

2021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、色々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だからです。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、なおさら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く人になってやるぞ！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、**李, TRAN, 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2、3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, TRAN, 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。

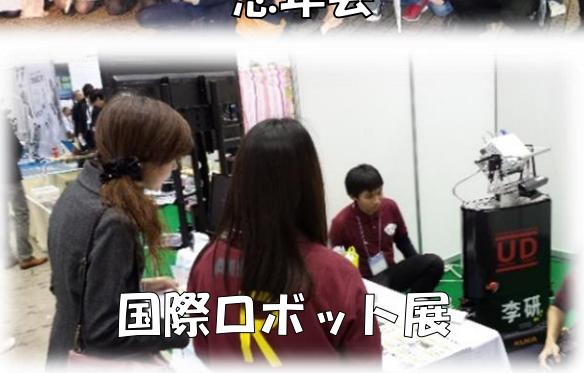
### 夏合宿（中間報告）

9月ごろに**B4以上の全員**で合宿をします（今年はコロナウイルスの影響でできないかもしれない。 . . . ）。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



# メンバー

## 指導教員

教授

李 周浩

助教

Dinh Tuan TRAN  
(チャン ディン トゥアン)



## 学生(36名)

D4

小島 景行

D3

李 美蘭, 藤井 康之

D2

Renteria Francisco, 施 真琴

M2

岸本 尚将, 今中 啓之, 江口 立樹,

梶山 主税, 川勝 直哉, 木島 慶太

久郷 莉一, 小林 叶佳

M1

垣内 亮佑, 高橋 邦光, 畠山 智之

福田 有記, Yang Junyan, Son Junyao, Trieu Trang Vinh

Di Li, Bui Bach Thuan

M0 (大学院進学予定の4回生)

Guo Xiaocong, 尾崎 玄拓, 矢野 優貴

児玉 遼太郎, 阪上 竜雅, Pan Shiyun

矢野 恵莉佳, Xie Punkang

B4

堺 裕太, 新谷 政晴, 平向 英知

西村 侑樺, 鈴木 大樹

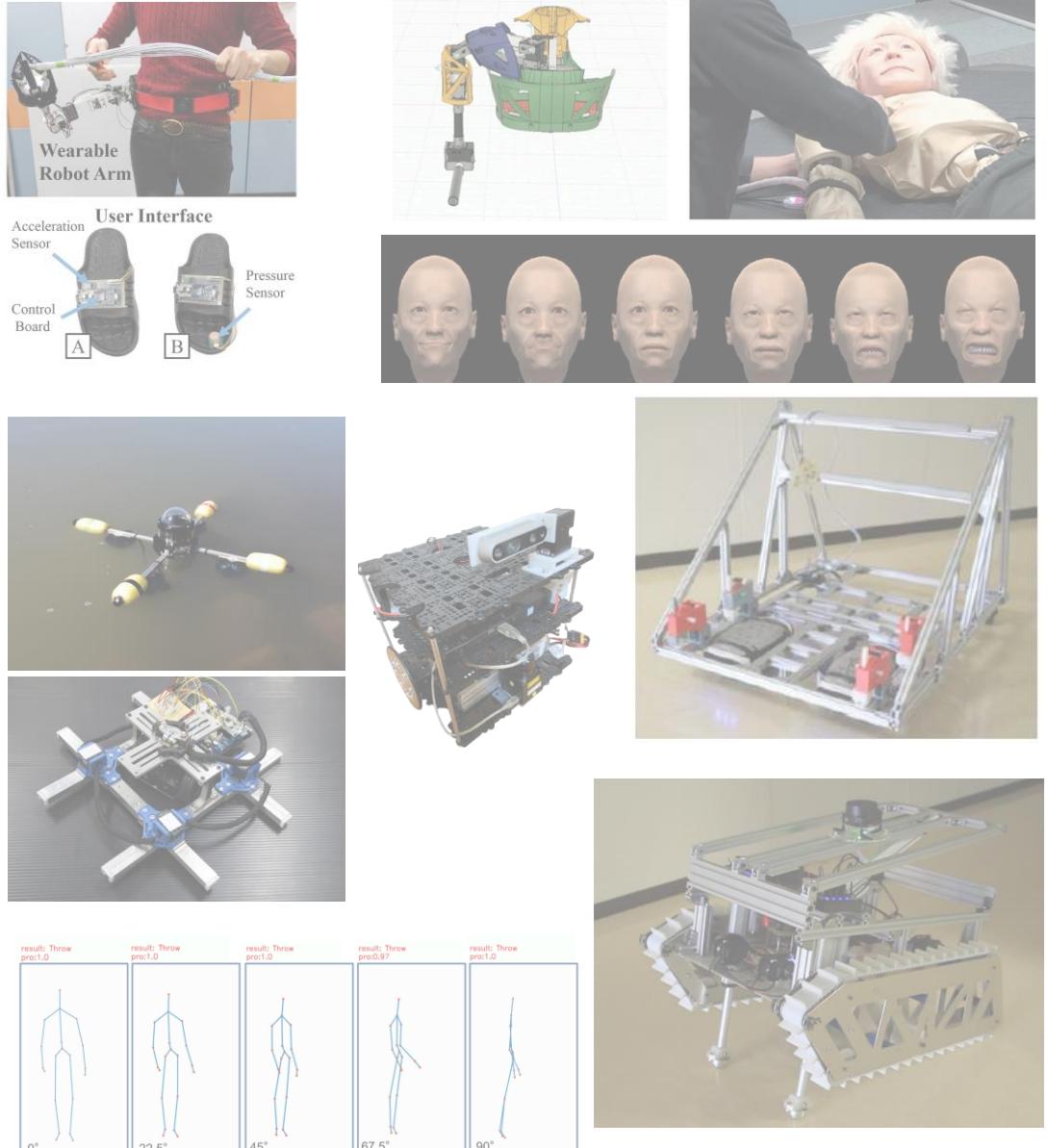
# 研究紹介

本研究室では、ロボット、コンピュータビジョン、機械学習などの道具を上手に組み合わせて（システムインテグレーション），新たな価値を生み出したり，世の中の問題を解決したりする研究を中心に行ってています。

研究活動には、システムの開発だけでなく、他分野の専門家とディスカッションして社会のニーズを調査したり、実験結果をまとめ発表したり、様々な活動が含まれています。研究活動の中で皆さんがこれまでの授業で学んできたことを活用することはもちろんのこと、目標を達成するためには研究しながら学ぶことが必要です。

もしかしたら先輩たちの研究を見ると「自分には難しいかも...」と思ってしまうかもしれません、先輩たちも3回生のころから、研究室独自のカリキュラムや研究活動を通して、時間をかけて仕上げてきたものばかりです。また、研究室ではさまざまな分野について研究している先輩がたくさんいるので、わからないことについてサポートを受けることができます。

