2023年度
立命館大学 情報理工学部 実世界情報コース

Advanced Intelligent System Lab.
～李研究室～
研究室紹介資料

AIS Lab.とは

本研究室では，**インタラクション(相互作用)**を主なキーワードとして研究しています．

研究分野は非常に広く，マルチメディア技術・人間工学・心理学・人工知能・ロボット工学など様々です．これらの様々な学問を，情報工学を中心に融合させることを進めているので，学生の趣味や関心分野の知識などを生かした，興味深い研究をすることが可能です．

求める人物像

この研究室にはどんな学生が一番望ましいんですか？

まず言えるのは，色んなものに関心や興味を持っている人が良いと思っていることです．というのは，研究は勉強と違って様々な知識が必要であり，それを自分のものにしていくモチベーションが必要なためです．普段から色々な物事に興味を持っている人なら，この研究室で楽しく研究ができるでしょう．さらに，好きなものにハマってしまいやすいタイプは，尚更この研究室が適していると思います．

また，成績はあまり気にしません．成績が良くて越したことはないですが，授業と研究はまた違います．今までの成績が悪くても，研究室に入ってから研究の素質が開花した人を何人も見てきました．もちろん，最初からできる人はなかなかいません．しかし，早く研究のコツを掴み，他人に言われずとも自ら行動を取っていける人になってやるぞ！というやる気あふれる人をこの研究室は望んでいます．

研究室活動

3回生

3回生は学術フロンティアの部屋が一室与えられ，自由に使用できます．

B3ゼミ (卒業研究1)
週に1回，**B3**が参加します．研究に必要な知識の勉強や，参考文献の調査方法や調査した文献の発表をしてもらいます．

また，**M1とB4の**サポートの下，画像処理やロボットの作成，制御の勉強をしてもらいます． 5週ごとにテーマが分かれており，最後の5週ではチームで一つの作品を作ります．テーマ終了毎に研究室内でコンテストがあります．

4回生以降

本研究室にはコアタイム(来なければならない時間帯)はありません．時間管理は個人に任せられています．ただし，以下の活動については参加しなければなりません．

全体ゼミ
週に1回，**B4以上の全員**が参加します．他の人のためになるような文献，技術を担当の1,2人が紹介します

院生ゼミ
週に1回，**李，TRAN，博士，院生**が参加します．研究の進捗報告や議論をします．

B4ゼミ (卒業研究2，3)
週に1回，**李，B4**が参加します．院生ゼミと同様に，卒業研究の進捗について報告や議論をします．

夏合宿 (中間報告)
9月ごろに**B4以上の全員**で合宿をします．卒業研究，修士研究の中間発表をしてもらいます．発表後は元気に遊びます．

春の講習会
春の長期休暇を利用して，**M0 (院進学希望者)とB4の希望者**で，講習会をします．プログラミング，画像処理，ロボティクスなどさまざまなことを基礎から学びます．

イベント

各種イベントはもちろんあります

忘年会

留学生歓迎会

国際ロボット展

学会参加

夏合宿

食事会

3回生歓迎会

卒業式

BBQ

ライントレース大会

Member

指導教員

教授
李 周浩

助教
TRAN Dinh Tuan

特任助教
藤井 康之

学生

D1
BUI BACH THUAN

M2
尾崎 玄拓，児玉 遼太郎，平向 英知，矢野 優貴，NGUYEN TRI TUNG NGUYEN
PAN Shiyun，Sun Junyao

M1
櫻井 聖，松下 優希，吉田 集，KANG Yihe，NGUYEN NGOC CUC PHUONG

M0 (院進学するB4)
鈴木 優介，峯崎 翔琉，錦織 勇飛，遠藤 優貴

B4
本田 幸輝，宮地 佑斗，高田 智弘，光田 真紘

もっと知りたい方は・・・

研究室のURL：http://www.aislab.org/

Twitter：https://twitter.com/ais_lab

YouTube: AISlabRitsumeikan

Address： leejooho@is.ritsumei.ac.jp

ディープラーニングに基づくカメラ再定位

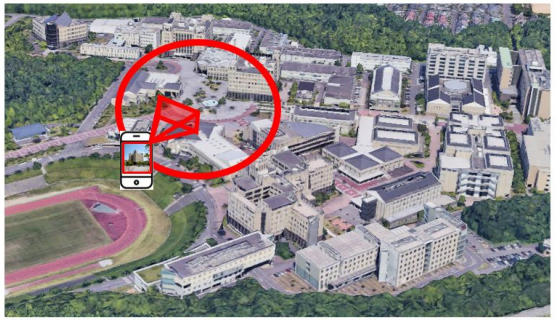
D BUI Bach Thuan

正確な位置特定技術は，インテリジェントシステム，拡張現実感アプリケーション，自律システムなど，多くの実世界のアプリケーションで不可欠な役割を果たしている．そのアルゴリズムにより，既知のシーンにおける与えられた画像の位置と向きを正確に計算することができる．

