

小型月着陸実証機SLIMの軌道設計技術



Technology for Trajectory Design of Small Lunar Landing Demonstrator SLIM

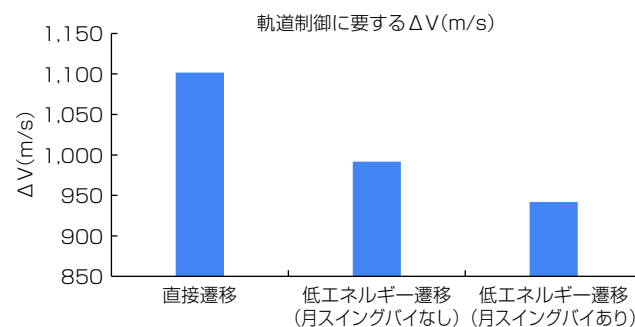
SLIM(Smart Lander for Investigating Moon) は、2024年1月20日に世界初の月面ピンポイント着陸(誤差100m以下)を達成した小型の月着陸実証機である。SLIMの特長である“軽量の月惑星探査機システム”を実現するために、月スイングバイと太陽潮汐(ちょうせき)力を活用した低エネルギー遷移軌道を設計した。月スイングバイによって、軌道制御を行うことなく、遠地点高度を月高度(38万km)から138万kmまで上昇させている。また、月スイングバイ後に深宇宙を数か月間航行することで、太陽潮

汐力を受けながら加速し、近地点高度を月高度まで上昇させている。これによって月と再会合するときの月に対する相対速度をほぼゼロにして、月周回軌道投入に必要な速度増分(ΔV : 推進消費量に対応)を削減している。設計した軌道を採用することで、従来の直接遷移軌道と比べて軌道制御に要する ΔV を10%以上削減できた。これによって搭載推進量を削減し、小型軽量の探査機システムの開発及び世界初の月面ピンポイント着陸に貢献した。

今後は、開発した軌道設計技術を活用・強化し、国際協力で推進が予定されているアルテミス計画等への参画を通して、持続的な宇宙探査活動の確立や人類の活動領域の拡大に貢献していく。



SLIMの低エネルギー遷移軌道



直接遷移と低エネルギー遷移の速度増分(ΔV)の比較

小型月着陸実証機SLIMの通信・測距技術



Communication, Range and Range Rate Measurement Technology for SLIM

小型月着陸実証機(SLIM)の打上げから月着陸後の探査ミッションに至るまで、SLIM搭載のS帯トランスポンダーは、地球とのデータ通信や地球からの位置推定を支援する役割を担っている。S帯トランスポンダーは、SLIMの受信機に到来する地上からの信号を正確に捕捉・追従し、あらかじめ定めた遅延量と周波数比率で電波を折り返し送信する。これを受けた地上側受信機で電波の往復に要した時間を測定することによる距離推定(測距)と、送受した信号の周波数差からドップラー測定による速度推定を実現している。当社はHTV(H-II Transfer Vehicle)に搭載したトランスポンダーの開発で培った捕捉・追従に必要な位相同期技術をSLIM向けに改良し、受信電力が微弱で、高速移動に伴う大きなドップラー変動が発生する環境でも安定して地上の信号を捕捉・追従するとともに、地球側の測距・速度推定に必要な周波数安定度で信号を折り返し送信することに成功した。また、SLIMがスピン運動し、搭載アンテナが地球を指向しなくなることで受信レベルが低下

するが、一定期間のレベル低下が発生しても追従の破綻を防ぎ、時間のかかる捕捉のやり直しを防ぐ制御機能を設けた。さらに、アナログ/デジタル信号変換部の高速化によって、直接S帯の電波をサンプリング可能にして、搭載アナログ部品の点数削減によるSLIMの小型化に貢献した。



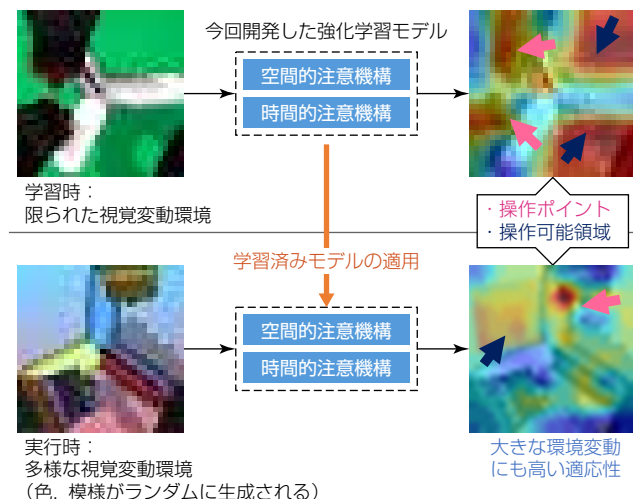
SLIM向けS帯トランスポンダー

自律走行ロボットや産業用ロボットに求められる高精度かつ高信頼な制御を実現するためには、現実世界の複雑な環境への適応能力が求められる。強化学習は、このような高度なロボット制御を可能にした強力なロボット学習手法である。しかし、従来の強化学習アルゴリズムは、視覚情報の汎化性に欠けて、大きな環境変動への適応が課題になっていた。

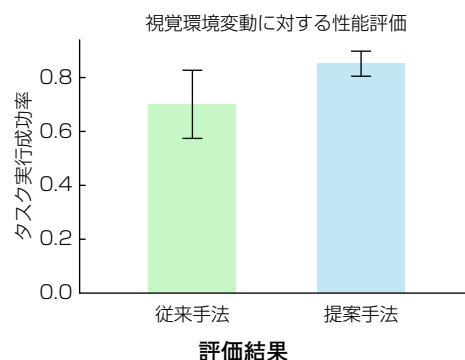
今回、視覚情報に対して空間的注意機構と時間的注意機構を統合した新しい強化学習アルゴリズムを開発した。空間的注意機構は、視覚情報内の重要な箇所に注目し、時間的注意機構は過去の視覚情報群からタスク実行に有用な視覚情報を動的に生成する。この二つの注意機構を用いることで、環境変動の影響を受けずに環境内の操作ポイントと操作可能領域を識別可能にして、高い環境適応力を持つ制御の学習を実現した。

実験では、ロボットハンドによるバルブ回転タスクを対象に、現実世界でよく見られる視覚環境変動として色変化とノイズ付与の条件下で、限定した環境変動下での学習済みモデルの性能評価を複数回実施した。その結果、従来の強化学習と比較して、タスク実行成功率(平均値とばらつき)が大幅に向上することが示された。

今回の開発によって、現実世界の環境変動に対応可能なロボットや自動化システムの実用化に貢献できる。



提案方式の概要



圧縮センシングを用いたレーダー目標検出感度向上技術

安全保障環境が変化の中で、電波を用いて早期に遠距離の目標が検出可能なレーダーの重要度は高く、より小さい・より遠い目標を検出する高感度化が求められている。今回、一般的にレーダー目標の分布は電波照射エリア内でスパースな特性と、1観測時間内での目標成分の変動は小さく、受信機雑音の変動は大きい特性に着目し、受信機雑音を効果的に抑圧するNewCS(Noise Elimination with Compressive Sensing)法を考案した。この手法では、まず、1観測時間内の受信信号を数個のブロックに分割し、スパース性を仮定した逆問題を解く圧縮センシングによってスパースな信号を復元する。次に、ブロック間で復元信号の相関及び積分を行う(図1)。これによって、変動が