ぜひ、次ページからの研究紹介を楽しく見て、夢を膨らませてください！



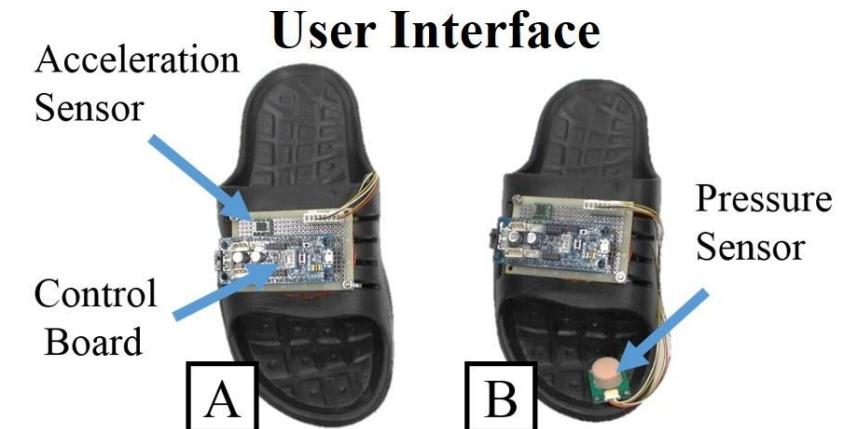
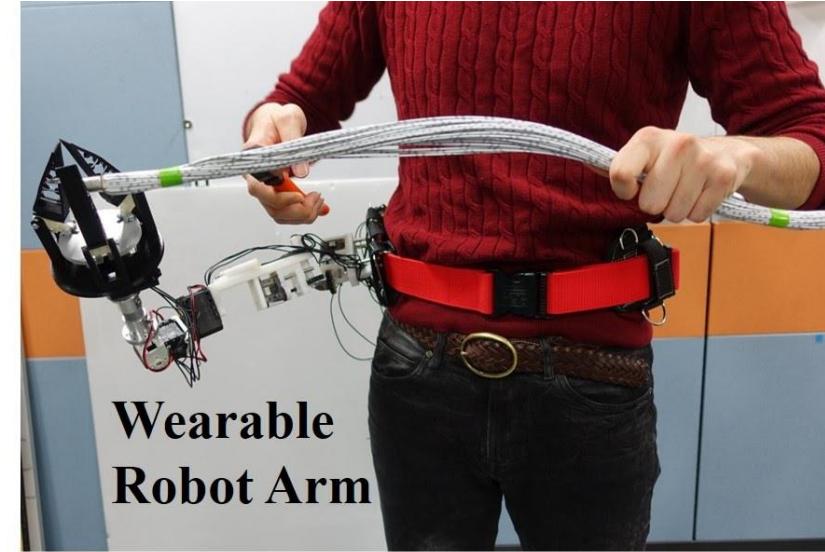
# Wearable Robot Arm ~人の作業を支援するロボットアーム~

D4 小島 景行

人にロボットアームを装着し作業を支援してもらうことで、人の作業効率が向上し、2本の腕ではできなかった作業が可能となり、人の能力が拡大する。

そこで、ロボットアームを人に装着し、3本目の腕としてタスクのサポートを行えば、人の能力拡大に繋がると考え研究を行っている。人に装着するロボットアームとして解決すべき問題が2点挙げられる。1つ目は重量に関する問題である。ロボットアームの重量が重いと人に直接負担がかかり、作業時間や作業効率に支障が出る。2つ目は、安全性に関する問題である。従来のロボットアームはすべての関節を人がコントローラを用いて、モータを操作する。しかし、この操作方法では人の誤操作でロボットアームが人に衝突し事故や怪我が発生する可能性が高い。主に、この2点に着目し、軽量で安全な装着型ロボットアームを開発し研究している。

本研究では開発したロボットアームを用いて、両手がふさがっている際ににおけるドア開閉や電球の取り換え作業の支援などの場面で有効性を検証する。



# 筋骨格の疼痛推論に基づく患者口ボットの疼痛表情表現

D3 イミラン

介護訓練のための老人口ボット・シミュレータは、高齢者の割合が持続的に増加することから重要な役割を果たしている。介護士が介護動作を習得する最も良い方法は実際の高齢者に対して介護動作訓練することであるが、訓練生が実際の高齢者に対して訓練するにはケガを負わせるなどリスクがある。そこで本研究では、介護訓練生の介護動作を定量的に評価できるようにすることを目標として、被介護シミュレーションロボット(CaTARo: Care Training Assistant Robot)を開発している。CaTARoの各部には様々なセンサが搭載されており、介護訓練生の介護動作の正確性をリアルタイムで計測するモニタリングプログラムを備えている。

また、痛みと表情の関係性の解明と痛み表現が可能な関節ケア訓練用のシミュレーションロボットの効果検証を行う。これまでの研究で、関節のリハビリ時に、患者の痛みを表情から確認することの重要性が明らかになった。本研究では、作成したモデルに基づいて痛みを表現する関節ケア訓練用シミュレーションロボットの表情表現手法を明らかにする。さらに、痛み表現が可能なロボットによる関節ケア訓練の効果について調査を行い、人間とロボットそれぞれの表情による痛み表現が人に与える影響の差とその原因の解明を行う。



CaTARo



CaTARoを利用した介護教育



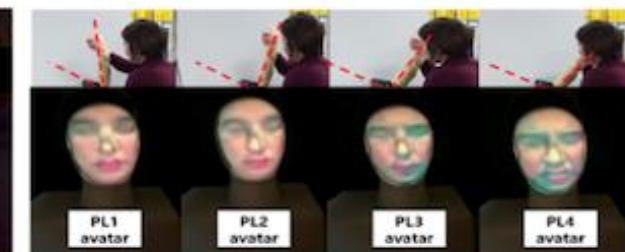
Avatar



Projection using projector



CaTARoと痛み及び感情表現アバターの統合システム



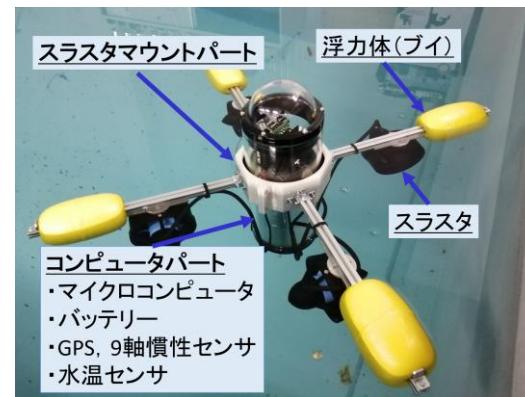
# 自律移動型センシングデバイスを用いた水上環境観測

D3 藤井 康之

海洋や湖沼における水質汚染、生態の変化など、水圏の問題が注目されている。これらの問題に対して、センシングデバイスを用いて水上や水中の長期的な環境データを定点観測することで解決しようという研究がある。