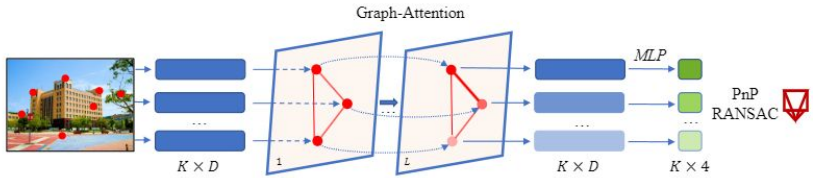
一般的なアプローチでは，LIDARセンサー，GPS，WIFI，またはBluetoothなどの高度なハードウェアを使用する．しかし，このようなワイヤレスハードウェアセンサーは，悪天候や遮断されたエリアなど，GPSが否定される環境に悩まされている．また，安価な視覚センサを利用することも一般的な解決策だ．だが，単一の画像に基づくロバストな視覚的位置特定は，特にエンドツーエンドの学習アプローチでは，依然として困難である．

本研究では，カメラの再ローカライズのためにカメラと深層学習技術を組み合わせた革新的なソリューションを研究している．

新しい1枚の画像がある、
地図上の位置を求める。



Google earth – BKC RU campus



カメラ位置を学習するディープネットワークの例

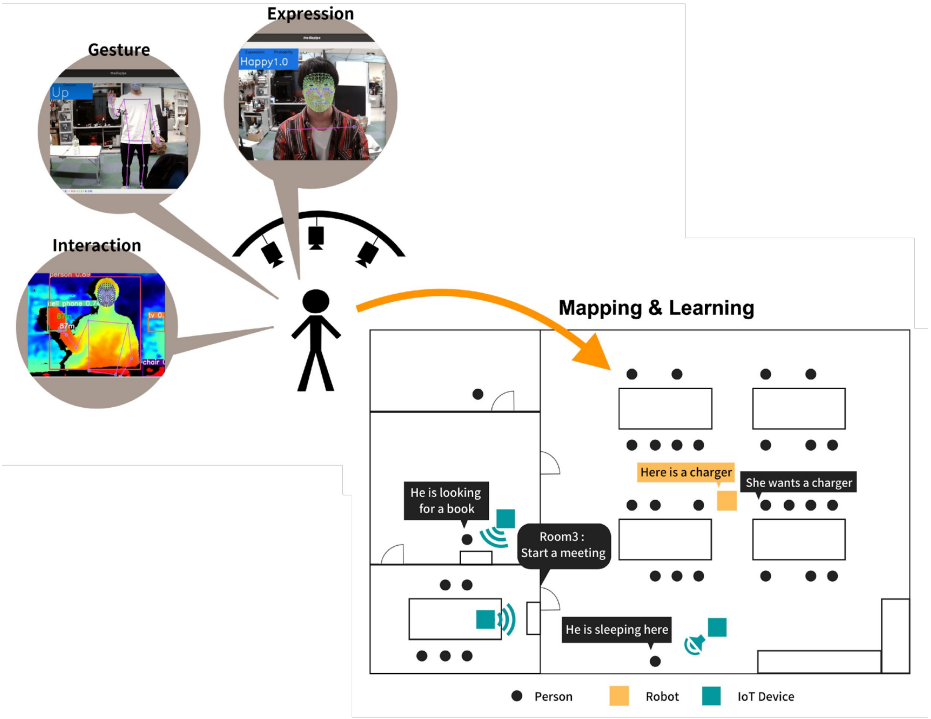
知能化空間におけるユーザの行動に応じた最適なインタラクション

M2 尾崎 玄拓

「空間知能化」という，画像認識を通して人と空間(ロボットやIoTデバイスなど)のインタラクションをより良くしていくための研究をしている．画像認識技術には様々な種類と利活用方法がある．コロナ禍の影響で社会実装が進み，学校や街中でも画像認識を用いたシステムを見かけることがあるだろう．

私たちはコンビニやオフィス，ショッピングモールなどのような人が作業や消費活動を行う空間を対象とし人の行動を認識している．カメラが空間の目となることで，人の目ではカバーしきれない範囲の観測ができ，コンピュータの計算能力を元に人の気づかない潜在的な情報を抽出することが可能だ．

本研究では，空間の認識によって得られた情報をコンピュータが学習することにより，マーケティングにつながるような知見を見出すなど人間にとって有用な情報を発見したり，課題を解決したりすることを目標にしている．また，その情報をもとに空間内のデバイスと連携することで，より楽しく便利なユーザ体験を実現することを目指す．



遠隔操作ロボットを用いたメタバースの構築と提案

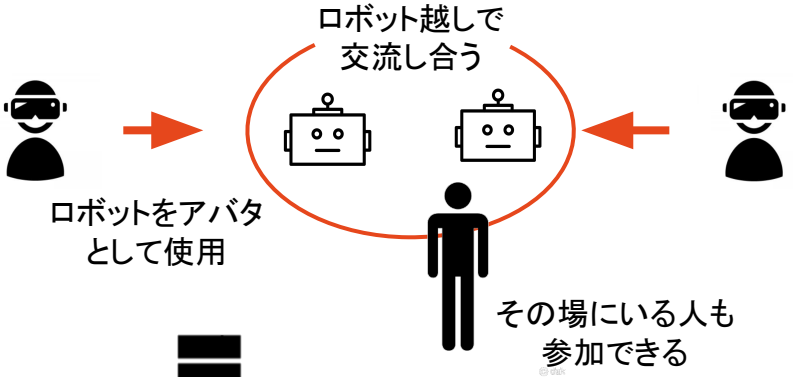
M2 児玉 遼太郎

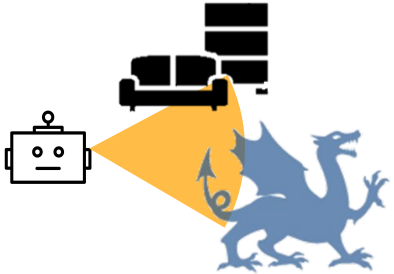
ネットワークに繋がれた3次元仮想空間を利用して他者と交流するメタバースという概念がある．VRゴーグルを用いた娯楽と相性が良く近年このメタバースに注目が集まっている．しかし，この3次元仮想空間の作成には多くのコストが必要となる．