小さい目標成分だけが積み上がり、変動が大きい受信機雑音は抑圧され、目標検出感度の向上が可能になる。シミュレーション検証によって、圧縮センシングによる信号復元を行わない従来の信号積分法と比較し、目標成分以外の電力レベルを大きく抑圧できることを確認した(図2)。目標検出感度の評価結果は従来比約2倍であり、これは従来の半分の面積、又は1.2倍遠くの目標が検知できることに相当する。今後はレーダーシステムや無線通信システム等その他装置の受信処理部への適用を目指す。

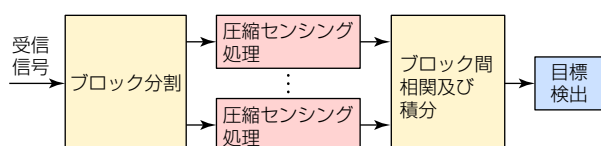


図1-NewCS法処理フロー

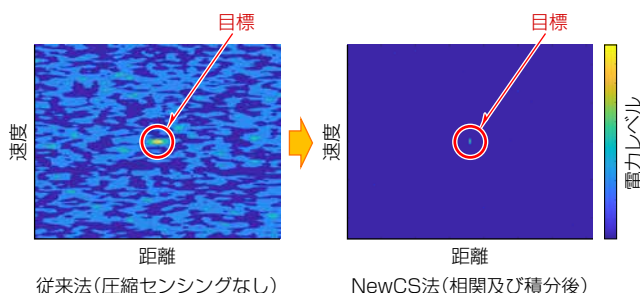
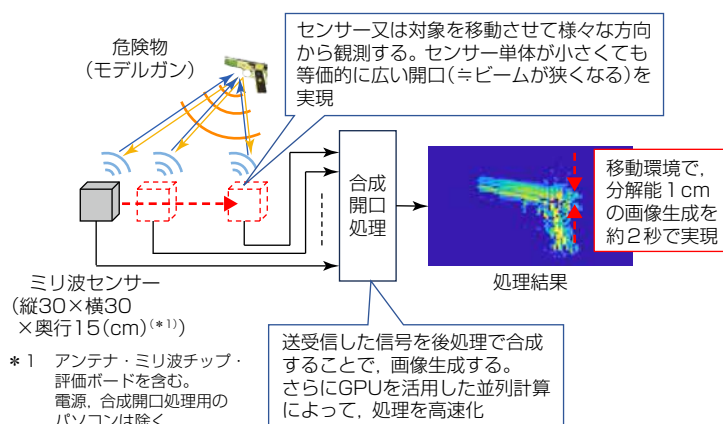


図2-信号復元結果

近年の公共空間でのセキュリティ意識の高まりを背景に、空港・駅、アミューズメント施設等で、危険物を検査する装置の導入が進んでいる。空港等に設置されているX線検査装置は人体への安全性の観点で主に手荷物検査に限定されている。また、人体に安全なミリ波を用いたボディースキャン装置の空港への導入が始まっている。しかし、高分解能イメージングを実現するには、人が立ち止まった状態で、大きなアンテナを用いて周囲360°の計測が必要であり、数分/人の検査時間を要していた。

今回、観測衛星等に搭載されており、地表面を電波でイメージングする合成開口レーダー技術を活用することで、比較的小型なセンサーかつ移動環境下でのイメージングを実現する技術を開発した。合成開口レーダー技術は、センサー又は対象物の移動に伴い、複数の方向から観測した結果を後処理で合成することで、等価的に大きな開口のアンテナを実現し、分解能を向上させる技術である。さらに、GPU

(Graphics Processing Unit)を活用した並列計算によって、処理を高速化した。モデルガンの移動環境を模擬した実験によって、分解能1cmのイメージングが約2秒で可能なことを確認した。この技術によって、人の流れを止めずに危険を検知する未来社会の実現に貢献する。



対象物の移動環境を模擬した実験状況及び処理フロー

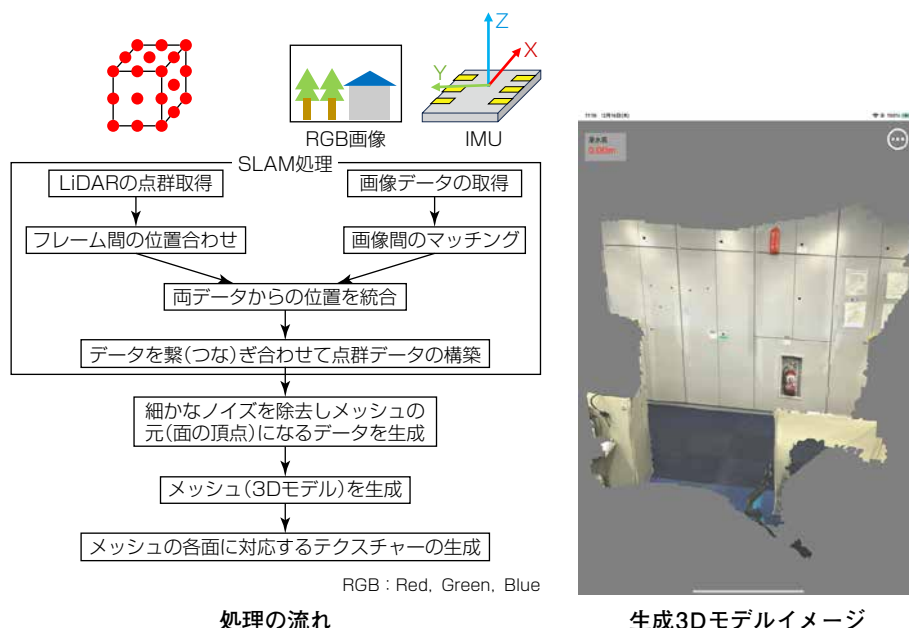
スマートフォンのセンサーを活用した三次元計測技術

水害発生時の保険金支払のためには被災度合いを把握する必要があるが、被保険者は専門的な計測装置を扱うことができず、計測者の派遣を待つ必要があった。そこで、スマートフォンに搭載されたLiDAR(Light Detection And Ranging)、カメラ、IMU(Inertial Measurement Unit)センサーを利用した自己位置推定と環境地図作成を同時に行うSLAM(Simultaneous Localization and Mapping)技術を開発し、作業者の技量によらず三次元情報を生成し、被害度合いを計測できる技術を開発した。

今回開発の技術では、SLAM技術によって画像とIMUを併用して算出したスケール情報を含む姿勢と、LiDAR点群から推定した姿勢をそれぞれ取得して、保持しておく。そして、計測時刻までの数フレームだけで生成した狭域の環境地図を参照して算出した重みを使用し、同期させた上でそれぞれの姿勢を更新することで、環境や姿勢変化に頑強な三次元情報生成を実現した。さらに今回開発の技術では、先に述べた方法で取得した姿勢情報、三次元情報を

