

ロボット産業活性化事業

終了報告書

理事長挨拶



地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター（以下、「都産技研」という）は、東京都により設置された試験研究機関であり、東京都内の中小企業に対する技術支援（研究開発、依頼試験、技術相談、人材育成など）により、東京の産業振興を図り、都民生活の向上に貢献することを役割としています。

2015年度から2019年度まで5年間実施した「ロボット産業活性化事業」では、案内支援・産業支援・点検支援・介護支援の4つの分野で利用するサービスロボットについて、技術開発にとどまらず、新しいサービスとして市場投入する「サービスロボットの事業化」を目指す中小企業を支援するため、公募型共同研究開発事業をはじめとして、東京ロボット産業支援プラザの開設による安全性評価試験、サービスロボット事業化交流会やセミナーによる人材育成など、これまでさまざまな事業メニューを実施してまいりました。

2020年度からは「サービスロボット社会実装支援事業」を開始し、ロボットの実用、活用を目指す企業をサポートしてまいりました。

本終了報告書では、公募型共同研究開発事業、サービスロボットSier人材育成事業に採択された35社の開発事例を中心に、ロボット産業活性化事業で実施した支援メニューや都産技研職員の研究成果をまとめてご紹介しております。ご紹介した開発事例や支援メニューが、今後サービスロボットの事業化を試みる企業の皆さまの一助となれば幸いです。

最後に、本終了報告書の作成にあたりご協力をいただきました企業の皆さまに心から感謝申し上げます。

2021年3月
地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター
理事長 奥村 次徳

目 次

1.	「ロボット産業活性化事業」の概要	1
2.	共同研究開発の成果報告	4
	案内支援	
●	1. リモートプレゼンス遠隔観光「iTOUR®」	7
●	2. ホテル用多言語対応自律移動型案内ロボット	9
●	3. 商業施設向け案内業務・店舗棚卸ロボット「Siriusbot(シリウスボット)」	11
●	4. おもてなしエンタメ案内ロボ「おーい」	13
	点検支援	
●	1. インフラ/プラント ロボット点検&レポートシステム	15
●	2. 係留型ロボット飛行船	17
●	3. 送電線・鉄塔点検用ドローンナビゲーションシステム	19
●	4. 風力発電機ブレード点検ロボット	21
●	5. 高速巡航型ドローン「SPIDER-NE」	23
	産業支援	
●	1. 移動型ベースロボット「SCIBOT(サイボット)」	25
●	2. 電動アシスト人力車	27
●	3. 追従運搬ロボット「THOUZER(サウザー)」	29
●	4. 警備に対応した搭乗型移動支援ロボット	31
●	5. ドライ掃除ロボット	33
●	6. 住宅用24時間換気ダクト点検清掃ロボット	35
●	7. 警備・監視ロボット「Perseusbot(ペルセウスボット)」	37
●	8. 全方位移動小型運搬ロボット「ソボリング」	39
●	9. ロボット開発企業向け多言語会話ソフトウェア	41
●	10. DANDY AUTO-PILOT	43
●	11. CO ₂ ガス供給型パワーアシストスーツ	45
●	12. エアコン洗浄ロボット「NR-1 E-Robot」	47
●	13. ハイウェイサウザー	49
●	14. ロボットビジョンシステム DoVision2	51
●	15. 物流倉庫向け自律移動型ピッキングカート	53
●	16. ファストフード店舗向け調理支援ロボットシステム	55

介護支援

- 1. 電動車椅子WHILL Model Aに付帯する自動停止機能……………57
- 2. コミュニケーション見守りシステム「P3-Mini」……………59
- 3. 日常生活支援ロボットアームUdero……………61
- 4. 失語症者向けリハビリテーションロボット「Chapit(チャピット)」……………63
- 5. 着るロボティックウェアcurara®……………65
- 6. 屋内型ロボットウォーカー……………67
- 7. 見守り機能付き服薬支援ロボット「FUKU助」……………69

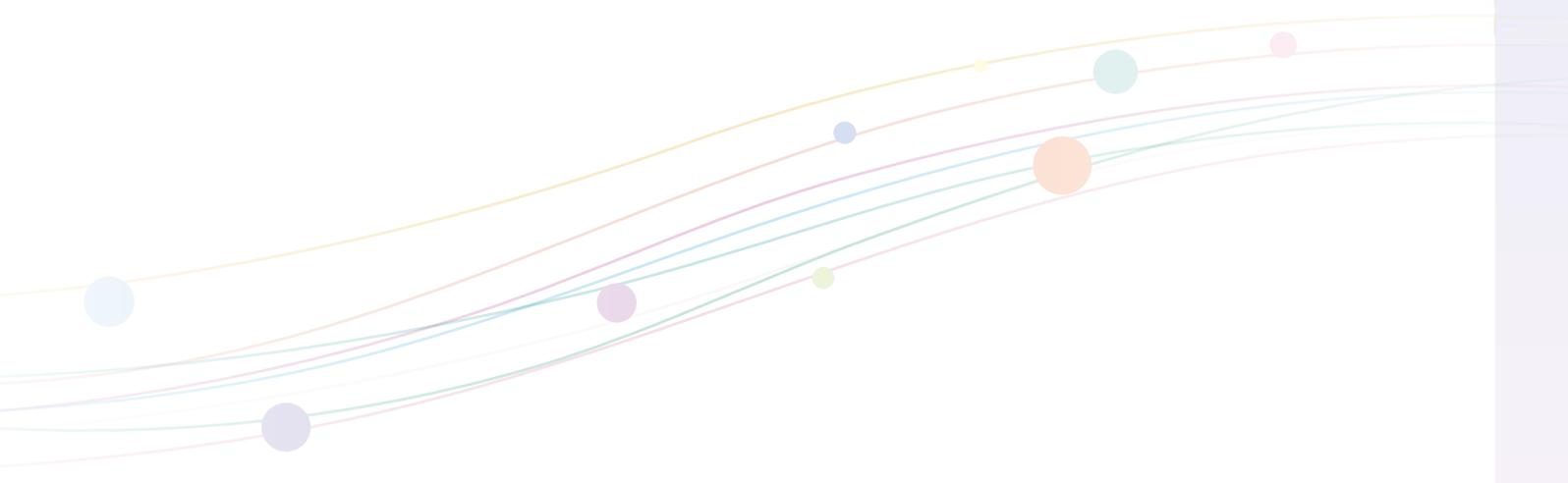
サービスロボットSler人材育成

- 1. 物流向け自律型協働ロボットPEER……………71
- 2. 先生ロボット「ユニボ先生」……………73
- 3. AERO SPRAYER AS16農薬散布用大型ドローン……………75

3.

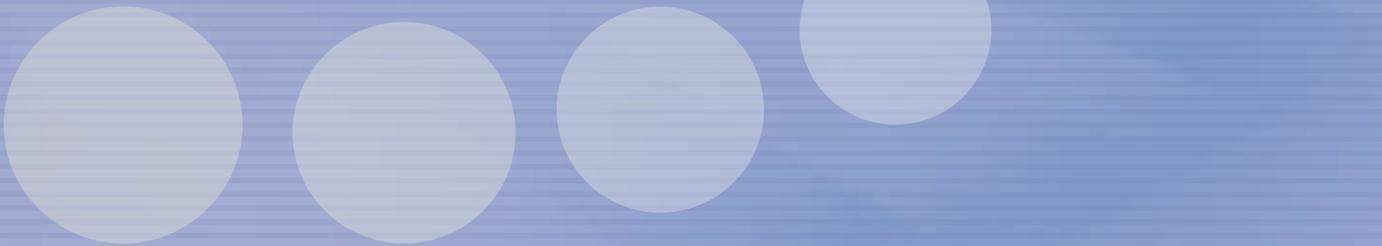
基盤研究・実証研究の結果報告

…………… 77





「ロボット産業活性化事業」の概要



ロボット産業活性化事業概要

ロボットは、産業分野に限らず生活の質の向上や安全・安心な社会の実現など、日常生活を含むさまざまな場面での活用が期待されています。中小企業が、既存のロボット技術や研究成果・技術シーズを活用することにより、これらの新たなロボット分野へ参入する可能性があります。

地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター（都産技研）は、単なるロボット技術開発にとどまらず、必要とされるサービス分野において、商品となるロボットを創り「実用化」、それらのロボットを活かした新しいサービスの提供「事業化」を目指す中小企業を支援するため、「ロボット産業活性化事業」を実施してきました。

支援メニュー

本事業では、5つの支援メニューで中小企業のロボット産業への参入を支援しました。

①技術開発

【基盤技術開発】中小企業が一から開発することなく使える技術を都産技研の研究員が開発しました。

【共同研究開発】ロボットの実用化を目指した共同研究開発を促進しました。

②事業化支援

ロボットの事業化を目指す全国の中小企業が集結し、ロボットエンジニアやユーザー企業などとの交流を図りました。

③試作・評価支援

ロボットの試作開発に必要な設備や、日常の生活を模擬した環境を整備し、ロボットの動作確認を実施しました。

④安全認証技術支援

人と共存する環境で、ロボットが安全に機能するかどうかを確認するための試験を行いました。

⑤ロボット産業人材育成

ロボット活用への意識の醸成、システムインテグレーターやエンジニア育成のための講演会を開催しました。

SCHEDULE 事業スケジュール

事業実施主体：地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター
事業期間：平成27年度から平成31年度

平成27年度 (2015)	平成28年度 (2016)	平成29年度 (2017)	平成30年度 (2018)	平成31年度 (2019)	平成32年度 (2020)
東京ロボット産業支援プラザの運営					
1 技術開発					
サービスの設計		実用化、製品化・事業化 ロボットの社会実装			
ロボットシステムの開発 ・T型ロボットベースの開発 ・知能化技術導入・開発 ・安全認証技術の確立					
ロボットの実用化を目指した共同研究開発の促進					
2 事業化支援					
ロボットの事業化を目指す全国の中小企業を集結、オープンイノベーション促進					
ロボットユーザーの発掘や国内外の展示会などの機会を活用し、中小企業の市場開拓を支援					
3 試作・評価支援					
機器整備		試作支援・実証実験支援の実施			
4 安全認証技術支援					
機器整備		安全性検証試験の実施			
5 ロボット産業人材育成					
ロボット活用への意識醸成、システムインテグレーターやエンジニア養成のための講習会開催					

ロボットの社会実装に向けた取り組み
(サービスロボット社会実装支援事業)

サービスロボットの共創

都産技研では、中小企業がロボットを事業化するための支援メニューとして、公募型共同研究開発事業、サービスロボット Sler人材育成事業を実施しました。

これらの事業は、都産技研が技術シーズや評価設備、研究資金を企業に提供しながら共同研究を進めることで、開発したロボットの製品化・事業化へのスピードを加速することを目的としたものです。

🔧公募型共同研究開発事業

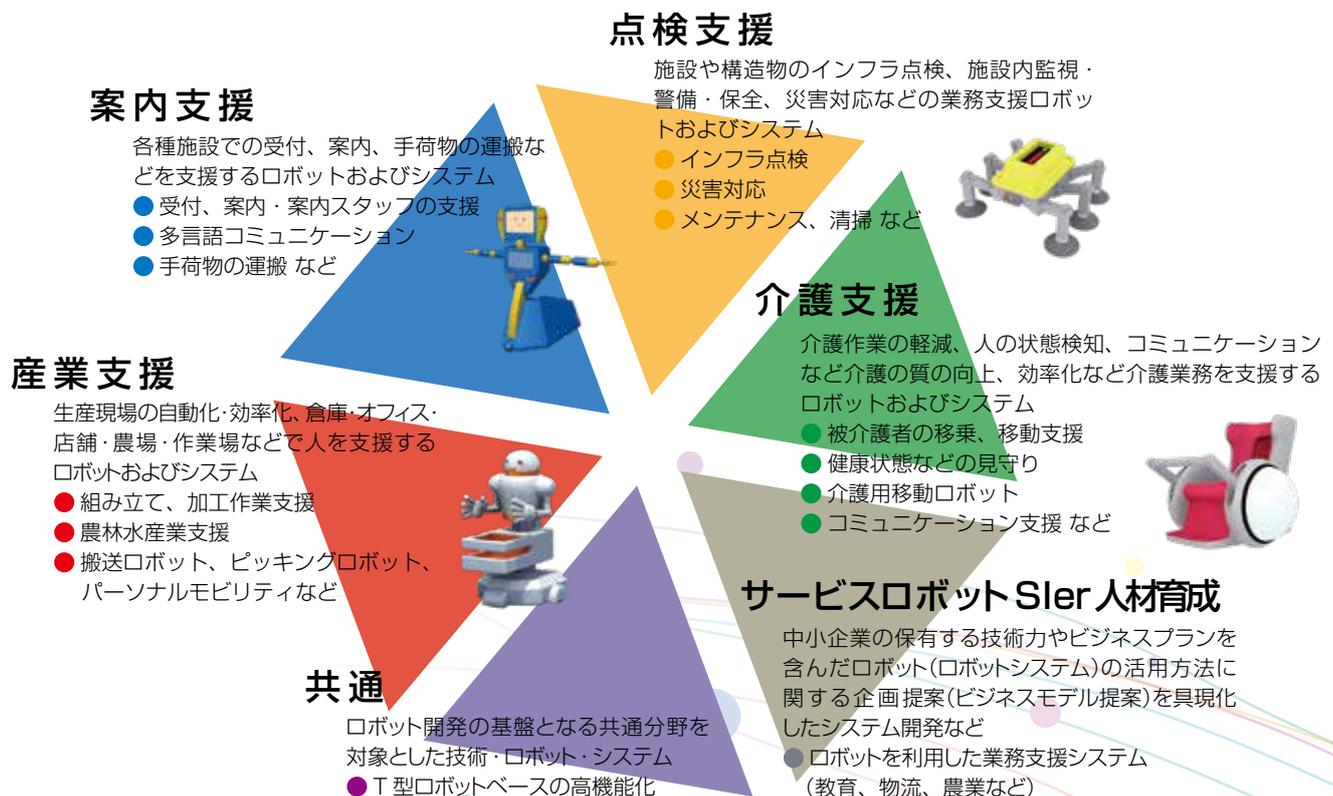
案内支援、産業支援、点検支援、介護支援の4分野を対象として、支援分野に合致したビジネス提案を募集し、事業化の実現可能性の高い提案について、都産技研も参画し事業化に向けた共同研究開発を実施しました。新たなサービス/ビジネスを創出することにより、中小企業のロボット産業への参入実現を目指しています。

🔧サービスロボットSler人材育成事業

中小企業の保有する技術力やビジネスプランを含んだロボット（ロボットシステム）の活用方法に関する企画提案（ビジネスモデル提案）を募り、事業化の実現性の高い提案について、都産技研と企業が共同研究を実施しました。サービスロボット Sler の育成を図り、ロボット（ロボットシステム）を使ったサービス/ビジネスを早期に実現することを目指しています。

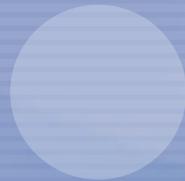
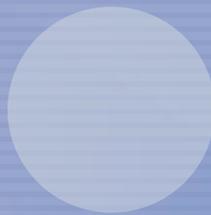
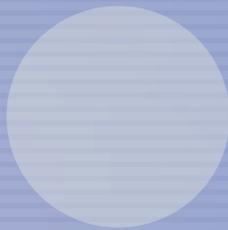
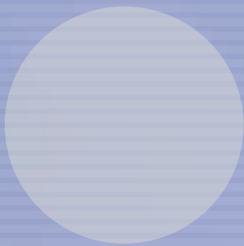
研究テーマの分野

以下の各支援分野に合致したビジネス提案について研究を行い、新たなサービス/ビジネスを創出することにより、中小企業のロボット産業への参入、サービスロボット Sler の育成を進めました。





共同研究開発の成果報告



採択案件一覧

テーマ名	代表申請者	採択年度	申請タイプ	分野
T型ロボットベースの高機能化	株式会社システムクラフト	2015	短期展開型	産業支援
自動停止機能を有する電動車椅子の開発	WHILL株式会社	2015	短期展開型	介護支援
観光案内をサポートするコンシェルジュロボットの開発	SOCIAL ROBOTICS株式会社	2015	新市場創出型	案内支援
嚙下食盛付け協働型ロボットアーム開発	株式会社TNGM	2015	新市場創出型	産業支援
電動アシスト人力車の開発と事業化	株式会社府中技研	2015	新市場創出型	産業支援
モジュラー型オールインワン調査点検ロボットシステム	サンリツオートメーション株式会社	2015	新市場創出型	点検支援
地域サポート介護支援見守りロボットサービス	株式会社ブイ・アール・テクノセンター	2015	新市場創出型	介護支援
日常生活支援ロボットアームの開発	テクノツール株式会社	2015	新市場創出型	介護支援
テレプレゼンスロボット(分身ロボット)を活用したバーチャル観光システムの開発	iPresence合同会社	2016	短期展開型	案内支援
追従運搬ロボットの牽引機能の開発	株式会社Doog	2016	短期展開型	産業支援
施設内の自動搬送ロボットシステムの開発	株式会社プリンシプル	2016	短期展開型	産業支援
失語症者向けリハビリテーションロボットの開発	株式会社レイトロン	2016	短期展開型	介護支援
ホテルでの自律型走行可能な案内ロボットの開発	株式会社日本ビジネスソフト	2016	新市場創出型	案内支援
ロボット向け会話機能の高機能化と事業化	プロアクシアコンサルティング株式会社	2016	新市場創出型	産業支援
係留型ロボット飛行船による安全な法面検査	有限会社アストロン	2016	新市場創出型	点検支援
送電線・鉄塔点検用ドローンナビゲーションシステム	ブルーイノベーション株式会社	2016	新市場創出型	点検支援
既設大型風力発電機のブレードに対する点検/塗装の自動化	クラフトワークス株式会社	2016	新市場創出型	点検支援
同調制御を用いた歩行支援ロボティクウェア curara®の実用化研究	有限会社デザインスタジオトライフォーム	2016	新市場創出型	介護支援
商業施設における案内業務と店舗業務効率化	08ワークス株式会社	2016	テーマ設定型	案内支援

テーマ名	代表申請者	採択年度	申請タイプ	分野
美術館来館者向け施設案内ロボットの開発	株式会社プラネックス	2016	テーマ設定型	案内支援
警備に対応した移動支援ロボット	株式会社アキュレイトシステムズ	2017	短期展開型	産業支援
公共施設フロアのドライ掃除ロボット開発	株式会社キャロットシステムズ	2017	短期展開型	産業支援
住宅用ダクト掃除ロボットによる清掃サービスの事業化	日本ウイントン株式会社	2017	短期展開型	産業支援
高速巡航型マルチコプターを用いた広域観測システムの開発	ルーチェサーチ株式会社	2017	短期展開型	点検支援
ロボットウォーカー実用化による自立支援介護サービスの提供	RT.ワークス株式会社	2017	短期展開型	介護支援
服薬支援ロボットを活用した高齢者見守りサービスの事業化	株式会社メディカルスイッチ	2017	短期展開型	介護支援
駅構内における監視、警備業務効率化	アースアイズ株式会社	2017	テーマ設定型	産業支援
現場実装に向けた全方位・小型運搬ロボットの開発	株式会社ハイメックス	2017	テーマ設定型	産業支援
農作業用パワーアシストスーツの高機能化	株式会社サステクノ	2018	短期展開型	産業支援
ビジョンナビゲーション付小型ロボットアームシステムの開発	TechShare株式会社	2018	短期展開型	産業支援
ロボットによる業務用エアコン洗浄事業の展開	日菱インテリジェンス株式会社	2018	短期展開型	産業支援
自律移動型AGVの事業化	花岡車輛株式会社	2018	短期展開型	産業支援
H/Wサウザーを用いた物流センター効率運用システムの開発	株式会社Doog	2018	短期展開型	産業支援
先導および追従型自律移動型ピッキングカート	株式会社寺岡精工	2018	テーマ設定型	産業支援
調理支援ロボットシステム	株式会社ショウワ	2018	テーマ設定型	産業支援
物流分野でのサービスロボットを利用した省人化の実証～事業化	GROUND株式会社	2018	Sler人材育成	Sler
個別指導塾の講師役となる先生ロボットの開発とサービスの構築	有限会社ソリューションゲート	2018	Sler人材育成	Sler
準天頂対応大型LTEドローンシステムの開発	株式会社日立システムズ	2018	Sler人材育成	Sler

1 リモートプレゼンス遠隔観光「iTOUR[®]」

テーマ名 テレプレゼンスロボット(分身ロボット)を活用したバーチャル観光システムの開発

採択年度・申請タイプ 2016年度採択 短期展開型

研究開発体制 iPresence合同会社(代表申請者:開発)
 阪神電気鉄道株式会社(ユーザー)
 株式会社クリアリンクテクノロジー(通信プロトコル開発)
 株式会社Izox(ロボット外装制作)
 合同会社toraru(実証実験協力)
 国立研究開発法人情報通信研究機構(通信プロトコル実証協力)



利用シーン

観光施設、美術館、博物館、ショッピングモール、イベント会場、スポーツ会場、遠隔医療、遠隔教育、リモートワーク

概要

観光地やイベントの遠隔ツアーにショッピングを組み込んだ遠隔観光パッケージサービス。その場にいながら、リアルな観光地ツアーやショッピングを体感することが可能。

特長

- ブラウザのリンクのみでアクセス可能
- ツアー先のロボットを操作し、自分の意思で見たい方向へ目を向けられたり、移動ができたりする
- 複数メーカーのテレプレゼンスロボット間をレポートできる
- 参加者はロボット側の人たちとテレプレゼンス機能を利用してコミュニケーションが取れる
- 遠隔のコンシェルジュがiTOUR[®]を介してアクセス先を遠隔案内できる
- ビデオ視聴のみではなく観光地などの情報(画像や案内など)や動画を同時に表示できる
- 既存のECサイトと連携しツアー先で買い物ができる

研究開発の実施

きっかけ

iPresence合同会社は「遠隔地」「コミュニケーション」「モビリティ」を軸としたソリューションをコンセプトにしており、その入り口としてテレプレゼンスロボットに着目していた。米ベンチャーが開発した「DOUBLE」「KUBI」というロボットとの出会いをきっかけに、これらにレポートの概念をプラスすることで「そこにいずにそこにいる」新しい体験ができると考えた。また、今後ロボットが普及してくると異なるメーカー間をつなぐアプリケーションが必要になる。これらを背景に、あらゆるロボットに搭載可能なアプリケーションとテレプレゼンスロボットの開発に取り組むことにした。

目標

- **マルチロボット操作と切り替え可能なウェブアプリケーション**
 シンプルなインターフェースと、ブラウザ内で完結して動くシンプルなアクセスシステムを開発する。
- **EC/通訳/オペレーター連携**
 同一システム内でのショッピングを可能にし、海外顧客のための通訳回線を備える。
- **xTCPを利用したロボット通信の安定性実現**
 大量データ転送に耐えうるプロトコルとして、UDPとTCPに代わるしくみ(xTCP)を検討する。

取組内容

既存のハードウェアを組み合わせ、その橋渡しをするためのソフトウェアを開発、実用化に向けた実証実験を行った。

● ハードウェアの選択

アメリカDouble Robotics社の「DOUBLE」とRevolve Robotics社の「KUBI」を輸入して使用した。これら既存の製品にタブレットを取り付けたハードウェア構成になっている。DOUBLEは自律して遠隔で歩き回らせることができるがコストが高く、KUBIは首を動かすことしかできないがコストが安く、自律移動に伴う危険性がない。それぞれの弱みをそれぞれの強みで補い、ソリューションの実現に最適な組み合わせで利用することにした。

● アプリケーション開発

Double Robotics社とRevolve Robotics社はロボットの操作をするAPIを公開しており、それらを利用して中間で両者をつなぐためのアプリを開発した。

● 実証実験での通信性能評価およびユーザー評価

2016年11月から2017年9月にかけて、ショップやホテル、薬局などで7回の実証実験を実施し、通信状態の確認を行った。また店舗スタッフや店舗利用者が遠隔による観光ツアーやイベントに参加し、フィードバックを得た。

技術的成果

テレポート機能を実装し、複数のロボット間を遠隔操作で移動できるようになった。

● リモート操作／ECサイト連携などによるiTOUR®の実現

ロボットをツアー先の複数の場所に置き、ロボット間をテレポートしながら遠隔地を観光、体験できる。ロボットにコントロールコマンドを入れ、遠隔地にいる人が主導してロボットを操作できる。見たい所を自由に見たり、アプリ内でECサイトと連携させることによるトータルな遠隔観光体験を実施することを可能にした。

● ハードウェアの一元管理

開発したアプリによりDOUBLEとKUBIを同時に管理できるようにした。

● 3者間通話とURL同時共有

1セッション内に通話者やガイドなどの第三者を参加させることができ、海外のお客さまや海外へアクセスしたい方の利用ハードルを下げる事ができた。ビデオチャットだけでなくURLの同時共有も可能なため、情報をより正確に伝えることができる。

事業化の取組

2017年11月に事業完了し、12月からiTOUR®のサービスを開始している。

事業化状況

テレプレゼンスアバターロボットを活用した遠隔ショッピングを観光サービスとして事業化し、関西圏を中心に展開中であるほか、新たにiTOUR®のコンセプトを元にしたZOOMのビデオチャットを組み込んだアプリ「Avatar Robot for ZOOM」をリリースした。さらに「temi」という自走式ロボットも連携させて公開している。



iTOUR®による遠隔ツアーの様子

今後の見通し

iTOUR®への取り組みをきっかけに“Teleportation as a Service (TaaS)”という独自の新しい概念を考え出した。iTOUR®のしくみを利用してTaaSのためのプラットフォームを構築し、新しいサービスを展開しようとしている。今後の大きなプロジェクトとしては、アメリカのXPRIIZE Foundationへの挑戦、海外への日本文化の普及プロジェクトへの参画を予定しており、観光、ショッピングにとどまらず、各種イベント、マーケティング会社、自治体、パートナー企業などとの連携を模索し、それぞれに対応するロボットを開発しながら事業拡大を目指す。

企業情報

iPresence合同会社

兵庫県神戸市東灘区向洋町中6-9 神戸ファッションマート4階

事業内容 先端技術機器、ロボット機器、通信用機器、ソフトウェアおよびそれら関連サービス提供

設立 2014年5月

資本金 1,000万円

本製品・サービスに関する問い合わせ先

連絡先 担当者 総務部長 平 徹
代表 クリス クリストファース

EMAIL info@ipresence.jp

ホテル用多言語対応 自律移動型案内ロボット

テーマ名 ホテルでの自律型走行可能な案内ロボットの開発

採択年度・申請タイプ 2016年度採択 新市場創出型

研究開発体制 株式会社日本ビジネスソフト
(代表申請者:全体統括とソフトウェア開発)
ホテル日航ハウステンボス(ユーザー、コンテンツ設計・実証実験)
信栄工業有限会社(ロボットベースの開発)
長崎県工業技術センター(技術支援)



概要

ホテルのロビーやフロントでお客様を案内する自律移動型のロボット。ホテルの施設案内から近隣観光地の情報まで、お客様のご要望に声とタッチパネルを使って応答。

特長

- センサ情報から自動で地図を生成して自律移動、操作者を自動で認識し追従移動
- 音声とタッチパネルの両方で操作でき、多言語にも対応
- 会話シナリオのデータやメニューのメンテナンスが容易

利用シーン

ホテル、美術館、博物館、オフィス受付、空港、駅、公共施設、ショッピングモール、図書館、イベント会場、観光案内所などの案内

研究開発の実施

きっかけ

ホテル日航ハウステンボス(長崎県佐世保市)では、訪日外国人宿泊客が急増したことにより3つの課題を抱えていた。

- ① 中国語・韓国語など、外国語で対応できるスタッフが少ない
- ② ハウステンボス関連の問い合わせにもフロントで対応するためお客様を長く待たせてしまう
- ③ 朝食会場が混雑し長蛇の列ができた場合にサービスの提供が必要である

長崎県では、これらの課題を解決するロボットを開発するためのチームを結成することになり、ソフトウェア開発担当として参画することになった。

目標

● 多言語対応

事業1年目に日本語対応、2年目以降で英語、中国語、韓国語に対応する。

● 追従機能の実装

ホテルのスタッフを正確に追従して移動する機能を実装する。

● ホテル日航ハウステンボス向けのカスタマイズ機製作

ホテル日航ハウステンボス向けの試作機と、ユーザー自身がコンテンツを更新するためのメンテナンスツールを開発する。

取組内容

ホテルでの実運用に向け、会話シナリオの充実を図り移動系機能の性能評価を行った。

● 本体の設計およびデザインの検討

事業初年度は主に本体設計とデザインの検討を実施した。骨組みだけのスケルトンモデルを製作し、動作の検証を行った。デザインは4種類のテーマで7案を準備し、子どもが話しかけやすいことをコンセプトに1種類に絞った。普段はソフトウェア開発を主要事業としているため、ハード部分を意識しながら開発を進める難しさがあった。

● 会話パターンの作成

2年目は会話シナリオやメニューなどコンテンツの充実を図った。ホテルで想定される会話パターンを株式会社日本ビジネスソフトが提示し、ユーザー側で補完して充実を図った。現在までに1言語につき約300パターン程度の会話パターンを登録している。

● 性能テストでの移動性能および会話性能の評価

長崎県工業技術センターとホテル日航ハウステンボスにおいて移動系と会話の性能テストを実施した。性能テストは都産技研の検証機から開始し、追従モジュールを実装した開発機、最終的には筐体組み立て後のロボットまで計10回実施し、追従が問題なく行えることを確認した。さらにホテル日航ハウステンボスにて7回の実証実験を実施した。

技術的成果

移動機能、コミュニケーション機能の実装と、コンテンツのメンテナンスツールの開発ができた。

● 移動機能の向上

初年度から2年目にかけては移動系の制御で苦労したが、直線廊下やスロープ、凹凸のある通路、長距離コースにおける走行が問題なく行える水準にまで達した。

● コミュニケーション機能の強化

直近では、人が通った方向に振り向く機能や、一定時間操作をしないと自動的に「話しかけてね」と発言する機能を搭載した。現在は、ロビーなどざわついた環境で利用者の声だけを認識する機能の強化に取り組んでいる。

● コンテンツマネージメントツールの開発

コンテンツのメンテナンスを行うためのコンテンツマネージメントツールを開発した。ユーザー自身が基本的な会話やメニューを簡単に更新することができ、実運用における強みになる。

事業化の取組

基本的な動きの実証確認が完了し、さらに精度を上げている段階である。

事業化状況

購入に結びつく価格設定を目指して部品の低コスト化を図った。またこれまでに6回展示会に出展してPR・広報活動を行い、ホテル関係者を中心に好反応が得られている。

今後の見通し

新型コロナウイルスの影響を受け、ホテル業界も大きな打撃を受けており、新たな投資が厳しい状況にあるため、今後の業界の動向を見据えながら事業化について再検討を実施する。