これまでさまざまな場所で観測が行われていたが、水上において位置を保ちながらデータを観測し続けることは波や潮流などの外力の影響により、困難であった。

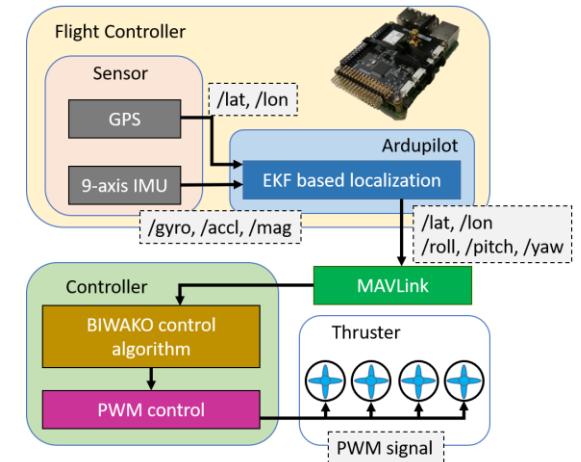
本研究ではセンシングデバイスをアクチュエータの駆動のみによって水上の同じ位置を保ちながら、連続的に環境データを観測し続け、観測したデータをUAV(Unmanned Aerial Vehicle)で回収する、水上定点観測システムについて研究する。センシングデバイスはGPSやIMUセンサなどにカメラ画像を組み合わせることによって、位置を保てるようとする。観測の対象は水質、水温、降雨量、水上の画像データなどを想定している。観測した環境データを分析することによって、琵琶湖の長期的な環境データ観測に貢献させる。



水上自律移動センシングデバイス



実環境実験の様子1



センシングデバイス制御構成



外乱のある環境で定点位置維持中!

実環境実験の様子2

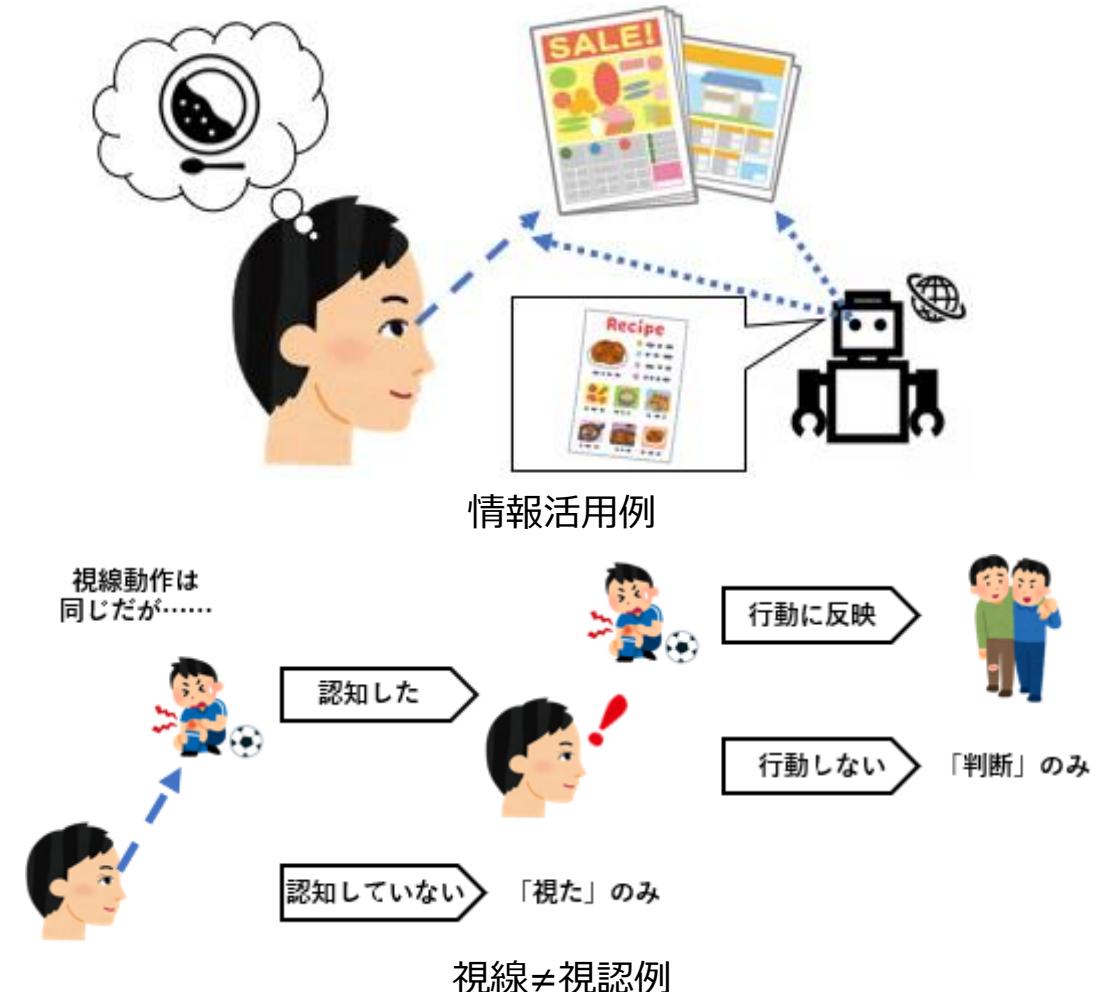
# 環境とのインタラクションにおける人の視認推定とその応用

D2 施 真琴

近年、日常生活で扱うべき情報が飛躍的に増加している。そして、人は情報の大半を視覚から得て、行動を決定している。そのような世の中で視覚情報取得を支援することは多くの人に役立つと考えた。

例えば、高齢者や小さい子供など視覚情報を上手く取り込むことができない人の支援ができれば、交通事故の回避や円滑なコミュニケーションに役立つ。また、学校の先生や介護者、カウンセラーに生徒や被介護者の情報取得状況を可視化して伝えれば、情報取得を支援する人への支援へと繋がる。そして、人に対してだけでなく、電子看板や広告、カーナビなどのコミュニケーションツールやロボットにユーザの注意・興味に応じた情報呈示を行えば、情報伝達ツールの支援にも役立つ。

本研究では視環境の動的な変化と視線の動きの関連性から人の視認状態を推定する手法を確立し、さらに視認推定による人の内部状態把握を実際の場面でのインタラクション支援へ繋げる。視認推定結果が様々な想定場面で適応可能かを実験を通して検討し、将来、人間が日常生活の中で情報を取捨選択する際に役立てる。



# 介護訓練用ロボットのための表情を用いた自然な痛み表現

M2 梶山 主税

日本では少子高齢化に伴い介護士の数が不足している。この問題を解決するために本研究室では介護訓練を評価し、介護技術習得の効率化を目指した「介護される」ロボット(CaTARo, Care Training Assistant Robot)の研究に取り組んでおり、先行研究ではセンサを用いて定量的に介護訓練を評価することに成功した。しかし、介護士からは「介護士は介護動作時に被介護者(高齢者)の表情を確認しながら適切な介護動作を行っているか確認する。」という意見があり、本研究では、表情を用いて介護動作を評価することで、より実際の介護現場に近いフィードバックの提供を目指す。