用いて三次元点群を生成し、計測した画像を貼り合わせることで三次元モデル(メッシュ)の作成が可能である。

今後、工場・オフィス向けなど適用先の拡大や、より汎用的な利用を目指して、一般的な端末に搭載されているカメラとIMUだけで計測できる手法を開発していく。そのために、フレーム間で対応点を正確に推定し、姿勢を最適化する技術の開発を進める。



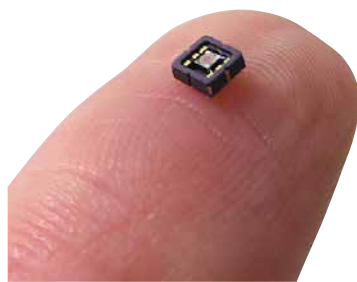
鉛フリー圧電薄膜を用いたMEMS超音波センサー

MEMS Ultrasonic Sensor Using Lead-free Piezoelectric Thin Film

送信した超音波が対象物で反射して戻ってくるまでの時間を用いて距離を測定するMEMS(Micro Electro Mechanical Systems)超音波センサーを開発した。Si(シリコン)メンブレン上に圧電薄膜を形成し、メンブレンを振動させることで超音波の送受信を行う。圧電薄膜には鉛フリーのKNN(ニオブ酸カリウムナトリウム)を採用し、一般的に用いられるPZT(チタン酸ジルコン酸鉛)と同等の性能を実現した。MEMS技術によって、素子サイズは1.2mm角、体積はバルクPZT式センサーと比べて0.01%と超小型である。

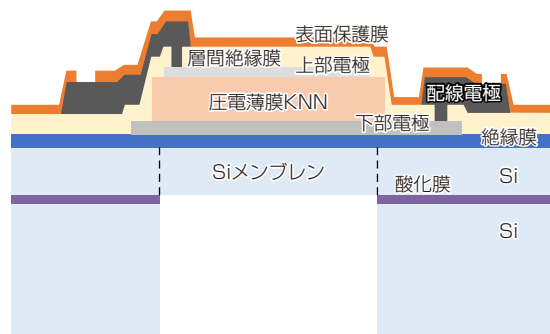
MEMS超音波センサーはメンブレンが極小のため、高い送信圧を得るために共振駆動を用いるが、メンブレンの変位量はハードスプリング効果という非線形周波数特性によって制限され、測距性能に問題があった。

今回の開発では、圧電薄膜の構



パッケージに搭載した
MEMS超音波センサー素子

造と積層薄膜の応力を最適化し、メンブレンに適切な撓(たわ)みを持たせることで非線形周波数特性が緩和されることを見いだした。これによって、メンブレンの変位は線形変位の10倍以上になり、5m以上の測距性能を達成した。複数の素子を用いることで三次元位置検知も可能である。MEMS超音波センサーは微小で設置しやすく、ガラスなどの透明物体も検知できるため、屋内モビリティ向け周辺監視などに適用できる。



MEMS超音波センサー素子断面構造

“電磁指紋”電子機器・部品の電磁的特性を利用した真贋判定技術

"Electromagnetic Fingerprint" Authenticity Determination Technology Using Electromagnetic Characteristics of Electronic Devices and Parts

近年では偽造品による被害が増加しており、従来の外観による判定に加えて、RF(Radio Frequency)タグやセキュリティチップの組み込みなどの対策にコストがかかっている。当社は、電子機器から生じる電磁ノイズ特性や、機器の外部端子から観測される反射特性(機器が電磁波をどのように反射するかを示す特性)などの一部の電磁的特性が、機器の設計によって異なり、かつ意図的に複製することは困難であることを見いだし、これを“電磁指紋”と称した。一例として同様な機能を持つ異なる二つの電子機器の反射特性を図1に示す。同色の複数の線は同じ機種内の異なる個体の特性であり、色の違いは機種の違いを示している。同じ機種内同士の特性に比べて異なる機種の特

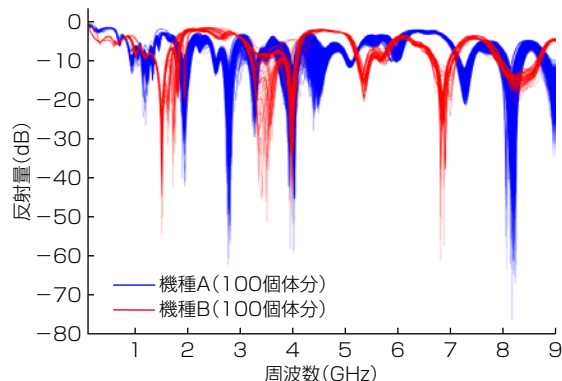


図1-電磁指紋(電子機器の反射特性)の例

性は大きく異なっており、この性質を利用することで真贋(しんがん)判定が可能になる。具体的には、対象機器の電磁指紋をあらかじめ正規品の特性としてデータベースに登録し、必要時に照合することで、外観からでは判別不可能な偽造品の真贋判定を容易に可能にする技術を開発している(図2)。この技術によって、セキュリティチップ等の追加コストなく、電子機器や半導体の偽造品がシステムに組み込まれることを防止し、偽造品によって引き起こされ得る正常動作の阻害や意図的な障害発生・情報漏洩(ろうえい)などを防止でき、安心・安全な社会の実現への脅威を排除する手段の一つになる。