ホテルでの設置の様子

企業情報

株式会社日本ビジネスソフト

長崎県佐世保市三川内新町27-1 佐世保テクノパーク

事業内容 システム開発事業、インフラ構築事業、システム運用保守事業、パッケージ開発事業

設立 1987年3月6日

資本金 5,000万円

本製品・サービスに関する問い合わせ先

連絡先 担当者 岡利光

TEL 0956-30-7200

3 商業施設向け案内業務・店舗棚卸 ロボット「Siriusbot(シリウスボット)」

テーマ名 商業施設における案内業務と店舗業務効率化

採択年度・申請タイプ 2016年度採択 テーマ設定型

研究開発体制 08ワークス株式会社(代表申請者:アプリケーション開発)
日本ユニシス株式会社(システムインテグレーション)
株式会社パルコ(実証実験協力)



施設案内の様子

概要

商業施設で導入され、「昼は施設の案内・誘導」、「夜は店舗の在庫管理」と1台で2役をこなす機能的ロボット。

特長

- 営業時間内は、商業施設の来店客に対し、施設情報を多言語で提供し、店舗前まで自律走行で案内
- 営業時間外は、店舗従業員向けに、商品に取り付けられた電子タグ(RFIDタグ)を自動で読み取り、在庫確認業務を支援

利用シーン

ショッピングモール、小売店、観光施設、駅ビル、コンビニ、案内カウンター、市役所、美術館、博物館、イベント会場、スポーツ会場、空港などの案内、業務支援

研究開発の実施

きっかけ

高齢化・少子化が進む現代社会において人手不足は深刻な社会問題であり、将来、ロボットによる代替労働力の提供が求められるようになってくる。商業施設を対象に、人手不足を解消し、日本が誇るおもてなし・高いサービス力を維持することに貢献するロボットの開発に着手した。

目標

● 来店客向けに施設案内を行うロボットの開発

来店客に対し、店舗・設備・サービスなどの情報を複数言語により案内し、必要に応じて誘導案内する。

● 店舗従業員向けに在庫管理支援を行うロボットの開発

自走式ロボットが通路・店内を走行し、各店舗の商品に取り付けられているRFIDタグを読み取ることで、在庫管理業務の支援を行う。

● 上記の2業務を1台のロボットで実現

複数の業務を1台で行うことで、導入費用対効果の高いロボットを開発する。

取組内容

都産技研が開発した先導型案内ロボット「Libra(リブラ)」をベースに、施設案内と在庫管理の2役をこなせるロボットを開発し、パルコにおいて実証実験を行った。

● 安全な自律走行に向けた開発

Libraは2次元センサを使用しているが、よりきめ細かな制御を可能とするために3次元センサに変更した。また、制御ミドルウェアにROS(Robot Operating System)を採用し、障害物回避機能の高精度化を図った。昼間の

案内における対人安全性と夜間の店舗内作業を両立するため、バンパーストップを兼ねた着脱式のスカートの装備、Libraの外径のスリム化などを行った。

● コミュニケーション能力の向上、RFID読み取り機能の装備

複数人から話しかけられるケースや店内放送がかかるケースに備え、高性能な指向性マイクや最適な音声会話エンジンを搭載した。在庫管理支援に向けては商品に取り付けられた電子タグ(RFID)を読み取るためのアンテナ(着脱式)を装備した。

● バッテリー連続稼働時間の長時間化

NUC(Next Unit of Computing:超小型パソコンの規格)の構成やバッテリー搭載数の見直し、ソフトウェアの最適化などにより、稼働時間の長時間化を実現した。

● 実証実験の実施

池袋PARCO、PARCO_ya上野の2店舗で計3回の実証実験を行った。案内業務では1日最大70名超に対応した。

技術的成果

実証実験の結果、案内・店舗棚卸ロボット「Siriusbot」について、下記の成果と課題を確認した。

● 高精度な自律移動機能

商業施設的环境下(多くの通行量、館内BGMのノイズなど)において、人による援助を必要とせず、問題なく稼働し、安全に走行できた。また、大勢の人に囲まれたときの対応、小さなお子さんの認識など、改善事項の確認ができた。

● 高度なコミュニケーション機能

言い回しの個人差などに影響されず会話ができ、多様な質問に対してもスムーズな対応ができた。英語の認識力向上など、さらなる改善事項の確認ができた。

● RFIDの自動読み取り

ロボットによるRFIDの自動読み取りが可能なることを実証した。一方、在庫管理の正確性などについてはさらなる研究開発と実証の必要性が確認された。

● 長時間稼働

商業施設的环境下で、4時間以上の連続運転を可能とした。

事業化の取組

実証実験を継続中で、ユーザーや関係者からは期待と注目を集めている。今後も製品完成度を高めるためのさらなる開発と、事業化への検討を進めていく。

事業化状況

本事業終了後にも、2018年には名古屋PARCOや大垣市役所でも実証実験を実施し、マスコミを含め、多くの関係者から注目度が高まっている。大垣市役所の実証実験では、「また利用したい」との市民の意見も多く寄せられた。

今後の見通し

実証結果は事業化に向けて期待できる内容のものであったが、事業化に向けては道半ばである。今後、音声認識機能の改善、センサの見直し、多言語対応、UIの改善、自動充電機能、メンテナンス性の向上などに取り組み、製品としての完成度を高めていく予定である。また、完全無人化の実現を目指していく。事業モデルとしては、リースやレンタルによる販売を想定しており、利用者に許容される価格水準の実現に向けて、量産化も含めた検討を継続している。



店舗の在庫管理の様子

企業情報

08ワークス株式会社

東京都品川区西五反田1-23-7 五反田シティトラストビル3階

事業内容 コンピューターソフトの開発および販売、ウェブ・モバイルサイトの制作および運用、ネットワークインフラの構築および保守、サービスロボット開発事業

設立 2007年8月8日

資本金 3,000万円

[本製品・サービスに関する問い合わせ先](#)

連絡先 担当者 代表取締役 松崎 泰之

TEL 03-6417-3438

4 おもてなしエンタメ案内ロボ「おーい」

テーマ名 美術館来館者向け施設案内ロボットの開発

採択年度・申請タイプ 2016年度採択 テーマ設定型

研究開発体制 株式会社プラネックス(代表申請者:開発)
 有限会社ソリューションゲート(開発)
 すみだ北斎美術館(実証実験協力)
 墨田区(実証実験協力)



概要

博物館、美術館などの施設来館者に向け、わかりやすく楽しめる情報を多言語で解説する自律走行型の案内ロボット。

特長

- 来館者がタッチパネルで選択した作品へ、自律走行により誘導
- 日・英・中・韓の4ヶ国語に対応
- 楽しく、わかりやすく、ためになる情報を盛り込んだコンテンツ

利用シーン

美術館、博物館、観光施設、案内カウンター、工場見学、駅、空港、イベント会場、スポーツ会場、商業施設、建築現場、工場見学などの案内

研究開発の実施

きっかけ

すみだ北斎美術館(東京都墨田区)では、来館者の大部分が事前学習ルームの展示物を素通りしてしまう課題を抱えていた。キャプションを読む代わりに、ロボットが音声でわかりやすく案内してくれることで来館者が作品への理解をより深められることを期待し、美術館案内ロボットの開発に挑戦した。

目標

●高い安全性の確保

美術館には老若男女問わず多くの人を訪れるため、ロボットには高い安全性が求められる。来館者にけがをさせないことを第一優先に自律走行を実現する。

●多言語案内への対応

日本語版の案内シナリオを英語、中国語、韓国語に翻訳する。

●楽しく、わかりやすいコンテンツ制作

専門的な作品解説を行うだけでは面白味に欠ける。教育コンテンツ制作のプロとして、楽しく、わかりやすく、ためになる情報を盛り込んだコンテンツを制作する。

取組内容

実用化に向けて安全性、コンテンツの充実を図り、その検証を行うため美術館での実証実験を行った。

● 高い安全性を確保するための取り組み

利用環境は気温5～35℃、湿度20～80%の範囲内とし、直射日光を避け、傾斜角10度以上のスロープのない平坦面を使用するなどの制限を設けた。さらに、すみだ北斎美術館を巻き込みISO13482(生活支援ロボットの国際安全規格)に基づくリスクアセスメントに取り組んだ。美術館職員の協力を得て、ロボットを運行する上での不安項目をリストアップした。出てきた不安項目は頻度、可能性、重篤度ごとに点数化、リスクレベルを判定した。リスクレベルを基準以下とすることを運行の条件とした。

● コンテンツの工夫

美術分野の用語は難しく、耳で聞いただけでは直感的に理解できない言葉がある。できるだけ優しい表現に置き換えわかりやすさを追求した。さらに、来館者が案内に従って移動したり、作品の特定の部分に注目したりするなど、来館者自身に動いてもらうための工夫を取り入れた。

● 3次にわたる実証実験での多言語対応・自律走行案内の検証

第1次～第2次実証実験では日・英・中・韓の4ヶ国語への対応を、第3次実証実験では自律走行案内を行った。ロボットの周囲に来館者が集まり、お互いの感想を述べ合う光景が見られたことは予想外の効果であった。

技術的成果

第1次実証実験で得られた意見を参考に、機能面の改良を行い、操作性・利便性が向上した。

● 進行方向への呼びかけ

進行方向に人を検知し自動停止した場合、故障と勘違いされるため音声で呼びかけるよう改良した。またLEDを取り付けて進行方向に向かって点灯させた。

● タッチパネルによる操作

技術的にはロボットに音声で指示を出すことが可能だが、複数名が同時に指示した時に誰の指示を優先させるかの問題が出る。そこであえてタッチパネルで人が明示的にロボットの動作を選択させるようにした。

● 利便性の向上

利用者が作品名を知らなくても操作できるよう、タッチパネル画面のメニューには作品の写真を用いた。また案内開始時に所要時間を表示するようにした。

事業化の取組

施設側に一切の工事を求めず施設レイアウト変更にもフレキシブルに対応でき、置いたその日から多言語対応、エンターテインメント性の高い案内の提供を可能にした点を積極的にPRし、美術館や観光施設などでの実用化につなげていきたい。

事業化状況

2018年、都産技研と連携し葛西臨海水族園での実証検証を実施し、延べ20日間・期間中15万人近くの来場者をご案内した。この成功を背景に美術館・博物館から数件の引き合いもいただいている。

今後の見通し

すみだ北斎美術館で「北斎の魅力を最大限に伝える作品案内ロボット」として、連続稼働時間中に安定的な自己位置認識機能を向上させ、エンターテインメント性をより高め、施設関係者に対してもテレビのリモコンレベルでの操作性を実現させ、来場者のリピート率を上げるように尽力する。家電感覚の実現で初めて市場に受け入れられるものと確信しており、事業系形態はレンタルによるサービス提供とし、ハードウェア部分の価格は1ヶ月あたり20万円程度を予定している。



企業情報

株式会社プラネックス／下町ロボット推進室

東京都墨田区江東橋2-14-7 錦糸町サンライズビル5階

事業内容	安全教育ビデオ開発
設立	1990年4月10日
資本金	1,100万円

本製品・サービスに関する問い合わせ先

連絡先	担当者 代表取締役 川内 一毅
TEL	下町ロボット株式会社 03-6874-6278
URL	https://www.shitamachi-robot.com

1 インフラ/プラント ロボット点検&レポートシステム

テーマ名 モジュラー型オールインワン調査点検ロボットシステム

採択年度・申請タイプ 2015年度採択 新市場創出型

研究開発体制 サンリツオートメーション株式会社
 (代表申請者:ロボット操縦/計測制御ソフト部分を主に開発)
 エヌ・ティー・シー株式会社(メカ設計・製造)
 中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社(ユーザー)
 株式会社エーアイシステムサービス(ユーザー)
 東京電機大学(知財、アドバイス)
 愛知工業大学(知財、アドバイス)
 株式会社ファルコン(レポート出力ソフト開発)



概要

人間の立ち入りが困難な「道路インフラのカルバート(ヒューム管)」、「地下空洞の特殊地下壕・亜炭鉱」での点検調査を実施するロボットシステム。

特長

- さまざまな現場に合わせてカスタマイズできるように多様なオプションを用意
- 厳しい環境、悪路でも稼働でき40度の斜面も走行クリア
- 実際の点検業務の後にある、レポート作成などの後処理が一気に短縮でき、省力化、省人化、低コスト化が可能
- 有線・無線どちらも走行が可能

利用シーン

高速道路インフラのカルバート(ヒューム管)、地下空洞の特殊地下壕、亜炭鉱など、人が立ち入ると危険な個所や人が入れない狭い空間

研究開発の実施

きっかけ

橋梁・トンネルの老朽化に端を発し、道路インフラ点検の需要が年々高まりを見せている。高速道路などは、道路規制を行うことで渋滞による社会価値損失が大きく、集中工事時期以外に保守工事をするのが難しい。また、人手不足も相まって、計画的な点検・保守が重要となる。そこで、作業員が入れない空間や危険な場所を人に代わって点検作業を行う調査点検ロボットの開発に着手した。

目標

●ユーザー運用に即した点検内容・記録システム

多様な現場ニーズに対応できるよう、カスタマイズ可能なベースシステムを構築する。ロボットの駆動、遠隔操作、現地の点検情報と位置情報とセットにデータベース化する機能をベースシステムとする。

●ロボット試作品の評価と最終製品版製造

試作品の走行性能、防水、耐久、振動の評価、ならびにユーザーでの実証評価を行い、検出された問題点を改善し最終製品化を行う。

●メンテナンス体制構築

製品出荷/保守のために必要な検査/保守基準を作成、確定する。

取組内容

以下の機能を有する調査点検ロボットシステムを構築し、実用化に向けた養老JCTパイプカルバートでの実証実験を行った。

● 簡単な遠隔操作を可能とするしくみ

ゲームコントローラを用いて、遠隔から簡易的に操作できる。専門性は不要で通常の点検を行う作業員がすぐに利用可能である。また操作技術による調査精度の差異が生じにくく、安定的に一定水準の調査を行うことが可能である。

● All in One型システム構造とレポートシステム機能の搭載

現地調査からデータ蓄積、レポート作成までトータルで行うことを可能とする。現場の声が多かった「点検後の報告用事務作業の手間」を軽減する。地図・写真撮影・調査記録・ロボットの位置情報を、GISシステムと連動しサーバーへデータ送信することで、自動的にレポート作成を行うことが可能である。これにより調査記録の収集が可能となり、省人化・低コスト化を実現した。

● オールマイティではなく、プラットフォーム

さまざまな点検現場のニーズにマッチするためにオールマイティな機能を搭載すると高コストのロボットとなる。それでは市場価格とマッチしないため、ロボットをプラットフォーム化する。それぞれの点検現場のニーズに合わせ、必要な機能をカスタマイズ搭載し、市場価格に適合するロボットを提供する。

技術的成果

実証実験の結果、成功とともに一部の課題も見つかった。

● 走破能力と耐久性の確認

走破能力は、ロボット投入口から55 mまで到達(管全長60 m)に成功した。耐久性については、評価期間中にクローラベルトの破損なく問題はなかった。

● システム(制御ソフト、分析ソフト)による操作性向上と自動出力の実現

制御ソフトについては、有線(VDSL)による遠隔操作システムを新規に投入し、操作者の意図通りにロボットを操縦できることを確認した。分析ソフトについては、カルバート管内の状況観察・破断状態形状変位の計測を実施し、カルバート管内の2D地図に点検状況をプロットするなど、報告書まで自動出力を実現した。

● 管内水面高と把握すべき情報など課題の把握

当初の要求仕様水面高5 cmより高く実際には15 cm程あり、管内を走破できなかった。管内の破損部の大きさ・深さや凹凸状態も確認が必要であることが明らかになった。

事業化の取組

道路インフラは2014年度より国交省／経産省「次世代社会インフラ用ロボット開発・導入」が実施され、ロボットを活用したインフラ点検の機運が高まってきている。早い事業化を見据え、さらなる機能改良に取り組んでいる。

事業化状況

本ロボットシステムは、点検ニーズに合わせて設計できるプラットフォーム的な位置付けであり、現場状況に対応するためのカスタマイズを行っている。2019年の機能改良にて、課題としていた防水性の向上を図り、実証実験にて管全長60 mの走破に成功した。普通自動車サイズで輸送可能な荷姿や高圧洗浄機での清掃に対応するなど、点検の事前／事後のユーザビリティを向上させる改良をさらに盛り込み、2020年4月に狭隘空間内の間接目視用途に特化したパッケージとして、「監視点検用遠隔操作クローラロボット」の販売を開始した。



今後の見通し

現在は、ロボットのパッケージ販売および、カスタマイズ製作を行っている。「現場を意識したシステム」と「すぐ使えてすぐ役立つ製品の提供」をより高次元で達成すべく、実証実験を通じて、点検性能とオプション機器の改良/開発も進めている。導入初期の悩みである有用性の確認支援として、新たに有償トライアルサービスが用意された。トライアルを通じて現場での有用性を判断いただき、ロボットの社会実装を促進していく。

企業情報

サンリツオートメイション株式会社

東京都町田市南成瀬4-21-6

事業内容 産業分野向けコンピューターシステム提供

設立 1971年3月

資本金 13,260万円

本製品・サービスに関する問い合わせ先

連絡先 担当者 ソリューション部 三浦 貴彦

TEL 0565-25-3740

係留型ロボット飛行船

テーマ名 係留型ロボット飛行船による安全な法面検査

採択年度・申請タイプ 2016年度採択 新市場創出型

研究開発体制 有限会社アストロン
 (代表申請者:通信・制御システム、撮像・旋回装置、保守・点検)
 日本無人機開発合同会社
 (飛行船システム、係留システム、飛行技術教育、運用指導教育)
 日特建設株式会社(実証・運用テスト、評価)



概要

法面・壁面を遠隔操作によりカメラ撮影することで、均質な点検データを安全に取得するロボット飛行船。

特長

- 高い安全性(墜落の心配がない、安心・安全な点検作業)
- 長時間飛行(電源は地上から供給)
- 重量物の搭載(赤外線カメラなど)
- 高品質なカメラ撮影(旋回装置で高品質画像を取得)

利用シーン

構造物点検(法面・風力発電・ダムなど)、災害監視・調査(洪水・火災・雪崩等)、監視・警備(海水浴場・不審者・密入出国)など

研究開発の実施

きっかけ

法面(切土・盛土によりつくられた人工的な斜面)や建物の壁面の検査は、人がロープワークで移動しながら目視・打点により行っており、危険作業のため人手が不足して、点検の品質低下が問題となっている。ドローンでは困難な長時間安定飛行・高機能力カメラ搭載による高品質な撮影・点検・監視などが求められている。

目標

●長時間、墜落せずに飛行できるロボット飛行船

ドローンでの法面点検には、短時間しか航行ができない、墜落の危険を伴うため行政からの飛行許可が取得しにくいなどの課題がある。長時間航行が可能で、墜落の心配がない飛行船の開発を目指した。

●安定的な航行

指定した位置・ルートを自在に移動でき、一つの場所に一定時間停止し続けることができる安定的な航行を目指した。

●高品質な撮影画像

一定の重量を持つ高機能力カメラを搭載し、カメラ角度を自在に調整しながら、ブレのない高品質の撮影画像を取得することを目指した。

取組内容

係留型ロボット飛行船の開発に向け、係留型飛行船システム、自動制御システム、カメラ旋回装置の開発を行った。

● 係留型飛行船システムの開発

飛行船船体はヘリウムガスを閉じ込める二重膜構造を採用した。強力なロープを地上の2支点から船体につなげ、船体の揚力とバランスをとりながら2本のロープの長さを調整して横位置を制御した。スラスターによる前後位置の制御と併せて、望む位置に船体を移動・停止させることに成功した。地上からの電力供給システムは電線の軽量化により実用性を高めた。

● 自動制御システムの開発

GPS、加速度センサ、高度計などを使い、フィードバック制御により船体の位置決めを行う方式を採用した。地上との通信は光ファイバーで行う。

● カメラ旋回装置の開発

ピッチング、ヨーイング、ローリングの3要素を使い、ある角度にカメラを固定することで安定した撮影を可能とするスタビライズ機能(手振れ補正機能)を高度化した。

技術的成果

本事業により、法面点検向けの係留型ロボット飛行船のプロトタイプを開発した。

● 係留型飛行船の技術確立

飛行船システム、係留システム、電力供給システムからなる係留型飛行船の技術を、国内で初めて確立した。飛行船を望む位置で停止し続けることができる位置保持機能が特徴であり、ドローンでは実現困難な安定した航行を可能とした。

● 高品質な点検の実現

長時間安定航行とともに、高性能カメラの搭載、カメラ角度の調整、船体とカメラの制御を一体的に行うシステムなどにより、高品質な撮像を可能とした。

事業化の取組

法面点検用途では現在導入検討中だが、大規模イベント警備用途において採用が決定している。

事業化状況

現在は保有する商用1号機を基に法面点検以外の警備・監視・イベント配信向けにも営業を展開している。機材レンタルと運用管理をセットにした運用代行付レンタルサービスを開始し、1回2日間のレンタル・運用費を150万円前後と見込んでいる(人件費、機材一式チャーター費、ヘリウム代、飛行手続代行費、画像取得、配信料などを含む)。その他に研究用途としてオフアアがあり、現在商用1号機を使う方向で検討がなされており長期レンタルになる可能性が高く、2号機の開発も視野に入れている。



今後の見通し

法面点検やイベント警備・監視用途に加えて、鳥獣監視、沿岸警備(海水浴場でのサメ出没の監視)、風力発電機のブレード検査などにおいても相談が寄せられている。カシマスタジアムの警備・監視および試合の配信用に提案も行っている。また災害現場での移動通信中継局として活用される可能性もある。

企業情報

有限会社アストロン

茨城県鹿嶋市青塚1596-2

事業内容 精密・光学測定器・電子機器・画像解析システムなどの開発・販売・ロボット飛行船のレンタル事業

設立 1996年9月13日

資本金 300万円

本製品・サービスに関する問い合わせ先

連絡先 担当者 代表取締役 堀井 健蔵

TEL 0299-69-7786

3 送電線・鉄塔点検用 ドローンナビゲーションシステム

テーマ名 送電線・鉄塔点検用ドローンナビゲーションシステム

採択年度・申請タイプ 2016年度採択 新市場創出型

研究開発体制 ブルーイノベーション株式会社(代表申請者:開発)
ドローンメーカー(ドローン機体製作)
センサメーカー(送電線検知用センサ)
株式会社テプコシステムズ(東京電力施設管理、点検業務管理システムとの連携)
東京電力ホールディングス株式会社(ユーザー企業・実証実験協力)



概要

ドローンを活用し送電線・鉄塔点検を行う。車のナビゲーションシステムのようなしくみを送電線・鉄塔点検に採用。

特長

- 最適な点検計画・飛行ルートを自動で生成
- 簡単な操作性で点検員でもスムーズに操作可能
- タブレット端末を使用し点検対象を選択し、飛行ルートをドローンへ送る

利用シーン

国内外の送電線・鉄塔などの点検

研究開発の実施

きっかけ

一般的に送電線・鉄塔の点検は人手により行われているが、安全面やコスト面での課題がある。ブルーイノベーション株式会社では約10年前より、ドローン制御システムの開発を進めており、この強みを活かし送電線・鉄塔の点検などに特化したナビゲーションシステムの開発を開始した。

目標

- 高所作業の安全確保
人手による点検作業が行われているため感電や墜落事故の危険が伴う。点検作業の無人化により死亡事故ゼロを目指す。
- 作業効率の改善
人手による点検では、莫大な労力を要するためドローンを活用した点検を導入することによる改善を目指す。
- 点検コストの削減
上述のように人手による点検には莫大な労力がかかり点検コストの増加につながっている。さらに今後、送電線・鉄塔の老朽化による点検需要の増加も見込まれ、点検省力化のためのスマートメンテナンスが必要となる。

取組内容

送電線・鉄塔検査用のドローンナビゲーションシステムの実用化に向けた、以下のような開発と取り組みを行った。

● ナビゲーションシステムを開発

送電線点検用のアルゴリズムを構築し、飛行ルートの作成・編集機能を開発したことにより、安全で効率的な送電線点検の飛行計画作成を可能にした。

● タブレット上の操作性の向上による簡単操作でスムーズな点検作業を実現

作業効率の改善のため、ドローン制御システムの操作は、タブレット端末上でのシンプルな操作で可能となるようなユーザーインターフェースの工夫を行った。

● 実証実験の実施

ナビゲーションシステムによる飛行の安全性と、飛行ルートの正確性を検証するため、東京電力ホールディングス株式会社の協力の下、実証実験を行った。

技術的成果

実証実験で得られた意見を参考に一部機能面の改良を行い、操作性・利便性が向上した。

● 現場の状況に応じた飛行ルートの作成

電力会社から提供を受けた設備情報（鉄塔の高さなど）に基づき、制御システムによるドローン飛行ルートの自動作成、自動運転に成功した。

● 操作性の高いアプリケーション

タブレット端末での操作により、ドローン飛行計画の作成・編集・閲覧などが可能である。またオンラインマップ、登録機体一覧、経路設定などの確認も可能である。

● 要望に応じたカスタマイズ・システム調整

実証実験を重ね、安全な飛行計画が組めるようになった。今後は、実証実験でいただいた現場サイドのニーズを汲み取り、実用化に向けた研究開発を進めていく。

事業化の取組

東京電力ホールディングス株式会社・東京電力パワーグリッド株式会社と共同で事業化に向けた取り組みを進めている。

事業化状況

現在は、都産技研事業が終了し本格的な事業化に向けた準備を進めている段階である。東京電力の点検を行う各支社にドローンがそれぞれ配備され、このナビゲーションシステムが広く活用されるように、今後もさまざまな点検需要に応えていく。



今後の見通し

新しいアイデア・イノベーションによってロボットが与える安心・安全、利便性を世界中の人に提供していきたいと考える。そのためにまずできることとして今回開発したシステムを広め、人が点検現場まで移動しなくても送電線・鉄塔の点検ができる安心・安全な点検環境を国内外に広く提供していきたい。

企業情報

ブルーイノベーション株式会社

東京都文京区本郷5-33-10 いちご本郷ビル4階

事業内容 ドローンパイロット支援事業、法人向けサービス事業、公共向けサービス事業

設立 1999年6月10日

資本金 4,410万円

本製品・サービスに関する問い合わせ先

連絡先 担当者 ソリューション営業部

TEL 03-6801-8781

4 風力発電機ブレード点検ロボット

テーマ名 既設大型風力発電機のブレードに対する点検／塗装の自動化

採択年度・申請タイプ 2016年度採択 新市場創出型

研究開発体制 株式会社クラフトワークス(代表申請者:開発)
弘前大学(技術アドバイス)
豊田通商株式会社(ユーザー)



概要

高所作業である風力発電機ブレードの点検・補修を、地上からのリモートコントロールで行うロボット。

特長

- 高い安全性
- さまざまな形状のブレードに対応
- 多種多様な業務に対応

利用シーン

風力発電機ブレードの点検・補修、さまざまな高所作業への活用

研究開発の実施

きっかけ

風力発電機のブレードは、屋外・高所の厳しい環境に設置されており、定期的な点検と補修が欠かせないが、高所作業となるため、点検・補修頻度を高めることが課題となっている。より安全、効率的な点検・補修方法の確立が求められている。

目標

●ブレードの点検・メンテナンスを行うロボットの開発

ブレード上を移動し、点検(導通試験とブレード表面の撮影)と補修(ブレードに高耐久性塗料を塗布)を行うロボットを開発するため、下記の課題を克服する。

- 地上からロボットをブレードに着地させ、最後に回収する方法の確立
- 先端から根本まで形状が異なるブレードに適切な接触圧を与えて移動する機構の確立
- ロボットに搭載可能なコンパクトな洗浄、研磨、塗装、点検機構の確立

取組内容

実用化に向け、ロボット機構の確立と安全性評価などを行った。

●ロボットの着地・回収方法の確立

2本のロープによりロボットを安全に上下移動させる方法を確立した。風車上部のスペースにつなげたロープを地上まで垂らし、そのロープをつたってロボットがブレード上に上がるしくみを実現した。

● ブレード上を移動する機構の確立

ブレード上での安定的なロボット保持・移動を実現した。また、単体評価、実機テストを行い、設計に問題がないことを確認した。

● 洗浄、研磨、塗装、点検機構の確立

点検用アームを開発し、タブレット操作による導通確認を可能にした。また、研磨洗浄装置を開発し、ブレード表面塗装部分の研磨洗浄を可能にした。さらに、塗装装置を開発し、リーディングエッジ部の幅100 mm程度の塗布を可能にした。

● 安全性確認、規格対応

リスクアセスメント、認証機関によるチェック、設計へのCEマークの要求事項の反映などを実施した。13回に及びフィールド実証により、安全に運用できることを確認した。

技術的成果

実用化に向け、試作5号機(商用機)を開発した。

● 商用機の完成

開発した商用機は下記の機能を有する。

- ロボット自重と介錯ロープからの荷重に耐えるトルクのウィンチ
- 風車ブレード下部から上部まで、ロボットを安定させる形状のアーム
- ブレード表面の状態を点検・記録するカメラと、画像を確認するシステム
- 広範なレセプター形状・位置に対応する、十分な剛性を持ったマニピュレーター
- LED部(幅5 cm程度)を研磨・洗浄するサンダー・ワイパー
- LED部(幅10 cm程度)を塗装する塗装機

事業化の取組

2018年度に点検ロボットの商業利用を開始した。2019年度から点検ロボットの本格展開を進め、2021年度には補修ロボットの市場投入を目指す。

事業化状況

2018年度から国内の風力発電事業者に商用機でのサービスを開始した。クレーンも使わず、人手による高所作業軽減に結びつけられると高い評価を得ている。ロボットをランディングさせるブレード部分に課題があったが改良により解決した。現在、後継機としてブレード補修ロボットの開発を進めている。補修には研削、FRP積層、パテ盛り、研磨、塗装などのさまざまな作業項目があるが、すべてを1台で行えるロボットの開発を目指している。



今後の見通し

点検ロボットは2018年にリリースしている。2021年度には補修ロボットを市場投入する計画である。国内のみならずドイツなど欧米市場への参入を計画している。また、次の段階として自動制御化を目指しており、そのためのデータ収集を既に始めている。最終的な目標は風力発電のメンテナンスをより安全に、また、効率化することで風力発電の普及拡大に貢献することである。