表情を用いた介護訓練の評価方法の流れを図1に示す。センサから取得されたデータからFuzzy理論で痛みデータに変換し、そのデータをもとに表情を生成しオブジェクトに投影する。

現在までに2種類の表情を生成した(図2, 3)。しかし未だ自然な表情とは言い難い。そのため、今後はより自然な表情を再現するため、大勢の人の顔をキャプチャし、生成した3Dモデルに反映させる。自然な痛み表情が再現されれば、CaTARoを使用した介護訓練で実際の現場に近い感覚で介護訓練に取り組めるようになる。

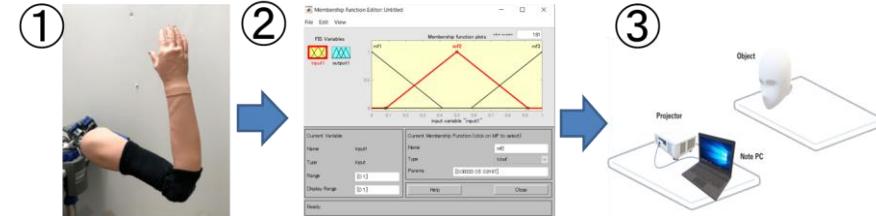


図1. 表情を用いた介護訓練の評価方法の流れ



図2. Real Face Pain Scale



図3. Real Face Pain Scale 2

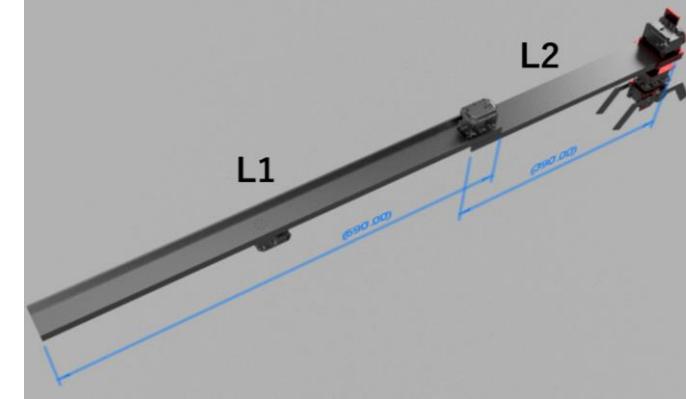
# 対面ゲームにおけるテレプレゼンスロボットの開発

M2 江口 立樹

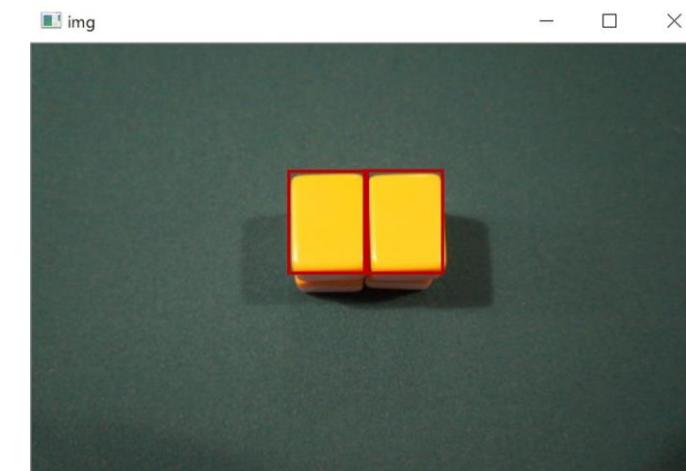
近年、新型コロナウイルスの影響によりリアルタイムでの対面が難しくなっている。それに伴い、コンピュータを使用しないアナログゲームをプレイすることも困難となっている。

また、アナログゲームは人数制限を設けているものも数多く存在し、その性質上、同じ場所に居合わせる必要がある。そのため、その場に居合わせる人数の少なさから遊戯できないことや、遠方にいることで遊戯に参加することができない等の問題がある。

このような問題を解決すべく、本研究では、遠隔操作が可能なテレプレゼンスロボットを実装することで遠方にいるユーザがアナログゲームに参加できるようにする。また、本研究では数あるアナログゲームのうち、複数人でプレイする必要があり、世界的にポピュラーなアナログゲームの1つである麻雀を採択した。麻雀をプレイする際に必要となる基本的な動作をテレプレゼンスロボットに行わせる。加えて、実装するテレプレゼンスロボットを用いてプレイする人と、複数人のリアルタイムでプレイしている人と同じ麻雀卓で遊戯させることで、人間の代わりにアナログゲームをプレイすることが可能かを検証する。



実装するロボットアームの概観 (L1 : 690[mm], L2 : 390[mm])



画像認識技術を用いた麻雀牌の識別

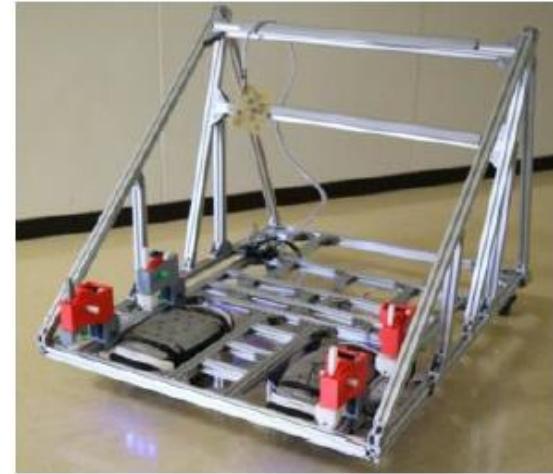
# ユニバーサルデザインを考慮した自律走行可能なPMに関する研究

M2 川勝 直哉

近年、環境に優しいPM(Personal Mobility)が注目されている。PMとは1~2人乗りの10km前後走行する乗り物と定義される。現在研究されているPMは、老若男女問わずに乗れるものは少ない。そこで本研究では、誰でも楽しく乗れるようなPMを目指して研究を行っている。

誰でも楽しくPMに乗れるようにするために、ユーザビリティとユニバーサルデザインを考慮する必要がある。ユーザビリティとは、誰でも簡単に操作できることであり、ユニバーサルデザインとは、誰もが乗りたくなるようなデザインである。本研究では、ユーザビリティ面に着目し、ユーザの足または手で操作可能なPMを研究開発した。

現在は新たなPMの開発を行っており、誰でも楽しく乗れるPMの研究開発のために、ユニバーサルデザインの検討と、ユーザビリティの更なる検証をする。また、自律走行機能を搭載し、ユーザのもとに近づく機能や目的地に自律走行する機能を搭載する予定である。