そこで仮想空間の構成に現実空間を利用できれば，3DCGの知識のないものでも簡単に3次元仮想空間の再構成を行うことができると考えた．

現実空間を利用するメリットとして，床下や天井裏など，普段では利用することのできない空間を動き回ることができるという新しい楽しみ方ができると考える．

本研究では現実空間の構造を計測しながらユーザのアバタとして空間内を移動するロボットを用いることで，空間の構築を行い，お互いのロボットを通じてユーザ同士が交流することのできる新しいメタバースを構築し提案することを目的としている．





現実空間にCGが混ざったような体験を与える

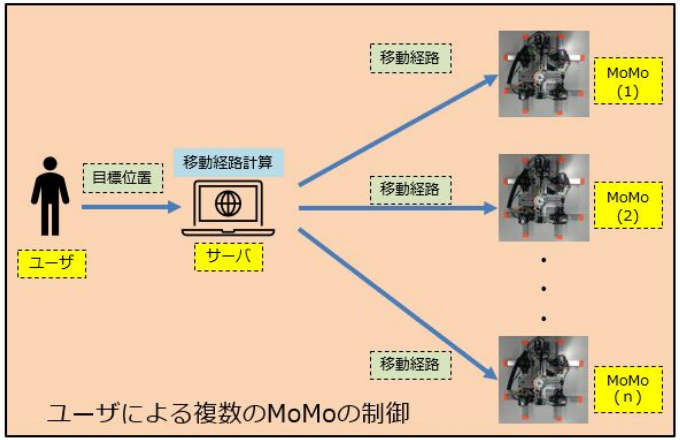
手に乗るサイズのロボットを使ってます

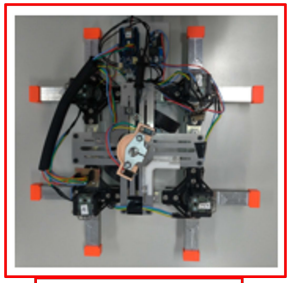
再構成可能な知能化空間における複数台のMobile Moduleの制御手法

M2 阪上 竜雅

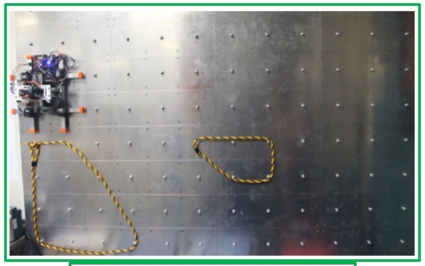
本研究室では環境内に埋め込んだカメラなどの様々なセンサを用いて，環境内の人間に多様なサービスの提供ができる「知能化空間（iSpace）」の研究を行ってきた．既存の iSpace ではデバイスの位置が固定されているという問題があるが，これを解決するために，移動ロボットによって空間内のデバイスを再配置ができる ようにした再構成可能な知能化空間（R+iSpace） の提案がされた．R+iSpace では，様々なデバイスを搭載して壁面または天井面を自由に移動する Mobile Module（MoMo）が開発された．MoMo は，デバイスだけではなく，照明や絵画，部屋のパーティションなども再配置することで，より快適な空間の実現を可能とする．

本研究では，複数台の無線通信が可能な MoMo 5.3 とユーザが MoMoを遠隔操作できるアプリケーションを開発し，ユーザの要求に応じた複数台のMoMoの制御システムを構築することを目標としている．





MoMo 5.3



壁で動くMoMo

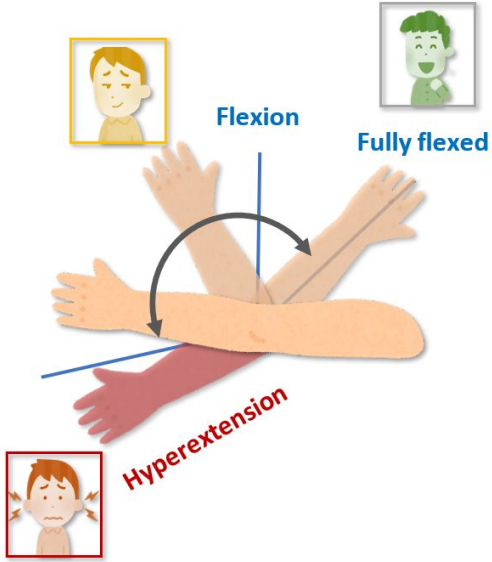
視覚・痛覚刺激に基づく介護訓練用ロボットの表情反応モデル

M2 NGUYEN Tri Tung Nguyen

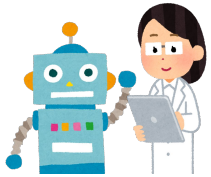
現代社会では，さまざまなデザインや用途のロボットが，人間の日常生活の中にどんどん登場してきている．ヘルスケア分野，特に介護の分野では，人間の代替えとしてロボットの実用化はまだ難しいが，世の中の研究者達は，介護訓練生のためのシミュレーション訓練のプラットフォームとしてロボットの活用を進めている．