企業情報

株式会社クラフトワークス

東京都大田区大森南4-6-15 テクノFRONT森ヶ崎501

事業内容 高速工具サーボの開発製造販売、実験研究用小型工作機械、実験研究用ロボット、その他各種実験機、試作機の設計製作販売

設立 2008年2月6日

資本金 100万円

本製品・サービスに関する問い合わせ先

連絡先 担当者 代表取締役 伊藤 寿美夫

TEL 03-3745-4501

5 高速巡航型ドローン「SPIDER-NE」

テーマ名 高速巡航型マルチコプターを用いた広域観測システムの開発

採択年度・申請タイプ 2017年度採択 短期展開型

研究開発体制 ルーチェサーチ株式会社
(代表申請者:開発・設計、実証実験、事業化計画)
国際航業株式会社(ユーザー)



概要

推進用ローターがついた高速巡航型マルチコプター。従来のドローンに比べ巡航時間、巡航距離を大幅に向上させた回転翼型のドローン。

特長

- 水平飛行効率を向上させたことにより機体が傾くことなく飛行可能
- 世界に類を見ない高速・長時間・広範囲飛行を実現
- 機体下部にさまざまなセンサを付けることができ、さまざまな調査・計測に活用可能

利用シーン

土砂災害や地震災害直後の被害調査、災害調査以外にも遠方に配置した機器の状況調査や火山や離島の調査など、広範囲にわたる計測、調査

研究開発の実施

きっかけ

これまでに広島土砂災害、熊本地震、九州北部豪雨の災害調査にドローンを出動させた経験から、災害調査におけるドローンの機能改善点が見えていた。従来のドローンは半径約2 kmの範囲しか飛行ができないため、災害発生直後の初動調査で広範なエリアから災害場所や規模を把握することが難しい。災害地を速やかに確認したいというニーズに応えるため、長距離を短時間で飛べるドローン開発にチャレンジした。

目標

- **軽量化**
バッテリーを含む機体重量の目標値を9 kgとする。
- **飛行速度の向上**
飛行速度の目標値を72 km/hとする。
- **航続距離の向上**
航続距離の目標値を30 kmとする。

取組内容

事業化開始以前に1年程構想を練っており、事業開始後約半年で設計から製作、実証実験までを行った。

● 機体の開発・設計

高速化を図るため、通常の浮上用ローターに加え推進用ローターを取り付け、浮く機能と進む機能を分担させた。機体はH型やX型など従来型での経験を勘案しながら、最終的にはK型を採用した。K型の機体は横風への強度がほかの型より強くバランスを保ちやすい利点があり、重量やカスタマイズ性の面でも優れている。開発にあたっては期間が短かったため、事前に現有試験機を用意して最適なローター配置などを検討し、機体設計に反映して効率化を図った。

● 機体の製作

機体はカーボン型から起こして製作している。事業の範囲内で効率タイプとスピードタイプの2種類を準備し、スピード性能、耐久性のテストも含めて、比較検討した結果、最終的に効率タイプが望ましいと結論付けた。また、バッテリーの重量は改善が難しいため、機体部分で軽量化を図っている。

● 実証実験での航続距離計測

実証実験前に予備実験を行い、フライトログや飛行経路に関する知見を得た上で実証実験に臨んだ。実証実験は安芸カントリークラブ(広島県東広島市)で実施した。1周3 kmのコースをGPSによる自律航行で周回飛行し、取得したフライトログから航続距離などの記録を確認した。

技術的成果

実質半年という短い期間内で、重量、飛行速度、航続距離のすべてにおいて目標を達成することができた。

● 独自機構の機体による安定性の向上

浮上用と推進用の2種類のローターを併せ持つことで、水平飛行の効率性を高め高速化を実現した。

● 軽量化、飛行速度、航続距離の性能向上

実証実験の自律航行で航続時間46分、航続距離41.5 kmを記録、目標としていた航続時間、飛行距離を達成した。従来のドローンに比べ10倍以上の飛行時間・航続距離性能を実現しており、回転翼型ドローンとしては世界トップクラスである。重量はバッテリー込みで8 kgと、目標値の9 kg以下を達成した。機体の素材をカーボンにしたことで、部品点数を削減し軽量化につなげることができた。

● 自律航行

飛行コースを事前にセットすることにより、GPSを利用した自動航行が可能である。

事業化の取組

災害調査など公的な分野を中心にPR活動を行っている。

事業化状況

電力業界の企業2社から受注を受け、広島県の山岳部にある送電線設備の災害後の点検を目的とし送電線の30 m上空を自律飛行し直下の送電線や斜面などを動画撮影した。その他、高速道路沿線の監視用としても1機受注販売している。



今後の見通し

高速巡航型マルチコプターの長時間飛行の利点を活かし、災害調査以外にも風力発電設備の定期点検などに需要が見込まれ、引き合いを受けている。撮影画像のリアルタイム伝送など機体のさらなる改良、機能拡充を進めている。

企業情報

ルーチェサーチ株式会社

広島県広島市安佐南区毘沙門台4-16-21

事業内容 移動体による計測、画像処理解析、UAVまたは、各種ロボットの開発・販売

設立 2011年6月

資本金 438万円

本製品・サービスに関する問い合わせ先

連絡先 担当者 技術本部長 名取 悦朗

TEL 082-209-0230

移動型ベースロボット 「SCIBOT (サイボット)」

テーマ名 T型ロボットベースの高機能化

採択年度・申請タイプ 2015年度採択 短期展開型

研究開発体制 株式会社システムクラフト
(代表申請者:制御基板、制御ソフト、品質評価)
株式会社菊池製作所(車体設計開発)
協栄産業株式会社(搬送系共通ソフト開発)



概要

移動型ロボットの駆動部(足回り)に使用する汎用性の高いロボットベース。

特長

- 高い走行性、狭い施設内でも走行可能
- 各種外部入出力センサとの接続
- ロッカーボギー構造(傾斜角度10度登坂、段差20 mm乗り越えが可能)
- 連続運転約16時間

利用シーン

各種ロボットのベース部分としてフロア清掃、各種計測、介護施設での見守りなど、単体で物流倉庫などでの荷物運搬(AGV用途)など

研究開発の実施

きっかけ

ロボットの足回りを単体で販売する事業者は少なく、各種ロボットメーカーは、独自に足回り機能を開発する必要があった。2014年に都産技研と移動型ロボットの駆動部に使用する汎用性の高いロボットベースの開発をスタートした。本事業ではさらにその性能・実用性の向上に取り組んだ。

目標

●実用性の追求

高い機能性を持ちながらも、低価格にこだわり、ベースロボットの実用性を高める。

●量産化・製品化

制御基板、車体などの量産化に向けた設計・開発を行う。

取組内容

すでに開発していたロボットベース「SCIBOT(Type-S)」(整備された平地向け機種)の踏破性、拡張性、接続性、安全性、信頼性の向上を図った。

●踏破性の向上

ロッカーボギー方式の採用により、20 mm以内の段差、10度以内の斜面登坂を可能にした。

● 拡張性の向上

バッテリー台数を従来の1台から最大2台にして、制御ソフトにベクトル制御機能を盛り込み、モーターの滑らかな回転制御を可能にした。

● 接続性の向上

各モーター(DC、3相ブラシレス、ステッピング)との接続を可能にした。また、制御ソフトにより、さまざまな外部入出力センサとの接続を標準対応にした。

● 安全性の向上

制御基板に暴走防止、発火・発煙防止機能を搭載した。また、信頼性の高いバッテリーを採用した。

● 信頼性の向上

EMC、ESD、温湿度保存試験、強度試験を実施した。

技術的成果

実用性の高いロボットベース「SCIBOT(Type-Xシリーズ)」(高走行性を強みとする機種)の開発・製品化に成功した。

● 高機能ロボットベースの製品化

小型(縦570 mm×横485 mm×高285 mm)、軽量(12.1 kg)、高走行性能(最大速度6 km/h、段差最大20 mm乗り越え可能、傾斜最大10度登坂可能)の移動型ロボットベースを「SCIBOT(Type-Xシリーズ)」として製品化した。

● 低価格ロボットベースの実現

高性能化・高耐久性化とともに、独自開発によりコスト削減にも成功した。その結果、ユーザー企業が導入しやすい価格水準を実現した。

事業化の取組

案内ロボットなどのベースロボットとしての需要にも増して、単体でものを運ぶ無人搬送車(AGV)用途での需要が高まっている。

事業化状況

SCIBOTは、案内ロボットや掃除ロボットなどの足回り機能として活用されている。また最近では、SCIBOT単体でものを運ぶというAGV用途へのニーズが旺盛で、旅館向けの配膳・下膳業務、工事現場での運搬業務、工場の製造ラインなどでの備品運搬業務などにおいてお客さまからの引き合いが続いている。2020年12月時点でのSCIBOTの売り上げ台数は50台に達している。

運搬ロボット



高齢者見守りロボット



今後の見通し

案内・掃除・点検・介護支援などのサービスロボット市場の立ち上がりに備えつつ、当面はAGV需要への対応に注力する。製品化に向けては、ロボットを知る開発者と現場を知るユーザーが協力して開発を進めていくスタイルや、用途に合わせたロボットベースのカスタマイズを重視していく。

施設案内ロボット



掃除ロボット



企業情報

株式会社システムクラフト

東京都立川市柴崎町3-10-4 大雅ビル3階

事業内容 サービスロボット構築、ソフトウェア・ハードウェア設計・開発 など

設立 1978年10月18日

資本金 3,200万円

本製品・サービスに関する問い合わせ先

連絡先 営業課 課長 鬼沢 誠

TEL 042-527-6623

電動アシスト人力車

テーマ名 電動アシスト人力車の開発と事業化

採択年度・申請タイプ 2015年度採択 新市場創出型

研究開発体制 株式会社府中技研(代表申請者:システム設計・応力センサ・進捗管理)
株式会社小川優機製作所(部品加工組立)
株式会社システムクラフト(制御システム)
株式会社高山自動車(機構設計)
株式会社ベリープロジェクト(ユーザー・販売)
山梨大学 野田善之准教授(技術アドバイス)



概要

坂の多い観光地でも、人力車を引く俵夫の体力に依存しないサービスを可能にする電動アシスト人力車。

特長

- 自然な引き心地を維持した電動アシスト制御
- 閑静な観光地でも邪魔にならない高い静音性
- レトロな人力車の意匠を壊さない外観デザイン

利用シーン

全国の観光地における人力車、物流関係で使用するリアカーなどの電動アシスト

研究開発の実施

きっかけ

俵夫の高齢化・人手不足が進み、坂道の多い観光地を案内することが難しくなっており、俵夫の体力に依存しない人力車サービスの実現が必要とされていた。併せて、今までは勾配がきつくて実現できなかった新観光ルートを開発することを目指した。

目標

●従来の人力車の良さを維持したまま、俵夫を支援する電動アシスト人力車

これまでの人力車の外観、引き心地を維持しつつ、俵夫をさりげなく支援する電動アシスト人力車を開発する。急坂の多い観光地の登坂を安全かつ容易にするとともに、閑静な観光地の風情や俵夫とお客さまとの会話を損ねない静音性を実現する。

●普及を促進する価格水準

人力車業界での普及に向け、低価格化を図る。

取組内容

開発者と利用者(人力車運用会社(または人力車ユーザー))が連携を密にし、電動アシスト人力車の実用化に取り組んだ。

● アシスト制御の実現

人力車の楯棒を引く力を測る引き力センサと、独自のアシスト駆動機構を開発した。効果的なアシスト機能と自然な引き心地を両立するため、人力車運用会社(または人力車ユーザー)と実験に取り組んだ結果、平地ではアシストせず、上り坂で楯棒を引く力が増加したときに所定のアシストを行うアシスト制御システムを構築した。また、下り坂での制動用にマニュアルブレーキを付けた。

● 静音化カバーの開発

騒音の90%はギア音であることを特定し、有効に遮音するためのカバーを開発した。

● 軽量化・パーツ化

既存の人力車に後付けできるように、アシスト駆動機構の軽量化とパーツ化(組み立て・分解可能)を図った。

技術的成果

以下の機能を有する電動アシスト人力車のプロトタイプを開発した。

● 勾配6度の登坂力

試験用傾斜路で、乗客2人(車体を含む総重量300 kg)の想定の下、傾斜角度6度の坂が無理なく上れることを確認した。バッテリーパックの入れ替えを含め、1日8時間の稼働を可能とした。

● 自然な引き心地

実証実験を踏まえ、自然な引き心地となるようにアシスト制御システムを調整した。

● 静音性

従前の電動アシスト人力車と比べて駆動音を静かにし、観光の邪魔にならない静音性を実現した。

事業化の取組

屋外試験などに基づく最終仕様の確定、公道走行認可取得への取り組み、価格設定などを経て、製品化を目指す。

事業化状況

現在、屋外試験を継続中である。また、公道での走行を可能にするために警察と調整している。課題である人力車業界に受容される価格設定に向けては、コンソーシアム内で最終調整を図っている。

今後の見通し

株式会社システムクラフトが事業化を担当しており、2019年度の販売開始を目指していたが、新型コロナウイルスの影響により、現在は販売を見合わせている。また、人力車業界で受容される価格を設定するために、さらなる製品改良を予定している。



企業情報

株式会社府中技研

東京都府中市南町5-38-33

事業内容 電子・情報・医用機器製造

設立 1973年

資本金 3,000万円

本製品・サービスに関する問い合わせ先

連絡先 担当者 代表取締役会長 波多野 和明

TEL 042-366-3544

追従運搬ロボット 「THOUZER (サウザー)」

テーマ名 追従運搬ロボットの牽引機能の開発

採択年度・申請タイプ 2016年度採択 短期展開型

研究開発体制 株式会社Doog (代表申請者:統括、開発)
SUS株式会社 (ユーザー企業販売パートナー)



利用シーン

物流倉庫・工場でのピッキングや運搬、空港などでの荷物の運搬、ホテル・病院・介護施設などでの食事やリネン類の運搬

概要

人の後を追従してものを運搬する追従運搬ロボットに、牽引機能を追加し、従来の2倍の運搬量を実現。

特長

- 牽引システムを追加導入し、運搬量を大幅に拡大
- 障害物回避制御、接触・スリップ防止制御などにより、高い安全性を実現
- レーザーセンサが追従対象を認識し、自動で追従する
- 初期コスト・運用コスト・教育コストを低く導入できる
- 狭い通路、凹凸道や坂道、屋外と多様な環境の走行に対応
- 段差乗り越え3 cm、斜面登坂9度、小雨環境にも対応可能

研究開発の実施

きっかけ

工場・倉庫内での運搬を楽に、効率よく、安全に行いたいとのニーズに応えるため開発された運搬ロボットが「サウザー」である。しかし、既存のサウザーでは1台での運搬量は限られており、さまざまなユーザーから、より大量の荷物などを運搬したいとのニーズが寄せられるようになっていた。これに応えるため、新たに牽引機能の開発に着手した。

目標

●牽引システムの開発

連結機構を有する台車を製作し、牽引機構により運搬量を2倍にする。

●走行制御ソフトの開発

障害物回避制御機能を搭載し、台車の周囲との接触を防止する。走行安定化制御でジャックナイフ現象(牽引車が急停止・急旋回するとき、牽引車と台車が「く」の字状に折れ曲がってしまう現象)を防止する。

●安全性評価・改良

生活支援ロボット安全規格に準じた安全性を取得する。

取組内容

目標達成に向け、SUS株式会社千葉事業所の工場・倉庫で、走行の安全性・安定性の確認および作業効率向上効果を検証する実証実験を行った。

●牽引機構の開発

120 kg積載可能な台車(幅600 mm×長750 mm・アルミ製)を製作した。前部には連結棒を備えており、追従運搬ロボットとの連結は穴にピンを挿入することで行う。

● 走行制御ソフトの開発

重量物を牽引する際、牽引車が急旋回すると台車が外側にスリップしたり、牽引車が旋回中に急減速するとジャックナイフ現象が発生したりすることがある。これらを防止するため、走行目標点から内輪差を予測し、障害物回避のマージンを拡大し、狭い通路でも曲がり角に接触せずに曲がれるなど、安全な走行を行うためのソフトを開発した。

● 安全性評価・改良

ベースロボットを含む牽引システムの安全性評価を行い、EMC試験の一部で工業用基準を満たさない、走行耐久試験で電動車椅子の特記乗り越え基準を満たさないなどの課題を抽出した。

技術的成果

実証実験結果を基に、さらなる機能面の改良を行い、牽引機能付きのサウザーを完成した。

● 牽引機能の搭載

積載重量120 kgの連結機構を有する台車を、多様な環境で安全に牽引できるサウザーを完成させた。ユーザーの導入検討にあたり、牽引をできることが評価ポイントの1つになっている。

● パラメータ調整の実現

ユーザーの利用状況に合わせて各種パラメータを調整できるよう、パラメータファイルを生成・ダウンロードできるウェブシステムを開発・提供している。

● エビデンスデータの取得

牽引実験により、一般的な台車運搬と同等の速度(0.9~1.1 m/s)で運搬量を拡大できること、接触障害物回避や走行安定化制御が有効であることなどをデータにより確認した。また、走行耐久試験結果を踏まえ、段差の常時通過を禁止するなど、使用範囲を制限し、安全な運用を促した。

事業化の取組

2018年度から、牽引機能の販売を開始した。牽引機能を活用するユーザー数は増加を見せている。

事業化状況

2017年度に事業化に向けたテスト導入を開始し、翌2018年度からは牽引機能の販売を開始した。サウザーは1台からでも導入・運用ができ、複数台購入しなくても牽引機能により運搬量を増やせる点で、ユーザーフレンドリーとなっている。牽引機能を購入しているユーザーは全体の2~3割であり、その数は徐々に増えてきている。

2019年からは、従来のサウザーよりもカスタマイズ性を高めた「サウザーEシリーズ」として発売を開始し、ライトレース走行機能、非常停止ボタン、警報装置、接触バンパが標準搭載されている。Eシリーズへの移行により、エンドユーザーが独自で金具を作成したり、金具設計製作を協力するパートナーも数社が活動したりという実績が出てきた。

各現場、牽引物向けの運用に合わせて販売パートナーや協力メーカーがパラメータを設定できるしくみも確立し、より満足度の高い商品へと進化を続けている。



今後の見通し

現在、20社近くの販売パートナーと提携しており、販売のほとんどはパートナーを通じて行っている。パートナーにおいてユーザーの要望に応じたカスタマイズやサービス提供ができるようなしくみを構築することで、牽引機能付きサウザーのさらなる販路拡大を目指す。

また、利用シーンの拡大につれ、安全性への要求が強まることが予想される。本事業により得た安全性評価の知見を基に、将来的には認証取得を目指したい。

企業情報

株式会社Doog

茨城県つくば市吾妻3丁目18-4

事業内容

車輪型移動ロボット装置の企画・開発・製造・販売、車輪型移動ロボットに関するシステム・要素機材の企画・開発・製造・販売

設立

2012年11月26日

資本金

-

本製品・サービスに関する問い合わせ先

連絡先

担当者 管理部 伊藤 茜

E M A I L

web@doog-inc.com

4 警備に対応した搭乗型移動支援ロボット

テーマ名 警備に対応した移動支援ロボット

採択年度・申請タイプ 2017年度採択 短期展開型

研究開発体制 株式会社アキュレイトシステムズ
 (代表申請者:統括、モビリティ・センサ開発)
 総合警備保障株式会社(ユーザー)
 芝浦工業大学(安全動作・基本実験)

概要

警備現場で活用される、機動性、自動速度制御機能、形態変化機能を備えた搭乗型移動支援ロボット。

特長

- 用途に合わせ形態を変化(スタンディング、スケートボード、シニアカーモード)
- 超音波センサで安全性確保、自動速度機能付き
- 車椅子介助支援も可能
- 警備見回り中であることがわかるデザインで“見せる警備”を実現

利用シーン

広い施設や街中での移動警備の補助、高齢者の移動の補助



左から「スタンディングモード
 ⇄シニアカーモード⇄スケート
 ボードモード」

研究開発の実施

きっかけ

老若男女が安心・安全・快適に移動できる次世代の多目的な移動支援ロボット(マルチパーパスモビリティ)の普及を目指す。まずは用途を警備に絞り、女性や高齢の警備員の巡回警備支援、機動性を活かした広域・安全・見せる警備の実現を図る。

目標

- 女性・高齢の警備員の巡回警備を支援するロボットの開発
 女性や高齢の警備員用に、コンパクトで機動性があり、誰にでも容易・安全に乗れる、歩行者と共存可能な移動支援ロボットを開発する。
- 移動性の確保
 少人数で効率よく、広い範囲を警備するため、広大な敷地での安定した高速移動を実現する。
- “見せる警備”の実現
 着座では周囲に溶け込む親和性、立位では目線が高くなる視認性を有し、警備現場で存在感のある“見せる警備”(警備をしていることが目立ち、抑止力となる)を実現する。

取組内容

実用化に向け、ロボット本体、危険回避機能の開発を行い、安全評価を行った。

● ロボット本体の開発

警備現場からのニーズに合わせ、耐荷重を従来機の80 kgから100 kgへアップし、視野を広くするためにフットステップを付けた。また立位でもバランスが安定するように調整した。これらの設計変更により躯体・車輪などが大型化する中でも、従来のさまざまな機能(走行性、制御性、自動改札・X線検査装置の通過、電車内・飛行機内持ち込み、車椅子介助など)を実現できるように調整を図った。

● 危険回避機能の研究開発

超音波センサを使った前方障害物の検知、自動速度制御などを確立した。センサを複数設置してセンシングの広範化を図ると同時に、複数センサからの音波同士が干渉しないように制御した。人混みを検知して自動で速度を調整するなどの制御を実現した。

● 安全評価など

JISに準拠した安全試験を実施した。また、握力センサによりハンドルが握られていない場合に自動停止するなどの事故防止機能を付加した。

技術的成果

本事業により、警備用の移動支援ロボットのプロトタイプと、他用途にも展開可能な安全運転制御技術が完成した。

● 警備用移動支援ロボット本体の完成

コンパクト(スタンディングモードでは幅550 mm×奥行600 mm×高さ950 mm)、形態変化可能(スタンディング、スケートボード、シニアカーモード)、着座では周囲に溶け込む親和性、警備での存在感などの特長を持つ移動支援ロボットを設計・デザイン・開発した。

● 安全運転制御システムの開発

静止時では動力不要でも安定し、歩行者とも共存可能(超音波センサによる衝突防止支援、自動停止距離アジャストなど)で、女性や高齢の警備員でも容易・安全に乗ることができる安全運転制御システム(握力センサによる自動停止など)を開発した。

事業化の取組

ラグビーワールドカップ、オリンピックなどの警備用途での導入を皮切りに、将来的には一般向けにも展開していく予定である。

事業化状況

現在、警備業界において導入可能性を検討中である。ユーザーニーズに応じた高機能・カスタム機を少量・適正価格で提供することを目指す。当初は、メンテナンスを含めたサービスとして提供するビジネスモデルを想定しているが、将来的に販売数が増えていく際には製品販売に移行していく予定である。

今後の見通し

その後は一般向けの低価格・大量生産モデルの販売へと移行する予定である。すでに事業化担当の株式会社アキュレイトシステムズでは国内・海外生産の両面から量産体制の可能性を検討している。また、公道走行許可を得るべく、関係省庁と設計・仕様を調整中である。将来的にはロボットが人間を自動追従する機能なども加えていく(警備員の後方を、ロボットが車椅子を押しながら高齢者・負傷者を運搬するなど)。



企業情報

株式会社アキュレイトシステムズ

東京都千代田区外神田4-7-5

事業内容 磁気センサおよび各種センサの設計・製造・販売

設立 2011年4月1日

資本金 3,600万円

本製品・サービスに関する問い合わせ先

連絡先 担当者 イノベーション推進室
室長 安 淳一

TEL 080-4332-8213

ドライ掃除ロボット

テーマ名 公共施設フロアのドライ掃除ロボット開発

採択年度・申請タイプ 2017年度採択 短期展開型

研究開発体制 株式会社キャロットシステムズ(代表申請者:電気設計)
株式会社F-Design(機構設計)
株式会社クフウシヤ(ソフト開発)
株式会社ウィッツコミュニティ(ユーザー企業)



概要

自律移動と段差乗り越えも可能なドライ掃除専用のロボット。

特長

- 一般的な掃除機器の2~3倍の吸引力で小さいゴミは難なく吸い上げる力強いバキューム力
- 点字ブロックや自動扉のレーンの段差を乗り越える
- レポートシステムで清掃後、稼働記録のチェックが可能
- 超音波センサ・赤外線センサ・バンパーセンサと計3種類のセンサを搭載

利用シーン

半屋外のフロアを中心に、タイルや大理石のフロアの清掃業務補助

研究開発の実施

きっかけ

神奈川県相模原市はロボット産業特区として、地域の安心・安全を目的に生活支援ロボットの普及と実用化に取り組んでいる。相模原市商工会議所のメンバーである株式会社キャロットシステムズ、株式会社F-Design、株式会社クフウシヤは以前から3社連携の下、事業に取り組んでいた。今回、マンション総合管理業・清掃業を営む株式会社ウィッツコミュニティから清掃員の人手不足のニーズを受け、人手不足解消のため3社で清掃用ロボットの開発をスタートさせた。

目標

●地図作成ティーチングソフトウェアの開発

SLAM技術(Simultaneous localization and mapping)で地図作成ができる範囲(清掃可能範囲)として20 m×20 m=400 m²を目標とした。LRFの測距範囲は反射率10%の環境下で20 m(以上)、測距精度は50 mmとし、地図の作成は最大500個、各地図に対してのティーチングを最大10経路保存可能にする。

●バキューム機構の開発、バッテリー持続の達成

ユーザーからの要求に基づき吸引仕事率を強と弱の2段階で切り替え可能にした。連続稼働時間については、バッテリー持続2時間を目標とした。

●筐体設計、拭き上げ装置On/Offの設計

ロボットの総重量について50 kg程度を目標にする。拭き上げ装置の使用・不使用を切り替えられる機構設計を行う。具体的には拭き上げ装置の床面からの上げ下げ、あるいは拭き上げ装置の脱着が可能な筐体を設計する。走行軌道と清掃軌道は一致しないため、設計の最適化が重要である。

取組内容

ドライ掃除ロボットの実用化に向けて以下の機構を開発し、機能の正確性と安全性を図るため繰り返し実証実験を行った。

● 2パターンの地図作成が可能

ロボットの全面には超音波センサを搭載した。SLAM技術で2Dの地図を自動生成し、清掃ルートを設定することができるほか、現場に合わせ手動での走行ルート設定も可能である。また、搭載している3種類のセンサそれぞれが連携できるようなプログラムも開発した。

● オムニホイール機構の開発

ロボット走行中の経路ずれ防止のため、前輪がその場で旋回するオムニホイール機構を開発した。これにより回転後想定外の位置変動が発生しにくい、より正確性の高いロボットベースとなった。

● 実証実験を重ね課題を抽出

相模原市役所協力の下2018年8月に相模原市民会館で3度、9月には株式会社ウィッツコミュニティ協力の下銀河アリーナで1度、それぞれ実証実験を行った。テスト環境では発生しなかった課題も見付き、繰り返し実証実験を行うことで精度を高めていった。

技術的成果

数回の実証実験で得られた意見と結果を参考に、機能面の改良を行った。

● 段差乗り越え

目標値の段差5 mmはクリアしたものの、バキューム型T字ノズル固定用板金が前後両方向で引っ掛かる現象があった。T字ノズルが前のめりになると固定板金と床のクリアランスが小さくなり引っ掛かりが発生しやすいため設計と板金部品を変更した。

● 掃除ノズルの軌跡

吸引済みの面積を狙い通りに制御することが困難であったがソフトウェアの改良により改善された。

● マップ作成時のずれ

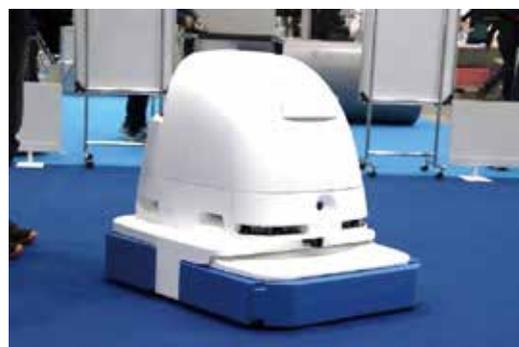
社内テスト環境では発生しなかったマップ作成時のずれおよび走行時の自己位置ずれが発生したが、その後、ソフトウェアの変更・改良を行った。

事業化の取組

製品化に向け、より安全性を考慮した改良を鋭意努力中である。積極的に展示会にも参加しており現在までに4回出展し、複数の企業から引き合いがある。

事業化状況

量産化に向けて今後も取り組みを行い徐々に仕上げ、引き続き、試作2号機と量産試作を予定している。報告書に活用できるレポートシステムは特にニーズの高い機能なので、製品化に向け今後より精度を上げていく。事業化した際に想定される実際の利用者は、清掃を行うパート・アルバイト層であり、高齢者がほとんどと考えられる。そこで細かく難しい操作画面ではなく簡単にタッチ操作が可能なアプリケーションとしてタブレット端末を採用した。



今後の見通し

すべての清掃をロボットに任せることは現状難しいが、ロボットが大きなフロアを清掃し、人が細かい清掃を行う。このようにロボットが人間の負担を減らすことで深夜早朝における人手不足の解消に貢献し、人とロボットが共存する環境の構築を目標としている。現在は半屋外・タイル・大理石のフロアをメインで対応する想定であるが、将来的にはアスファルトや道路の清掃にも着目し市場拡大を目指す。

東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会を控え日本文化が世界から注目される中、清掃ロボットの活躍により日本らしい綺麗な施設を提供することで、社会貢献していきたい。

企業情報

株式会社キャロットシステムズ

神奈川県相模原市中央区相模原4丁目7番10号 エス・プラザビル1階

事業内容

産業用および医療用電子機器の企画・設計・製造・販売、防犯・監視機器の企画・開発・販売、汎用小型ロボットの導入支援コンサル

本製品・サービスに関する問い合わせ先

連絡先

担当者 代表取締役 西澤 勇司

設立

1993年8月24日

資本金

2,750万円

TEL

042-750-0007

住宅用24時間換気ダクト点検清掃ロボット

テーマ名 住宅用ダクト清掃ロボットによる清掃サービスの事業化

採択年度・申請タイプ 2017年度採択 短期展開型

研究開発体制 日本ウイントン株式会社(代表申請者:実証実験、全体管理)
学校法人中央大学(基礎研究)
有限会社伊藤工業(設計、製造)



概要

住宅用24時間換気システムのダクト清掃に特化したロボット。ミミズ型蠕動運動ロボットを利用し、ダクトの奥まで清掃用ツールを届かせることが可能。

特長

- 戸建て住宅用50 φフレキシブルダクトに特化した清掃ホース
- 小型内視鏡カメラを搭載し、ダクト内部の汚れをモニターで可視化
- 大がかりな機材が不要なコンパクトなシステム