パーソナルモビリティ



足での操作



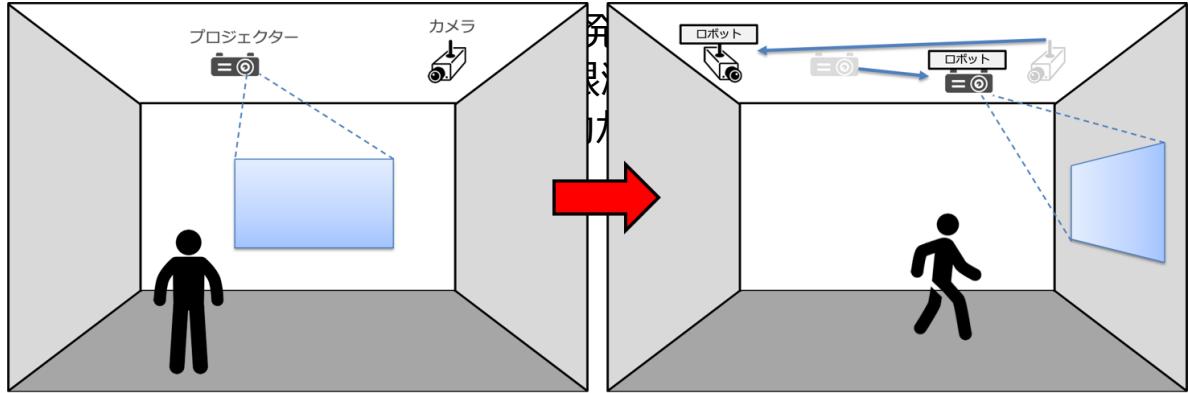
コントローラでの操作

# 壁・天井移動ロボットの別平面への移動機構の開発

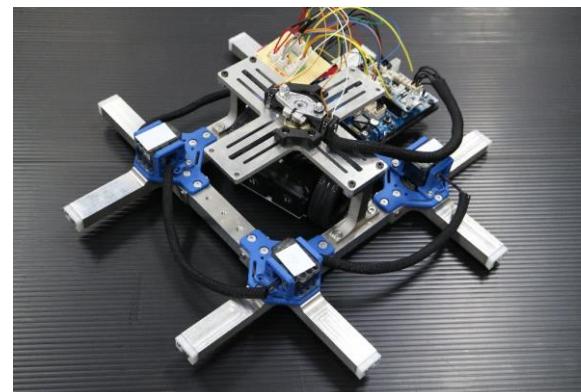
M2 小林 叶佳

近年、IoTの研究が盛んに行われており、このIoTを実現するためには人・ロボット・機器などがネットワークで相互に繋がっている必要がある。知能化空間は、IoTを含む包括的な空間システムである。空間内にセンサ・演算機能・ネットワーク機能を持つデバイスを分散配置することで、人物やオブジェクトの状況を収集し、この情報を基に人を支援することが可能である。

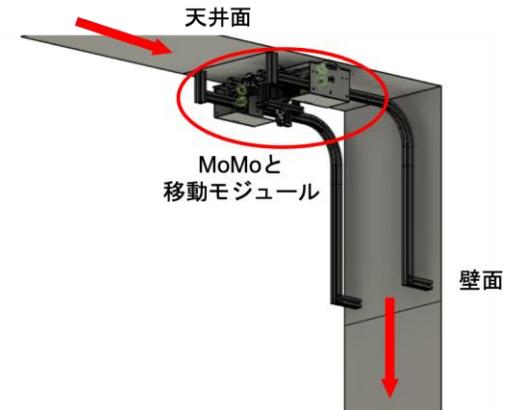
しかし、固定されたデバイスによる支援では、空間内の変化に対応出来ない場合がある。そこで、壁・天井を移動可能なロボットMoMo(Moblie Module)[2]を利用してすることで、デバイス側がユーザにとって最適な位置に移動するシステム[1]が考案された。MoMoは壁に突起、本体にレールを用いることで、自己位置推定の容易化や固定時にエネルギーを消費しない機構という利点があるが、本体にレールを用いた構造上、MoMo単体では、天井から壁といった他平面への移動が不可能な機構であった。そこで、他平面への移動を可能にする移動手法の開発を行っている。別平面の移動手法として、壁自体をモータで90度動かすことで移動を可能にする機構が開発されたが、電力消費や移動機構の小型化に制限があった。この点を踏まえ、MoMo本体に取り付けられたモータの力だけで別平面への移動



[1]レイアウトの再構築が可能な知能化空間



[2]MoMo



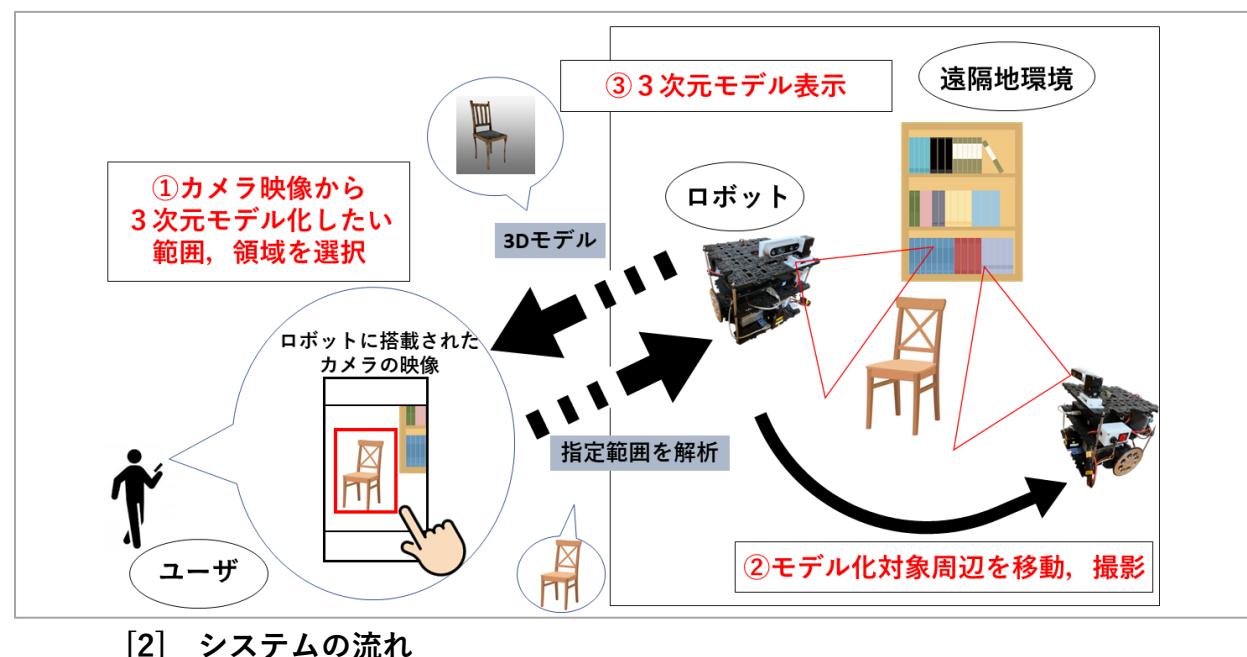
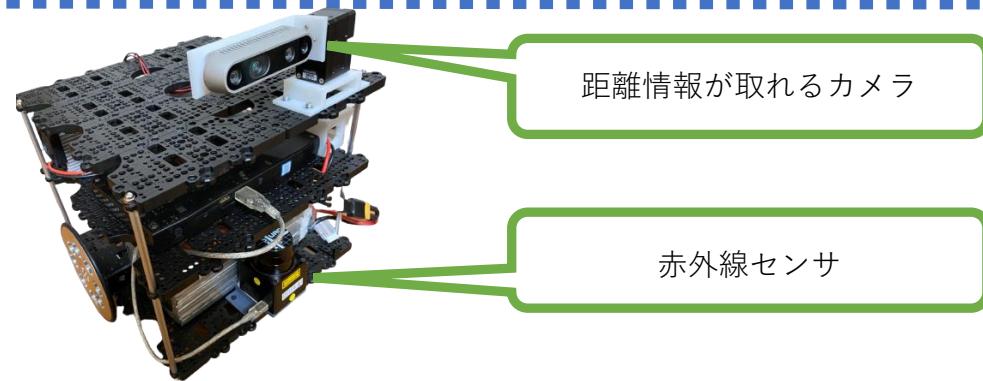
[3]新移動機構