そのため，Passive Range Of Motion (P-ROM) 運動において，介護者の模擬パートナーとしてCaTARoを開発した．例えば，受動的関節可動域訓練は，高齢者に多く見られる関節のこわばりを軽減することを目的としている．この訓練にいおいて訓練生が十分な学習体験をするためには，アバターの性格（敏感な人，攻撃的な人など），訓練生のROMパフォーマンス（痛み，緩和など），感情知能（患者は介護者の感情の影響を受ける）など，複数の変化要因に応じてリアルな表情のフィードバックを再現することが必要であり，シミュレーションパートナーは，このような要求に応えることが求められている．

また，上記のような要求を満たすロボットを研究・製作することで，ヘルスケア分野における人間とロボットの複雑なインタラクションについて理解を深めていくことを目指す．



患者の性格，介助者のパフォーマンス，感情知能の能力によって異なる感情を持つ患者



訓練生はロボットから作業を学ぶ

トレーニング時間が短縮され，介護者がより経験豊富となる

介護訓練用ロボットのための水圧シリンダーによる膝関節構築

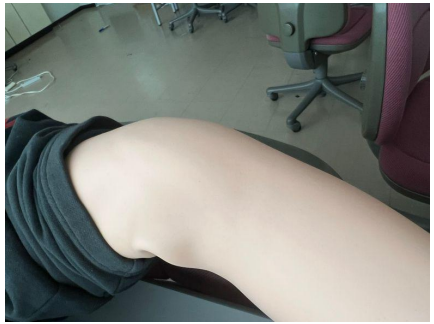
M2 PAN Shiyun

日本の社会において，問題として挙げられるものの1つが高齢化問題である．日本では年々高齢化社会が進み，要介護者の累計人数も年々増加傾向にあり，介護福祉士の需要数が供給数を大きく上回り，介護職員の絶対数が大きく不足している実態がある．

本研究ではこれらの問題を解決するために，先行研究で開発された介護練習用ロボットのさらなる開発を行い，既存のロボットをより扱いやすく改善し，性能を向上させることを目指す．CaTARo(Care Training Assistant Robot)の研究において既存のUI(User Interface)では関節部分に空気圧シリンダーを使用している．膝関節を曲がるとき空気圧が変化し，触覚が変わるため，本研究では触覚を維持する理由で水圧シリンダーを使用した．

本研究の目的は，人体に近い介護練習用ロボットを実現することである．介護動作の実習が十分に行うことができない介護士養成学校の学生らの実習方法の1つとして，将来的に採用されることを想定し，実習が容易に行うことができるような環境を作り出すことを目指す．

介護訓練の例



開発する膝関節

ゲーミフィケーションによる人間の行動変容分析

M2 平向 英知

観光地や商業地などで，もっとお客さんの数を増やしたい，魅力的な場所があるのに実際に足を運んでくれる人が少ないといったことなどを悩んでいる事業者は多いだろう．このように，観光客などユーザにもっと歩き回って色んなン場所へ行ってみて欲しいといった行動を促進させる技術が求められている．

そこで本研究では，ゲーミフィケーションを用いることによって，ユーザが歩き回る楽しみを増やし，こちらが意図した行動をユーザにとってもらうことを目指す．

ゲームの内容は，ある場所の画像をプレイヤーに提示し，その画像の場所を自身のカメラで撮影をするといったものである．撮影した画像を類似度検出し，点数を与えるようなゲームを開発する．

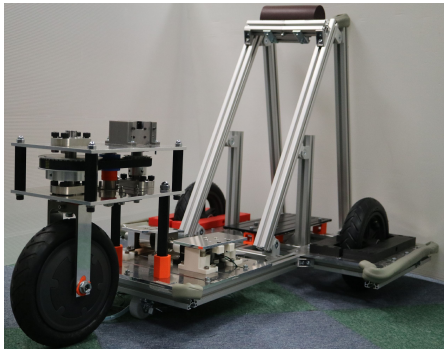
以上のようにゲームをプレイするユーザの行動を促進できるようなゲーム性を目指し，開発を行っている．