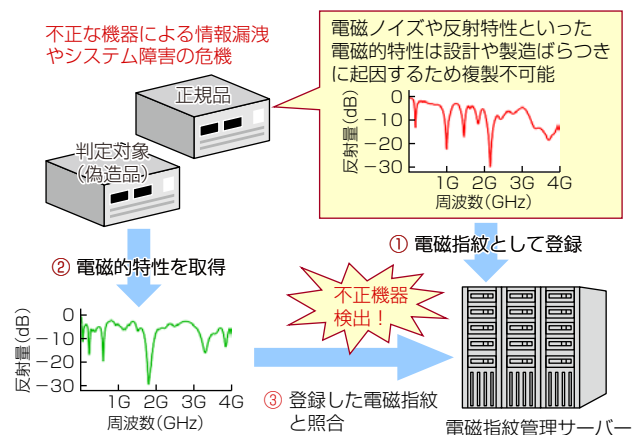


図2-電磁指紋を用いた真贋判定システムのイメージ

電波と加速度を用いたマルチモーダル非接触生体センシング技術

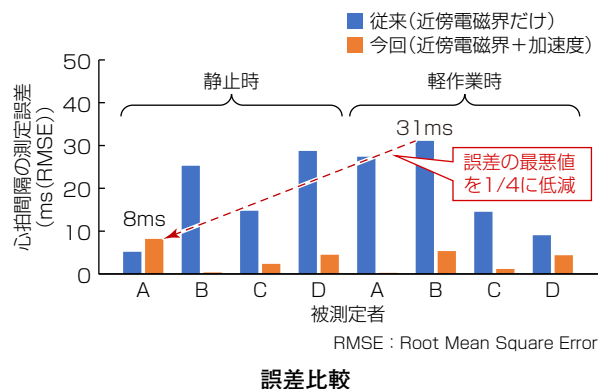
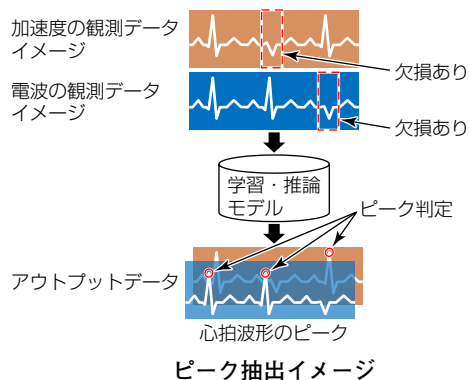
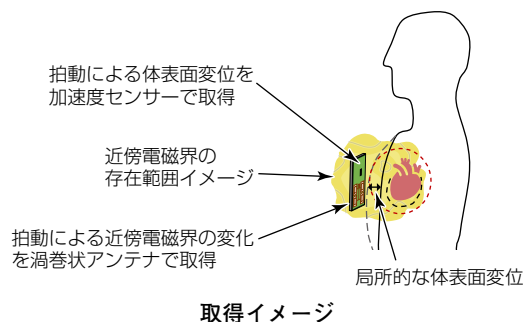
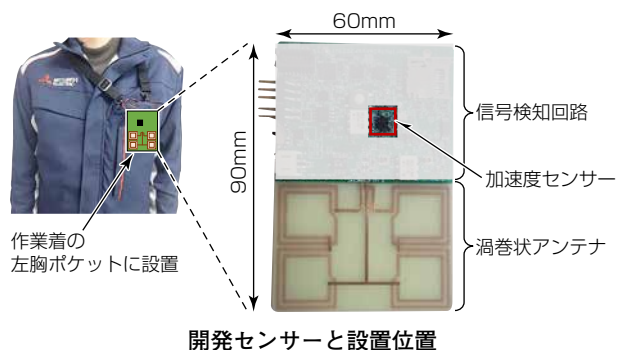
Multimodal Contactless Biometric Sensing Technology Using Radio Waves and Acceleration

心臓全体の動き(拍動)に起因する近傍電磁界の変化をアンテナで検知する非接触心拍センサーでは、体動や設置位置のずれに起因するデータ欠損による心拍間隔(心拍波形ピークの間隔)の測定精度低下の抑制が課題である。

今回、拍動に伴う局所的な体表面変位を捉える加速度センサーも併用し、機械学習を用いて心拍間隔を抽出するマルチモーダル方式を開発した。信号検知回路と渦巻状アンテナから成る名刺サイズの非接触心拍センサーの回路部に加速度センサーを実装して、先に述べた二つの異なる心拍

連動事象を観測可能にした。これら2種の観測データを用いた機械学習・推論によって、単一センサーではデータ欠損が生じる場合にも互いに補完することで、心拍間隔の測定精度を高めた。静止時と軽作業時の2シーンで被測定者4名の左胸部に試作センサーを設置して心拍間隔を測定し、測定誤差の最悪値を従来比1/4まで低減できることを確認した。

今後、個人差の影響を抑制するためロバスト性の向上を図り、健康データの見える化等によって働く人々のウェルビーイングに資するソリューションへの適用を目指す。

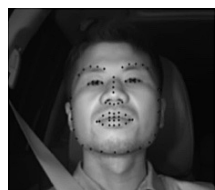


カメラによるバイタルサインのモニタリング

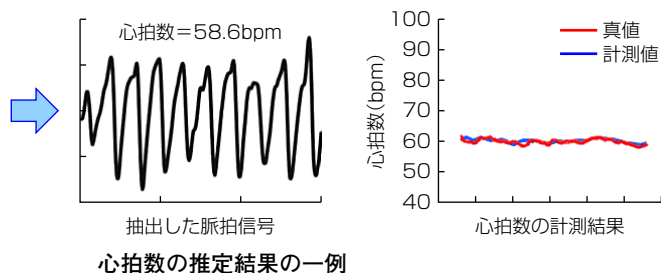
Camera-Based Monitoring of Vital Signs

ウェルネス、高齢者ケア、車内乗員モニターなどの分野でバイタルサインは健康状態を評価する重要な指標であり、利便性や衛生面から非接触計測の要望がある。

今回、カメラで撮影した人の顔映像から、脈動に応じた血液流量の変化によって生じる肌の微小な明るさ変化を抽出し、血流による脈拍信号を取得する独自のAIを開発した。顔の複数の部位の肌の明るさ変化を分析し、顔の動きや外光などの外部要因の影響を抑制することで検出性能を向上させた。一般的に利用されるMMSE-HR (Multimodal Spontaneous Expression-Heart Rate) ベンチマークデータセットを用いたテストで、心拍数を1分間当たり平均絶対誤差1.11bpmで計測できることを確認した。



顔映像の分析箇所



非常時の鉄道シャトル運転移行の迅速化

Rapid Transition to Train Shuttle Operation during Fallback

鉄道運行で事故や故障が起きたとき、逆向きの走行が許可される無線式列車制御などの信号システムであれば、通行不可領域内で通行できる路線(図1)を使ってシャトル運転(双方向運転)に移行し、輸送を維持できる。しかし、シャトル運転は列車運行や乗客の状況を踏まえて、経験に基づいて担当者が人手で専用ダイヤを作成しており、適切な双方向区間を決定してシャトル運転へ移行するのに時間がかかる。

そこで、過去の実績と現在の状況から乗客需要を予測し、乗客と事業者双方の利得のバランスの取れた双方向区間を自動決定

するシミュレーション技術を開発した(図1)。これによって、専用ダイヤ作成の効率化を図ることができ、迅速にシャトル運転に移行することが可能になる。

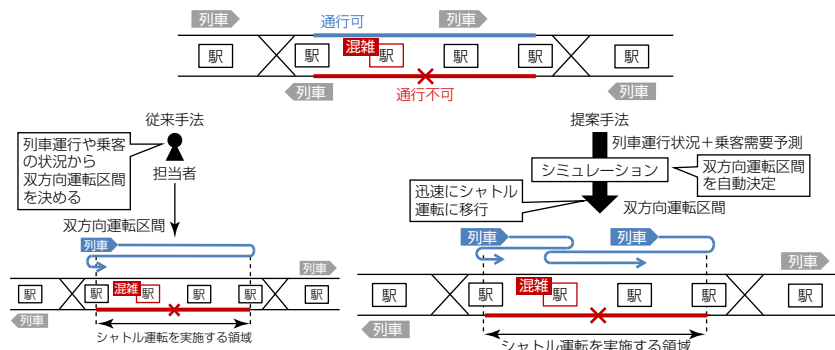


図1-シミュレーションによるシャトル運転移行の迅速化

広範囲人物追跡技術

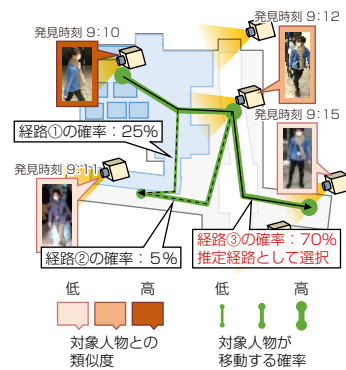
Wide-Area Human Trajectory Prediction

広範囲に設置した多数のカメラの画像から、追跡対象の人物の画像を限られた人員で探して、その移動経路を特定することは膨大な労力がかかる。

そこで、自動で移動経路を推定する画像解析技術を開発した。従来は、対象人物との類似度だけを用いて移動経路を推定していたが、今回開発の技術ではそれに加えて、カメラ位置と類似人物の発見時刻を用いて、考えられる経路候補ごとに対象人物が移動する確率を算出し、最も確率が高い候補を推定経路として選択する。これによって、時間的に移動できない場所にいる類似の別人物の影響を低減で