# 半自律型移動ロボットを用いた3次元モデルの自動生成システム

M2 久郷 莉一

自律移動型ロボットによる物の運搬や、ロボットアームによる車や食品等の生産過程の自動化など、今まで人が行っていた作業をロボットに任せる「自動化」技術は時代と共に需要が高まっている。また現在、3Dゲームや物理演算等のシミュレーション環境において3Dモデルが頻繁に使用されており、現実空間にある物体を3Dモデルに変換する3Dスキャナも広く活用されている。既存の3Dスキャナは手持ちタイプと設置タイプがあるが、物体をスキャンする際に「現地に赴く」、「歩き回って撮影する」、「スキャナを設置する場所が必要」等のコストがかかってしまう。

そこで私はスマホで遠隔操作可能な移動ロボット[1]を使用し、離れた場所から少しの操作で物体の3Dモデルを生成することができるシステムを提案する。本システムにおいてユーザはスマホに映し出されたロボット映像から物体をタップすることによりロボットは自律移動で指定された物体の撮影し、3Dモデルを生成する。移動できるロボットに作業させることで固定場所の制約を無くし、ユーザはスマホで楽に作業を行うことができる。これにより今までユーザにとって手間であった撮影コストの大幅な削減が予想される。



# 人間の2D関節点座標に基づくカメラ視点変化にロバストな動作認識

M2木島 慶太

近年、画像処理技術の発展により、3DCG技術が日常社会の様々なところで用いられている。例えば、ゲームや映像などのエンターテインメント分野や日本のアニメーション分野などが挙げられる。日本のアニメーション分野においても、3DCG技術は日常社会の様々なところで用いられている。3Dアバターの作成や3Dアバターのモーションの作成は、より複雑なものが求められている。そのため、作成にはとても時間がかかり、制作費用が高くなっている。

3Dアバターを動かす方法は、トラッキングやモーションキャプチャ等様々な方法があるが、高度な動きをアバター上でモーションとして実装するには、制作環境に沢山の費用と時間をかける必要がある。そのため、本研究では、上記のような複雑な機材を使うことなく、会話の音声や、会話の文章などから、3Dアバターのための人間らしいモーションデータを作成することを目標に研究を行っている。

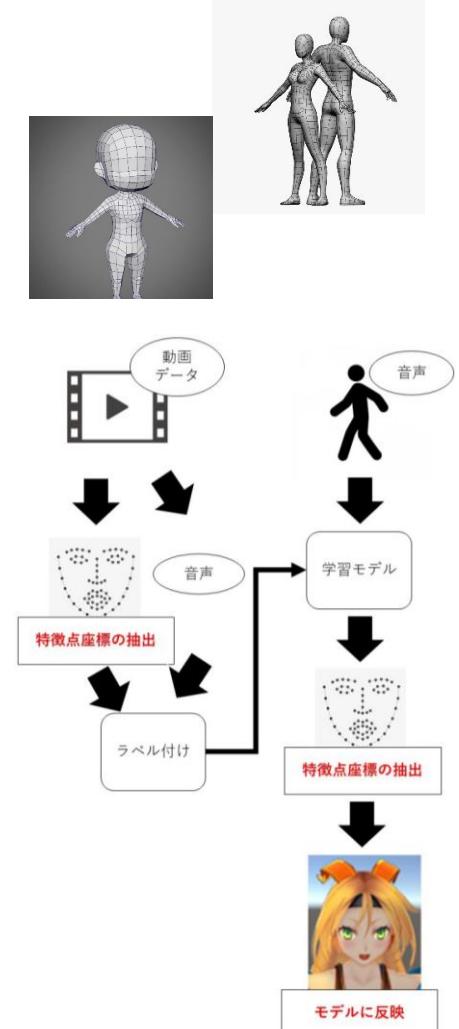
この目標を達成するために、人の会話の音声や文章から、人の動きに関する様々な情報をどのようにコンピュータに理解させるかの検討や、会話の文章情報が持つ感情の推定などを行い、表情の生成などを行っている。