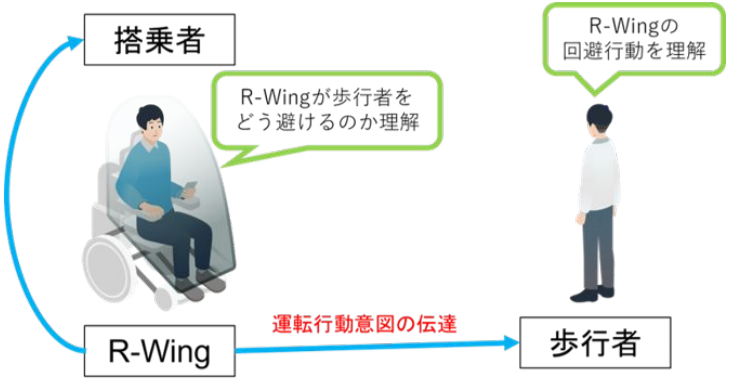
パーソナルモビリティの自律走行時における歩行人とのインタラクション手法

M2 矢野 優貴

近年，近距離移動手段として交通渋滞の緩和や新たな交通手段としてPMの利活用が推進されている．また，世界中で人の移動を大きく変えるとされているMaaS（Mobility as a Service）も注目されている．これにより観光や医療等の目的地における交通以外のサービス等との連携により，移動の利便性向上や地域の課題解決にもつながるとして日本でも積極的な推進が求められている．しかし， PMの普及と共に自律走行時等における PMと歩行者が共存する安全な移動空間を実現していく必要がある．

本研究では，搭乗者と歩行者の視点に基づいた歩行領域におけるPM走行時の安全性向上を目指す．先行研究で開発された PM（R-Wing）を用いて，認知（歩行者検出）・判断（ R-Wingの存在認知等）・制御（情報提示や歩行者の動きの推定等）に基づいて歩行者検出や歩行者の体向きや行動を推定することで搭乗者と歩行者のインタラクションを実現させる．自律走行時における PMからの運転行動意図の伝達（情報提示）を行い相互理解を促すことで，搭乗者や歩行者の恐怖感や不安感の低減させることが可能となり移動空間に存在する搭乗者＋歩行者の移動時における安全性向上が可能となる．





ロボットの自律的なナ視覚に基づく道路境界の検出と道路環境における

M2 Sunjunyao

立命館大学のキャンパス環境では、道路沿いの雑草も多く見られます。キャンパスの環境は清潔で美しいことが重要なので、これらの雑草を除去する必要があります。労働力不足と非常に高い人件費のため、小型で効率的なロボットを設計したいと考えました。私が望むこのロボットの特長は最小のコストで最高の結果を得ることができます。

本研究では、自動機械除草を実現するためのソリュー　ションの可能性を持っています。 自動除草の第一歩は、コンピュータビジョンによるルート上の雑草の検出です。 必要な機器の性質や入手のしやすさから、コンピュータヒションは決して高価なものではありません。これらの課題　を解決するために、本論文では、完全な画像処理ソリュー ションを紹介します。 まず、深層学習を用いて緑を分離する画像処理アルゴリズムを開発した。 開発したアルゴリズムでは、特徴抽出により緑色の葉を検出する ことができる。ロボットのために雑草のプラズマの位置を　特定できる雑草検出アルゴリズムを開発することである。 この研究の目的は、人工知能の視覚処理により、経路の自　動認識、経路追従、道端の雑草の検出ができるロボットを 作ることである。 本稿では現在、Raspberry Pi ros シス テムと opencv を用いて、ロボットが特定のルートに従って自走するための機構を操作する方法使います。

層間移動を段階で行うUDOnロボットとアーム機構の開発

M1 KANG　YIHE

現在、インターネットの普及および電子商取引の規模が拡大を続けており、2013 年から 2021 年までの 9 年間では，日本国内の電子商取引市場の規模は約85%まで成長した，物流システムに対する需要も急激に拡大している。しかし、労働人口の不足により配達コストが増加し，物流の効率が下がる問題があり、また，新型コロナウイルスの感染拡大が懸念され,消費者は非接触物流を利用する傾向がある。今後の物流における新たな配達形式が必要です.

現在登場した仕分けや運搬などの物流ロボットにより、労働力不足の問題はある程度緩和されたが、商品を消費者に渡すラストマイルでは配達コストが増加し，物流の効率が下がるという問題がもっと深刻化になる。ビル内で活動するロボットには、荷物を搬送する能力と優れた機動性に加え、フロア間の段階を利用する能力も必要です。

本研究では、これらの問題に対し、先行研究で開発されたUDOnというクローラ型ロボットを基づいて、LiDARとカメラセンサを使用して、UDOnロボットに外部環境を感知・認識させ、自律的にナビゲーションと経路計画を実現する能力を与える。また、UDOnに搭載されるアーム機構を開発し、ロボットと環境の相互作用を実行できるように、自律的に荷物を取得して配置する機能を持たせることを目的とする。