き、従来と比べて誤推定を61%削減した。

今後は、安心安全な社会の実現やマーケティング分野への応用を視野に入れて、監視カメラシステムへの適用を進める。



開発方式の概略

自律走行車用LiDARへの妨害攻撃が及ぼす影響評価

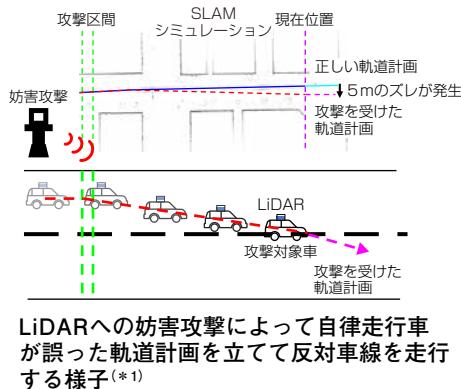
Assessment of Impact of Random Spoofing Attacks on LiDAR for Autonomous Vehicles

レーザーによって周囲環境を測定するLiDARは、自己位置の推定と3D地図生成を行うSLAM技術と組み合わせ、安心安全な自律走行の実現に大きく寄与している。これまで、LiDARへの妨害攻撃によって、LiDARから得られる情報がどのように変化するかを評価する研究が行われてきた。

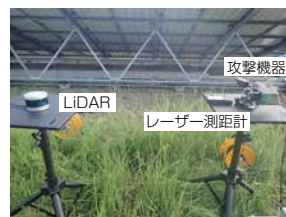
今回、LiDARの物体検出に検知されない後方からのレーザー照射に着目した当社独自の妨害攻撃によって、SLAMの地図生成処理が重大な影響を受けて、自律走行車が誤った経路を走行する可能性があることを、シミュレーション及び実験で明らかにした。

今後、この妨害攻撃に対する有効な

対策を導くことで、より安心安全な自律走行の実現に貢献する。



LiDARへの妨害攻撃によって自律走行車が誤った軌道計画を立てて反対車線を走行する様子(*1)



屋外照射攻撃実験(*1)



屋内照射攻撃実験(*1)

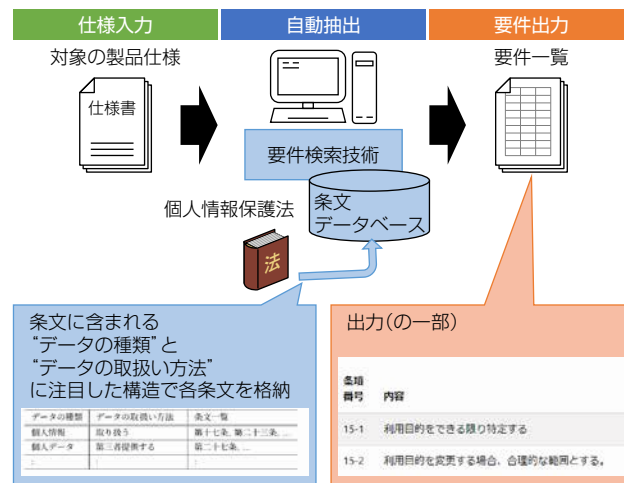
*1 出典：Fukunaga, M., et al. : Random Spoofing Attack against LiDAR-Based Scan Matching SLAM

プライバシー保護設計効率化を実現する個人情報保護要件抽出ツール

Tool for Obtaining Requirements Regarding Protection of Personal Information towards Privacy by Design

製品開発者は、個人情報保護法に規定された多くの要件から、開発製品に関連するものを抽出し、製品設計へ反映しなければならない。この抽出作業は人手で実施されてきたが、個人情報保護法の知識が乏しい開発者にとって容易ではなかった。

そこで、製品仕様を入力すると、個人情報保護法の条文中から当該製品に関連する条文を自動的に抽出するツールを実現した。今回開発のツールでは、各条文の文章構造の分析結果を基に開発した“条文を格納するデータベースのデータ構造”及び“同データベース上での検索技術”によって、仕様からの効率的な関連条文の抽出を実現している。今回開発のツールによって“個人情報保護法からの要件抽出”作業の負担軽減と、要件抽出誤りの防止を実現できる。



ツールの全体像

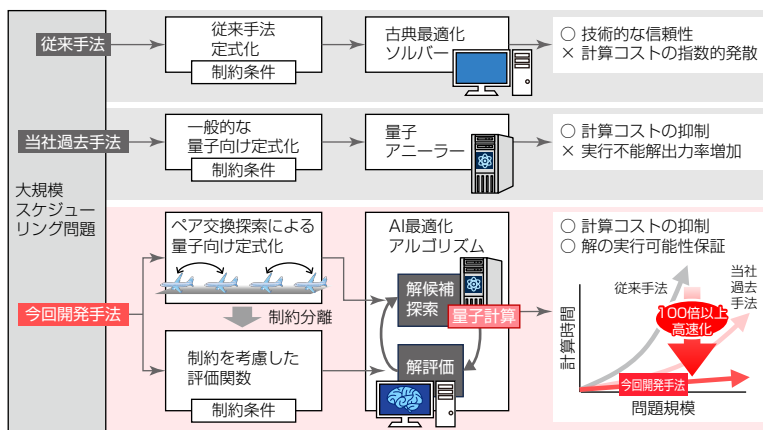
量子・AIハイブリッド技術による大規模スケジューリング技術

Large-Scale Scheduling Technology Using Quantum and AI Hybrid Techniques

量子アニーリング(QA)とAI技術を組み合わせることで大規模なスケジューリング最適化問題を、高効率に計算する技術を開発した。大規模スケジューリング問題はその組合せの多さから、計算時間が膨大になり実用化の障壁になっている。

今回の開発では、AIを用いた強力な最適化手段であるベイズ最適化の候補探索にQAを用いることで、スケジューリング問題の探索効率を飛躍的に向上させた。また、独自の定式化手法を採用し解探索時の制約をQAとAI部に分散することで、①実行不能解の回避性向上、②モデリングコスト削減、③量子アニーリングの探索安定化を実現した。シミュレーションによって