利用シーン

住宅用24時間換気ダクトの清掃

研究開発の実施

きっかけ

2003年の建築基準法改正により、戸建て住宅に24時間換気ダクトの設置が義務化された。ところが住宅の24時間換気ダクトは細く曲がっていることが多く、ビルの換気ダクト用高圧エアホースでは奥まで完全に清掃することができなかった。機器メーカーやハウスメーカーからの問い合わせも多く寄せられるようになったことから、戸建て住宅のダクトに特化した清掃ロボットの開発に着手した。

目標

●ロボットの開発

従来の清掃ホースでは届かなかった部分まで清掃するためのロボットを開発する。実用に耐えうる速度と耐久性を目指す。

●清掃ロボットの機能向上

コントローラやカメラの取り付けにより清掃状況を確認可能とすることで、作業者が清掃効果を目視で確認できるようにする。

●ダクト清掃サービスの販売体制、施工体制の構築

業務提携先や施工代理店とサービス開始のための体制を構築することで、清掃サービスの事業化を加速する。

取組内容

●ユーザーニーズに応じた試作機の開発

中央大学がプロトタイプとして開発済みのミミズ型蠕動運動ロボットはダクトのサイズ75 mmφに対応するものであったため、ユーザーからの要望が高かった50 mmφのダクトも清掃可能な、試作ロボットの開発を行った。

● 清掃効果テストおよび動作・制御の開発

上記試作機の開発と並行して、プロトタイプを使用した清掃効果テストおよび、ロボットの動作に必要な動作・制御の洗い出し、開発を実施した。

● 最適なロボットの形状と高収縮ユニットの採用

ダクトサイズおよびロボットのサイズが小さくなったことで、ロボットの動作速度の低下やダクトの曲がりに対応できないなどの問題が発生したため、一つの動作あたりの収縮量を増加させるため人工筋肉の高収縮ユニット(3連人工筋)を採用した。また、ダクトとの摩擦による速度低下を回避するため、ロボット先端部の形状を改良した。

技術的成果

すでに完成していたプロトタイプからユーザーの要望に合わせてサイズダウンしたことによる、清掃ロボットとしての性能低下を防ぐため、ミミズ型蠕動運動ロボットが最適な動作パターンで清掃を行うための動作方法を検討した。

● 50 mmφのダクトも清掃可能な清掃ロボット

細いダクトでも清掃可能にするため、上記の高収縮ユニット(3連人工筋)の採用とともに、蠕動運動の動作の重ね方(人工筋肉の個別パーツの収縮の組み合わせ)を検討し、実用上問題ないレベルに清掃できた。実証実験では、吹き出し口から本体まで10 m近くあるダクトにもホースを届かせることができた。清掃効果も実運用上で問題のない水準に達している。

● 清掃ロボットの操作性、機能性の向上

ロボットに取り付けたカメラによって、ダクト内部の汚れ具合を確認することができる。また、モニターが付属したコントローラを開発したことで、作業者が操作しやすくなり、清掃作業がスムーズに実施可能になった。

● 清掃工程の検討

事業化の上で、日本ウイントン株式会社が実施する清掃サービスに、本事業開発ロボットを追加するにあたり、業務の作業工数の検討を行った。作業人数を増やすことなく、これまでできなかった部分まで、通常の清掃業務と同時並行でダクト清掃をすることが可能となった。

事業化の取組

製品が完成し、事業化に向けたテストを進めている。

事業化状況

ハウスメーカーの協力を得て、戸建て住宅での清掃テストを行っている。さらに2021年5月ごろを目途に千葉県でテスト的に施工を募る。

今後の見通し

2021年度半ば以降には、1都3県においてサービス提供を開始する計画である。ロボットによる清掃は時間がかかるという課題も残っているため清掃する場所により通常の清掃用ホースとロボットを使い分け、効率を重視したサービス展開を行う。また、社内の体制としては住宅用ダクト清掃の専任部署を設け事業展開に力を入れる予定である。



企業情報

日本ウイントン株式会社

東京都大田区雪谷大塚町13-1

事業内容

ACVAシステムの販売/空調設備機器および各種ダクトの衛生管理・クリーニング、空調システム・クリーンルーム・コンピュータールームのサーベイ、空気環境測定、建築物内悪臭のサーベイおよび消臭コンサルタント、建築物およびその附帯設備の保守管理およびコンサルタント

設立 1981年3月28日

資本金 2,500万円

[本製品・サービスに関する問い合わせ先](#)

連絡先 担当者 業務企画部長 清水 晋

TEL 03-3726-6604

7 警備・監視ロボット 「Perseusbot (ペルセウスボット)」

テーマ名 駅構内における監視、警備業務効率化

採択年度・申請タイプ 2017年度採択 テーマ設定型

研究開発体制 アースアイズ株式会社(代表申請者:AIカメラソフト開発)
日本ユニシス株式会社(全体統合、リスクアセスメント)
西武鉄道株式会社(実験フィールド提供)



概要

AIカメラで不審者・不審物・けが人・病人などを検知して係員へ通報したり、定点カメラが検知した不審な現場に移動して対象者への声かけを支援したりする警備・監視ロボット。

特長

- 駅構内などを自律的に移動
- AIカメラで不審者などを自動検知
- 定点カメラの情報をロボットに共有
- 大勢の人の中でも安全に活動

利用シーン

駅その他公共施設での警備・警ら・監視

研究開発の実施

きっかけ

東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会に向け、旅客インバウンドや乗降客の急増が予測され、首都圏の駅においては安全性維持・向上が必要とされている一方で、警備員人材確保難が深刻化している。この状況の改善に向け、警備ロボットにより、警備・監視業務の負荷を軽減することを目指した。

目標

● 自律移動機能の確立

乗客のいる駅施設内で、点字ブロック、スロープなどの床面の起伏を乗り越え、自律的に移動することを可能にする。

● 監視機能の確立

ロボットとともにカメラ自身が自律移動する環境において、不審者を検知し、自動通知する技術を確立する(不審者・不審物などの目標検知率:60%以上、目標誤検知率:30%以下)。

● 安全性の向上

ロボットが人と衝突したり、暴走したりしないよう、高い安全性と信頼性を目指す。

取組内容

要件定義、リスクアセスメント、設計・開発、実証実験などの工程により開発を進めた。

● 警備ロボットに必要な機能の設定

西武鉄道の意見を踏まえ、警備ロボットに必要な機能として、巡回、監視・検知・通知、駆けつけ、係員とのインターホン通信、LED・音声による通知、緊急停止などを定義した。

● ロボットの設計

都産技研の屋外用大型ロボットベース「Taurus(トールス)」などをベースにロボット本体を開発した。本体高さを

約170 cmとし、上部にAIカメラを設置することで、高所からの異常検知を可能とした。機体を上に向かってシャープにすることで、人との接触を下半身のみ減らしたり、接触時にも転倒しにくくしたりするなどの安全上の工夫を凝らしている。任意の地点まで障害物をよけながら進む回避モード、障害物がロボット周囲特定距離に入ると停止する停止モードなどにより自律走行を実現した。

● ロボットと定点カメラによる監視方法の採用

警備ロボットの内蔵カメラと定点カメラの2種類を設け、警備ロボットはルートを走行しながら周囲の異常を検知し、定点カメラは固定位置から異常を検知しロボットに通知するという役割分担を図った。異常を検知した／通知されたロボットは係員に連絡するとともに現場に向かい、対象者に「ご利用がある方はボタンを押してください」とアナウンスしたり、内蔵カメラで映像を映しながら係員との通話を可能にしたりするなどのしくみを構築した。

● 西武新宿駅における実証実験

警備員の役割を警備ロボットと定点カメラにより代行し、警備・監視業務の負荷軽減を図れるかを確認するために、実証実験を実施した。

技術的成果

実証実験結果から、警備ロボットに要求される機能をおおむねクリアしたと評価された。

● 安定的な巡回走行

駅構内の段差、傾斜、滑りやすい路面を時速1 km程度で問題なく走行した。実証期間中に9.2 kmを走行したが、自己位置喪失などは見られず、障害物前で問題なく停止できた。約2時間の充電により8時間10分以上の走行を可能とした。

● 正確な監視・通知

スーツケースの長時間放置、人の座り込み、倒れ込み、暴れをおおむね正しく検知した。一方、フレームレートが十分でなく、人の走り抜けは検知できなかった。

● インシデント現場への急行に課題

駆けつけ動作は行えたが、ロボットの動く方向がわからず安全面で一部課題を残した。直感的に動く方向がわかるように工夫するなどの対応が必要とされた。

事業化の取組

将来的には警備ロボットを各駅に1台ずつ配置されるような身近な存在にしていくべく、さらなる研究開発に取り組んでいる。

事業化状況

西武新宿駅での実証実験後、主に鉄道業界から強い関心が寄せられ、西武鉄道をはじめとする鉄道会社において実用化の可能性が検討されている。一方、事業化に向けては、技術者のサポートなしに警備ロボットが単独で巡回警備などを行える水準に技術完成度を高める必要がある。事業化活動は日本ユニシス株式会社が担当し、事業モデルとしては、①ロボットの売り切り、②レンタル・リース、③ロボット警備サービスの提供など、さまざまな可能性を念頭に置いている。



今後の見通し

駅だけでなくさまざまな公共施設や商業施設などの警備にロボットを活用する可能性を検討している。警備しながら、多言語による乗客案内サービスを行うなど、ロボットにしかできない付加価値を生み出していくことを目指している。

企業情報

アースアイズ株式会社

東京都港区浜松町1-2-1 No.R浜松町ビル5階

事業内容 人工知能搭載カメラ(防犯、事故防止)の開発および販売、ソフトウェアの開発および販売、コンピューターの電子情報の管理および保管、コンピューターの電子情報の解析、分析および加工、電気通信事業

設立 2015年9月16日

資本金 -

本製品・サービスに関する問い合わせ先

連絡先 担当者 池田 智

TEL 03-3437-3686

全方位移動小型運搬ロボット「ソボリング」

テーマ名 現場実装に向けた全方位・小型運搬ロボットの開発

採択年度・申請タイプ 2017年度採択 テーマ設定型

研究開発体制 株式会社ハイメックス(代表申請者)
東京工業高等専門学校 多羅尾研究室(共同研究者)
株式会社ヒラノテクシード(実証実験企業)
日本ゼオン株式会社(実証実験企業)



概要

「全方位・小型運搬ロボット」は、ロール製品(原反)専用の台車であり、同社従来製品に比べて、小回りがきく(全方位に移動でき小型である)ことに特徴がある。さらに、原反を機械にセットする際に自動化(位置決め)が可能。

特長

- ロール製品(原反)に特化した専用台車
- 全方位移動により狭い通路でも滑らかな方向転換が可能
- 高精度な位置合わせを実現

利用シーン

片持軸タイプなどの小型なRoll to Roll処理の際、現場ではロール製品を人手によって移動などさせるケースが多いが、同製品を利用することで自動化が実現

研究開発の実施

きっかけ

狭い工場内でのロール製品(原反)の移動・セットなどについては、同社製の専用台車があるが、これをロボット化・自動化ができないか模索していた。その後、東京工業高等専門学校のロボット研究を進めている先生と知り合う機会があり、共同研究を進め始めたのが原点である。事業開始前に同校との共同研究により1/2サイズの試作機が完成していた。

目標

● 全方位移動の実現

全方位への移動が可能であることにより、従来製品よりも、より狭い場所に入っていくことができる。通常の台車に比べ回転半径が小さくて済むため、特に台車を切り返す際などに全方位に移動できることが活かされる。

● より重いロール製品への対応

当初の試作機では、5~10 kg程度の原反しか扱えなかったが、小型のコンバーティング装置をターゲットとして、最大60 kgの原反まで扱えることを目標とした。

取組内容

実用化に向けて、具体的な仕様の検討や正確な位置決めの実現に取り組んだ。

● より具体的な仕様の検討

本事業に取り組む以前から研究室レベルの試作機があった。この設計を基に開発を進めたが、車体下部の駆動部分の大きさがネックとなり、装置下部への原反の取り付けがしづらく、駆動部分を大きく変更する必要性が生じた。また、当初、通路幅を最小で2 mと想定していたが、通路幅1 mまで対応する必要性もあった。このような課題・ニーズの整理に半年間程度を要したが、製品化に向けてより詳細な仕様を固めることができた。

● 正確な位置決めの実現

当初の主要目標は、全方位移動の機構の実用化であった。ロール製品の装置へのセットについては、大まかな位置決めにとどめていたが、ユーザー企業などからのニーズを把握していくにつれ、正確な位置決めが重要であることがわかった。そこで、このような位置決めにも取り組んだ。

● 実証実験の実施

実証実験は、共同体メンバーの株式会社ヒラノテクシードおよび日本ゼオン株式会社にて行った。装置への自動でのアプローチや全方位への移動など、特に問題なく実験を行うことができた。ただ、車輪の角度が変わる際に車体自体も動いてしまうという技術的課題が見つかった。

技術的成果

ユーザーニーズなどの把握や実証実験の結果に基づき、製品化レベルの試作機が完成した。

● ユーザーニーズに応じた仕様の把握

当初は、全方位移動の機構部分の開発に特化して事業を進める予定であったが、ユーザー企業からのニーズ把握などにより、より狭い通路幅への対応(さらなる小型化)、ロール製品の装置へのセットの正確な位置決めなどにも対応する試作品が完成した。

● 実証実験にて生じた課題への対応

実証実験で生じた車輪の角度が変わる際に車体自体も動いてしまうという技術的課題については、ロボット内部の狭いスペースにメカニズムを組み込むための設計の修正が原因であった。本来の設計に戻すことで、本課題についてはすぐに解決することができた。

事業化の取組

本事業で、研究室での試作機レベルから実用化に向けた試作機が完成した。今後は、この試作機を基に、具体的な利用シーンに即した製品化を目指していきたい。

事業化状況

2019年12月に都産技研の事業が終了し、現在は次の段階の開発を行っている。具体的には本事業で開発した運搬ロボットをベースとして自動走行技術を付加することと積載重量のシリーズ化を念頭においた開発である。

今後の見通し

自動走行技術の開発は2021年12月末の完成を予定している。完全自動化が実現されることでより販売活動を行いやすくなると考えている。



企業情報

株式会社ハイメックス

東京都東久留米市八幡町1-3-34

事業内容 ロール製品関連部品・マテハン小道具などの開発・製造

設立 1990年11月1日

資本金 6,000万円

本製品・サービスに関する問い合わせ先

連絡先 担当者 代表取締役 中島 俊英

TEL 042-473-3066

ロボット開発企業向け 多言語会話ソフトウェア

テーマ名 ロボット向け会話機能の高機能化と事業化

採択年度・申請タイプ 2016年度採択 新市場創出型

研究開発体制 プロアクシアコンサルティング株式会社



概要

インバウンド対応など利用者との多言語会話機能、翻訳機能をロボットに容易に導入可能。

特長

- 音声認識・翻訳機能・音声合成
- 日本語・英語・中国語・韓国語の4ヶ国語に対応
- 会話・翻訳システムのクラウドサービス
- 発話区間検出機能でハンズフリー会話に対応

利用シーン

ホテル、観光施設、美術館、博物館、ショッピングモール、飲食店、空港、駅、イベント会場、会議、教育現場、研究機関などの案内

研究開発の実施

きっかけ

プロアクシアコンサルティング株式会社では、国立研究開発法人情報通信研究機構(NICT)の音声認識・機械翻訳・音声合成のベース技術の開発に携わっており、音声技術は事業の領域で活かせる特殊性があると実感していたものの、これまで良いユースケースに出会えなかった。そうした中、今回都産技研の公募をきっかけに訪日外国人観光客が増す観光業界の救世主となる「会話・翻訳システム」の開発を行うこととなり、どのようなロボットにも容易に搭載できる会話・翻訳システムの開発、クラウドサービス化を目指した。

目標

- ロボットプラットフォームソフトウェアの開発
さまざまな種類のロボットに搭載可能なソフトウェアにする。
- 音声翻訳サーバーのクラウド対応
音声認識・機械翻訳・音声合成機能を有するサーバーシステムをクラウド化する。
- コーパス整備
会話したテキストや発話を収集しデータベース化した情報を整え、ユーザーに提供できる。
- フィールド実験における音声認識・翻訳性能の向上
都心部の商業施設のほか地方の観光地でも実証実験を実施し、音声認識・翻訳性能の向上を図る。

取組内容

会話・翻訳システムの実用化に向けて以下の機能を開発し、音声認識・翻訳性能の正確性を図るため、商業施設や公共施設での実証実験を行った。

● ソフトウェアの開発

プロアクシアコンサルティング株式会社独自で開発を行った。
音声認識・翻訳サーバーに対して音声処理のリクエストが容易に発行できるプログラムセットを開発し各ロボットのソフトウェアに組み込んで使用できる。聞き取った音声を圧縮しクラウドサーバーで処理を行うことで、翻訳までのタイムラグが少なくロボットとスムーズな会話ができる。

● 音声データベース「VoiceFont」を開発

VoiceFontという人の声を模した音声データベースを作成した。「こういう声にしたい」「キャラクター寄りにしたい」などの要望に合わせて音声合成発話の作成ができる。サーバーアプリケーションなので「音声認識システムだけを使用したい」「日⇄英の翻訳だけを使用したい」というカスタマイズにも対応ができ、機能を絞ったライセンスを提供できる。

● 2つのフィールドでの実証実験

近年のロボット使用場面の増加から、異なるフィールドでの検証を理想とし、2017年10月に池袋PARCOで初めての実証実験のサポートを行い、その後2018年5月には長崎県にあるホテル日航ハウステンボス内での実証実験のサポートを行った。

技術的成果

実証実験で得られた結果を参考に、機能面の改良・検討を行っている。

● 固有名詞登録による性能改善

実験で支障のあった固有名詞のうち92%を改善した。

● コーパス整備

日本語VoiceFontの作成に時間を要した。継続して音声発話品質の向上のためのデータ収集と再学習を実施する。

● 固有名詞登録のコスト削減

ロボットの利用シーンによって使用する固有名詞が異なるため、その辞書作成にコストを要する。このコスト削減のため、固有名詞の表記・フリガナから辞書を自動生成するサービスを提供する準備を進めている。

事業化の取組

同公募型共同研究開発事業で開発されたロボットである「多言語対応自律移動型案内ロボット NR-01」、「Siriusbot」、「おーい」は、いずれもこの音声機能システムを搭載している。

事業化状況

ロボットで音声会話を実現するために必要になる「音声認識」「音声合成」「多言語翻訳」などの機能を中心に、より人間らしく滑らかに会話できるようにするため都産技研との共同研究開発によって「ロボット音声会話プラットフォームソフトウェア」をリリース、継続して機能の改良を進めている。また「音声認識トランスクリプションログ配信システム」を利用することで、音声入力されたデータをAIを利用してリアルタイムにテキスト化して出力することができる「音声認識トランスクリプションログ配信システム」をリリースした。



今後の見通し

「多言語音声翻訳サービスシステム」は、ロボット対話を導入したいロボット開発・運営企業へのPRを継続し需要を喚起していく。また「音声認識トランスクリプションログ配信システム」は、オンライン会議の自動テキスト化や議事録作成ソリューション、ZoomやTeamsを利用した多言語遠隔作業支援などへの応用を検討している。

企業情報

プロアクシアコンサルティング株式会社

大阪府大阪市北区太融寺町5-15 梅田イーストビル5階

本製品・サービスに関する問い合わせ先

事業内容 システム開発&コンサルティング業務

連絡先 担当者 オープンソリューション事業本部
長谷川 典生

設立 2010年

資本金 5,000万円

TEL 06-6949-8952

テーマ名 自律移動型AGVの事業化

採択年度・申請タイプ 2018年度採択 短期展開型

研究開発体制 花岡車輛株式会社(代表申請者)
全日本空輸株式会社(ユーザー)
株式会社セック(ソフト開発協力)



概要

物流倉庫、工場、空港の機体整備工場、駅などにおいて工具や部品を運搬する、段差やスロープの高低差のある路面でも走行可能な自律移動型AGV。

特長

- 自律移動型で、段差やスロープなど多様な走行環境に対応
- 凹凸の多い惑星探査機にも使用されるロッカーボギー構造
- タッチパネルで操作可能
- 積載重量はおよそ200 kgで、悪路・勾配に限り100 kgまで積載が可能
- 3タイプの形状で用途に応じた積載が可能

利用シーン

物流倉庫、工場、空港の機体整備工場、駅などの施設

研究開発の実施

きっかけ

本格的な少子高齢化を背景に、労働力不足は深刻な社会問題である。その中で、業種業態、規模を問わずさまざまな企業では労働力確保が急務の課題となっている。運搬などの単純作業において自動化の需要が高まっている。そこで自律移動型のAGV開発に着手した。

目標

- 自立移動の制度確保
運用場所に合わせた自律走行の停止・走行精度を確保する。
- ユーザーの要望に沿ったAGV車両を開発
整備工場内の勾配を走行できる車体性能にし、3G通信機能を搭載する。
- 最適な試験方法を検討し実施
安全性の確認、耐久性の確認を行う。
- 広大な整備工場内の自律移動とその安全性確保
進入禁止エリアを避け、自動車や自転車、人とロボットの安全性を確保した走行を行う。

取組内容

● ハード面の設計

段差や勾配をスムーズに走行できるよう、独自技術を用いて設計を行った。

● ソフト面の開発

全日本空輸株式会社での実証実験に向け、全日本空輸株式会社独自のシステム向けソフトの開発を行った。

● 様々な耐久試験などの実施

都産技研にてドラム試験、EMC試験、高温高湿試験、転倒テスト、勾配テストなどを実施した。

● 実証実験を全日本空輸株式会社にて実施

機体整備工場で安全に自律移動が可能か、走行・停止精度、進入禁止エリアを設定し走行時認識できるかの検証を実施した。

技術的成果

● 3タイプの形状で用途に応じた積載を実現

プロトタイプのほか、2段構造タイプと専用のブラケットを装着したタイプを製作しさまざまなユーザー、場面に適応する。

● 車体の耐久性と走行精度の高さを実証

4度勾配、障害物、レール段差などの走行環境に対応し、目的地到着時にパトライトを点灯させることに成功した。

● LRF取付位置変更に対応

ロボットの先頭に装着しているLRFの取付位置を本体の上部や下部に調整でき、利用シーンに柔軟に対応する。

● 進入禁止エリアの設定

航空機の機体を進入禁止エリアに設定することで、ぶつかってはいけない物への衝突を回避することに成功した。

事業化の取組

事業化状況

実証実験を終え、整備工場内の自律移動走行が可能であることを確認した。現在は、実験の結果明らかになった課題となっているAGVステータス別のメロディ・ランプ点灯設定、カーブする際のウィンカー装着、障害物を検知する機能、タッチパネルの操作性向上に取り組んでいる。

「運搬作業」に課題を抱える全日本空輸株式会社で実証実験を行うことにより、手応えを実感したとともに、課題を得ることができた。



今後の見通し

メンテナンス体制を構築し、社内のソフト開発エンジニア育成も行いながら実用化に向けて取り組んでいる。また、タッチパネルはより見やすく、さらにデザイン性の高いものへ変更する予定である。

全日本空輸株式会社のシステムとの連携や、実証実験で明らかになった課題点をクリアし、2021年度以降の販売開始を目標として「DANDY AUTO-PILOT」の精度を高めている。

企業情報

花岡車輛株式会社

東京都江東区白河2丁目17番10号

事業内容 産業用物流機器、空港用物流機器、福祉介護用機器

設立 1942年7月7日

資本金 9,500万円

本製品・サービスに関する問い合わせ先

連絡先 担当者 営業本部 花岡 尚

TEL 03-3643-5272

CO₂ガス供給型パワーアシストスーツ

テーマ名 農作業用パワーアシストスーツの高機能化

採択年度・申請タイプ 2018年度採択 短期展開型

研究開発体制 株式会社サステクノ(代表申請者・ロボット詳細設計・開発)
株式会社朝日レンタックス(実証実験の実施)



概要

農業現場などの重労働が伴う場面でサポートを行うアシストスーツ。収穫物の持ち上げなど腰に負担のかかる動作を能動的にアシストする。

特長

- 中腰で行う作業での姿勢維持のアシスト(中腰補助)と重量物の持ち上げアシスト(持ち上げ補助)が切替可能で、作業者の腰にかかる負担を軽減
- センサにより姿勢角度を検出し、フリーハンドで持ち上げ補助の駆動が可能(押しボタン操作による駆動も可能)
- 既存のエアロバックに後付けで装着が可能

利用シーン

農業現場、介護、運送業、グランドハンドリングなどの重労働を伴う場面

研究開発の実施

きっかけ

株式会社サステクノでは、農業現場において作業者の腰の負担を軽減する超軽量・装着容易・低価格なパワーアシストスーツを販売している。このアシストスーツは中腰姿勢の維持には非常に効果的であるが、収穫物などの荷物を持ち上げ動作に対しては十分なアシスト力がないという課題を抱えていた。そこで、収穫物を持ち上げ動作に対してもアシスト力を発揮でき、軽量かつ老若男女問わず装着が容易にでき、低価格な農業現場で使用されるアシストスーツの開発を目指した。

目標

● 渦巻きばねとモーターを用いたエネルギー蓄積機構の製作

要素部品の基礎検討、詳細設計、渦巻きばねの製作、エネルギー蓄積機構の組み立てとアシストスーツへの取り付けを行う。

● CO₂ガス自動供給装置の開発

CO₂ガスボンベを用いて、人工筋肉に圧縮空気を自動供給する装置を製作する。

● 制御系の開発

屈んだ姿勢の検出手法の実装、コントローラー開発、渦巻きばねの開放機構の開発、圧縮空気の自動供給の搭載を行う。

● 農作業現場での実証

実証実験に向けて効果検証を行い、実証実験後にユーザー評価を得る。

取組内容

渦巻きばねとモーターを用いたエネルギー蓄積機構の製作、CO₂ガス自動供給装置の製作、制御系の開発を行い、以下の実験を行った。

筋電位測定実験

30 kgのバーベルを持ち上げてから下ろす動作を10秒間で行い、持ち上げ時の脊柱起立筋の表面筋電位を測定し、腰にかかる負担を評価した。

持ち上げシミュレーション解析

筋骨格モデル解析ソフトウェア「AnyBody」により、脊柱起立筋の負担の包絡線を算出した。

農業現場での実証実験

農業現場において収穫物を持ち上げてから下ろす動作を行い、腰にかかる負担を評価した。

技術的成果

農業現場での実証実験の結果、以下のような成果と課題を得た。

CO₂ガス供給型アシストスーツ

CO₂ガス供給型アシストスーツでは、押しボタンや傾斜センサでも、意図した通りに駆動することができた。実証実験の結果、ユーザーからは「楽だね」との感想が得られた。女性の場合、17 kgのりんごの収穫物を普段は2人で持ち上げているが、本アシストスーツの着用により一人で持ち上げることができていた。

エネルギー蓄積型アシスト装置

実証実験の結果、ユーザーからは「アシスト力が感じられない」との指摘も得られ、今後の課題へとつながった。ユーザーの指摘を基に検証した結果、目標アシスト力10 kgに対し、ベルトの緩みなどの損失により、5 kg程度のアシスト力が瞬間的に生じているにすぎないと予想された。

事業化の取組

事業化状況

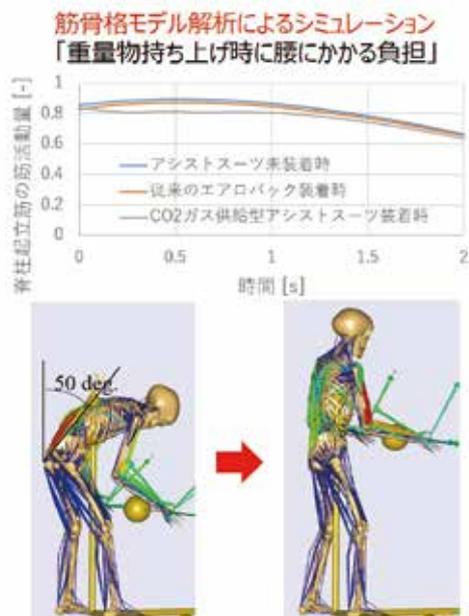
CO₂ガス供給型アシストスーツは実証実験におけるユーザーの声より、収穫物の持ち上げに対してアシストの需要があることが確認できた。

また、アシストスーツの実用性を向上させるため、ポリウムツマミによりアシストスーツを起動させる際の屈んだ姿勢の検出角度、および検出後に圧縮空気を人工筋肉に供給するまでの待機時間の変更が可能となるように、スイッチボックスの改良を行った。

今後の見通し

実験およびシミュレーションで得た成果と課題を受け、改良を進めている。

エネルギー蓄積型アシスト装置については、シミュレーションの結果から、アシスト効果を向上させるには、引張力を向上させ、ゆっくり引っ張るように引張力を持続させる必要があることが判明したが、改良には装置のさらなる大型化が必須であり、製品化には不適切と判断し、現在は、CO₂ガス供給型アシストスーツの事業化に向けて取り組んでいる。



企業情報

株式会社サステクノ

青森県八戸市東白山台2丁目4-16

事業内容 パワーアシストスーツ販売

設立 2018年5月

資本金 800万円

本製品・サービスに関する問い合わせ先

連絡先 担当者 技術顧問 石井 千春

TEL 0178-20-7875

テーマ名 ロボットによる業務用エアコン洗浄事業の展開

採択年度・申請タイプ 2018年度採択 短期展開型

研究開発体制 日菱インテリジェンス株式会社(代表申請者・メーカー)
シンメンテ・ホールディングス株式会社(ユーザー)
シンプロメンテ株式会社(ユーザー)
株式会社テスコ(ユーザー)
広播電子工業株式会社(委託製造)



概要

洗浄品質を高めたロボットを使ったエアコン洗浄サービス。

特長

- 作業員の手洗浄では個人差があり洗浄結果にムラが出るが、一定のパワーで洗浄することで作業の均一化を実現
- 一体型カセットカバーにより周囲に水しぶきが散ることなく最小限のスペースで清掃可能
- エアコン洗浄市場の新たなサービス展開

利用シーン

エアコン洗浄専門業、空調メンテナンス業界、ビルメンテナンス業界

研究開発の実施

きっかけ

ロボットを使ったエアコン洗浄サービスは、労働人口減少、外国人労働者の採用、綺麗な空気環境への要求といった時代背景から、ニーズがますます高まっている。

ユーザー企業である飲食関連のメンテナンス市場でもエアコン洗浄は必須のサービスとなっている。高品質で作業の安全性、労働生産性の高いエアコンの自動洗浄を展開するため、洗浄品質の確保と作業の安全性向上を目標に、ロボットの開発に着手した。

