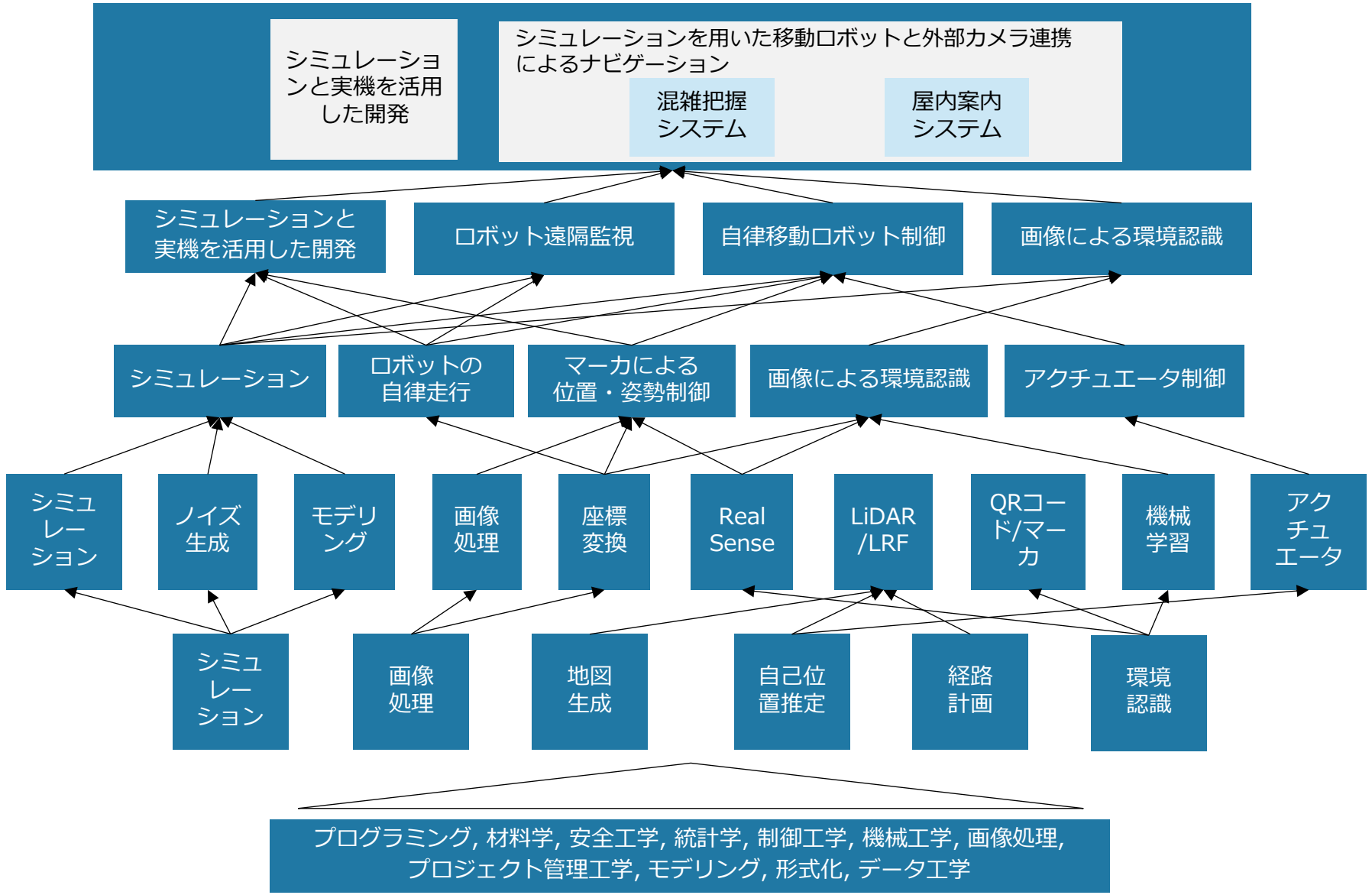
◆シミュレーションを用いた移動ロボットと外部カメラの連携によるナビゲーション

- 混雑状況に応じた屋内案内ロボットシステム

例えば、
屋内テーマパークやレストラン等では、お客様はサービスを受けにきている。
混雑状況に応じた最適経路でロボットに案内してもらうことができれば、お客様にロボットを避けてもらう必要がなくなり、サービスの質を落とさずに快適に施設を利用いただけるようになる

© 2025 FSK Co.,Ltd.

イノベーションアーキテクチャー図



© 2025 FSK Co.,Ltd.