機能開発と統合

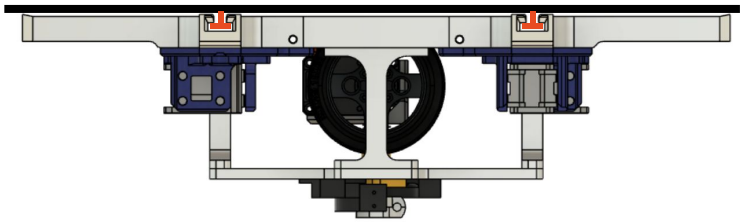
組合せる状態

R+iSpace における Mobile Module の新たな移動機構の開発

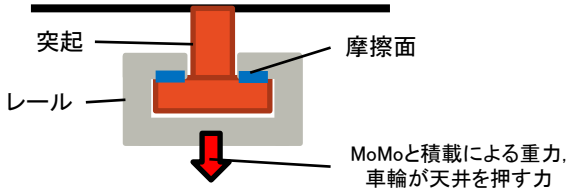
M1 櫻井 聖

本研究室では空間内に存在する様々なセンサを用いて，ユーザの要求と空間的状況を認識することで，ユーザに多様なサービスの提供を行う「知能化空間（iSpace）」の研究を行ってきた．iSpaceではデバイスの位置が固定されているという問題があるが，これを解決するために，移動ロボットによって空間内のデバイスの再配置ができるようにした「再構成可能な知能化空間（R+iSpace）」の提案がされた．R+iSpace では，様々なデバイスを搭載して壁面や天井面を自由に移動する「Mobile Module（MoMo）」が開発された．MoMoは，デバイスだけではなく，照明や絵画，部屋のパーティションなども再配置することで，より快適な空間をユーザに提供することを可能とする．

既存のMoMoの問題点として，平面上の突起と本体のレール部との摩擦によって余分にエネルギーを消費してしまうことがあげられる．そこで，本研究では，安定性や十分な速度を向上させた上で問題点を解決できる新たな移動機構を開発する．



MoMoの天井面での移動の様子



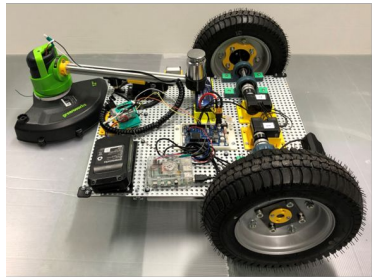
既存のMoMoの問題点

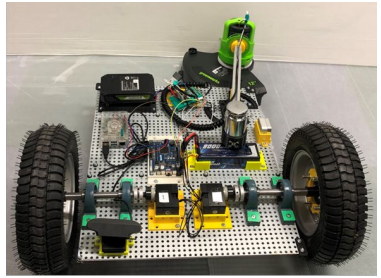
道路脇の雑草のための自律除草ロボット

M1 松下 優希

道路脇の雑草は，歩行者の通行を妨げたり，歩道と車道の境界を不明瞭にし，交通事故を引き起こしたりする恐れがある．この問題を解決するために，定期的に道路脇の雑草を刈り取る必要がある．現状，除草作業は電動草刈り機や手動の草刈り鎌を用いて人力で行われる．しかし，人力での除草作業には，夏場の作業で起こりやすい熱中症や，草刈り機の刈刃に接触する事故，作業中に車にはねられる交通事故のように様々なリスクが存在する．

本研究では，道路脇の除草作業における作業員の安全性の向上や人件費の削減を目的とし，人の代わりにロボットが除草作業を行うことを提案する．これまで研究開発されてきた除草ロボットの多くは，農業における除草やガーデニングを目的としていた．そこで本研究では，舗装路の路肩を自動で走行し，検知した道路脇の雑草を刈り取る自律移動除草ロボットの開発を行っている．本研究により，上記の危険を回避し，作業員の安全性が向上することが期待される．





開発したロボット

白線に沿った移動

除草作業

実験の様子

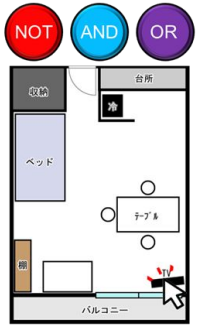
空間知能化をモジュール化したツール「空間コーディング」の開発

M1 吉田 集

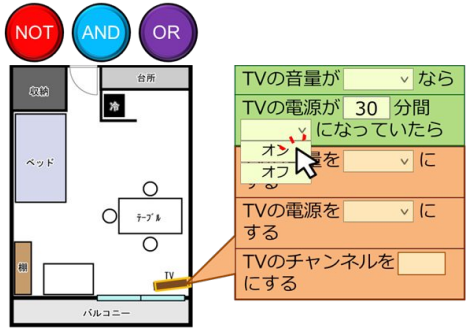
本研究室では，空間を賢くし人間を支援する，空間知能化という研究が行われている．空間知能化の機能を自由自在に組み合わせて新しい機能を定義するには，プログラミングが必要になる．

本研究では，空間をコーディングできる，ビジュアルプログラミング言語を開発することで，誰でも簡単に空間知能化の機能を設定できるようにすることを目的とする．具体的には，空間の間取り図をドラッグ，もしくはクリックすることで，範囲指定や条件分岐，命令などを行えるようにする．

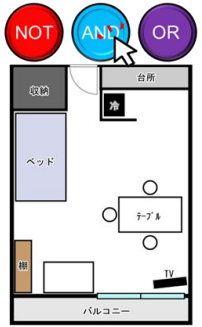
ユーザが文字や記号を用いてソースコードを書く必要が無くなり，プログラミングを学んでいない人でも，オリジナルな知能化空間作りができるようになるため，空間知能化の普及に貢献できると期待される．



①クリックで物体を指定



②条件もしくは命令を選択



③ANDやORを選択

①～③を繰り返すことでコーディングが行える

Human interaction recognition system

M1 Nguyen Ngoc Cuc Phuong

人間の相互作用を認識することは、インテリジェントな空間を構築するために重要です。　人間が宇宙で何をしているかを理解することで、コンピューターは正しく応答して人間により良いサービスを提供できるようになります。 ヒューマンインタラクション認識の典型的な用途には、作業監視、セキュリティ、スマートホームなどがあります。