市場販売シェアNo.1の天埋めカセット四方吹きエアコンの洗浄主流部「熱交換器」の形状に合わせた、洗浄ノズルの精密な動きとプログラムを構築し、ロボット設置作業の簡便さを研究する。

目標

●駆動モーターの設計

ロボットのノズルを上下、回転させる駆動モーターを、現ノズル先端を左右に首振り動作するパルスモーターと精密連動させるためにパルス(ステッピング)モーターに改編し、プログラムの再構築で1クール5分、1工程10分の精密かつ正確な高速洗浄を目指す。

●ロボット用カセットカバーの開発

エアコン本体にロボットを装着し、ロボットとエアコンを密閉させるカセットカバーは、洗浄ロボットの重要パーツである。既存のカセットカバーは、塩ビ板の溶接加工製作品で、強度を増すと質量が上がり装着に難がある。また、手作業品のため、量産向きではなく、低価格化が難しい。

●電気安全法への対応

電気安全試験への適応は、製品開発上の重要なポイントでもある。またそれは、そのまま機器使用の安全性と耐

久性の向上を意味し、これによる内部構造、電気機器の構成の簡素化は、製作工程の簡素化につながる可能性を持つ。

● 試作機による現場検証

現場ユーザーとしての現場検証を盛り込むことにより、作る側、使う側双方の課題を確認し合い、洗浄品質や作業効率の向上を狙う。

取組内容

以下の機能を開発し、安全試験と試作機の現場検証を行った。

● 駆動モーターのデジタル化

ノズル動作の精密化と洗浄スピードアップを実現。1クール5分、エアコン1台10分の高速洗浄を行う。

● ロボット用カセットカバーの開発

型抜きによる「一体成型」は高額であることから、低価格で抑えられる真空成型を採用し、「一体型カセットカバー」が完成した。

● 電気安全試験

ロボット本体の駆動モーターデジタル化によりコントロールユニット内部の大幅改造。タッチパネル、プログラムコントローラーの変更、パワーサプライをDC24V一台に集約している。

● 試作機を用いた実証実験

シンメンテ・ホールディングス株式会社の子会社であるシンプロメンテ株式会社と株式会社テスコの協力を受けて、ロボットの試作機を現場に持ち込み、2020年8月から9月にかけて現場検証を実施した。

技術的成果

約6ヶ月という短期間で、以下の機能を開発し、試作機で実証実験を行った。

● ノズル動作の精密化と洗浄スピードUPに成功

駆動モーターのデジタル化による設計変更は、ノズル動作の精密化と洗浄スピードに劇的変化(1クール5分)の高速洗浄に成功した。

● 一体型カセットカバーの開発

従来の型抜きによる一体成型はその費用の高額さで諦めていたところ、真空成型の施工法に切り替えることで予想外の安価さと、製品の仕上がりの良さを実現した。

事業化の取組

事業化状況

試作機による検証を終え、「製品」、「サービス」に確かなニーズを感じた。2021年4月に製造を完了させ、2021年度中におよそ20台の市場投入を目指している。

海賊版が世に出ることを懸念しており、製品化後は知財に係るリスクヘッジの準備も検討していく。

今後の見通し

シンメンテ・ホールディングス株式会社の協力を受けて、2020年8月から9月にかけて実施した実証実験では、セッティング状況、運転確認、搬出入、さまざまな使い勝手、洗浄力などの確認を行った。その結果、ユーザーからは全体を通しておおむね良好との意見をいただいた。一方で、使い勝手の面でいくつかの課題が明らかになり、改良を進めている。

また、現在製造委託会社との協業パイロットを実施し、量産体制を整えている。



企業情報

日菱インテリジェンス株式会社

東京都目黒区下目黒2-19-7

事業内容 空調設備・機器(メーカー不問)のメンテナンス、修理および機械交換・新設の設計・施工全般

設立 1976年1月

資本金 1,000万円

本製品・サービスに関する問い合わせ先

連絡先 担当者 ロボット開発部 高木 正晴

TEL 03-3490-5300

テーマ名 H/Wサウザーを用いた物流センター効率運用システムの開発

採択年度・申請タイプ 2018年度 短期展開型

研究開発体制 株式会社Doog(代表申請者)
日立物流ソフトウェア株式会社(共同研究)



概要

人の後を追従して荷物運搬する協働運搬ロボットサウザーと連携し、物流センター全体の省人化、搬送業務の効率化を実現する倉庫管理システム(WMS)。

特長

- ラインとバーコードマーカーによるサウザーの自動走行
- 自動走行するハイウェイサウザーを群管理しWMSと連携させるシステム
- WMSのピッキング指示に基づいた自動呼出し・最適配車・ルート変更
- 拠点を跨いだ稼働情報管理および個体管理

利用シーン

物流倉庫・工場でのピッキングや運搬、空港などでの荷物の運搬、ホテル・病院・介護施設などでの食事やリネン類の運搬

研究開発の実施

きっかけ

近年、物流業界においては、労働力不足により倉庫作業者を確保することが難しくなっており、倉庫運営が困難になる状況が発生している。さらに、倉庫作業者は高齢化が進んでおり、こうした労働者を支援し、働きやすい労働環境を整備することは後追いとなる実情がある。

こういった課題を解決するためには、人の作業を支援するコンベヤやAGVなどの物流搬送機器の導入が重要な解決策である。しかし一般的に倉庫業契約の期間は短期であることから、こういった機器を設計して倉庫に導入したとしても、短期にコスト回収することが困難となる実情がある。つまり、倉庫業では労働力の確保対策と、物流搬送機器による労働者支援を含む抜本的な対策が必須であるが、これが現状の倉庫業のしくみでは実現が難しいという課題があった。

以上から、人と協調して運搬業務を補助することのできる「ハイウェイサウザー」と、倉庫全体を管理する「倉庫管理システム(WMS)」を連携させることで、物流センターにおける搬送業務を効率化するしくみの実現を目指し研究開発に至った。

目標

●サウザー開発

ハイウェイサウザーの遠隔制御機能の開発と無線通信方式の選定と定義付けを実施。

●倉庫管理システム(WMS)開発

ハイウェイサウザーの運航管理機能、遠隔監視・管理機能の開発、ピッキングシステムと連携した効率的な倉庫運用システムの開発を実施。

●安全・運用管理

作業者とサウザーとシステムとが安全に協働するための機能の検討、運用ルール作りを実施。

●実証実験

物流事業を行う倉庫にてシステム全体の機能検証を実施。

取組内容

物流センター全体の省人化、効率的なシステムを構築・提供するため、以下の取り組みを行った。

● 倉庫管理システム(WMS)の連携

倉庫の管理業務を統合管理し最適化を図るため、ハイウェイサウザーとWMSを連携させ、人手によるステーション間の搬送を無人・省人化した。WMSがハイウェイサウザーの運行管理機能を担い、WMSに搭載されたナビゲーション機能が走行ルートを自動的に変更する。

● 実証実験の実施

製造工場の物流倉庫にて実証実験を行った。製造ラインからのピッキング指示に基づき、WMSがサウザーを最適配車し、ユーザーがピッキングを実施。ピッキング前後の搬送工程を無人化・省人化し、作業の生産性向上の可能性を検証した。

技術的成果

本研究のシステムを物流倉庫に適用した場合、無人化・省人化により倉庫を効率化させる効果があると確認された。具体的には実証実験で以下の結果を得た。

● ピッキングの準備時間、作業時間の短縮

これらの時間を従来の半分以下に短縮できたと同時に、作業者が空のハンドリフトを持ってくる作業工程が削減された。これによりハンドリフト運搬の作業員への負荷も低減されることを確認した。

● 荷ぞろえに要する人員削減

従来は、ピッキング作業とは別の作業者がバーコードを読ませていたが、ピッキングと同一作業で完結できるようになった。

● フォークリフトによる運搬

実質ゼロ時間で運搬が可能になり、フォークの台数削減効果も見られた。

事業化の取組

事業化状況

本研究で開発した機能を搭載した「サウザーEシリーズ」をプレスリリースして発売に至った。その後、弊社の主力商品としてラインナップされ、弊社の販売店を通してエンドユーザーにお届けしている。サウザーEシリーズは、通信機能がありカスタマイズができることから、さまざまなインテグレート案件で引き合いをいただいている。



今後の見通し

サウザーEシリーズは、世界中のWMSと低コストで連携できることがセールスポイントであるためさまざまな物流倉庫にシステム提案を実施し、インテグレーター事業者と販売事業を推進する。またロボット学会セッションへの登壇も行い、サウザーEシリーズを活用した自動運転の研究開発を希望されている研究者にご提案するなど、アカデミックの分野への情報発信と市場開拓を推進する。

企業情報

株式会社Doog

茨城県つくば市吾妻3丁目18-4

事業内容 車輪型移動ロボット装置の企画・開発・製造・販売、車輪型移動ロボットに関するシステム・要素機材の企画・開発・製造・販売

設立 2012年11月26日

資本金 3,300万円

本製品・サービスに関する問い合わせ先

連絡先 担当者 経営企画室 松下 裕介

TEL 029-869-9897

テーマ名 ビジョンナビゲーション付小型ロボットアームシステムの開発

採択年度・申請タイプ 2018年度採択 短期展開型

研究開発体制 TechShare株式会社(代表申請者)
ジヤトコ株式会社(ユーザー)



概要

工場内、倉庫内、研究室内の軽作業を自動化するビジョンナビゲーション付小型ロボットのアームシステム。

特長

- ロボットアームを設置後10分以内に作業開始できる機動性
- 左右二基の広角カメラで可動範囲全体を見渡し、手先付近のカメラで物体をよく見てピックアップ可能

利用シーン

工場内、倉庫内、研究室内

研究開発の実施

きっかけ

工場などでは、ロボットアームとビジョンシステムを利用するために、設置場所の検討から、その後のソフトウェア調整作業などの準備に膨大な時間を費やしている。そのため、場所を問わずにロボットアームの可動域を確保できるナビゲーションシステムの開発に着手した。

目標

- 稼働域の確保
どこに置いてもロボットアームの稼働範囲の視野が確保できることを目指す。
- 機動性の確保
どこに移動しても手軽に使用ができることを目指す。

取組内容

- **アラウンドビュー合成画像を利用したワーク認識**
広角カメラを利用したアラウンドビューカメラで、対象のボルトを認識して、ビジョンヘッドを誘導する機能の開発を行った。
- **コンパクトなビジョンヘッドのハードウェア開発**
ペイロードに影響しないコンパクトで軽量のビジョンヘッドの実現を行った。
- **グリッパーの小型化**
ビジョンヘッドの視野を遮らない小型のエア駆動グリッパーの開発を行った。

● クロスレーザーを利用した作業平面の高さ検知

クロスレーザーとビジョンヘッドカメラを使用した三角測量による高さ検知機能の実現を行った。

● 低価格シングルボードコンピューターへの実装

Tinker Board、Raspberry Piに実装して実現を行った。

● ユーザー環境への適用テクニックの開発

ユーザー環境でのチューニングソフトウェアの開発とシンプルな調整方法の実現を行った。

技術的成果

● ボルトの認識とピックアップ動作機能の実現

ボルト5種類の認識とピックアップ動作を実現した。

● サンプルアプリケーションの作成

ボルトの横取りと配膳についてサンプルアプリケーションを作成した。

事業化の取組

事業化状況

現在では、事業化に向けて下記の2点に取り組んでいる。

- ビジョンヘッドのカメラケーブルの改良
長期安定運用のため、カメラコネクタ部に負担のかからないFPD Linkインタフェースに変更する。
- 筐体の剛性強化
カメラ取付け位置を安定化させるため、アラウンドビューカメラの取付けの剛性を高める。

量産向け設計修正として、MIPIカメラ長距離伝送開発や量産モデル用の筐体設計修正は、2020年10月完了予定であったが、新型コロナウイルスの影響で大きく遅延している。また海外販売は新型コロナウイルス及び経済状況を勘案して再検討が予定されている。

今後の見通し

ユーザー企業及び自動車業界は、予算凍結などで急速な販売増は難しい状況である。新型コロナウイルス下の経済の状況に合わせて、Focus業界の戦略の修正を行っており、ボルトに限らず、医療や 食品、金融、通信・インフラ、教育などの比較的景気の影響を受けにくい業界を中心に展開する予定である。さらに、ロボットを固定せずに作業できるメリットと準備作業の手軽さを映像にし、PRを行っていく予定である。



企業情報

TechShare株式会社

東京都江東区東陽5-28-6 TSビル

事業内容 ロボティクス事業、シングルボードコンピューター(SBC)事業、センシングデバイス・IoT開発事業、ソフトウェア事業

設立 2012年1月

資本金 2,725万円

本製品・サービスに関する問い合わせ先

連絡先 担当者 大坪 基秀

TEL 03-5683-7293

テーマ名 先導および追従型自律移動ピッキングカート

採択年度・申請タイプ 2018年度採択 テーマ設定型

研究開発体制 株式会社寺岡精工（代表申請者）



概要

物流配送センター内でのピッキング作業に、自律移動機能を付加したロボットカートを用いる。

特長

- WMSと連携し、商品の保管棚まで作業者を案内
- ピッキング作業指示と検品、商品の搬送で作業者を支援し重労働を軽減

利用シーン

物流配送センター

研究開発の実施

きっかけ

物流配送センター内のピッキング作業では、作業者がカート画面の指示に従い、商品棚に置かれた数万種類にも及び商品群の中から目的の送品をピッキングしている。作業が完了した時点で、満載のカートの積載重量80 kg、一日の歩行距離約8 kmという重労働となっている。さらに作業者が定着せず、人手不足が問題となっている。そこで問題解決のため自律移動機能を付加したロボットカートの開発に着手した。

目標

- 最短経路を作成
自走式カートが最短経路を作成し、ロケーションへの案内もカートが自律して行う。
- 作業者負担の削減
作業者の重労働から解放を目指す。

取組内容

- 移動機構の開発
移動機構制御用電子回路や制御ソフトの開発を行った。
- ソフト開発
経路計画部と移動制御部の通信のソフト、自己位置推定ソフト、経路計画ソフトの開発を行った。
- 障害物回避の開発
倉庫内における障害物を回避するための開発を行った。
- 実地試験
実際の倉庫内でピッキングカートが自律移動し、ピッキング作業を実施した。

技術的成果

● 機能改善

従来型のピッキングカートに自律走行機能をアドオンして機能改善した。

● 作業効率化

容易にピッキング作業効率を改善でき、少人数で大量のピッキング作業を実現した。

事業化の取組

事業化状況

事業化に向けて、量産品認定を受けており、2020年11月より製品受注の開始、2021年1月より製品製造を行っている。販売計画としては、2021年に150台、2024年には330台の自律移動型ピッキングカート販売計画を立てている。

今後の見通し

今後は、カートに人が付いて庫内を回るのでなく、カートのみが庫内を巡回できるように開発を進めていく。また、寺岡グループ全国の販社への製品紹介、導入メリットの提案を行い、横展開していく予定である。現状、計量器を搭載した自律移動式ピッキングカートは他社に存在しないため、先行した営業活動を行い拡販につなげていく。



企業情報

株式会社寺岡精工

東京都大田区久が原5-13-12

事業内容

電子はかり、電子計量値付システム、自動計量包装値付機、POSシステム、POP作製システム、仕分けシステム、カウンティングスケール、自動倉庫管理システム、店舗総合情報管理システム、浄水システム、リサイクル処理機、廃棄物管理システムなどの製造、販売、保守、一級建築士事務所、建設業許可

設立

1947年7月

資本金

10,000万円

本製品・サービスに関する問い合わせ先

連絡先

担当者 ロジスティクスソリューション事業部
鈴木 秀幹

TEL

03-3752-0184

テーマ名 調理支援ロボットシステム

採択年度・申請タイプ 2018年度採択 テーマ設定型

研究開発体制 株式会社ショウワ(代表申請者)
某ファストフードチェーン(ユーザー)



概要

バンズを焼成する(イニシエーター)工程のロボットシステムの開発を行った。

特長

- ファストフード店舗におけるバンズ焼成工程を自動化
- トースターへのバンズ吸着・搬送だけでなく、ペーパーラックから包み紙を取り出し、次工程を準備
- 画面からオーダーを読み取り、複数種のバンズと包み紙に対応

利用シーン

調理現場

研究開発の実施

きっかけ

外食産業では人手不足が深刻であり、調理工程の自動化が急務となっている。そこで、調理工程のうち、バンズを焼成する(イニシエーター)工程を、ロボットシステム化し、一人分の人件費を削減したいと考えた。実現のために吸着ハンドの選定及びハンド治具の開発、バンズ及びペーパー収納装置の開発、メニュー読込の開発に着手した。

目標

●システム開発

注文を受けたハンバーガーのメニューを認識し、そのバンズを収納装置から取り出し、コンベアトースターに投入する。バンズ焼成中に、ラッピングペーパーを収納装置から取り出し、テーブルの定位置に置く。そして、焼成後のバンズをラッピングペーパーの上に並べて置くことのできるシステム開発を目指す。

●目標数値

目標タクトタイムは35秒、認識率は99%、位置決め精度は、0.5 mm以下を目指す。

取組内容

●選定・治具の開発

吸着ハンドの選定とハンド治具の開発を行った。

●装置開発

バンズ及びペーパー収納装置の開発を行った。

● メニュー読込の開発

お客さまが注文したハンバーガーメニューを認識できるように開発を行った。

● 実証実験

実験結果としては、標準バンズの焼成タクトタイムが35秒、3段バンズの焼成タクトタイムが42秒となっており、今後ロボットプログラムの修正を行い、タクトタイム短縮を図る。

技術的成果

● 目標タクトタイム実現

2段の標準バンズにおいて目標タクトタイム35秒を実現した。

● 治具の制作

バンズをコンベアスターに投入する場合などにバンズを反転させる必要があり、バンズ反転治具を考案し製作した。

● 吸着機構の新規開発

ハンバーガーのラッピングペーパーが空調の風で飛んでしまい、安定固定ができないと判明し、ラッピングペーパーを下部から吸着する真空装置を開発した。

● 読込の開発による効率化

オーダー情報の読み取りにより、別工程での効率化の可能性を拡大した。

事業化の取組

事業化状況

まずは、ユーザー企業のテストキッチンに本ロボットシステムを1台設置し、実店舗への導入に向けて、実証実験を継続的に行っていく。さらに、一人分の作業を削減することを目標として、バンズの形状の違いや季節的なバンズの湿り気による把持精度のばらつき、バンズの分離の自動化、ロボットシステムの寸法の小型化、タクトタイムの短縮と安全性の両立の課題解決に取り組んでいく。

今後の見通し

イニシエーター工程のロボットシステム化は実現可能であるとわかったため、アSEMBラー工程のロボットシステム化を視野に入れて発展させていきたい。また、本研究で採用した協働ロボット及び吸着ハンドなどをベースに、ピザ調理やポテトのフライ調理などの用途を広げていきたいと考えている。



企業情報

株式会社ショウワ

兵庫県尼崎市久々知西町2-6-36

設立 2002年 資本金 2,000万円

事業内容 コンテナ洗浄機、乾燥機および脱水機、パレット洗浄機、乾燥機および脱水機、その他、段積み機など、搬送系装置全般、濾過装置、自動車関連部品洗浄機、野菜洗浄機、調理支援ロボット、食器洗浄機、ミートワゴン洗浄機

[本製品・サービスに関する問い合わせ先](#)

連絡先 担当者 橋本 雅人

TEL 06-6422-6481

1 電動車椅子WHILL Model Aに付帯する自動停止機能

テーマ名 自動停止機能を有する電動車椅子の開発

採択年度・申請タイプ 2015年度採択 短期展開型

研究開発体制 WHILL株式会社(代表申請者:全体開発)
東京都立産業技術研究センター(安全性試験、開発、評価)



概要

車椅子の操作に不慣れな利用者でも安全に利用できる、自動停止機能を備えた電動車椅子。

特長

- レーザーセンサと超音波センサが障害物を検知し自動で停止
- 洗練されたデザイン性と、進みたい方向にコントロールを傾げるだけの直感的な操作性
- 7.5 cmの段差を乗り越える高い走破性により細い路地や砂利道、芝生も走行可能

利用シーン

空港、駅などの移動拠点、ショッピングモールや観光施設などの商業施設、病院・介護施設、美術館・博物館、テーマパークやハイキングスポット

研究開発の実施

きっかけ

急速な高齢化により身体に障害を持つ人が増え、電動車椅子は個人所有にとどまらず空港や駅、商業施設における貸し出し、いわゆるシェアリングサービスでの需要が高まっている。電動車椅子の操作に不慣れな利用者が一時的にレンタルをして操作することが想定されることから、より安全性を高めるための自動停止機能の開発に取り組むことにした。

目標

● 安全な自動停止機能の実現

走行中に危険が発生した際、操作する人のスキルではなく車椅子側で自動制御できるシステムを開発する。

取組内容

自動停止機能を付加するため2種類のセンサを取り付け、その性能を検証するため公共施設での実証実験を行った。

● 自動停止を可能にするセンサの調査

自動停止を実現するセンサを選定するため、都産技研が市販のセンサの製品調査と障害物検知の特許調査を行った。さらに、障害物の検知状況をリアルタイムに把握するため、センサの距離データを可視化するツールを開発した。

● 最適なセンサの選定

都産技研と共同で、使用するセンサの組み合わせや取り付け位置、個数などを検討した。この結果、対象物までの距離を測るためのレーザーレンジファインダ(LRF)は当初2個使用していたが1個に減らすことにした。また、LRFだけでは検知できない領域があることがわかり、LRFの弱点を補うための超音波センサ搭載システムを開発した。

● 実環境における走行テスト・ユーザーによる評価

横浜港大さん橋国際客船ターミナルのCIQプラザ(横浜市)で実証実験を行った。WHILL株式会社のエンジニアが車椅子を操作し、ガラスや金属のパイプなど見えにくいものがある状況でも、安全停止の機能が正常に動作するかを検証した。さらに、横浜港大さん橋を訪れた一般の方を対象に試乗とユーザー評価を実施した。

技術的成果

最適なセンサの組み合わせを実装し、自動停止を実現した。

● センサ情報の処理および動作制御により安全な停止を実現

LRFと超音波センサを組み合わせることで搭載することにより、高い精度で自動的に対象物を判別し自動停止を行うことが可能になった。それぞれのセンサ情報はLinux Boardで処理し、WHILLに制御信号を出すしくみを構築、障害物の位置に応じて異なる制御を行う機能を実装している。

● 利便性を高めるため走行モードの設定により自動停止機能を無効化

走行モードには高速(6 km/h)、中速(4 km/h)、低速(2 km/h)の3種類を設けた。このうち自動停止機能は高速モードと低速モード利用時に有効にしている。狭い通路を走行する場合やエレベーターに乗る場合は低速モードに設定し、自動停止機能を停止することで不要な停止を回避することができる。

事業化の取組

事業化状況

事業終了後に新たな技術開発に着手した。自社で独自に開発した広角なカメラセンサを使うことで3次元的な空間認識が可能となり、低い場所にある対象物まで識別できるようになった。これらの機能をCES (Consumer Electronics Show) 2019で発表し、海外の空港や病院などから引き合いがきている。

今後の見通し

特に空港ビジネスに着目している。搭乗口までの移動手段としての活用を目指しており、ヨーロッパとアメリカの空港で実験を始めている。将来的には観光地でもシェアリングを展開したい。また、高齢化が進む多摩ニュータウンでの実証実験を計画している。東京都が抱える過疎地域での移動問題の解決に役立たせるため、都産技研とともに取り組みたい。



WHILL ModelA

企業情報

WHILL株式会社

東京都品川区東品川2丁目1-11 ハーバープレミアムビル 2F

事業内容	パーソナルモビリティの生産・販売
設立	2012年5月
資本金	—

本製品・サービスに関する問い合わせ先

連絡先	担当者 広報マーケティング部長 辻坂 小百合
TEL	080-2584-1164

2 コミュニケーション見守りシステム「P3-Mini」

テーマ名 地域サポート介護支援見守りロボットサービス

採択年度・申請タイプ 2015年度採択 新市場創出型

研究開発体制 株式会社ブイ・アール・テクノセンター（代表申請者：開発）
イビデン産業株式会社（機能検証、実証実験）



概要

独居の高齢者や、同居でも日中は自宅で一人になる方などを想定ユーザーとした見守り用のロボットで、主眼としている点は独居の方に話しかけて反応を引き出すこと。利用者から一定時間反応がないとロボットから話しかける。また、緊急コールボタンが押された場合は関係者に緊急メールを送信。

特長

- コミュニケーション機能（話しかけ、呼びかけ、聴き取り、言葉の登録・変更）、見守り機能（緊急時に家族らにメール送信）
- 小型・軽量・ぬいぐるみのような柔らかい触り心地
- メール送信先を介護施設や民生委員にすることによる地域との連携
- 話し言葉の自由設定が可能
- スケジュール登録により、指定時間にロボットがおしゃべり
- 「助けて」という言葉が発せられるか、頭部のボタンが押されると登録メールアドレスに緊急メールが届く
- 電源が落ちた場合もモニタリングサーバーで検知し通知メールが届くしくみ

利用シーン

高齢者らの見守り、介護施設などでのコミュニケーションツール、子育て支援・子どもの見守りがメイン。その他、コミュニケーション機能を利用したさまざまなシーンでの活用（各種受付業務・広告・イベント・PR・工場監視など）も視野に入れている。

研究開発の実施

きっかけ

株式会社ブイ・アール・テクノセンターは以前、国立長寿医療研究センターと共同でロボット介護の事業で研究開発を行っていた。当時、認知症を有する独居老人は話す機会が少ないため認知症が速く進行するという問題が認識され、話す機会を増やすことで症状の進行を遅らせることができるのではないかとアイデアが浮上した。これに基づき、見守り用のロボットに搭載するコミュニケーション機能の開発を「ロボット産業活性化事業」で行うこととなった。

目標

● コミュニケーション機能の向上

既存のコミュニケーションツールでできるコミュニケーション機能の一層の充実を図りつつ、ユーザー目線の使い勝手向上に向け工夫を凝らす。

● 商品性の向上

家庭に取り入れやすい価格・機能と、愛着が湧くような仕様・外見にする。

● 認識率の向上

コミュニケーション機能の中で、方言や滑舌の悪い発音でも言葉を認識できる確率を向上させる。

取組内容

見守りロボットの実用化に向けて以下の研究開発を行い、イビデン産業株式会社の協力の下、介護施設で繰り返し実証実験を行った。

● 音声認識とコミュニケーション力

ユーザー（高齢者ら）が発する言葉の認識率を上げるための技術的改善と併せて、言葉が認識できない場合でも

「○○ですか」とオウム返しで確認したり、とにかく「うなづく」といった反応を示したりすることで、会話が途切れないようにする工夫がプログラミングされている。発話の面では、登録ワードを400語に増やしバリエーションを広げるとともに、家族らがスマートフォンから簡単に登録できるようにした。ユーザーがロボットをうるさく感じた場合には「静かに」と言えば応答なしモードに切り替わり、その後再び話しかけることで会話モードが自動再開されるしくみも実装した。

● 見守り機能の充実

ユーザーによる緊急コールボタンが押された時、または「助けて」などの緊急ワードが発せられた時は、家族をはじめ登録アドレス宛てに緊急メールで知らせることができる。また、一定時間会話がない(静かな)時にロボットから声をかけて話すきっかけを作る。

● スマートフォンとの連動

ロボットが発した言葉と、それに対して利用者が発した言葉とが記録され、チャットのような形でスマートフォン上でリアルタイムに閲覧することができる。これにより、離れた距離でも会話の有無と内容を確認できる。

技術的成果

実証実験の結果、技術面でいくつかの成果があった一方、改善点も見つかった。

● コミュニケーション機能の課題

複数人での同時会話や、ロボットの後方からの声かけに対してはまだ十分的確に反応することができないので、改善が期待されている。

● サイズの見直し

初期のプロトタイプモデルは身長が1 m近くあり実用性の点で難があったが、家庭内で利用しやすいようコンパクト化し、20 cm程度の大きさにした。

● カメラ機能による徘徊行動の検出

技術的にはカメラ機能付き製品も生産可能である。カメラ機能が搭載されることで、認知症の方が徘徊して自宅や施設の外へ出ようとした際に異常を検知し、登録の連絡先へ通知も可能である。ただし、コスト(価格)をいかに抑えるかが課題となる。

事業化の取組

事業化を見据え、さらなる機能改良に取り組んでいる。

事業化状況

2021年の販売開始を目標に、現在改良に取り組んでいる。同時開発した徘徊検知センサとセットで、公益財団法人テクノエイド協会のTAISコードを取得済みのため、各自治体に持ち込み、介護保険適用の対象となれば、補助金が出ることでユーザーが月数百円で利用できるようになる可能性がある。現時点では直接販売は難しいと想定されるが、レンタルであれば想定価格約500円程度で利用してもらえる(カメラ機能搭載の場合は通信料が付加される)。現状では高価格化を避けるためカメラ機能を付けていないが、今後はカメラあり・なしの2パターンで事業展開することを検討中である。他方で売り切りビジネスも視野に入れており、販売価格についてはユーザーと協議しつつ検討していく意向である。

今後の見通し

ロボットに実装しているコミュニケーション機能だけを切り出してロボット以外の筐体の実装したいというニーズ・引き合いもいくつかあり、積極的に他製品との連携を展開していきたいと考えている。介護分野だけでなく、例えば英語版を作り教材として活用することや、一人で留守番中の子どもの見守りなど、さまざまな形での事業展開を検討している。



企業情報

株式会社バイ・アール・テクノセンター

岐阜県各務原市テクノプラザ1丁目1番地

事業内容

VR・ロボット・システム開発事業、航空宇宙人材育成・CAD研修事業、ネットワーク構築・運用保守事業、テナント事業

本製品・サービスに関する問い合わせ先

連絡先

担当者 システム開発課 中村 真里

設立

1993年4月1日

資本金

230,000万円

TEL

058-379-2235

3 日常生活支援ロボットアームUdero

テーマ名 日常生活支援ロボットアームの開発

採択年度・申請タイプ 2015年度採択 新市場創出型

研究開発体制 テクノツール株式会社(代表申請者)
ダブル技研株式会社(共同研究者)
芝浦工業大学(共同研究者)



概要

Udero(ウデロ)はデザイン性に優れ、コンパクト・軽量のロボットアーム。電動車椅子や移動型ロボットベースなどに取り付けられるほか、各種研究にも活用できるロボット。