画像処理技術の発展  
3DCG技術が日常社会の様々なところで  
用いられている

エンターテインメント分野の成長

テキストデータ  
今日は天気がいいですね

モーション生成

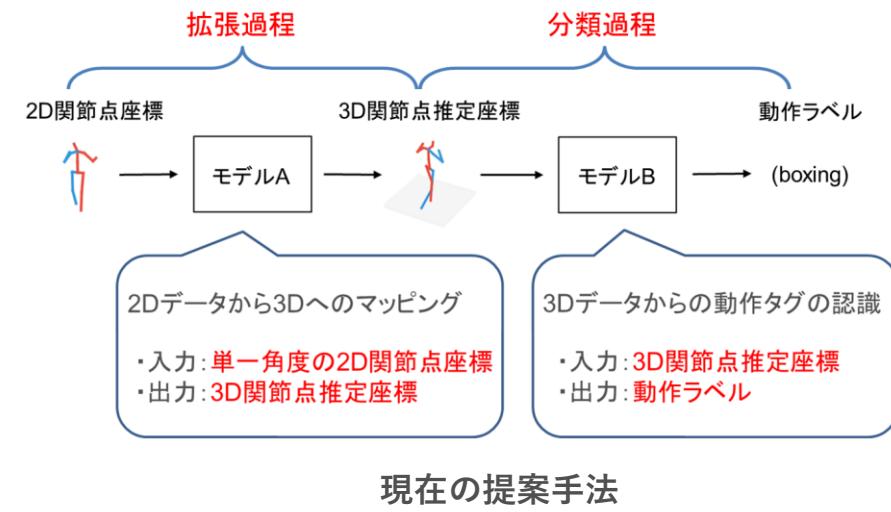


# 人間の2D関節点座標に基づくカメラ視点変化に robust な動作認識

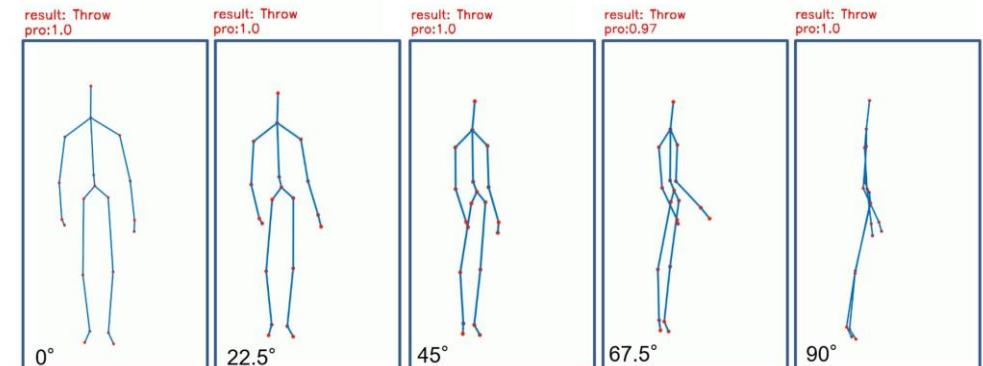
M1 LI AOQING

携帯機器の計算力やデータ転送能力の向上に伴い、顔認識、目標検出などの応用が普及し、人体動作認識に対する需要が高まっている。

本研究では、動作認識技術の1つである2D関節点データからカメラ視点の変化に堅牢な人間の動作認識を行う。2D関節点データはRGBカメラで容易に取得できるが、深度情報が乏しいため、カメラ視点が変化すると関節点情報も大きく変化してしまう。そのため、学習するためにより多くのデータが必要であり、できるだけ多くの角度の動作情報を含むことで、モデル認識の精度を高める必要がある。しかし、実験ではなく実用化した場合、ビデオ中の人物のすべての角度の動作情報を得ることができないため、データセットを拡張することが困難であり、実用化することも困難である。逆に2Dデータの深度情報欠落の問題を解決できれば、2Dデータによる動作認識の実用性を向上させることが可能である。そのため、本研究は拡張2D骨格データに基づく動作認識手法を提案し、その可能性の検討を試みる。



現在の提案手法



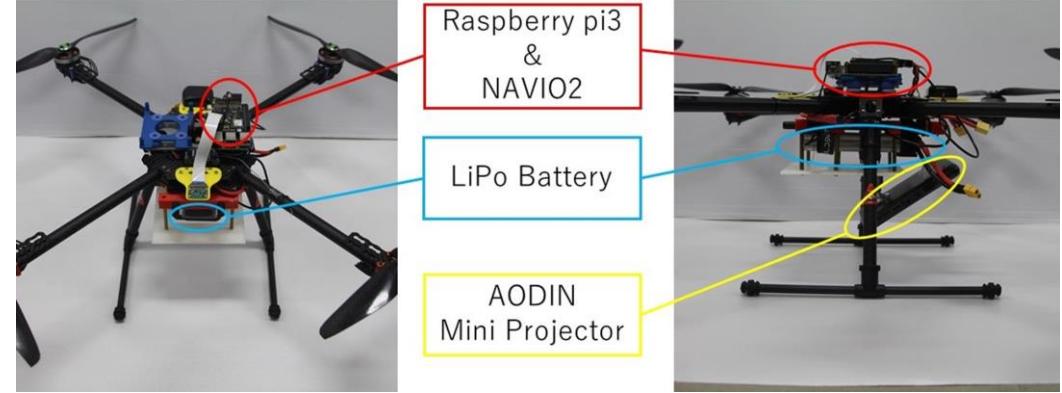
ビデオ動作認識のスクリーンショット

# プロジェクト搭載ドローンによる夜間警備システム

M1 垣内 亮佑

人間による警備業務は、長時間労働や夜間勤務を前提としたものであり、負担の大きい職業として知られている。また、新しい施設の増加などから、警備業は深刻な労働力不足に陥っている。このことから近年、車輪型やドローンといった様々な警備ロボットが誕生している。しかし、車輪型ロボットには段差や人などの障害物に対応できること、ドローンには夜間警備を対象としたものがないことや警備対象者からのインタラクションを行えないなどの問題点が存在する。

本研究では、人や段差などの障害物の影響を受けず、空から広域の警備を可能とする警備ドローンAUD(Aerial Ubiquitous Display)を作成している。AUDには、夜間における警備を可能にするため赤外線カメラを搭載している。このカメラを用いて人間の行動を検出し、接近する。また、ドローンに小型のプロジェクタを搭載することで、人がドローンから投影された情報を読み取るインタラクションを可能にしている。このシステムが完成すると、大学内で巡回している警備員の代わりを行い、人件費の削減や軽微業務の負担軽減を実現化することが可能になる。



プロジェクト搭載ドローンAUD



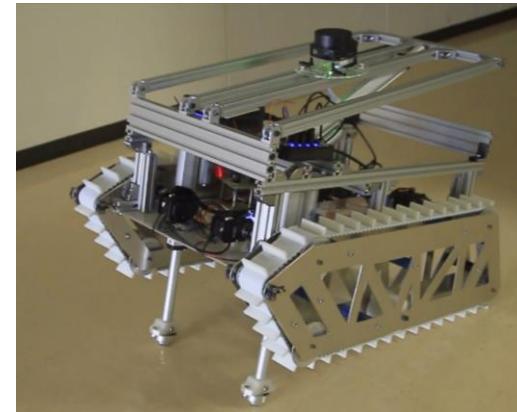
ドローンによる情報投影風景

# 複層建物におけるクローラ型宅配サービスロボットの自律移動

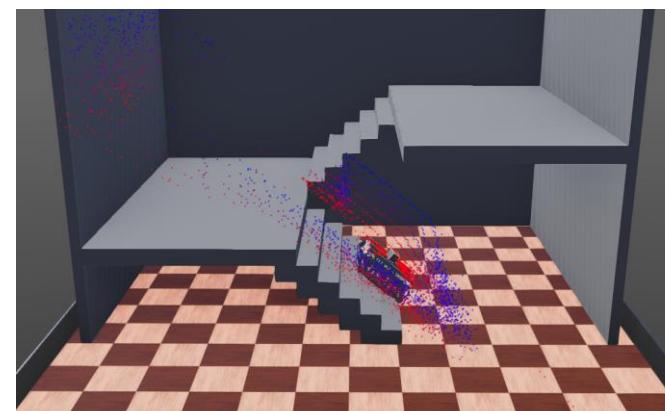
M1 高橋 邦光

近年、コロナウイルスの影響により外出自粛・自宅待機が強いられるようになったため、オンラインショッピングの利用数が増加した傾向が見られた。それに伴って宅配業者の仕事量も増加しているため、宅配作業をサポートするロボットの研究開発を行った。これまでにも数多くの宅配サービスロボットが開発されてきたが、そのほとんどが屋外移動に向けて開発されたものが多く、複層建物に向けて開発されたものは、フロア間移動をエレベータとの通信を行う必要があるため、建物自体にも工事を必要としコストがかかる。そこで、本研究ではクローラ型移動基盤を用いた階段移動によってフロア間移動を行う宅配サービスロボット(名称：UDOn)の開発を行った。