このトピックに関するほとんどの研究は、トリミングされたビデオ内の人間のインタラクションを認識することに主に焦点を当てています。　ただし、人間のインタラクションを認識するリアルタイム システムを構築するには、人々がいつインタラクションを開始し、いつ終了したかを認識できるモデルを開発する必要があります。

私の研究目標は、多数のカメラから空間内での人間のインタラクションを正確に認識するのに十分なモデルを開発し、勉強、会話、握手、パンチなどの実験室での典型的なタイプのインタラクションを含むデータセットを作成することです。

遠隔操作ロボットを用いた新たなメタバース空間「R-Metaverse」における 効果的な交流手法の開発

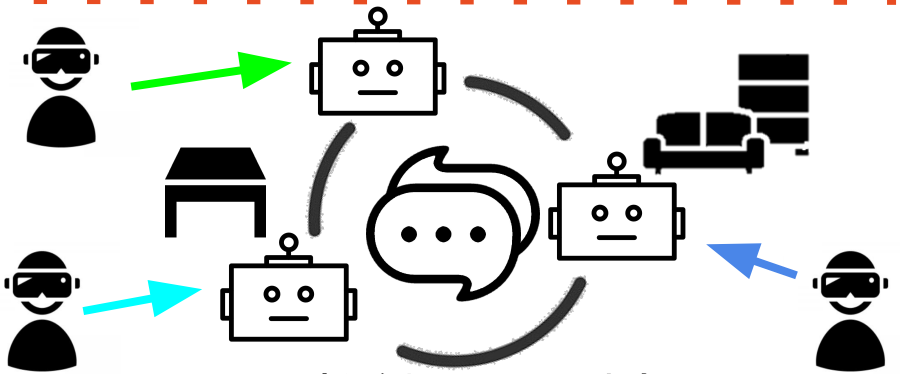
M0 錦織 勇飛

本研究室では現実空間と，現実空間でユーザのアバタとして動くテレイグジスタンスロボットを利用した，新たなメタバース空間「R-Metaverse」の研究を行ってきた．

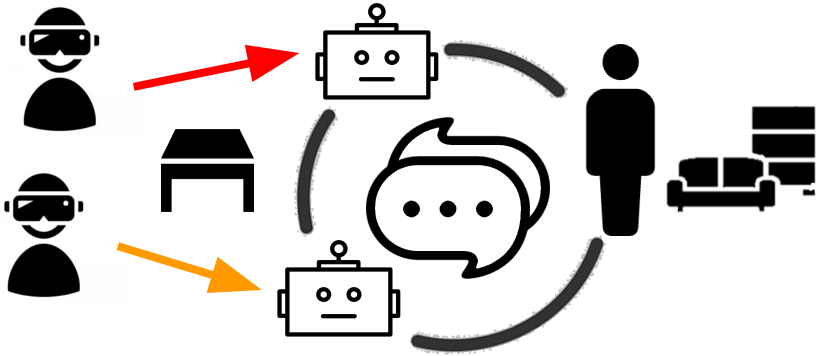
R-Metaverseは，従来のメタバースと比べグラフィックの処理にかかるコストなど，様々なコストを抑えることができる．また普段では利用することのできない空間を動き回るといった新しい楽しみ方もできる．

現在のR-Metaverseには，テレイグジスタンスロボットによる遠隔での参加者同士の交流，参加者と現実空間の人との交流において問題点が存在する．まず，テレイグジスタンスロボットによる遠隔での参加者同士の交流においては，互いに生成したCGオブジェクトを共有するという交流手法のみしか存在しない．また，テレイグジスタンスロボットによる遠隔での参加者と現実空間の人との交流手法はまだ存在しない．

そこで，本研究では，R-Metaverseにおいて，テレイグジスタンスロボットから参加した人同士，また，テレイグジスタンスロボットから参加した人と現実空間の人との効果的な交流手法の考案，開発を行う．



遠隔参加の人同士の交流



遠隔参加の人と現実空間の人との交流

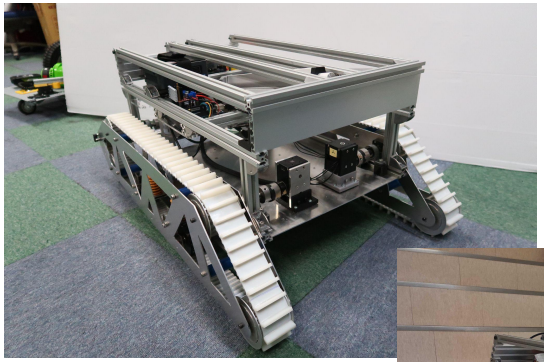
階段昇降が可能なクローラ型宅配ロボットの開発

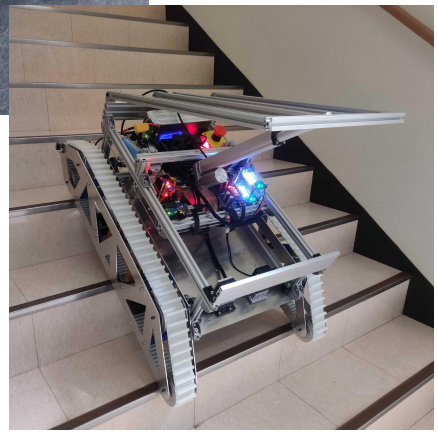
M0 鈴木 優介

近年、ネット通販の普及に伴い、宅配サービスの需要は年々高まっている。しかし、業務量の増加に対して、労働人口が不足しているため、「配達コストの増加」と「物流効率の低下」という2つの問題が深刻化している。これらの問題を解決するために、宅配ロボットの開発を多くの企業が行なっている。