特長

- 軽量・コンパクト
- デザイン性に優れた外形／やわらかい素材の外装
- 電動車椅子または移動ロボットベースへワンタッチで取り付け/取り外し可能

利用シーン

上肢不自由者の腕となり、日常生活をアシストする。利用者自身がキーパッドやジョイスティックで操作可能

研究開発の実施

きっかけ

テクノツール株式会社の代表 島田氏は、同社設立前は技術職に就いていた。退職後、自身の技術力を活かした製品開発を行うべく、障害者向け製品の開発を軸とした同社を立ち上げた。事業開始時から、主に障害者向けのパソコン周辺機器(入力デバイスなど)の開発・製造・販売を行っている。

十数年前に海外製のロボットアームの輸入販売を開始した。当時、このようなロボットアームは当該製品しか存在しておらず、価格は非常に高かった。価格を抑えつつ、国産ロボットアームを製品化するため、Udero(ウデロ)の開発に着手した。

目標

● 軽量化/コンパクト化の実現

海外製の同種製品は大きく重い。このことが国内でのロボットアーム導入におけるネックとなっている。このため、国内の住宅事情を考慮した軽量・コンパクトな製品開発を目指した。

● デザイン性の追求

民生品として求められるデザイン性を堅持し、日常生活での利用にマッチした外形を追求した。

● ワンタッチ取り付け

日常生活の中での使い勝手の良さのため、車椅子およびロボットベースなどへの取り付けは介助者などがワンタッチで行えることを必須とした。

取組内容

本事業開始前までに4世代目のプロトタイプができていた。本事業では同プロトタイプのさらなる改良に取り組んだ。

● デザインの一新

本事業での研究・開発の開始にあたり、製品デザインを一新した。デザインの検討は、株式会社 武者デザインプロジェクトの武者廣平 氏との連携により行った。

● 軽量化・コンパクト化の追求

上述のデザインの一新などにより、コンパクト化されたため内部のメカニズムや電気系統の見直しを行った。

● 減価削減への取り組み

ベースとした試作品から部品点数などを削減し、安価に販売できるための減価削減の取り組みを行った。

技術的成果

本事業での研究開発により納得できる試作品が完成している。

● デザインを重視した試作機の完成

デザイン性追求のため、武者廣平 氏のデザインによる外形を優先し内部のメカニズムなどはそれに合わせて設計を見直す形をとった。

● コンパクト化の成功

電気系統などの見直しにより、外形に収まる内部構造の設計に成功した。また、ロボットアームの表面素材に柔らかい素材を用いることで、利用者との親和性を高める工夫も行った。

● 販売価格低減のための原価削減

一般の個人がロボットアームを導入しやすくするために原価削減に取り組んだ。この結果、コストダウンに成功している。

事業化の取組

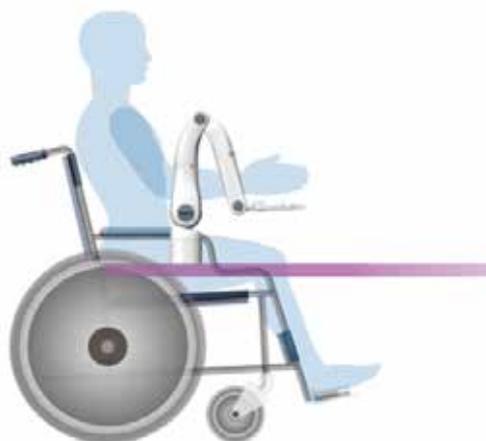
本事業終了時からさらに製品の改善を行い、開発者本人が納得する品質のロボットアームが完成している。

事業化状況

2019年5月に「Udero-F1」を販売開始。全4モデル(Personal、Pro、Premium、Expert)で展開している。

今後の見通し

「Udero-F1 Personal」は個人向け限定販売として安価に抑え、その他のモデルは各種研究用途を想定している。また、各種研究への活用のためソフトウェアを公開した。コンパクトであるがため電動車椅子に装着すると床のものが拾えない課題がありロボットアーム全体を回転させる機構追加を実施中である。この回転機構はそのまま従来のロボットアームに装着可能である。



企業情報

テクノツール株式会社

東京都稲城市東長沼2106-5 マスヤビル4階

事業内容 障害者支援機器の開発、コンピューターシステム開発、パソコン周辺機器の販売、コンサルティング

設立 1994年12月14日

資本金 1,000万円

本製品・サービスに関する問い合わせ先

連絡先 担当者 代表取締役 島田 努

TEL 042-370-6377

4 失語症者向けリハビリテーションロボット「Chapit(チャピット)」

テーマ名 失語症者向けリハビリテーションロボットの開発

採択年度・申請タイプ 2016年度採択 短期展開型

研究開発体制 株式会社レイトロン
(代表申請者：仕様検討、設計、機能検証、実証実験)
一般社団法人巨樹の会 五反田リハビリテーション病院(ユーザー)



概要

失語症、構音障害の方の自主トレーニングに用いるリハビリテーションロボット。文字や絵の描かれたカードを利用し、音声によるコミュニケーションで低下した言語機能を刺激する訓練が可能。

特長

- 独自の音声認識機能を搭載し、生活雑音環境下でも会話が可能
- 起動時の動作が不要で、話しかけるだけで家族と話すような自然な会話が可能
- 訓練のログが取れるため科学的な根拠に基づき訓練効果の検証ができる

利用シーン

失語症、構音障害の方向けの言語機能リハビリテーション、軽度認知症の方向けのコミュニケーション支援

研究開発の実施

きっかけ

失語症のリハビリは、体を使う訓練と違い達成感が得られにくいことから精神的な負担が大きく自主トレーニングが実施されないことが多い。また、国内の言語聴覚士の人数は決して多くなく、専門家による適切な訓練が実施できない施設も多数存在する。株式会社レイトロンは音声認識を得意とし、すでにコミュニケーションロボットを販売している。そこで既存のロボットに失語症リハビリの機能を付加することにした。

目標

●判定機能

リハビリテーションに必要なトレーニング機能と改善度合いを判定する機能を追加する。

●トレーニングレベルの設定

トレーニング機能にはいくつかのレベルを設け、患者の状態に応じてレベルを選択できるようにする。

●ロボットならではの訓練方法

モチベーションを維持するため、ロボットの特徴を活かした訓練方法を実現する。

取組内容

失語症のリハビリテーションで実際に行われている訓練をロボットで再現するためのソフトウェア、ハードウェアの開発を行った。

● ソフトウェア開発

失語症の聞く、話す、読む訓練と構音障害の訓練機能を開発した。言語聴覚士による訓練では、カードに描かれたイラストが何かを答える訓練などが行われている。カードリーダーとロボットを連携させ、ロボットでも同じ訓練ができるソフトウェアを開発した。多様なレベルの患者に対応できるように問題のレベルは低めに設定し、回答までの時間を計測しモチベーションを維持してもらうようにした。

● ハードウェア開発、付加機能の追加

実際の訓練では、ペンや消しゴムなどものを動かす訓練も行われている。それに近い訓練を行うために、モーションセンサ(加速度センサおよびジャイロセンサ)をロボットに組み込み、ロボット本体を動かした時に反応するようにした。また、ロボットならではの訓練機能としてじゃんけんゲームや〇×クイズなど楽しみながら取り組める訓練を追加した。

● 信頼性試験での品質確認および実証実験での製品評価

都産技研の試験環境を利用し、試作機に対してEMC(電磁両立性)試験、温度試験、振動試験などの信頼性評価を実施、大きな問題がないことを確認した。実証実験は、言語聴覚士の立会いの下、五反田リハビリテーション病院で15名の入院患者を対象に実施した。被験者からの意見は言語聴覚士が聞き取りを行い、フィードバックを得た。

技術的成果

ソフトウェア、ハードウェアの開発により、自主トレーニングを行える機能を実現した。

● 訓練用のイラストカードを読み取るためのカードリーダーの追加

イラストのカードを読み取り、カードに描かれているものの名前を発音する訓練が可能になった。正しく答えられたかはロボットが判断し、訓練履歴がログとしてロボットに蓄積される。

● センサの追加により新たな訓練方法を実現

既存のChapitでは入力手段が音声認識のみであった。この事業でモーションセンサ(加速度センサおよびジャイロセンサ)を組み込んだことで、「僕をひっくり返してください、回転させてください」と言葉を発し、指示通りにロボットを動かす訓練ができるようになった。

● 自立支援を促すための付加機能の実装

自立支援を促すための機能として、家電コントロール機能、タイムサポート機能、レクリエーション機能、コミュニケーション機能を実装している。

事業化の取組

事業化を見据え、さらなる機能改良に取り組んでいる。

事業化状況

委託事業終了後の追加評価の結果を基にターゲットユーザーの拡張のため、軽度認知症の方に対するリハビリテーション機能についても検討を進めている。失語症、軽度認知症のどちらにおいてもユーザーがすぐに愛着を持てること、ユーザーが簡単(直観的)に使えること、セラピストや介護者による複雑な事前設定が不要であること、ユーザーに応じた個別設定が簡単にできることが導入時のポイントとなる。現在はこれらの課題について追加の改良を進めている。



今後の見通し

軽度認知症の方を含んだリハビリテーションロボットは、老年看護学の専門家にも協力いただきながら開発を進めている。

企業情報

株式会社レイトロン

大阪府大阪市中央区本町1-4-8 エスリードビル本町11階

事業内容 特定用途向け半導体(ASIC)/FPGAの設計・開発、システムLSIの設計・開発、電子機器の設計・製造および販売

設立 1992年10月30日

資本金 3,000万円

本製品・サービスに関する問い合わせ先

連絡先 担当者 新事業推進部長代理 角野 和也

TEL 06-6125-0500

着るロボティックウェア curara[®]

テーマ名 同調制御を用いた歩行支援ロボティックウェア curara[®]の実用化研究

採択年度・申請タイプ 2016年度採択 新市場創出型

研究開発体制 有限会社デザインスタジオライフフォーム (代表申請者: デザイン)
 国立大学法人信州大学 (共同研究・開発)
 AssistMotion株式会社 (共同研究・開発)
 信州大学先鋭領域融合研究群バイオメディカル研究所 (共同研究・開発)
 長野県厚生農業協同組合連合会 鹿教湯三才山リハビリテーションセンター (実証実験)
 キッセイコムテック株式会社 (モバイルデバイスアプリ開発)



概要

高齢者など歩くことが困難な方々が自分の足で自由に歩くことを可能にするロボティックウェア。

特長

- 装着型と衣服型の選択が可能
- パワースーツとは異なり自分で歩こうとする動きを支援する同調制御法を採用
- 相互作用トルク検出法によりわずかな動きをも検出
- 非外骨格型構造により「動きやすさ」「軽量化」を実現し自然な歩行が可能
- 関節フレームを脚の前で固定し、拘束感軽減
- コントローラの小型・軽量化を実現。安定した装着感
- 専用椅子で1人での装脱着が可能
- 専用モバイルデバイスで歩行評価が確認できる
- 専用充電器による簡単充電

利用シーン

病院・リハビリ施設などでのリハビリ支援、介護施設や在宅などでの生活支援、農作業・家事などの各種作業支援

研究開発の実施

きっかけ

片麻痺患者や歩行困難な患者に対して病院で扱われるリハビリ機器は、身体を支えるのみの器具だった。モーターの力を利用することで患者の身体への負担を減らし、歩行をサポートすること、歩く喜びを再び感じてもらうことを目的にロボティックウェアの製品化に向けた取り組みをスタートさせた。2014年1号機の開発ごろより信州大学から依頼を受け、ロボティックウェアのデザイン面から curara のプロジェクトに関わり、今回のプロジェクトでは事業化に向けて4号機を開発した。

目標

- **患者が装着しやすいデザイン**
取り付けやすく、軽い。装着することで痛くないようなデザイン性の配慮をする。
- **コントローラの小型軽量化**
小型軽量化の実施、ロボットの組み上げ動作確認、臨床実験を実施する。
- **医者患者が利用しやすいインターフェース**
ユーザーインターフェースの仕様決定と設計、試作をする。

●効果測定

4号機を基にユーザーの立場から臨床実験を行い評価する。

●安全性

装置の利用時の事故を防止する。

取組内容

ロボティクスウェアの実用化に向けて、以下の研究開発を行った。

また、長野県にある厚生農業協同組合連合会の鹿教湯三才山リハビリテーションセンター協力の下、実際に患者への装着を行い、繰り返し実証実験を行った。

●同調制御技術を活用

信州大学の橋本教授が以前から研究を行っていた「同調制御技術」を活用し、ロボットが勝手に人を動かすのではなく、人の動きをロボットが感知し同調して歩行をサポートすることを実現した。同調レベルも段階調整することが可能で、その人に合った歩行支援を行う。

●装着専用椅子の開発

椅子の高さは調整が可能で、股関節モーター台と膝関節モーターカップ形状をそれぞれ調整した。装着者を着用の面からもサポートする。

●ユーザーインタフェース

ユーザーがアシスト条件を自由に設定することを可能にした。また、モバイルデバイス上に関節角度などの計測結果が表示され、歩行状態が確認できる機能が備わった。

技術的成果

実証実験で得られた結果を参考に機能面の改良と、いくつかの課題が見つかった。

●体格差を賅える固定方法

手が不自由でうまく自分で着用ができない方への改善策として留め具を工夫した。また、実際に装着してみると、背格好は千差万別で身体にフィットしないことや、患者の症状により着用することができないなど物理的課題も見つかった。

●制御周期の安定化

制御処理の安定化に対し、リアルタイム化することで安定したシステムへの改良を実現した。

事業化の取組

事業化に向けて5号機を開発中であり、実験を繰り返しユーザーからの評価を進めている段階である。

事業化状況

従来の歩行支援に加え、起立、着座、階段昇段の支援が加わったcuraraWR-Pが完成し、2020年からは、病院、リハビリテーション施設、介護施設、個人を対象に、有償モニター貸出を進めている。実際に利用したユーザーからの評価を製品版に反映し、軽量でより使いやすいウェアラブルロボットの製作を進めている。



今後の見通し

現在は、営業活動だけでなく、都産技研のサポートの基で実現した展示会も含め、より広い周知を目的とし、多くの展示会に積極的に出展をしている。多方面の業界から問い合わせを頂く中で、利用シーンとして想定をしていた歩行リハビリ訓練だけでなく、ユニバーサルツーリズムや作業支援の方面で問い合わせが増えており、さらなる利用シーンの拡大が期待できる。

企業情報

有限会社デザインスタジオライフフォーム

東京都中野区中野5-26-29

事業内容 製品計画および製品デザイン、デザインコンサルティング、工作物および屋内・屋外施設のデザイン、その他関連する業務

設立 1979年4月

資本金 1,000万円

本製品・サービスに関する問い合わせ先

連絡先 担当者 浅香 秋也

TEL 03-5343-6393

屋内型ロボットウォーカー

テーマ名 ロボットウォーカー実用化による自立支援介護サービスの提供

採択年度・申請タイプ 2017年度採択 短期展開型

研究開発体制 RT.ワークス株式会社(代表申請者:開発)
株式会社サンケイビルウェルケア(ユーザー、実証実験)

**概要**

通常の歩行器の機能に加え、立ち上がり、座り込みの機能を付加したロボットウォーカー。介護施設など屋内での利用を想定。

特長

- 自分の力での立ち上がり、座り込みをアシスト
- ハンドル昇降制御と車輪制御により、前傾姿勢からの自然な立ち上がりが可能
- 自動ブレーキや歩行に合わせたアシストなど自動制御機能により歩行を支援

利用シーン

介護施設などで介護者の付き添いの下、高齢者の立ち上がりから歩行、座り込みまでをサポート

研究開発の実施

きっかけ

RT.ワークス株式会社ではこれまで既存機種RT1、RT2を開発・販売し、高齢者の屋外での歩行を支援してきた。介護施設の方から、「10 m歩けても立ち上がりができない方がいる、立ち上がりから歩行までつなげて動作学習ができる機器が欲しい」という話があった。ロボットウォーカーの技術を用いることで、このニーズに対応することができると考え、開発をスタートした。

目標**●製品仕様策定**

現在、介護現場では、被介護者の立ち座りや歩行の介助に2~3人の人員を要するケースがあるが、これを1人で介助できるようにする。

●実証試験機の開発

既存の機種RT2の技術をベースに立ち上がり、座り込みの機能を付加する。そのための安全性の検証を行う。

●実証試験による効果確認

介護現場で長期間運用を行い、効果を確認する。

取組内容

現場の実態やニーズに応える仕様を検討し、開発を行った。また実用化に向け実際の介護現場で実証実験を実施した。

●製品仕様策定

当初は、高齢者が1人でロボットウォーカーを使って立ち上がりと座り込みの動作を行うことを想定していた。ところが実際の介護現場では、立ち上がりにロボットを必要とする人には介護者の付き添いが必要なことがわかった。そこで従来2~3名が付き添っていた立ち上がり支援を1人体制で可能とする仕様にシフトした。

● 現場の意見を取り入れたデザインの検討

過去に開発した試作機は、歩行器フレーム全体をカバーで覆うタイプのデザインであり、従来の歩行器とは印象が異なるものであった。しかし、斬新なデザインよりも従来の歩行器に新機能が付加されたイメージの方が受け入れられやすいという意見があり、現場の受け入れやすさを重視したデザインに決定した。

● 安全性能評価および実証実験での負荷データ測定

実証実験を行う前に都産技研で一通りの安全試験を実施した。歩行器、リフトの安全規格に即し、静的安定性試験、静的強度試験、耐久性試験を行い合格水準に達した。実証実験は介護施設において5名の入居者の協力の下、1ヶ月間で効果確認を行った。立ち座り動作の安定性や負荷を表すパラメーターを設定し測定、データを収集した。

技術的成果

立ち上がり、座り込み機能を開発し、複数パターンの立ち上がり動作に対応した。

● 立ち上がり、座り込み機能の実装

ハンドルが上下に移動する設計になっており、立ち上がり時にはハンドルを低い位置にセットすることで前傾姿勢を取りやすくした。座った姿勢で掴んだハンドルが上に移動し、体を引き上げて立ち上がらせるしくみを実現した。

● 利用者の動きに合わせた動作モードの再現

前後の動きをモーターで、昇降の動きをアクチュエーターで制御している。これらを組み合わせ、立ち上がり時に体が描くカーブを再現した。垂直昇降だけでなく、ハンドルが斜め前方向に移動しながら上昇するなど、多様な動きを想定した動作パターンを用意した。動作パターンはボタン操作で選択できる。

● 関節への負荷軽減につながる立ち上がりの実現

実証実験では立ち上がり動作時に足首、膝、腰にかかる負荷を測定し、普段使用する歩行器と比較した。ロボットウォーカーは従来の歩行器に比べ関節負荷が低いことを、客観的なデータから証明することができた。

事業化の取組

試作機が出来上がり、関西、関東の顧客へ提案し商談中である。

事業化状況

歩行器メーカーに対しロボット制御の部分をモジュール化し提供するビジネスモデルである。歩行器メーカーとの協業が必要になるため調整を行っている。

今後の見通し

最初は介護施設向けを想定している。その後、寸法をコンパクトにして在宅向けも視野に入れていく。



立ち上がり動作の様子

企業情報

RT.ワークス株式会社

大阪府大阪市東成区中道1丁目10番26号

事業内容 生活支援ロボット関連技術開発、製造、販売

設立 2014年6月2日

資本金 9,000万円

本製品・サービスに関する問い合わせ先

連絡先 担当者 開発製造本部 電気開発設計部
部長 神品 淳

TEL 06-6975-6650

7 見守り機能付き服薬支援ロボット「FUKU助」

テーマ名 服薬支援ロボットを活用した高齢者見守りサービスの事業化

採択年度・申請タイプ 2017年度採択 短期展開型

研究開発体制 株式会社メディカルスイッチ
(代表申請者：開発、組み立て、実証試験サポート、全体管理)
株式会社カラーズ(評価、実証実験)



概要

光と音声で服薬時間をお知らせし、飲み忘れや飲み間違いを防止する服薬支援ロボット。気温、湿度など各種センサによる見守り機能搭載。

特長

- 薬包は食前・食後・就寝前など4種類まで、約1ヶ月分を収納可能
- 室内環境をセンサで感知し、室温調整や水分摂取を呼びかけ
- 薬包の残数、服薬記録などをスマホアプリへ連携

利用シーン

独居高齢者の自宅における服薬管理、センサによる見守り

研究開発の実施

きっかけ

独居高齢者、特に認知症の患者は自分で薬を正しく服用することが難しく、家族が常に高齢者を見守ることも難しい。また、患者の手元に渡った薬が処方通りに服用されていることを管理するしくみがないことから、残薬の問題ひいては医療費を押し上げる要因にもなっている。このような状況に一石を投じるべく、服薬支援ロボットの開発に乗り出した。

目標

● 既存のロボットへの機能追加

センサ検知による見守り機能、緊急時の通知機能を追加する。また利用者に親近感を与えるため声かけ機能を追加する。

● 見守りサービス試験提供

利用者の高い満足度を得るため、利用者を見守る人々への実証実験を行う。

● 事業化に向けた準備

量産化準備として製造原価を抑えるためのコスト削減に取り組む。また、安全性・信頼性評価を実施し検出された重大な課題を解消する。

取組内容

既存の服薬支援機能に加え、見守り機能の強化をメインテーマとして研究開発を行った。

● 見守り機能および声かけ機能の追加

筐体内部に気温、湿度、気圧、照度、赤外線人感センサを設置し、利用者の生活環境や活動状況をモニタリングするしくみを備えた。また、室温が35℃を超えた場合にエアコンを入れるように促し熱中症への注意を呼びかける

機能を追加した。認知症の方はゴミ出しの日を覚えられなくて困っているという声を受け、ごみ収集日を知らせる機能にも対応した。

● ユーザーによる操作性評価

株式会社カラーズの訪問介護サービス利用者の中から実証実験の協力者を募り、約2週間試験的に利用してもらった。1名は認知症の独居高齢者であったが、問題なく使いこなすことができた。家族にも服薬記録などを確認できるスマホアプリを利用してもらい、安心できるという評価が得られた。

● コスト削減に向けた取組

試作品は板金でなくレーザー加工機で樹脂版を切って接着しており、部品点数が多かった。板金、曲げなど量産に向けた製造方法を採用することで、機構部分の部品点数を半分程度に減らした。さらにプリント基板の枚数、プリント基板同士のハーネス接続を減らした。基板の表面実装はメタルマスクではんだペーストする一般的な方法に置き換え、プリント基板の製造コストを下げた。

技術的成果

センサによる見守り機能を実装し、払い出しセンサの性能を向上させた。

● 高齢者の日常生活を見守るための機能の追加

各種センサによる環境検知データと薬の払い出し履歴を、専用のスマホアプリで離れて生活する家族などがいつでも確認することができるようになった。

● 薬包払い出しセンサ誤作動の解消

開発の過程で、払い出しセンサが誤動作するという課題が出てきた。フォトリフレクタが日光に弱いことが原因とわかり、誤動作を防止するためセンサモジュールを外乱光に耐性を持つフォトICに変更した。さらに、払い出しトレーの蓋の色を黒くし、余計な光の反射を防止することで不具合を解消した。

事業化の取組

2019年4月より約1年間のテストマーケティングを経て、2020年6月より本格的に事業化した。

事業化状況

事業終了後は、量産化に向けて製品の改良と、協力企業を含む量産体制の構築を行った。

2019年4月より約1年間、当社近隣地域限定でのレンタル(テストマーケティングに相当)を実施した。この期間中に製品の品質改善や、販促資料の整備、梱包資材の製造などを行い、2020年6月より自社通販サイトおよび提携企業を通じて、全国へ製品のレンタルを開始した。すでに北は宮城県、南は宮崎県までの広いエリアで、稼働実績が得られている。

今後の見通し

自社通販サイト・薬局・福祉用具貸与事業者を通じて、個人へのレンタル実績が着実に増えている。量産ロットは、現在10~20台程度だが、今後50台~100台程度に増やしていく。5年後に1万台稼働させ、年間8億円の売上目標を掲げている。



薬包取り出し時の様子

企業情報

株式会社メディカルスイッチ

東京都大田区西糀谷4-26-6 糀谷岡野ビル502

事業内容 医療・介護関連製品の企画・開発・販売事業、
服薬支援装置の開発・販売事業

設立 2016年7月21日

資本金 1,000万円

本製品・サービスに関する問い合わせ先

連絡先 担当者 代表取締役社長 宮下 直樹

TEL 03-6883-3360

1 物流向け自律型協働ロボットPEER

テーマ名 物流分野でのサービスロボットを利用した省人化の実証～事業化

採択年度・申請タイプ 2018年度採択 サービスロボットSler人材育成事業

研究開発体制 GROUND株式会社(代表申請者:開発)
ダイヤモンドヘッド(ユーザー)



概要

AMR (Autonomous Mobile Robot) ソリューションPEERは、倉庫内ピッキング作業の効率化を目的とした人間と協調する自律型協働ロボットシステムである。

特長

- AMRによるピッキングは、ロボットが保管スペース内を縦横に移動し、ピッキング対象商品が保管されている場所に先回りしてオペレータの到着を待つ。オペレータはロボットが停止している前の棚から商品をピッキングし、コンテナに投入すると、ロボットは自動で動作を再開する。結果、オペレータの歩行距離が大幅に削減され、省人化を実現する。
- 自律型協働ロボットPEERは、複数台の軽量・小型な自律型協働ロボットとWarehouse Management Systemと連携し、倉庫内のピッキングスペースを柵で区切ることなく省コストで整備可能な物流システムを提供する。

利用シーン

物流倉庫、工場物流

研究開発の実施

きっかけ

マテリアルハンドリング製品や物流ロボットの導入は建物や環境により大きく左右され、さらに既存の施設では導入が難しい。そのため、より簡易的で建物に付帯しないようなソリューションの採用を行った。

目標

●作業効率の向上に貢献

物流現場では、「通販業界」が伸びているが、人手不足であり、人件費は向上している。その中で、物流ロボットを導入し、省人化や作業効率の向上に貢献を目指す。

取組内容

● 保護方策の検討

リスクアセスメントを行い、各種のロボットのリスクに対する保護方策を検討した。

● 評価試験の実施

安全性試験による自律型協働ロボットの安全性・耐久性の評価試験を実施した。

● PR、マッチングを実施

国際ロボット展などの各種展示会出展により、製品や要素技術のPR、マッチングを実施した。

技術的成果

● 安全運用方法の確立

自律型協働ロボットの安全運用方法の確立をした。

● ハードウェアの作成

安全性と信頼性が向上したハードウェアが完成した。

● 稼働開始

国内の物流倉庫にて稼働開始された。

事業化の取組

事業化状況

自律型協働ロボットPEERは、国内初の実用化を実現しており、既存のピックアップカートと比較すると、大幅な省人化効果を期待できる。PEERは既に、日本国内初となるAMRの実用事例として、ダイヤモンドヘッド株式会社に30台の納品実績があり、同社柏ロジスティクスセンター内において日常的に稼働を行っている。

今後の見通し

現在、自律型協働ロボットシステムの構築と倉庫に導入する際の整備計画を検討している。また各企業に導入する際に、購入やレンタルの選択ができるなど、お客さまに合わせてカスタマイズ可能なくみにしていきたいと考えている。さらに、複数台の自律型協働ロボットと人間のロジスティクスの協働作業のさらなる効率化に取り組んでいきたい。加えて、機能不全に陥らない耐久性と信頼性を確立していきたいと考えている。



企業情報

GROUND株式会社

東京都江東区青海2-7-4 theSOHO 3F

事業内容 テクノロジーを活用した物流ソリューションの提供

設立 2015年4月10日

資本金 110,000万円(2020年7月)

本製品・サービスに関する問い合わせ先

連絡先 担当者 営業部

TEL 03-6457-1650

先生ロボット「ユニボ先生」

テーマ名

個別指導塾の講師役となる先生ロボットの開発とサービスの構築

採択年度・申請タイプ

2018年度採択 サービスロボットSler人材育成事業

研究開発体制

有限会社ソリューションゲート(申請者・企画・全体のとりまとめ・コンテンツ開発)
 株式会社エデュゲート(実証実験補助・管理システム開発・AI・ビッグデータ処理・保守)
 株式会社ワイズ(システム開発)
 ユニロボット株式会社(実証実験補助・ロボット開発・提供・保守)
 株式会社中萬学院(ユーザー企業・実証実験)
 個別指導123(ユーザー企業・実証実験・販売協力)



概要

小学生に対して算数を教える先生ロボット「ユニボ先生」を開発した。世代別人口が減少していく状況で、教育現場でも先生としての人材確保が難しくなっている。先生ロボットは、この問題を解決する可能性を秘めた新しい技術とサービスである。
 ※ロボット本体は、ユニロボット株式会社の「ユニボ」を使用。

特長

- 対話による学習指導
- コンテンツの充実

利用シーン

学習塾

研究開発の実施

きっかけ

2018年に大阪で開催された子ども向けのロボットイベントへの出展がきっかけである。プロトタイプのユニボ先生を持ち込んだの参加であったが大盛況だった。保護者と、約80人の子どもたちが笑顔でユニボ先生との学習を楽しんでいた。子どもたちの素直な笑顔を見て、ユニボ先生の可能性を感じた。

目標

●2021年度100台の売上

2021年度には100台の売り上げを目標としている。

取組内容

● 個別指導塾の講師役となる先生ロボットの開発

● ロボットだけで8割～9割の学習指導が可能

算数の指導内容を徹底分析し、スモールステップ化する。また、対話形式による学習指導実現のための学習フローを搭載しており、学習開始から終了まで、すべてロボット先生が行うしくみである。

● 生徒一人一人の学習状況をリアルタイムで把握

講師一人に対して生徒5人以上の指導を可能にする学習状況確認アプリである。

● 学習塾での実証実験

小学生の塾生と兄弟・友人に協力してもらい、合計3回の実証実験を実施した。

技術的成果

● 学習開始から終了まで、すべてロボット先生が行うシステムを構築

実証実験では、子どもが一方向的に話しかける場面が多く見られた。また、ロボットが認識できないタイミングで話しかける場面も多かったため、学習の進め方のガイドと、学習途中に出てくる発話を練習するアプリを用意した。

● 実証実験1回ごとにシステム面、および運用面で改良を加えつつ実証実験を実施

その結果、音声認識の満足度は、13%→20%→50%と改善した。

事業化の取組

事業化状況

2020年6月17日に学習塾向け指導サービスを開始した。現在の商談状況は、個別指導A塾本部校2教室と、個別指導B塾1教室の導入を実現しており、学童保育私塾は商談中である。今後も実証実験を進めていく予定である。また、本製品は、「第5回荒川区新製品・新技術大賞」において最優秀賞(荒川区長賞)を受賞している。

今後の見通し

今後は、顧客層に強い企業と連携して販路を拡大し、塾業界や学校、自治体をターゲットとして検討している。技術面では、ユニボの持つAI機能と先生機能をリンクさせ、より個人に寄り添ったユニボ先生として成長させたいと考えている。