100倍以上の計算速度向上を確認した。

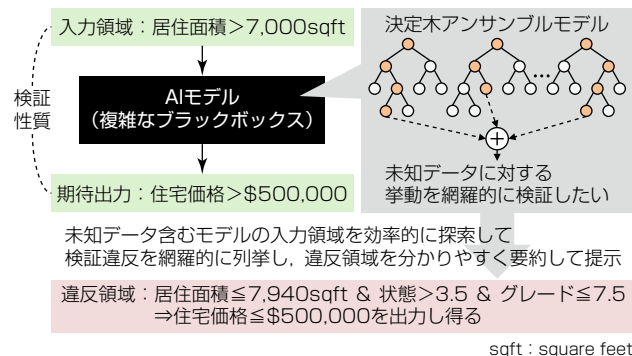


未知データに対するAI挙動を網羅的に検証する技術

Technique to Comprehensively Verify AI Behavior on Unknown Data

AIモデルの推論は帰納法的でかつ一般に複雑なブラックボックスであるため、従来のソフトウェアテスト手法を適用することが難しい。今回、数値データの分類・回帰に用いられる決定木アンサンブルモデルに対して、期待する検証性質を満たすか否かを未知データを含めて厳密に検証し、その結果を要約する手法を開発した。この手法によって、モデルの入力領域を効率的に探索して検証違反を網羅的に列挙し、違反に対して適切に対処できるように違反領域を分かりやすく提示できる。実験の結果、検証時間をデータセットによっては従来手法の1/1000以下まで短縮すると同時に、従来手法と比較して真の違反領域により近

い違反領域を提示できることを確認した。



住宅価格予測モデルの検証例

欧州でのAI倫理リサーチの取組み

Research Initiative on AI Ethics in Europe

近年、欧州では包括的なAI規制を世界に先駆けて進めており、欧州視点のAI倫理動向は事業活動で重要な要素になる。そこで、マンガを用いてAI倫理の議論を活性化する当社プロジェクト“AI SPEC”を、オーストリアで開催されたArs Electronica^(注) Festival 2024に出展し、市民や研究者、アーティストへのリサーチを行った。

来場者は、起こり得る未来を描いたマンガを読んで、自らの価値観や文化的背景を踏まえながら対話に参加した。集まった意見からは権利意識や行動動機に日欧の違いが読

み取れるとともに、マンガというコンテンツが欧州でも人々の議論を促すツールとして有効であることを確認できた。



展示会でのコメント収集の様子

赤外線センサー“MeIDIR”を活用した家畜の監視システム

Livestock Monitoring System Using Infrared Sensor "MeIDIR"

家畜の体温を赤外線センサーで推定する技術を開発した。豚などの家畜の体調は、食欲、排せつなどの行動を観察し推定しているが、人間同様、体温の変化から体調を推定できる。家畜の表面温度測定には、赤外線カメラを用いることが一般的であるが、コストが高いという課題がある。

そこで今回、当社が開発した低コストな赤外線センサー

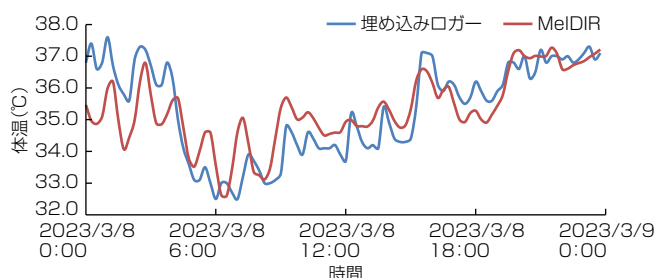


図1-マウス体温の推定結果

“MeIDIR”を用いて、家畜用深部体温推定アルゴリズムを開発し、マウスでの実験を行った。結果、マウス体内に埋め込んだロガーで取得した体温と遜色ない精度で測定できることを確認した(図1)。今後は豚を対象に体温推定技術の確立を目指す(図2、図3)。なお、今回の開発は、宮崎大学農学部との共同研究によって実現した。

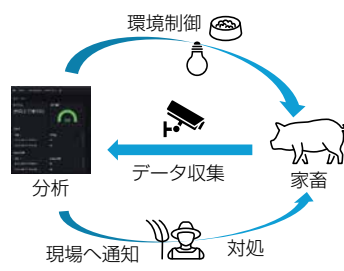


図2-家畜監視システム構成イメージ

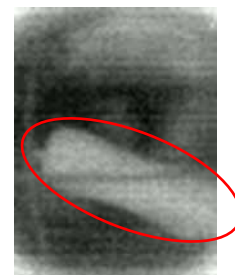


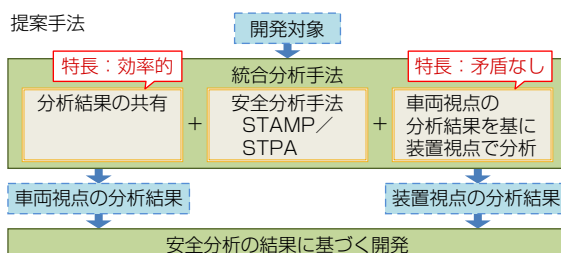
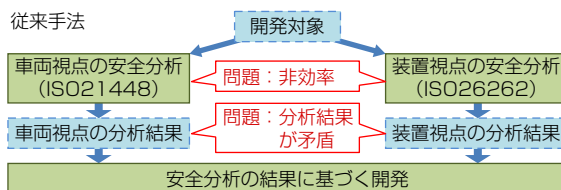
図3-MeIDIRで撮影した豚の様子

自動車・自動車機器の開発に向けた新しい安全分析手法

New Hazard Analysis Method for Automotive System Development

自動車の安全に関する規格にはISO21448とISO26262がある。これまでは同一の開発対象に対して、人命に関わる危険を検出する安全分析を、両規格に基づいて車両視点と装置視点とで別々に行っていた。そのため分析結果が矛盾したり非効率であったりするという問題があった。

そこで両規格の安全分析を統合的に行う手法を開発した。まず両規格の安全分析を整理し、共有する部分と車両視点から装置視点を導出する部分とを明確にした。次に整理した結果に基づいて、車両視点の安全分析手法であるSTAMP (System-Theoretic Accident Model and Processes) / STPA (System-Theoretic Process Analysis) を拡張し、装置視点の分析結果を導出するようにした。この手法の妥当性を試行によって検証し、一度の分析で矛盾なく効率的に両規格の安全分析に対応できることを確認した。



開発物 開発プロセス 分析手法・手順

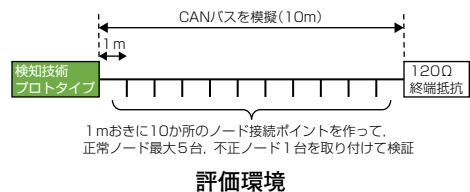
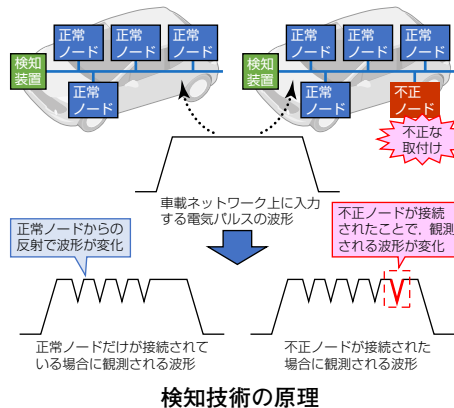
従来手法の問題と提案手法の概要