宅配ロボットは「屋内型」と「屋外型」に分けられる。その中でも「屋内型」は、建物内を移動し、目的のフロア・部屋に配達物を届けることを目的としている。また、現在開発されている「屋内型」はフロア間の移動にエレベータを利用しているものが主流である。しかし、築年数の古い建物ではエレベータとの通信を行うために追加工事が必要になったり、そもそもエレベータが設置されていない場合もある。

本研究室では、上記の問題を解決するために、Ubiquitous Delivery On-demand Robot(通称UDOn)の開発を行なってきた。本研究では、現在のUDOnの機構・移動アルゴリズムの改良を行うことで、より速やかに安定性ある運搬が可能なロボットの開発を行う。





UDOn

介護練習用ロボットを用いた介護士訓練のアプリ開発

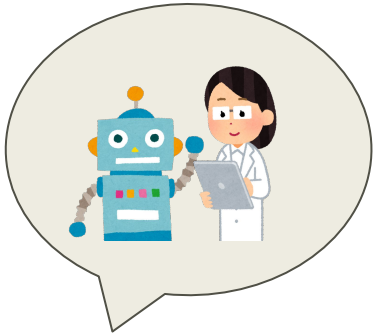
M0 遠藤　優貴

日本では年々高齢化・少子化が進み要介護者の類型人数も年円増加傾向にあり、介護福祉士の需要数が供給数を大きく上回り、介護職員の絶対数が大きく不足している実体がある。また、介護福祉士旺盛学校においては、高齢者に対して実習を行うことはリスクが大きいことが要因で、介護動作の練習量が十分ではなく、基本的な介護動作技術を得ることができない問題がある。

本研究では、これらの問題に対し、先行研究で開発された肘関節、肩関節及び膝関節の弛緩性麻痺による筋肉の収縮や筋力の低下、拘縮を再現した介護練習用ロボット CaTARoと痛みの表情を再現するReal Face Pain Scaleを用いて、実際の介護現場での環境や日介護やの状況を仮想空間上に再現することを目的とする。

また、先行研究では評価実験の被験者が学生であった点やRFPSの投影によるみやすさがあまり評価されなかったなどの課題点がある。これらの課題点に対し、介護福祉士の方を被験者の対象に追加や、仮想空間上の人型オブジェクトに置き換えることでの改善を目指す。

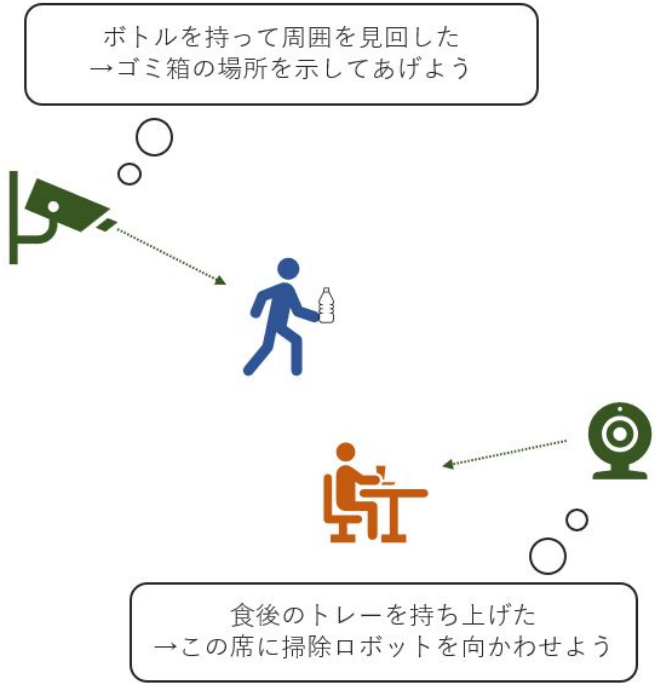
VR空間上での訓練



現実での介護動作技術の獲得

知能化空間におけるモノのインタフェース化

M0 峯崎 翔琉

本研究室では，画像認識を通して人の情報を把握し，その情報を基にユーザにとって最適な空間（ロボット・IoTデバイス）とのインタラクションを生み出す「空間知能化」という研究が行われている．本研究はその「空間知能化」の一環であり，空間内にあるモノと人のインタラクションを検知し，それに対応したアクションを起こす事で，そのモノにあたかもインタフェースとしての機能があるかのようにユーザに認識させる事を目標としている．

モノを介した空間への指示方法には，ユーザの意思を正確に伝えやすいという利点がある．人が人に対して地図を用いて道案内をするように，モノを介する事で相手に情報を分かりやすく伝える事を人は普段から行っている．こうした人の能力をモノを用いて引き出す事により，これまで伝えにくかった空間への複雑な要求を，誰でも簡単に行えるようになる．