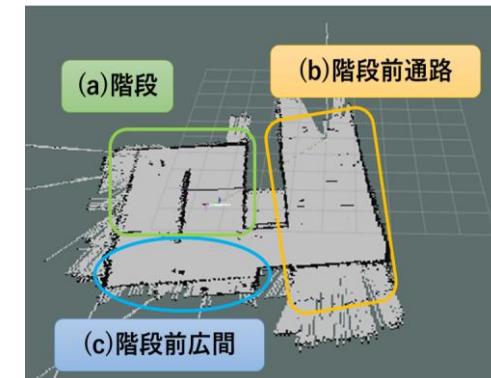
本研究では、主にUDOnは階段に乗り上げる際、クローラ部に取り付けられた2本のアクチュエータによって機体を持ち上げるため、それらの制御を行い階段昇降を実行するプログラムの作成及び、これらの階段昇降と自律移動を組み合わせる手法に関する研究を行ってきた。本研究の実験では、階段昇降時の自己位置推定に関する調査を行い、本実験はシミュレーション環境と実世界環境にて行った。今後はこれらの実験を基に、よりスムーズな階段昇降を可能とする自律移動機能についていくこととなる。



UDOn(Ubiquitous Delivery On-demand robot)



シミュレーション環境



自己位置推定と地図生成を行っている様子

# 階段昇降が可能な配達クローラ型移動ロボットの機構に関する研究

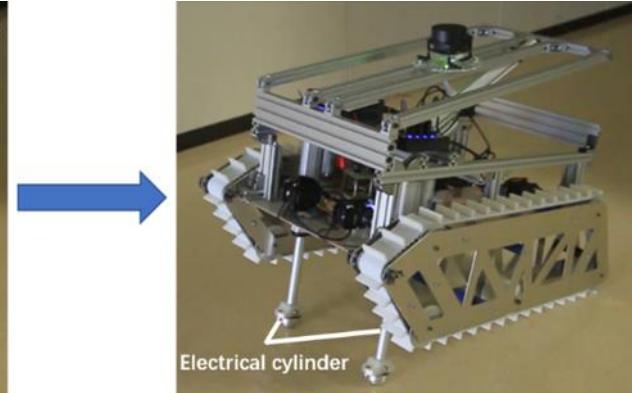
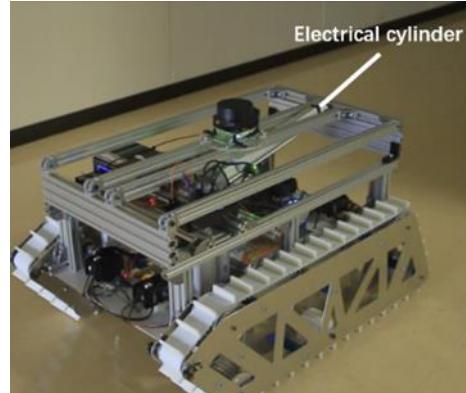
M1 楊俊彦

ネット通販が多く利用されることをはじめ、宅配サービスは発展する傾向にあった。しかし、業務量の増加及び多頻度小口配達で物流の効率が下がり、配達のコストが増大する問題も発生している。さらに、現在は新型コロナウイルスの感染が拡大している影響で、人の接触を極力避ける傾向にある。

今まで活用されているエレベータと連携できる配達ロボットもあったが、エレベータと通信する為には建物そのものを工事する必要があり、追加建築費用が増大する。

上記の問題を解決する仕組みの一つとして、本研究では階段昇降でフロア間移動することができ、小型の構造を有する配達クローラ型移動ロボットUDOn(*Ubiquitous Delivery On-demand Robot*)を開発した。なお、サブクローラではなく、電動シリンダーによる階段昇降手法を提案した。

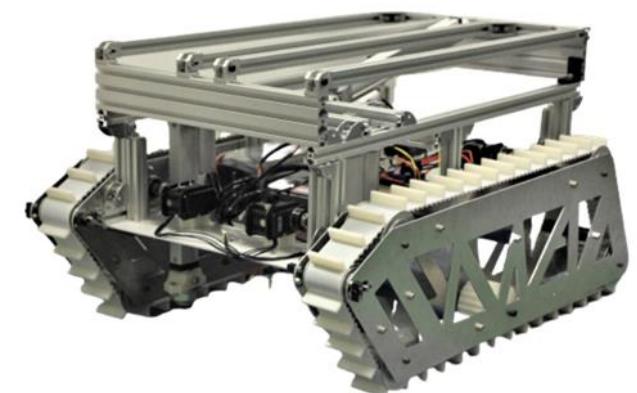
今後は階段昇降を行う時の方向修正機能や障害物の回避機能も実装する予定である。



(電動シリンダによる姿勢調整)



(階段を下る様子)



(UDOn)

# RGBDカメラを用いた知能化空間内のVR化に関する研究

M2 福田有記

新型コロナウイルスの影響でオンライン会議の利用が活発になっている。しかし、対面で会話する場合とオンライン上で会話する場合とでは相手から受ける印象が異なる。VR空間を用いたコミュニケーションの手段はVRChat.incのVRChatが挙げられる。しかしこのアプリケーションでは既存のVR空間を利用しているため、オンライン会議のような実際にカメラで写す場合とは違い、自身の周囲の環境を描画できず、実空間の情報を伝えづらい。例えば関連研究で行われたような、相手が存在する実空間の物体を指して話題の種にすることは難しい。

そこで本研究ではRGBDカメラと呼ばれる、画像とカメラからの距離を取得できるものを普段生活を送っている空間に設置し、その空間をベースにしたVR空間を構築する方法を考案する。この方法によって、日常生活を送っている部屋がリアルタイムでVR空間化できれば、通信技術と組み合わせることで、VRChatのように対面で会話している感覚と実空間の情報を合わせもったアプリケーションを開発することが可能である。そしてこのようなアプリケーションがあれば新型コロナウイルスの影響下であっても、遠隔地にいる人物との擬似的な対面が可能となる。



カメラを用いて実際に作成した3Dモデル