車載ネットワーク内の盗聴を防止するサイレントノード検知技術

Silent Node Detection Technology to Prevent Eavesdropping on In-Vehicle Networks

カーシェアの普及に伴い、車載ネットワークへ不正にノードが取り付けられる危険が増大しており、ノードの不正接続を検知する技術が注目されている。従来技術は、ネットワークを流れるメッセージを監視することでノードの不正接続を検知するため、メッセージを出力せず盗聴だけを行う不正ノード(サイレントノード)を検知できなかった。今回、ネットワーク中に電気パルスを入力すると、接続さ

れた各ノードからの反射によって、観測波形が接続ノードに応じた形状になることに着目し、入力したパルスの観測波形の変化を捉えて、サイレントノードの接続を検知する技術を開発した。簡易なネットワーク構成かつノイズがない条件下での評価では、検知率98.5%、誤検知率0%を確認した。

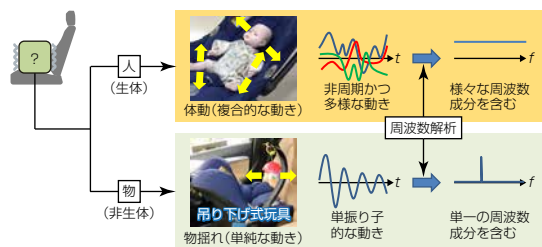


ミリ波レーダーを用いた幼児置き去り検知での誤警報の抑制

False Alarm Prevention for Child Presence Detection Using Milli-meter Wave Radar

自動車内の幼児置き去りによる熱中症死亡事故が社会問題化しており、車内に残された幼児を検知する機能が欧州自動車安全性評価の対象になった。シート背後や毛布に隠れた幼児の検知も求められることから、布などを透過して検知可能なミリ波レーダーを用いた方式が有力視されている。ミリ波レーダーでは呼吸に伴う胸腹部の動きから幼児を検知することが一般的だが、車内に残した飲料や吊(つ)り下げ玩具等の揺れが誤警報要因になり実用面で課題になる。今回、動きの複雑さや時系列変化の違いに着目した人と

物揺れの識別技術を開発し、幼児置き去り検知のロバスト性を向上させ、実車両で収集した物揺れデータ(94件)に対する誤警報率を25.5%→0%に削減した。

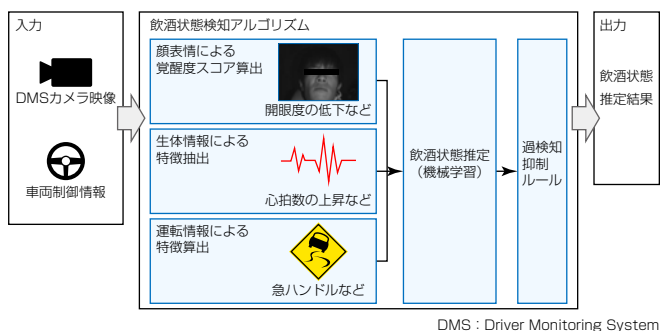


人と物揺れの識別技術概略

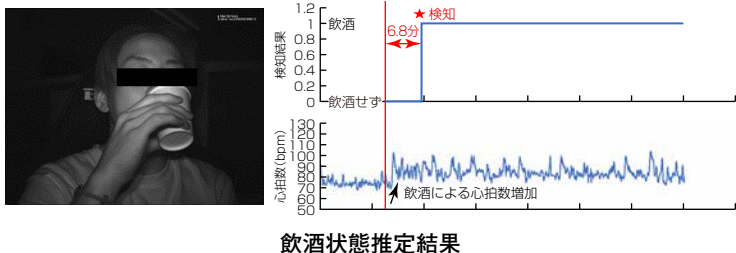
飲酒状態検知技術

Camera-Based Drunkenness Detection Technology

飲酒による交通事故死者数は米国で年間1万人以上と社会課題になっており、欧州や米国を中心に法規・ガイドライン化の議論が進んでいる。これまでドライバーの飲酒状態検知にはアルコール呼気検知装置が用いられてきたが、装置の追加設置が必要で、コストが高くなる課題があった。今回、カメラから得られるドライバーの生体情報・覚醒度情報、車両から得られる操作情報を用いて機械学習で飲酒状態を検知する技術を開発した。これによって追加の装置なしに82%の精度で飲酒状態の検知が可能になった。今回開発の手法によって走行中の飲酒状態推定が可能になり、飲酒運転に対する警告／車両制御が可能になる。今後は実車搭載に向けて、実走行環境下での課題分析・対策を進める。



飲酒状態検知システム概要



飲酒状態推定結果

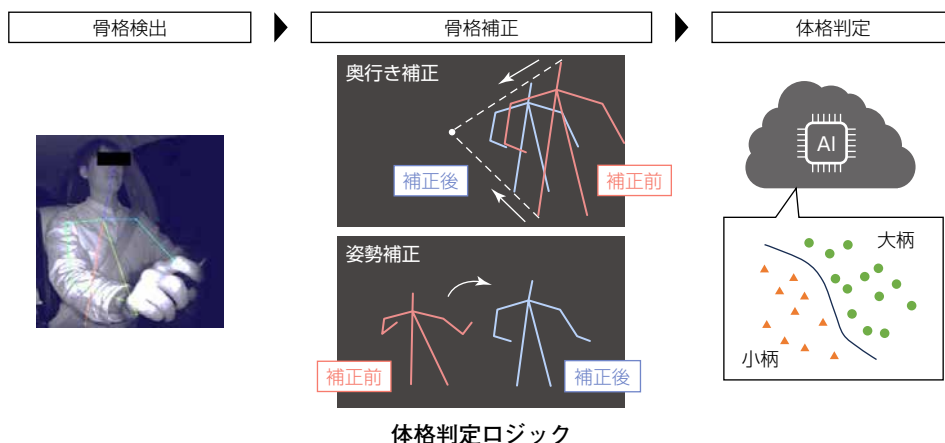
車載カメラによる体格判定技術

Physique Classification Using In-Cabin Camera

近年、ドライバーの安全を確保するためにDMSの導入が進んでいる。DMSによってドライバーの居眠りや脇見などの検出が可能になったが、今後は同乗者の安全確保の需要が高まると予想される。中でも注目されているのが体格判定であり、DMSのカメラを活用することで荷重センサーの削減と判定精度向上の効果が期待されている。

今回、画像から乗員の骨格情報を用いて体格を判定する手法を開発した。人体の抽象的な骨格情報を用いることで、被験者の奥行きや姿勢の推定が可能になり、多様な車室内環境で体格判定が可能になった。