企業情報

有限会社ソリューションゲート

東京都荒川区西日暮里2-25-1 ステーションガーデンタワー808

事業内容

学習教材の企画、開発、販売、マルチメディアコンテンツの企画、開発、販売、企業向け教育、学校教育、学習塾経営に関するコンサルタント業務、研修会、講習会、セミナーなどの企画、立案、運営、各種製品マニュアルの企画、立案、開発、インターネットのホームページの企画、制作、インターネットを利用した各種情報提供サービス

設立 2003年12月18日

資本金 設立時 600万円
(平成19年10月 1,500万円に増資)

[本製品・サービスに関する問い合わせ先](#)

連絡先 担当者 鈴木 博文

TEL 03-6806-6400

AERO SPRAYER AS16 農薬散布用 大型ドローン

テーマ名 準天頂衛星対応大型LTEドローンシステムの開発

採択年度・申請タイプ 2018年度採択 サービスロボットSler人材育成事業

研究開発体制 株式会社日立システムズ((1)準天頂対応大型LTEドローンの要件検討・(2)社会実装ビジネスモデルの検討)
イームズロボティクス株式会社(共同研究者・(1)準天頂対応LTEドローンコンポーネントの研究開発・(2)準天頂対応LTEドローン本体の研究開発)
株式会社神明(ユーザー企業・(1)準天頂対応大型LTEドローンのユーザー必要要件の検討・(2)準天頂対応大型LTEドローンの実証実験場所の提供)



利用シーン

農業(農薬散布用)、物流・運搬(物流や物資輸送、災害対策など)

概要

準天頂衛星に対応した高精度飛行可能で大量の農薬散布可能な大型ドローンを開発し、実フィールドでの実証を行い、効率性・精度・信頼性・安全性を評価する。

特長

- 大型ドローンにより大容量農薬散布が可能となり農作業の省力化を実現
- 散布～着陸まで行えるオートパイロット搭載(自動散布システム)
- 導入コンサル、購入、教育、メンテナンス・サポートまでワンストップサービスを提供

研究開発の実施

きっかけ

日本国内の農業従事者の減少と高齢化が深刻な問題となっている中、農薬空中散布は、おもに無人ヘリコプターで行われてきた。2016年からドローンによる散布が始まったが、これまで農薬散布ドローンが搭載出来る容量は、5 ℓや10 ℓが一般的であった。さらなる農業における省力化を図るため、16 ℓの農薬の搭載ができ、一度に2 haの散布可能なドローンの開発を行った。

目標

- **誤差数cmの飛行**
準天頂衛星みちびきの電波を受信できるモジュールを搭載している。
- **大容量で安全な飛行**
ペイロード20 kgを有し、16 ℓタンクを搭載、一度の飛行で2 haの散布可能である。
- **将来的には距離の制約のないテレメトリー配信**
将来的にはLTEモジュールを搭載し、2.4 GHz帯テレメトリー電波が届かない距離においても機体情報確認が可能である。
- **オートパイロット搭載**
散布から着陸まで行えるオートパイロットを搭載している。

取組内容

- **社会実装シナリオの作成**
準天頂衛星に対応した高精度飛行可能で大量の農薬散布可能な大型ドローンを、国産ドローンベンダとの共同研究を実施し社会実装シナリオを作成する。
- **効率性・精度・信頼性の評価**
株式会社神明と連携し実フィールドでの実証を行い、準天頂対応ドローンの効率性・精度・信頼性を評価する。
- **安全性の評価**
ドローンにLTE(将来的には5G)を搭載して、目視外飛行状況をリアルタイムに把握し安全性を評価する。

● 大型輸送ドローンの推進

大量農薬散布から大型輸送ドローンを推進する。

技術的成果

● 「エアロスプレーヤーAS16」の開発

準天頂衛星みちびきの補正情報を受信でき、かつ4G LTE対応が可能な農薬散布機体「エアロスプレーヤーAS16」を開発した。

● 農薬散布用大型ドローン

- ・大型ドローンにより大容量農薬散布が可能となり、農作業の省力化を実現した。
- ・ペイロード20 kgを有し、16 ℓタンクを搭載、一度の飛行で2 haの散布が可能である。
- ・準天頂衛星みちびきの電波を受信できるモジュールを搭載し、数cm単位の精密飛行が可能である。
- ・将来的にはLTEモジュールを搭載し、2.4 GHz帯テレメトリー電波が届かない距離においても機体情報の確認ができる。
- ・散布から着陸まで行えるオートパイロットを搭載(自動散布システム)。

● 自動散布システム

- ・自動航行ソフトウェア「MISSION Planner」を使用し、自動散布航行の設定が可能である。今後、タブレットによる簡易操作もサポート予定となっている。
- ・散布範囲を指定し面積の確認が可能なほか、高度、速度、散布ルートの設定が可能。
- ・専用端末を使用しての離陸から着陸まで完全自動散布飛行を目指し開発を進めている。

● 3つの安全機能

「フェールセーフ機能」

- ・電波が途絶した場合、散布を停止し離陸場所へ帰還する。
- ・飛行用バッテリー、送信機バッテリー残量が設定値よりも少なくなった場合、送信機がバイブレーションと警告音で警報を発する。

「ジオフェンス機能」

- ・高度、離陸地点からの飛行距離が設定した規定値を超えて飛行できないよう設定が可能。

「高度維持機能」

- ・正確に地形を認識し、作物との距離を一定に保つことができるレーザーセンサを搭載。
- ・農地の起伏に合わせて飛行し、ユーザーの操縦を補助する。

事業化の取組

事業化状況

ニュースリリースは既に行っている。11月に受注開始予定であったが、現在受注開始はしておらず、2021年度中に開始する予定である。

今後の見通し

将来的には4G LTE経由で機体パラメーターなどの情報を遠隔地で確認が可能となり、遠隔地からの指示でドローンを飛行させることも可能となる。モーター軸間1,800 mm、最大離陸重量48 kgと大型であるが、機体の6本のプロペラアームと散布ノズルアームは折りたたむことができるため、軽トラックなどでの運搬も可能となる。今後は、大型機体のプラットフォームを活かし、市場のニーズに合わせたカスタマイズをイームズロボティクスと進めていく。



企業情報

株式会社日立システムズ

東京都品川区大崎1-2-1

事業内容 システム構築事業、システム運用、監視、保守事業、ネットワークサービス事業、情報関連機器、ソフトウェアの販売と開発

設立 1962年10月1日 **資本金** 19,162百万円

本製品・サービスに関する問い合わせ先

連絡先 担当者 株式会社 日立システムズ 前迫
イームズロボティクス株式会社 風間

URL <https://www.hitachi-systems.com/form/contactus.html>



基盤研究・実証研究の結果報告





モーター制御基板

概要

安全認証取得を目指す案内ロボットLibraで使われる駆動用モーター制御基板を開発した。これまで都産技研で開発したロボットで使っていた制御基板では足りない機能、性能を改善し、今後開発される案内ロボットのモーター制御基板の完成見本となるような基板を目指して開発した。例えば、各種センサやモーターの駆動に対応し汎用性を高め、リスクアセスメントに基づいた設計指針で安全性を高めている。

研究実施内容

既存のロボットベース用の基板には機械的安全の考慮が不足していた。また、ブラシありDCモーターしか対応していないという課題が残っており、2015年度末までに安全認証(ISO13482/JIS B8446-1)を取得するロボット向けに、安全と事業化のしやすさを考慮した基板の新規開発が必要であった。そこで、機械的安全規格を考慮した基板設計を行い、CEマーキング相当の安全策や、IEC60204、61508などの安全策などを導入し、なおかつ、数種類のモーター駆動に対応する制御基板を開発するに至った。

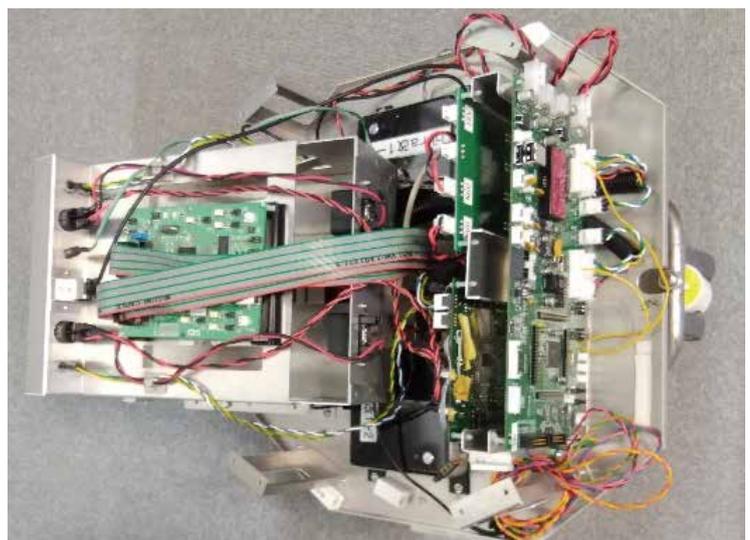
本質的安全で認証を取得するロボット=Libraに使われる制御基板を、設計段階から安全を考慮して新規開発を行った。

- 開発前にリスクアセスメントを行い、その結果から得られる設計コンセプトの内容に従い基板の開発ガイドラインを策定する。
- このガイドラインに準拠するよう、制御基板の電源周辺部を新規設計する。
- 制御基板を試作する。
- リスクアセスメントに基づいたファームウェア開発を行う。

研究成果

都産技研の案内ロボットLibraにロボットベース側の制御基板として搭載された。

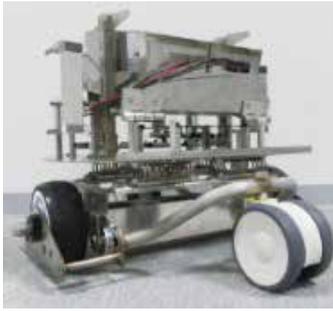
- 基板設計ガイドラインの策定を完了した。
- 設計コンセプトに従い、モーター制御ボードと速度監視ボードを新規設計、開発した。この2つの基板は相互に監視することで、速度超過の監視の二重化を達成し、安全性を高めている。
- ガイドラインに準拠したモーター制御ボード「L-MES」と速度監視ボード「P-RADA」が完成した。対応モーターはブラシレスDCモーターとステッピングモーターとした。ブラシ付きDCモーターは設計コンセプトで暴走のリスクがあるため不採用となった。
- コーディング規約に従ったファームウェアが完成した。ブラシレスDCモーターに対してはベクトル制御を実現した。



開発した基板を搭載したロボットベース

2 安全認証に向けたT型ロボットベースの実用化開発とその評価

開始年度 2015年度



T型ロボットベース

概要

T型ロボットベースは、中小企業のリスクや投資をいかに少なくして、サービスロボットの市場に参入できるしくみをつくり、その基本技術の構築を目的として開発した。中小企業が安全認証を含め、安心してロボット開発できるよう、移動プラットフォームとして活用し、アプリケーション開発に専念できることを目的としている。不整地踏破性の向上のために惑星探査機などで使用されているロッカーボギー機構(特許申請中)を取り入れ、窪地、傾斜10度、段差20 mmの踏破を可能にしている。

研究実施内容

駆動部の機構設計、実機評価、実機改良、有用性評価、ソフトウェア開発の工程により開発を進めた。

T型ロボットベースの機構設計

不整地踏破性向上のために、惑星探査機などで使用されているロッカーボギー機構(特許取得済)を取り入れたT型ロボットベースを新たに開発した。

実機評価

開発したT型ロボットベースの不整地走行試験(段差、傾斜、点字ブロック)を行い、評価し、改良点を洗い出した。

実機改良

上記評価試験から、走行時の振動に対する対策(防振ばね、サスペンションの取り付け)、およびリスクアセスメントからの危険源を反映したT型ロボットベースおよびカバーを開発した。

有用性評価

T型ロボットベースの有用性確認のために、他社製品(2製品)と5項目について試験による比較を行った。

ソフトウェア開発

拡張性向上のため、OpenRTMに加えて、LabVIEWでアプリケーション開発できるようにした。

研究成果

安全性、信頼性、耐久性を向上させたT型ロボットベースを新たに設計・試作し、他社製ロボットベースとの比較試験を行い、転倒性、段差踏破に有用性のあるT型ロボットベースを開発した。

T型ロボットベースの性能向上

T型ロボットベースに、ロッカーボギー構造(特許取得済)を取り入れることで、傾斜10度、段差20 mmを走行できるT型ロボットベースを開発した。また、リスクアセスメントからの危険源を反映し、車軸、サスペンション取り付け、モーター取り付けを改良、筐体カバーを設計することで、安全性、信頼性、耐久性を向上させたT型ロボットベースを開発した。

拡張性の向上

T型ロボットベースのアプリケーション開発を拡張させるために、LabVIEWにて、T型ロボットベース用の駆動用プログラムの開発、人追従プログラムの開発を行い、拡張性を向上させた。

T型ロボットベースの有用性評価

T型ロボットベースの有用性を評価するため、他社製ロボットベース(2製品)と、静的安定性試験、傾斜走行試験、段差走行試験、振動試験、環境試験を行い比較評価した結果、T型ロボットベースは、転倒性、段差踏破に有用性があった。

知財関連の状況、文献・資料

- 特許番号PCT/JP2016/059352「ロッカーボギー」
- 文献資料

- [1]小林他:ロッカーボギー構造による移動プラットフォーム(T型ロボットベース)の開発, ロボティクス・メカトロニクス 講演会- 2017 in Fukushima, 2017. 5. 10-5. 13, pp. 46
- [2]小林他:移動プラットフォーム(T型ロボットベース)の開発とロボットへの適用, 第26回交通・物流部門大会, 2017-12.4~12.6, 3022
- [3]坂下他:中小企業による移動サービスロボットの製品化を容易にするT型ロボットベース日本ロボット学会誌 実用技術紹介, Vol.36, No.1 pp.46-47, 2018



すみだ北斎美術館で実証実験中の案内ロボット

概要

案内サービスロボットの事業参入を目指す中小企業を支援するため、中小企業がコストをかけずに安全認証を取得できるスキームを立案し、認証機関との合意形成を図りながら実現していく。このスキームでは、都産技研が移動案内ロボットLibraを先行開発し、第三者認証機関から適合性評価を受け、安全性が立証されたLibraのノウハウを中小企業に技術移転する。

研究実施内容

(1) Libraのコンセプト評価

Libraのリスクアセスメント(RA)を実施し、安全計画書、RAシート、安全要求仕様書、試験計画書、安全コンセプト仕様書を作成した。認証機関(JET)が、これらのドキュメントを精査し、JIS B 8446-1(マニピュレーターを備えない静的安定移動作業型ロボットの安全要求事項)の適合性を評価した。認証機関より、Libraの設計コンセプトに対する評価成績書(成績書番号:15TR-T0821)とLibraの試験計画に対する評価レポート(評価レポート番号:016-1601RT)を取得した。

(2) 部内の開発管理体制、開発プロセスの整備

開発文書番号体系、ソースコードバージョン管理ツールを整備した。ファームウェアのコーディング規約を作成した。Libraの開発プロセスを安全計画書で定めた。

(3) 中小企業へのLibraの技術移管に関する検討

認証機関からは、Libraで使用するロボットベースの製造業者がロボットベースで安全認証を取得しないならば、別のロボット製造業者のLibra型ロボットに認証を与えることはできないと言われていた。認証機関との協議で解決案を提示し、解決の目途がついた。ロボット製造業者だけでなく、ロボットベース製造業者にもLibraの設計コンセプトを都産技研から継承する必要があり、Libraのロボットベースの製造業者(2015年度共同研究先の株式会社システムクラフト)に対し設計コンセプトの説明会を実施した。

(4) 試験設備の運用に向けた作業

どの計測器、試験機がISO/IEC 17025認定校正の必要があるかを考慮し、主にLibraの評価に必須の試験設備の導入を進めた。試験を担当する職員向けにISO/IEC 17025や校正、メンテナンスに関する教育を行った。

研究成果

実証研究終了時、Libraの設計コンセプト評価と一次試作機製作まで完了した。

知財関連の状況、文献・資料

- 知財関連 特開2018-161734「移動ロボット及び制御回路」
- 文献資料
 - [1] 村上真之「自律移動案内ロボットの試験システムの構築」2018年度クロスミーティング
 - [2] 坂下和広, 村上真之, 佐藤 研, 小林祐介, 益田俊樹, 谷津 明, 前田政昭, 奥住 功, 「中小企業による移動サービスロボットの製品化を容易にするT型ロボットベース」, 日本ロボット学会誌, 36巻, No. 1号, pp. 46~47, 2018年1月.
 - [3] 森田裕介「移動作業型ロボットの安定性に関する設計と評価」2017年度クロスミーティング
 - [4] 村上真之「安全規格に基づいた自律移動型サービスロボットの開発」, 電気学会・東京都立産業技術研究センター連携セミナー, 2016年12月.
 - [5] 村上真之「USBを用いた機械制御システムのための安全技術」2016年度クロスミーティング
 - [6] 小林祐介「T型ロボットベースの開発と応用事例」2016年度クロスミーティング
 - [7] 森田裕介「T型ロボットベースを用いた安全認証取得」2015年度重点4分野技術フォーラム2015年12月
- 受賞 日本ロボット学会 実用化技術賞(2017年9月)



先導型案内ロボット
Pyxisの概観

概要

先導型案内ロボットPyxisは、展示場ブースなどの小規模な空間において、特定の人物に対して一定距離を保ちながら先導し、音声対話によって近隣のパネルや展示物などを説明する、会話知能と移動知能を有するロボットである。本研究では、Pyxisの知能である会話・移動ソフトウェアを開発・改良し、実用性を向上することを目的とする。最終目標は自己位置推定誤りへの対策、障害物検知機能の強化、案内対象者の追跡強化、マイクロフォンアレイの活用であり、これらをソフトウェア実装することで、案内ロボットの製造企業への技術支援を可能にする。

研究実施内容

①障害物を模擬する走行シミュレーターの開発

走行シミュレーターの実現には、実機上で実行するソフトウェアを実機なしで実行、地図にない障害物に対する機能テスト、経路追従制御の結果の自動評価用スクリプトに着目して開発を行った。自動評価用スクリプトは、経路計画により生成された経路に対して、実際にシミュレーター上で移動した経路が、制御遅れなどの影響でどの程度ずれが生じたかを数値的に評価できる。数値で表される性能指標としては、経路偏差の線積分、経路交差点数、経路長の3つである。経路偏差の線積分によって経路から逸脱してどのくらい膨らんで走行したか、経路交差点数によって蛇行していないかどうか分かる。

本走行シミュレーターを活用することで、自己位置推定で問題となる対称性のある環境での挙動を事前に確認でき、自己位置推定を誤らないための環境構築や走行禁止エリア設置など、さまざまな対策を施すための検討が可能になった。

②レーザーレンジファインダと超音波センサアレイによる障害物検知

障害物検知の実現には、レーザーレンジファインダと複数超音波センサの利用、FPGAを利用した超音波センサアレイに着目して開発を行った。レーザーレンジファインダは、最近の施設に多く見られるガラス、鏡、黒体(赤外線吸収体)の検知が苦手である。そのため、超音波センサの導入は、案内ロボットの安全性を向上する上で必須である。

超音波センサアレイの実現にはFPGAを利用し、最大24個のセンサを駆動できるしくみとした。超音波センサは、別の超音波センサによる超音波の送出方向が干渉すると正確な距離が求められないことから、それぞれ個別の送出遅延を持たせられるアーキテクチャとした。

③レーザーレンジファインダとロボットの運動情報を利用したヒト追跡

ヒト追跡の実現には、カメラ映像だけでなくレーザーレンジファインダを併用した脚追跡、ロボットの運動情報に基づいた追跡座標補正に着目して開発を行った。カメラ映像での顔画像検出では、バッテリー消費量につながる画像処理コストの関係から高速に追跡できないという問題があったため、カメラ映像の画像処理を抑制し、その間をレーザーレンジファインダ(40 Hz)で追跡するアルゴリズムに変更した。これにより、追跡性能は大幅に向上した。また、追跡座標は、センサ情報の遅延が伴うため、ロボットの運動情報にある移動方向を引き算して補正することで、性能向上を図った。

④音源定位と音源分離のためのマイクロフォンアレイの活用

マイクロフォンアレイの処理系の実装には、音源定位と音源分離に定評のあるHARKを使用し、ロボット本体とは切り離して音声認識の評価実験を行った。今回使用したマイクロフォンはLASP-LCであり、8本のクロック同期されたケーブル接続型マイクである。マイクの取り付けには音が背後に回り込むのを防ぐなどの処置が必要であるが、半球形のジグの表面に簡易的に取り付けして実験を行った。任意のマイク配置に対応するため、TSP(Time Stretched Pulse)信号を与えて伝達関数を求めた。簡易的な設置でも、2話者同時発話での認識正答率は66.7%に到達することを確認した。

研究成果

本研究では4つのソフトウェア機能拡張を図り、自律型案内ロボット向けの基盤ソフトウェアとして展開することが可能になった。本ソフトウェアは、ロボットのミドルウェアであるOpenRTM-aist上で構築されている。本ソフトウェアは、ほかにもさまざまなライブラリを利用しているが、最終的に商用利用可能であり、かつ、ライセンスフリーである。

知財関連の状況、文献・資料

- 特許第6847442号「物体追跡装置、物体追跡方法、及び物体追跡プログラム」
- 発表論文
佐々木ほか:RTミドルウェアによる先導案内ロボットシステムの開発, 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, 2016年12月15日
- 受賞
RTミドルウェア普及貢献賞(教育・研究分野/研究業務活用), (一社)日本ロボット工業会 ロボットビジネス推進委員会, 2016年10月19日



屋外用ロボットベース「Taurus」

概要

300 kgまでの荷物を運ぶことが可能な屋外用のロボットベースである。例えば、人を追従し、後ろにつきながら重い荷物を運搬することや自動である場所からある場所まで荷物を運ぶようなロボットを開発することができる。物流倉庫や工場、空港において省人化を図ることが可能である。

研究実施内容

6輪の駆動部、シミュレーション、防水防塵の設計、実機開発と評価の工程により開発を進めた。

6輪駆動部について

これまでの小型のロボットベースは、4輪の左右独立駆動型であったが、段差に前輪が乗り上げた場合、ロール方向の安定性が悪くなる可能性があるため、6輪の左右独立駆動型にすることにした。6輪の場合、常にすべての車輪が地面に着くような構造の工夫が必要である。またロボットベースであることから前後走行の性能を同等にするために、横から見た時の構造を左右対称とする。

防水防塵の設計

すべての天候に対応することは難しいので、防水防塵のIP等級を軽い雨程度のIP43とした。外に剥き出しのセンサや電子デバイスについては、防水対応のものを選定した。また、剥き出しにする必要のない電子回路や制御端末などは、制御BOXをつくり防水加工を施し、直接水がかからないような設計としている。水がたまりそうな場所では、排水されるように設計した。

実機開発と評価

上記の6輪の構造や防水防塵の設計を取り入れたロボットベースを開発した。東京ロボット産業支援プラザにある傾斜路走行試験装置にて10度の傾斜、段差50 mmの走行実験、都産技研の駐車場にて、屋外での走行実験を行った。いずれもシミュレーション通りで乗り越え可能であった。

研究成果

東京ロボット産業支援プラザにある機器や都産技研駐車場にて実験し、目標はおおむねクリアされた。

左右対称の6輪駆動部の新規開発

新規に6輪のモデルを提案し、シミュレーションを行い、その結果を活かした実機を開発した。実機実験において、傾斜10度、段差50 mmの乗り越えが可能であった。

防塵防水設計

IP43相当の設計を施した。IP等級がないセンサには、別途カバーを作成することで対処した。また、制御BOXには、吸気は可能だが、水は入らない空気孔を空けることによって、熱対策を施している。

上記を有した大型のロボットベースを開発

屋外用ロボットベース「Taurus」が完成し、300 kgまでの積載が可能になった。ソフトでは、追従移動や自律移動が可能である。

知財関連の状況、文献・資料

●特許第6755044号「車輪構造体及び車両」

●文献資料

[1] 益田他: 都産技研研究報告, No.11, P.2 (2016)

[2] 益田他: 人追従型運搬ロボットの安全性強化と開発, 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, SY0012, P.2420 (2016)

[3] 益田他: 屋外用ロボットベース「Taurus」の開発, ロボティクス・メカトロニクス 講演会- 2017 in Fukushima, No.17-2, P.79 (2017)

[4] 益田他: 屋外用ロボットベース「Taurus」の開発, 神奈川県立産業技術総合研究所ものづくり技術交流会, (2017)

6 JIS B 8446-1に適合した自律移動案内ロボットとその試験方法の開発

開始年度 2016年度



ホテルのフロアで動作する案内ロボット

概要

前年度のロボット実証研究では、自律移動案内ロボット(名称: Libra)の適合性評価に向けた部内開発体制の構築、コンセプト設計と評価、試験仕様の検討を行い、Libraの一次試作機の評価に着手した。本実証研究では、一次試作機の評価を行い、ロボットの仕様および設計に関する不適合を抽出し改良を図り、また、試験方法の妥当性を確認する。

研究実施内容

Libra試作機の評価、試験方法の開発

Libraの試験仕様の立案、試験治具の製作、テストプロの作成を行い、Libraの一次試作機の評価に取り組んだ。研究期間中に生じたロボットの不具合に適宜対応した。試験結果は、開発グループ内で情報共有を図り、結果の悪い試験項目は、可能な限り、改善点を二次試作の仕様に反映した。特に、低温立ち上げ試験と放射EMI試験については、モジュールごとに問題の要因を解析し、代替品や代替回路を選定した。試験法が未確立の衝突安全性試験や接触安全性試験では、既存規格や学術論文の文献調査を行い、評価基準を検討した。

ロボット開発の部内品質管理体制の整備

共同研究先企業にLibraのノウハウを適切に移管する際のガイドラインを検討し、共募型共同研究先企業(株式会社日本ビジネスソフト、08ワークス株式会社、株式会社プラネックス)には、Libraのリスクアセスメントに関するセミナーを実施した。

ロボットプラザの試験システムの運用とオペレーターの教育

ISO 17025に基づく試験所のオペレーションをテーマとして、日本品質保証機構(JQA)によるセミナーを企画し、試験と校正について、プロジェクト事業推進部の職員の教育に努めた。試験装置は、JCSSあるいはA2LA校正対応のものを導入し、機器管理表を作成した。各試験について、少なくとも二人が実施可能であり、同等な試験結果が得られるように取り組んだ。2017年度の産技連・電磁環境分科会の放射EMIラウンドロビンテストでは、サブのオペレーターが実施し、良好な測定結果を得た。



チャイルドドグミーを有する衝突安全性試験機

研究成果

- 実証研究終了時、Libra一次試作機を試験し、44項目の試験項目のうち、31項目の試験結果(合格:13、不合格:18)を得た。現在、Libraの一次試作機、二次試作機、および、モジュール単位での評価結果を基に改良項目を定め、最終版のLibraを製作中である。
- Libraの試験仕様書を作成した。「衝突安全性試験」「接触安全性試験」「走行耐久性試験」「故障挿入試験」「動的安定性試験」「振動試験」「走行路障害試験」について、試験法および判定基準が明確になり、今後、Libraの適合性評価の実施前に試験法の詳細について合意を図る。

知財関連の状況、文献・資料

●文献資料

- [1]村上真之「自律移動案内ロボットの試験システムの構築」2018年度クロスミーティング
- [2]坂下和広, 村上真之, 佐藤 研, 小林祐介, 益田俊樹, 谷津 明, 前田政昭, 奥住 功, 「中小企業による移動サービスロボットの製品化を容易にするT型ロボットベース」, 日本ロボット学会誌, 36巻, No. 1号, pp. 46~47, 2018年1月
- [3]森田裕介「移動作業型ロボットの安定性に関する設計と評価」2017年度クロスミーティング

- 受賞 日本ロボット学会 実用化技術賞(2017年9月)



試作した充電システム給電側

概要

案内ロボットLibraはバッテリーパックを内蔵しており、充電はバッテリーを取り外して充電器に接続することで行っている。しかし、交換作業の手間など運用面で負担が増えていることが課題となってきた。プラグイン方式、あるいは無線給電方式による充電に対するニーズが高いことが見えてきたので、コスト、安全性、実現性の調査、検討を行い、最適な充電方式として両対応の充電システムを試作した。

研究実施内容

充電方式とメーカーの調査

運用可能な充電方式、メーカーの調査を行う。また、都産技研内でワイヤレス給電や接触充電の開発が可能かを調査、検討、試作を行う。

企業ニーズの把握

公募採択企業からロボットベースと案内ロボットの運用のニーズを発掘し、求める充電方式とコストのバランスを調査する。

簡易的な充電システムの試作構築

充電システムの試作を行い、PyxisまたはLibraに搭載し実用性の評価を行う。

安全認証取得に必要な工数の調査

認証機関の認証を受ける場合、どの程度の試験項目が追加となるか調査する。

研究成果

- すぐに運用可能なメーカーは東芝とマクセルであった。有線と無線の両対応可能なこと、ロボット本体の軽量化の必要性からメーカーはマクセルを選択した。
- 用途により、プラグイン方式のみでも良いというものもあった。無線給電のみでは充電時間がかかることからプラグインの併用ができることがニーズであった。
- 無線給電方式に手動のプラグイン充電機能を付加した試作が完成した。位置決め修正の機構は持たず、位置精度は移動アプリの高精度化で対応した。搭載ロボットはLibra Cargoとした。
- 商用電源に接続されるので、電気用品安全法関連の試験が追加となる。また、専用の筐体に入れることから、送電側にもリスクアセスメントに従った安全対策およびその試験項目が追加となる。

知財関連の状況、文献・資料

●文献資料

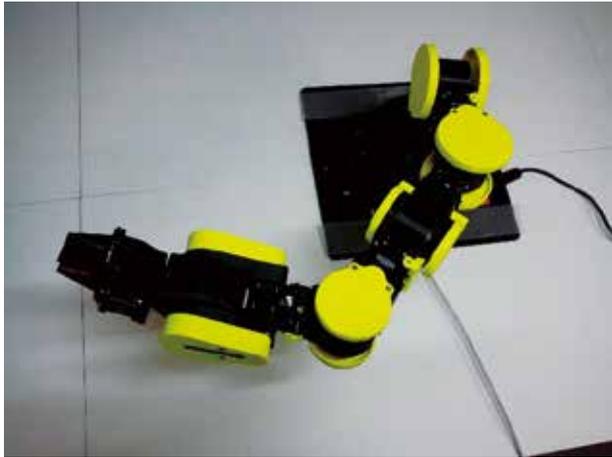
- [1]秋山、挟み込み構造型非接触給電アンテナの開発 日本AEM学会誌 25(4), 403-408, 2017