今後はロバスト性の改善や車載機器への搭載を進める。



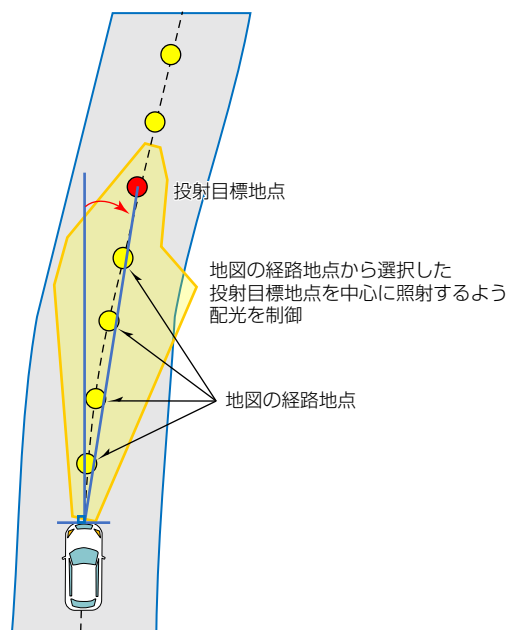
灯火制御技術のカーブ先読み配光制御機能

Lighting Control Technology: Curve Prediction Beam Distribution Control Function

安全な夜間運転のために現在位置と地図から進行方向の道路形状に基づいてヘッドランプを配光制御する“カーブ先読み配光制御機能”を開発した。

機能あり／なしで山道を走行評価した結果、7段階の主観評価は機能ありが5.4点と、機能なしの4.0点よりも高評価を得た。また、木々や山の斜面等の遮蔽物がない地点では、視線と配光の差は、機能ありが3.9°と、機能なしの9.5°に比べて視線の先を明るくできた。一方、遮蔽物がある地点では視線と配光の差は遮蔽物がない地点に比べて大きくなり、主観評価も悪くなった。これは被験者は遮蔽物を避けて視認するのに対して、配光は前方の道路を遮る遮蔽物を照射するためである。

今後、遮蔽状況に応じた配光制御による機能の向上を行う。



カーブ先読み配光制御機能

山道の実車走行評価結果のまとめ(平均値)

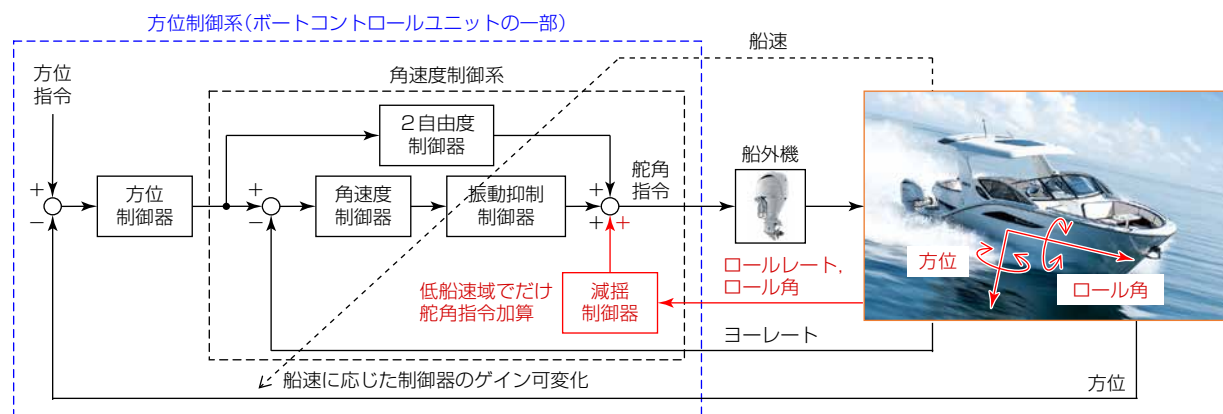
	機能あり	機能なし
7段階の主観評価結果 (7点：高, 4点：どちらでもない, 1点：低)	5.4	4.0
遮蔽物がないカーブの視線と配光の差	3.9°	9.5°
遮蔽物があるカーブの視線と配光の差	9.9°	5.5°

プレジャーボートの横揺れ低減と方位制御を両立する運動制御技術

Motion Control Technology to both Roll Reduction and Heading Control for Pleasure Boat

低船速時にプレジャーボートの横揺れを低減する減揺制御器を開発した。プレジャーボートは、低船速で真っすぐ航走しても横揺れし、搭乗者が船酔いする一因になる。また用途面で、流し釣りがしにくくなり、横揺れの改善が課題であった。今回、船外機の舵(かじ)がボート重心より低い位置にあることに着目し、操舵(そうだ)による方位の回

転力と、重心ずれによる船体のロール運動を引き起こす回転力とが同時に発生する動特性を実験的に解明した。これによって、ロールレートとロール角から横揺れを相殺する舵角指令を生成する減揺制御器を開発した。この制御器は、低船速領域でだけ方位制御に舵角指令を加算するものであり、プレジャーボートの横揺れ低減と方位制御を両立できる。



写真の出自：ヤマハ発動機株式会社製品サイト(<https://www.yamaha-motor.co.jp>)

減揺制御器を含む方位制御システムの全体構成

ヘッドマウントディスプレイ(HMD)を用いた業務訓練システム

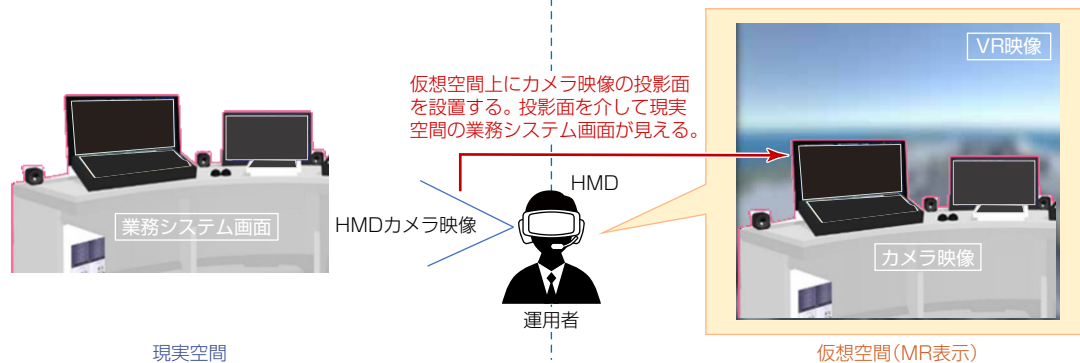
Social Operations Training System with HMD

社会インフラに関わる監視業務では、運用者が業務システムを熟知し、様々な状況を考慮して事前に訓練しておくことが安全を確保する上で重要である。訓練では、時々刻々と変化する周辺環境をVR(Virtual Reality)で生成し、それをHMD(Head Mounted Display)に表示することが有用である。しかし通常、VRは現実世界から遮断されるため、物理的な操作(タッチ操作等)を必要とする業務画面

との共存が課題になる。そこで、実設置した業務画面をカメラで捉えて、かつ業務内容に連動した周辺環境のVR映像と合成するMR(Mixed Reality)技術を研究開発している。これによって、業務システムの従来の操作性を維持し、仮想空間と現実空間の両方のメリットを持った訓練が可能になる。

現実空間には業務システム画面(シミュレーター)を設置する。実運用と同じ操作性で訓練できることが現実空間のメリットである。

仮想空間には周辺環境を模擬したVR映像とともに業務システム画面のカメラ映像を表示する。周辺環境表示用のディスプレイ削減、及び没入的な再現ができることが仮想空間のメリットである。



MRを利用した訓練システムのイメージ