8 移動ロボットに搭載可能なマニピュレーターの 自律制御システムの開発

開始年度 2016年度

概要

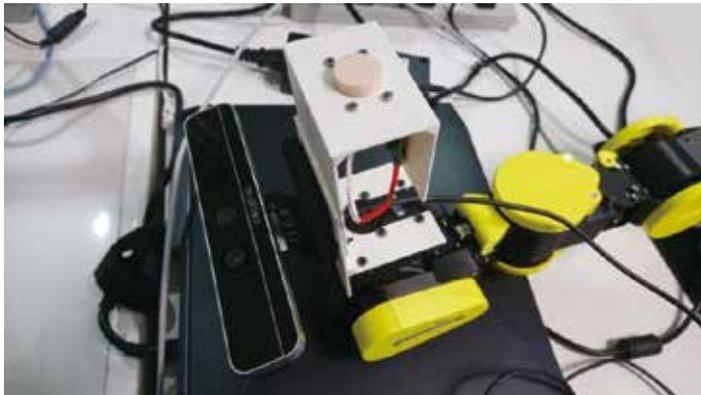
工場で稼働しているマニピュレーター(ロボットアーム)はあらかじめ決まった動作を指示されたタイミングで行うことで作業を行っている。これに対して、車輪型移動ロボットにマニピュレーターを搭載して作業をさせる場合には、ある程度、移動の不確かさや周囲の状況(操作対象の物体)の変化に対応して作業を行えるような、自律的な制御を行うシステムが必要となる。本研究ではボタンを押す作業を対象として、マニピュレーターの自律制御システムの研究開発に取り組んだ。



使用したマニピュレーター
(Robai Corporation Cyton Epsilon 1500)



深度画像の例



マニピュレーターの手先の一部(試作品)



使用した接触センサ
(タッチエンス株式会社 POT-D-SN18X10CN)

研究実施内容

■ カメラ映像と距離センサとの組み合わせによる操作対象の探索・観測

エレベーターの操作盤を操作対象として想定し、カメラ映像と距離センサ(深度画像カメラ)との組み合わせによるボタンの検出に取り組んだ。また、ボタンを押し込む方向を決定するため、深度画像カメラの点群データからボタン面の幾何情報(法線ベクトルなど)の推定に取り組んだ。

■ 観測に基づく自律的な運動計画

観測により得られた操作対象の情報(位置・法線ベクトルなど)を基にした、手先の自律的な運動計画に取り組んだ。ここでの運動計画とは、操作対象(ボタン)への接近、接触点・接触方向の調整、押し込みといった一連の手先の運動(位置・姿勢の系列)を、その場で得た計測データを基にしてシステムが計算することである。

■ 簡易的な接触センサを活用した低コストの接触・押し込み認識・制御

マニピュレーターと操作対象との接触の力制御を高精度に行うには、高コストのトルクセンサ・力センサが求められるが、本研究開発では操作の内容を限定し、低コストの接触センサと位置・角度制御の組み合わせによる接触・押し込み認識・制御に取り組んだ。

研究成果

実験環境においてボタン押し込み作業を達成できるような要素技術を組み合わせたシステムを開発した。



Libra2次試作機

概要

都産技研で開発している自律移動案内ロボット「Libra」は安全認証の取得を目指しておりリスクアセスメントを行いながら開発をしている。リスクアセスメントの結果から重量が重要になるため、本研究では、1次試作機の重量35 kgを耐久性や強度を保ちながら、筐体の軽量化、T型ロボットベースの軽量化、搭載部品の軽量化を行い、Libraの重量25 kgにすることを実現した。また、Libraの筐体は、コストおよび量産性を検討して真空注型で試作し、量産も可能とした。

研究実施内容

CAEを用いて筐体の軽量化、駆動部の軽量化、部品の軽量化を行いながら開発を進めた。また、量産化手法について、工程やコストを比較しながら検討した。

筐体の軽量化

筐体内の不要部品の削除、CAEの強度解析で部材の板厚の検討、設計変更を行い、軽量化した。

駆動部の軽量化

CAEで強度解析を行いながら、T型ロボットベースの部材の肉抜きおよび板厚の検討などを行い、設計を変更し、軽量化した。

部品の軽量化

搭載部品の中でも重量物であるディスプレイの変更、搭載PC数を4台から2台への変更、そのほか部品の変更および削減を行い、軽量化した。

量産化手法の検討

量産化の対応台数、加工のしやすさ、コストを考慮し、量産化手法について検討を行った。



筐体の軽量化

駆動部の軽量化

搭載部品の変更

研究成果

筐体、駆動部の軽量化、搭載部品の軽量化を行うことで、Libraの重量25 kgを達成した。量産化の検討を行い、加工性、量産化台数、コストを考慮し真空注型にてLibraを試作した。

Libraの重量を25 kgまで軽量化

筐体と駆動部の軽量化、搭載部品の変更を行い、約10 kg(35→25 kg)の軽量化を目標に行った結果、筐体の軽量化では、1次試作機から仕様を見直し、荷室の削除、バッテリーカバーの削除、パンパ形状の設計を変更することで、約1.8 kgの軽量を達成した。また、CAEにて主要な部品の強度を確認し、板厚は強度を保つため、変更せず1.8 mmとした。

駆動部の軽量化では、CAEを用いてT型ロボットベースの強度を確認しながら、部材の肉抜きを行った。また、板厚を3 mmから2 mmに変更することで、約6 kgの軽量化を達成した。

搭載部品の軽量化では、ディスプレイの変更および搭載PCを4台から2台への変更、スピーカーの変更、センサ数を削減することで、約3 kgの軽量化を達成した。

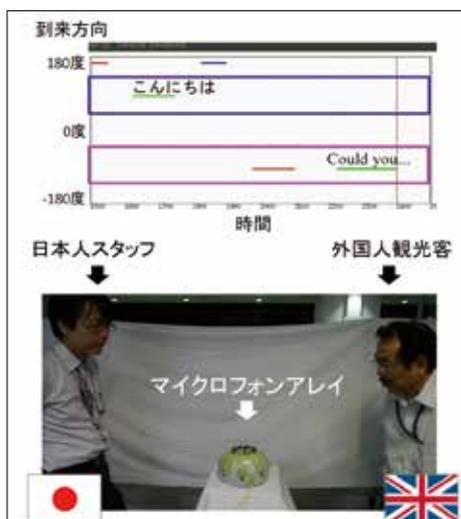
上記3つで合計10.8 kgの軽量を行い、Libraの重量25 kgを達成した。

Libraの安価な製造方法の検討

Libraの安価な製造方法を検討するため、切削、真空成形、真空注型、射出成形、3Dプリンターの5つの手法で、加工の工数、量産化工数、量産化時の対応台数、加工費用を比較評価し、加工性、量産化時の対応台数からLibraの製造に適していると考えられる真空注型で、Libraを試作した。

知財関連の状況、文献・資料

- 意匠登録第1571378号「ロボット」
- 意匠登録第1603265号「ロボット」



音声の到来方向による日英通訳
サービスの実現

概要

案内ロボットの事業化支援に向け、追従・自律移動と音声対話を有するチリンロボットGeminiと先導型案内ロボットPyxisを開発した。しかし、音声処理で使用しているサーバーは商用利用不可であることや、音源定位以外のマイクロフォンアレイの活用性、点字ブロックやスロープなどで自己位置を見失うなど、問題を抱えている。これらを解決するため、Gemini、Pyxisの既存ソフトウェアを見直し、魚眼カメラを活用したランドマーク認識と、マイクロフォンアレイ活用方法として通訳サービスを搭載することで、案内ロボットの活用場面を広げる。

研究実施内容

① プロトコルの異なる音声処理サーバーに対応した会話機能

これまでは、情報通信研究機構(NICT)の研究開発用途で利用可能なMCML(Modality Conversion Markup Language)を使用していたが、商用利用不可のシステムである。今後、ロボットの商用化を実現するためには、これ以外のプロトコルに対応する必要がある。そこで、同機構の商用利用可能なSTML(Speech Translation Markup Language)への対応を行った。また、開発時にはMCMLに戻れるようにするため、音声処理部の抽象化を行った。これにより、開発するコードはプロトコル依存の部分だけで済むようになり、今後現れるであろう別の音声処理サーバーへの移行を容易にした。

② マイクロフォンアレイの音源定位を活用した通訳サービス

マイクロフォンアレイでの音源定位は、昨年度の研究によりHARKを利用して実装している。音源定位により雑音環境下での認識性能が向上するものの、マイクロフォンアレイのコストは汎用のシングルマイクと比べると非常に高価となる。よって、それに見合った新サービスとして通訳機能を構築した。本機能は、案内所やホテル内において、日本人スタッフと外国人観光客がロボットの両側に立ち、日本語を音声認識、英語に翻訳、英語に音声合成、あるいは、英語を音声認識、日本語に翻訳、日本語に音声合成を、音声の到来方向によって実現する。ロボットが介在することで、スマートフォンなどを利用せずにハンズフリーとなり、人の表情をうかがいながら会話することが可能となった。

③ レーザーレンジファインダーでスキャンされる走行面の特長を利用した走行

都産技研のロボットでは、センサのコストダウンを鑑みてレーザーレンジファインダーとして3D-LiDARを搭載せず、ロボットの前後に2D-LiDARを2個使用する方針で開発してきた。2D-LiDARは、ロボットが保持する2次元地図での自己位置推定だけでなく、人の脚追跡に利用されている。しかし、スロープを走行する際に、2D-LiDARでは角度の影響により、記憶している2次元地図との相違が起り、自己位置推定に誤りが生じる。一方、スロープ走行中、上り坂は水平な壁に、登坂中に後方の床面は水平な壁として捉えることができる。そこで、スロープエリアに侵入した場合には、2次元地図による自己位置推定を停止し、前後方向の線分を活用して移動制御を行う。その結果、2D-LiDARでの安定したスロープ走行を可能にした。

④ 魚眼カメラによるランドマーク認識からの位置推定

一方、点字ブロックに差し掛かると、ロボットの車輪滑りが顕著に起き、自己位置推定を誤る状況が確認された。そこで、新しく魚眼カメラを活用し、周囲のランドマークを読み取ることで位置推定する方式を追加した。ランドマークは施設に設置する必要があるため、デザイン性を考慮して10 cm×10 cmサイズの非常口マークや英語の記号を採用した。その結果、ランドマークに対して正面4.5 m離れた地点の読み取りを行えることが確認でき、自己位置を復旧させる方式として利用可能となった。

研究成果

本研究では4つのソフトウェア機能拡張を図ることで、より難易度の高い環境における案内ロボットの導入を可能にした。音声処理では、通訳サービスだけでなく、自発話キャンセルを搭載することで、ロボットから話しかけられている最中でも音声認識させることが可能になった。さらに、各移動知能部品の汎用化を進め、これまでの先導型案内ロボットPyxis利用だけでなく、自律移動と追従移動を組み合わせた搬送ロボットへの展開が可能になった。



ツインリンク機構

概要

30 kg程度までの総重量である屋内サービスロボット用ロボットベースの、安定走行性能の改善研究である。特許取得済みの四輪ロッカーボギー機構を活用し、路面への投影面積に比較し背の高い傾向があるサービスロボットを安定して走行させるための評価方法、設計条件を得る一方で、新たなロボットベースの展開を模索する。結果として、重心設計の最適化、静的安定性定量評価方法を確立するとともに、新たなツインリンク機構によるメカナム四輪駆動ロボットベースを考案した。確立した技術は学会で発表し、かつ共同研究へと展開中。また新機構は特許出願し実施許諾を前提としたさらなる共同研究に展開中。

研究実施内容

重心位置とリンク軸位置を変更できるロッカーボギーの評価機と評価治具を試作し、静的安定性の測定プログラムも含め測定手法を確立した。また、評価実験で、安定性向上の理論を裏付けた。改善策として、前方への転倒性能を改善する転倒防止機構を試作し評価するとともに新たなツインリンク機構による全方向移動の軽量ロボットベースを提案試作した。以下に研究の実施項目と対策の実施項目を示す。

静的安定性評価方法の確立	・重心位置、リンク軸位置を変更可能な評価用ロボットベースを試作 ・傾斜試験装置に回転台を設置し全方向に対する傾斜試験を単純化するとともに、各車輪に6軸で力、トルクを測定できる器具とプログラムを試作開発
シミュレーションと理論解析	・ロッカーボディ、ボギーボディ別々に重心設計する方法を考案し検討
設計ガイドライン	・各車輪への均等荷重を基本とする軸車輪配置を活かす重心配分を提案 ・リンク軸上にボギーボディの重心を配置 ・合成重心が駆動輪上に位置するようにロッカーボディの重心を配置 ・ロッカーボディ、ボギーボディの重量はほぼ1:1を目標に分配
改善策検討	・上記ガイドラインに基づき、静的安定角度全方向に24度を達成することで水平加速度0.3 Gに耐えられるロボット設計が達成されることを提案 ・前方への転倒安定性を向上させる、転倒防止機構を提案 ・一層の段差踏破性能、機能の向上に向けた、ツインリンクによる四輪駆動メカナムロボットベースを提案
試験機試作	・転倒防止機構を試作試験機に装着 ・ツインリンク機構を採用した四輪駆動メカナムロボットベースを試作
実機評価	・試験路にて、発進、急停止、急旋回の実験を実施し、静的安定性を確認 ・転倒防止機構を急停止で実験しその効果を確認 ・四輪駆動メカナムロボットベースの安定性、段差踏破性能を評価しいずれも予想通りの高い改善結果を得た(静的安定性能:全方向で30度程度、25 mmの段差踏破、全方向への走行)

研究成果

静的安定性の定量評価方法、重心設計指針、メカナム四輪駆動ロボットベースとも所望の性能成果を確認し現在もその技術に基づき事業ならびに関連共同研究を展開中。

静的安定性能の評価手法確立

各車輪の荷重を個別に測定することで、これまで、目視により転倒限界の判定をしていたものを定量化できた。これをプログラム化し定量データ収集の簡単化を達成。

設計ガイドライン

ロッカーボディ、ボギーボディ別々に重心を設計しトータルの重心位置を目標に合わせるというアプローチを提案し、実設計に活用中。具体的にはチリンロボットの改良に適用し、不安定なマスコットロボットの安定走行を達成した。

ツインリンクを用いた四輪駆動のロボットベースを開発

全方向移動ロボットベース「circinus:キルクヌス」を試作し、所望の目標性能の達成を確認した。

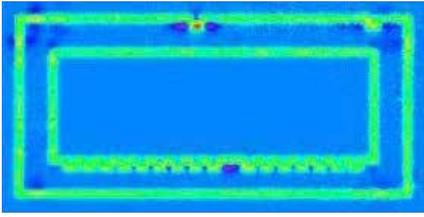
知財関連の状況、文献・資料

- 特許第6262401号「ロッカーボギー」
- 特許出願中「移動走行装置」
- 2017年度ロボット学会実用化技術賞受賞
- 文献資料

- [1]坂下他:「中小企業による移動サービスロボットの製品化を容易にするT型ロボットベース」, ロボット学会誌 実用技術紹介, vol.36, no.1, pp46-47, 2018.
- [2]坂下他:「四輪ロッカーボギー構造を用いたT型ロボットベースの段差踏破性の検討と開発」, RSJ2017 予稿集, 3H2-02, 2017.
- [3]坂下他:「カセンサを用いたサービスロボットの静的安定性評価」, ロボティクス・メカトロニクス 講演会2018 KITAKYUSHU, No.18-2, 2P2-C01, 2018
- [4]坂下他:「ツインリンク機構を用いたメカナム四輪駆動ロボットベース」, ロボティクス・メカトロニクス 講演会2019 HIROSHIMA, No.19-2, 2P2-B16, 2019(公演予定)



静的安定性能の評価



シミュレーター上のハイライト地図

概要

ロボット産業活性化事業でさまざまな自律移動ロボットを開発している。ロボットが動作する環境は、ホテル、商業施設、美術館、駅などであるが、たとえば、廊下のような同じ光景が連続する環境、または、店舗のような混雑した環境などで、自律移動が頻繁に失敗している。この原因は、ロボットが自律移動用地図とセンサデータのマッチングをうまく行えず、自身の位置を見失うためである。この課題を解決するため、地図上で、目印とすべき特徴的な箇所を強調することを考える。そのような、ロボットにとって“わかりやすい”地図が得られれば、ロボット自体をコストアップすることなく自律移動性能を向上できる。一方、地図の形は千差万別であり、どこを強調すれば“わかりやすい”地図になるかを人手で洗い出すのは手間がかかる。そこで本研究では、AIを活用して“わかりやすい”地図を自動生成する技術を開発する。

研究目標

- 地図の特徴抽出を行うソフトの完成
- シミュレーター上の環境に対して、特徴的な箇所が強調された地図を自動生成できる。その地図を使うと、シミュレーター上のロボットの自律移動失敗率を現行の1/2に低減できる。
- 実験用ロボットにより、地図生成のための環境データを取得できる。
- 東京ロボット産業支援プラザ内の廊下においても、特徴的な箇所が強調された地図を自動生成できる。その地図を使うと、実験用ロボットの自律移動失敗率を現行の1/2に低減できる。

研究実施内容

■ 地図の特徴抽出AIの開発

強化学習を活用して地図の特徴抽出を行うアルゴリズムを考案し、ソフトとして実装する。

■ シミュレーター(PC上の仮想的な環境とロボット)での実験

シミュレーター上の環境に対して、①のソフトで“わかりやすい”地図を生成する。その地図を使ってシミュレーター上のロボットを走行させ、自律移動性能を評価する。

■ 実験用ロボットの構築

センサ取付部品の設計・製作、センサインタフェースソフトの開発を行い、センサとロボットを結合する。

■ 実機実験

東京ロボット産業支援プラザ内の廊下(特徴が少なく自律移動が失敗しやすい)で実験用ロボットを動かし、シミュレーターでの実験を行う。現実世界でも本手法が有効であることを確認する。

研究成果

- ハイライト地図を作成するアルゴリズムが完成し、ソフトとして実装した。
- シミュレーター上の環境に対してハイライト地図を自動生成できた。その地図を使うと、シミュレーター上のロボットの自己位置推定の最大誤差を現行の約 1/2 に低減できた。
- 実験用ロボットを構築できた。
- 東京ロボット産業支援プラザ内の廊下において、ハイライト地図を自動生成できた。その地図を使うと、実験用ロボットの自己位置推定の最大誤差を現行の約 1/2 に低減できた。

知財関連の状況、文献・資料

- 特許出願中
- 発表論文
吉村ほか:強化学習による粒子フィルタの設計と自己位置推定への応用, 2020年3月5日
- 受賞
部門大会技術賞、(公財)計測自動制御学会 制御部門、2020年3月4日



圧力センサの取付例

概要

本研究では、痛覚耐性基準に基づき圧力によって移動ロボットの衝突安全性の評価するために圧力測定システムを開発した。人体ダミーの任意の部位もしくはロボット側の表面に超小型圧力センサを取り付け、圧力測定を可能にした。また、人体ダミーを自立させ、一次衝突のリスクを評価するための衝突安全性試験を行った。

研究目標

痛覚耐性基準で評価する圧力測定システムの開発

- 圧力センサ:ひずみゲージ式、最大5.0~7.0 MPaまで
- センサアレイ:直線状に一定間隔で配列したセンサアレイ
- データロガー:20 kHz以上での動作確認
- 上記システムの性能評価結果の例を示すこと

圧力測定システムを用いた衝突安全性試験によるデータ取得

- 人体ダミー自立式治具
- Libraにおける衝突条件ごとの試験データ
(頭部・胸部・腹部3軸加速度、胸部変位、圧力)

研究実施内容

痛覚耐性基準で評価する圧力測定システムの開発

ダミーへの衝突時の圧力を測定するためには、応答性のよい圧力センサが必要である。本研究ではひずみゲージ式の圧力センサを用いて圧力分布を測定でき、ダミーの任意の複数の部位に取り付けられるセンサアレイを開発する。

圧力測定システムを用いた衝突安全性試験によるデータ取得

開発した圧力測定システムを用いて衝突安全性試験を実施する。供試体はLibra(重量25 kg、速度2.0、4.0、6.0 km/h)とし、3つの衝突条件(フルラップ前面衝突、オフセット前面衝突、側面衝突)および加速度センサ、胸部変位センサにより同時測定する。なお、ダミーは自立させた状態で通常立位、壁際立位で行う。

研究成果

痛覚耐性基準で評価する圧力測定システムの開発

- 圧力センサ:ひずみゲージ式、最大5.0~7.0 MPa ⇒ 達成
- センサアレイ:直線状に一定間隔で配列したセンサアレイ ⇒ ほぼ達成
- データロガー:20 kHz以上での動作確認 ⇒ 達成
- 上記システムの性能評価結果の例を示すこと ⇒ 達成

圧力測定システムを用いた衝突安全性試験によるデータ取得

- 人体ダミー自立式治具 ⇒ 達成
- Libraにおける衝突条件ごとの試験データ(3軸加速度、胸部変位、圧力) ⇒ 達成



案内ロボットLibra

概要

サービスロボット製品安全規格ISO 13482/JIS B 8446-1に適合した移動案内ロボットLibraの開発に取り組んでいる。過去のLibraの試作機は、規格の適合評価における多数の試験項目をクリアできないため、部品レベルから設計を見直した。さらに、製造コストの低減を図り、3回目の試作を行った。認証機関に適合性評価を委託し、新しいLibraがサービスロボット安全規格に適合していることを実証した。

研究実施内容

Libraの熱、EMC、振動対策の実装と評価

過去の実証研究で製作したLibraの一次・二次試作機を評価した結果、熱・EMC・振動に関する重大な問題が見ついている。これらの対策を三次試作機の設計に反映し、評価を行う。

2016年度の職務発明である「物体検出装置」(超音波の安全性)のLibraへの実装

特許出願を行い、明細書の記載内容を三次試作機に実装する。

二次試作機の機能改善と低コスト化

超音波衝突防止機能の不具合修正、バンパー部の耐衝撃強化、モーター回生処理の追加、過電流検知の改良を行う。同時に、ロボット筐体およびロボットベースの低コスト化を行う。

Libraのノウハウのドキュメント化

部品表、回路図、組立要領など、Libraの製造に必要な文書作成。

研究成果

サービスロボットの安全規格ISO 13482/JIS B 8446-1に適合した自走式案内ロボットを開発し、第三者機関から適合判定の評価証明書を取得。安全性だけでなく、製品に必要な品質を確保していることを特長とする。本技術の利用をご希望の企業に対し、ライセンス契約を結んだ上で技術移転を実施予定。ライセンス契約を結んだ企業に対しては、Libraの開発・製造文書など全ての技術情報を提供し、講習会を通じて、Libraをベースにしたサービスロボットの製品化や安全認証取得を支援していきたい。

知財関連の状況、文献・資料

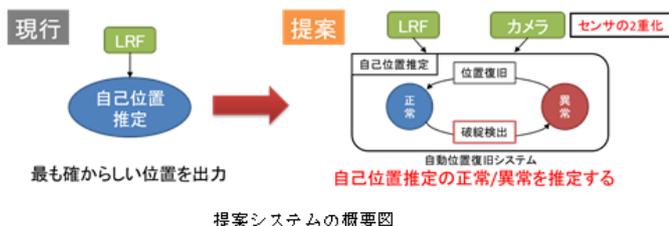
● 知的財産

意匠登録第1662803号

● 文献資料

[1] JIS B 8446-1:生活支援ロボットの安全要求事項—第1部:マニピュレータを備えない静的安定移動作業型ロボット(2016)

[2] TIRI NEWS 2020年8月号, PP.8-9



概要

案内ロボットの事業化支援に向け、自律移動案内ロボットLibraを開発した。このロボットはホテルや美術館、商業施設などでの実証実験を行い、事業展開が見込まれている。しかし、事業化のためには2点の課題がある。人に囲まれたときや、レイアウトが変更されたときなど、自律走行に必要なロボットの自己位置が確率的な推定のため破綻する可能性がある点である。さらに、実証実験ではロボットの安全管理を開発者が行っており、実運用時にも管理者が必要となり、運用コストがかかる点である。これらの課題を解決するために、自己位置推定の破綻検出、破綻後の自律復帰機能をAI技術を活用して開発する。

研究実施内容

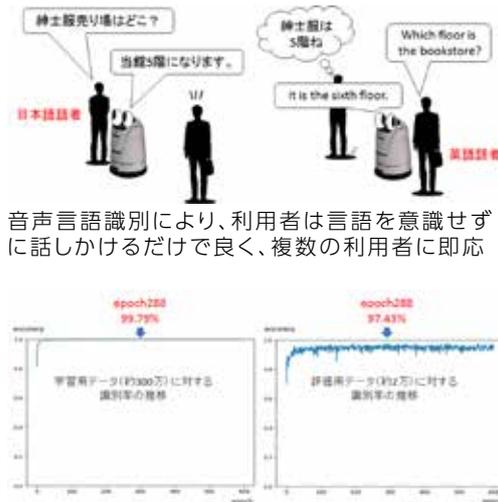
- 非走行領域への侵入検知機能、走行経路に対するタイムアウトの設置、推定尤度の低下検知機能を実装し、現状の自己位置推定における破綻検出機能を開発する。
 - 魚眼カメラを用いたSeqSLAMの同一経路認識を利用し、AI技術を用いた画像処理(CNNなど)による検出精度の高い破綻検出を開発する。
 - 破綻検出以前のデータによる復帰方策、破綻後その場で動かず蓄積したデータによる復帰方策、その場回転による全周囲データからの復帰方策を実装し、移動を伴わない破綻検出後の自律復帰機能を開発する。
 - 案内中など移動を伴う復帰処理を想定し、近傍の走行可能エリア検出、ROSを用いたVisual Odometry、9軸センサの利用を検討する。
 - 自己位置推定の破綻検出、破綻後の自律復帰をLibraのロボットシステムに適用可能な復帰シナリオを開発し、走行試験を実施する。
- 以上の機能を開発することを目標とする。

研究成果

本研究では、自律移動ロボットにおける重要機能の一つである自己位置推定が、破綻してしまうような人込みやレイアウト変更の多い環境で、安全に運用することを可能にするために、LRFと魚眼カメラを用いた自己位置推定の破綻検出を開発し、東京ロボット産業支援プラザ内の疑似実証試験スペースにおいて評価実験を行った。結果として走行したことのある経路上であれば破綻検出からの自動位置復旧が可能であった。

知財関連の状況、文献・資料

- 文献資料
- [1] A. Sasaki, et al."Localization Failure Detection for Autonomous Mobile Robots in Crowded Environment Based on Observation Likelihood Maps Precomputed in Simulations," IECON 2019 - 45th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Lisbon, Portugal, 2019, pp. 6896-6901, doi: 10.1109/IECON.2019.8926879.
 - [2] 中村佳雅ほか「魚眼カメラを用いた時系列画像比較による自己位置推定の破綻検出器の開発」、2020年電子情報通信学会総合大会 2020年3月18日
 - [3] 中村佳雅ほか「公共施設向け展示案内ロボット開発と自己位置推定改善」第38回日本ロボット学会学術講演会、2020年10月9日、オンライン開催



対数振幅スペクトルを使う識別器の学習曲線

概要

多言語案内ロボットLibraを開発し、その構成要素である音声対話機能をホテル・店舗・美術館の案内ロボットに展開した。しかし、Libraの対話は一問一答形式が基本であり、音声による問い合わせ文の部分一致から、応答文を読み返す仕にくみにとどまる。そのため、特に初めて相対した利用者は、利用方法がわからず、言語の違いによる言葉の障壁も存在するためロボットの利用方法に戸惑うという課題がある。本研究では近年脚光を浴びているAI技術を活用し、言語識別、応答文生成により案内ロボットの性能向上を図り、中小企業への展開を目指している。

研究実施内容

言語識別の構成

音響特徴量には対数振幅スペクトル、MFCC (Mel-Frequency Cepstrum Coefficients) を採用し、音声は16 kHzサンプリングされた16ビット深度の波形データとし、FFT処理の解析窓長を512サンプルとした。

学習用及び評価用の音声データは語学習得用音声や朗読音声から日英中韓の音声データを収集した。収集した音声データの大部分を学習用データとし、話者や内容の異なる残りのデータを評価用データとした。

収集した音声データはある話者がある内容のある速さで話した音声である。このような音声は声の高さや話速で非常に限定的なバリエーションしか含んでいない。そこで、各音声データに対して声の高さ(ピッチ)と話速を変え、データの増強を行った。

言語識別器を構成するディープニューラルネットワークにはさまざまな構造が存在するが、本研究では畳み込み層(Conv層)による特徴抽出器と全結合層(FC層)による識別器で構成されるCNN(Convolutional Neural Network)を基本としつつ、多層ではあるが畳み込み層(Conv層)の少ない小規模ネットワークで探索した。

学習には、GPGPU計算可能なハードウェアを搭載したコンピュータを用意し、学習と評価のためのソフトウェア環境としてChainerを使用した。

対数振幅スペクトルでの言語識別の評価

学習データとして日:1,364,970個、英:623,640個、中:488,590個、韓:569,600個の合計3,046,800個、評価データとして日:5,400個、英:5,050個、中:5,400個、韓:5,200個の合計21,050個を用意した。評価データに対する識別率が最大となったのはepoch 288の際で、学習データに対する識別率は99.79%、評価データに対する識別率は97.43%であった。音声の長さでの精度としては、最低でも1.5秒の音声データが必要であることがわかった。また、識別に要した時間は、CPU(Xeon E5-2630 2.20 GHz)による実行とした場合、0.014秒であった。

MFCCでの言語識別の評価

学習データとして日:1,363,900個、英:623,580個、中:488,530個、韓:569,590個の合計3,045,600個、評価データとして日:5,850個、英:5,050個、中:5,400個、韓:5,200個の合計21,500個を用意した。評価データに対する識別率が最大となったのはepoch 76のときで、このときの学習データに対する識別率は99.26%、評価データに対する識別率は95.19%であった。

応答文生成に関する調査

チャットボットで採用されているSeq2Seq (Sequence to Sequence)モデルを多層LSTM (Long short-term memory)アーキテクチャにより構築した。しかし、データセットの量が不十分であるため、実用に耐えうる性能が得られていない。

研究成果

- 開発した音声言語識別方式について、実験により約300万の学習データに対して99%以上の識別率、約2万の評価データに対して95%以上の識別率を達成でき、4層の畳み込み層と2層の全結合層から成るニューラルネットワークが言語識別能力を持つことを確認した。
- 一方、応答文生成については、案内ロボットでは、正しい表現と説明が重要である一方、データセットの収集に非常に多くの時間を消費する。そのため、テンプレート式で短時間に文章を入力できるツールなどのしくみが重要である。対話入力ツールは案内ロボットLibraのコスト削減に不可欠であり、今後の研究課題としたい。

