

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 13 日現在

機関番号：32658

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K07680

研究課題名(和文) 農業用ヒューマンセンシング及び自動農作業・労働負担記録システムの開発

研究課題名(英文) Human sensing for agriculture and development of automatic farm work / labor burden recording system

研究代表者

佐々木 豊 (Sasaki, Yutaka)

東京農業大学・地域環境科学部・教授

研究者番号：60313508

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、「野外で姿勢、モーション、感性情報などをセンシング出来るヒューマンセンシングシステムの構築とその応用」として、1.野外で使用できる簡易・安価なヒューマンセンシングシステムの基礎研究・開発、2.自動農作業・労働負担記録システムの開発を目的とした。研究成果としては、通常の農作業と共生型農業のための野生鳥獣駆除作業両者に使用できる、野外でのヒューマンセンシング技術の基礎部は構築できた。また、特に後者の駆除作業において、関連した支援技術開発が行え、検証フィールドの設置と継続的な連携の準備、一部検証のための情報収集を行うことができたと考える。

研究成果の概要(英文)：In this research, "Building a Human Sensing System that can sense posture, motion, Kansei information, etc. outdoors and its application" 1. Basic research and development of a simple and inexpensive human sensing system that can be used outdoors, 2. Automatic It aimed at developing farm work / labor burden recording system.

As a result of the research, we could build the foundation of outdoor human sensing technology which can be used for both normal farming work and wild birds and animals control work for symbiotic agriculture. In addition, we think that we were able to develop relevant assistive technologies especially for the latter extermination work, be able to prepare for verification fields, establish continuous collaboration, and gather information for partial verification.

研究分野：農業情報工学

キーワード：ヒューマンセンシング 農作業 野生獣駆除作業 労働負担評価

1. 研究開始当初の背景

農業従事者の75%以上が60歳以上であり、高齢化が進んでいる。また、今後10年間で200万人が離農すると言われている(2010年世界農林業センサス)。これに対して新規就農者は年間6~8万人ほどであり、農業者として自立するには10年の経験が必要であると言われている。このことは、労働力の減少、篤農家などの有する知的財産の消失などを示しており、更なる農業機械・ロボットの高度化や新規就農者支援などの早急な対策が必要不可欠であることを示唆している。

本研究では、新規就農者支援にもつながら農業機械・ロボットの知的高度化を目指す。具体的には、これまで多く研究・開発されてきた自律型の農業機械やロボットではなく、人と機械・ロボットが同じ空間で一緒に作業を行う「協調作業型農業機械・ロボット」に着目する。協調作業を実現するために必要となるのは、農作業者の位置・姿勢・動作・視線・感性情報などをセンシングするヒューマンセンシングである。ヒューマンセンシング自身はハウスケアロボットや介護・教育ロボットにおいても研究がされているが、農業用の研究・技術開発は非常に少ない。特に野外でもセンシング可能な安価なシステムは存在しない。特に本研究では、非言語情報に着目する。これは大きく分けて、顔の情報と、姿勢情報に分かれる。顔情報からは視線や感性情報の把握、姿勢情報からは、モーションやノンバーバルコミュニケーションインターフェース、農作業の自動記録システム、労働負担の記録システムが構築可能となる。

2. 研究の目的

関連研究の学術背景、及び我々のこれまでの研究経緯を踏まえて、「野外で姿勢、モーション、感性情報などをセンシング出来るヒューマンセンシングシステムの構築とその応用」を実施する。具体的な実施項目は以下である。

先ず、野外で使用できる簡易・安価なヒューマンセンシングシステムの基礎研究・開発について、野外で使用できる安価なシステムを前提とした、アクティブIR型距離画像センシングシステムをベースとして、農作業・骨格・姿勢・モーション、顔情報より視線・感性情報の取得を実現する。加えて、高度モーションコントロールインターフェースの構築とロボット実機での検証を行う。

次に、自動農作業・労働負担記録システムの開発について、上記の具体的な応用として、姿勢情報と視線・表情情報から自動的に農作業記録を実現するシステムを構築する。特に姿勢情報と感性情報から、より精度の高い心理的肉体的労働負担を把握するシステムを構築する。

また上記に加えて、これまでは通常の農作業を前提に検討してきたが、自然環境との共

生型農業実現のためには、野生鳥獣被害の問題は不可避と考える。特に、気象変動及び人口減少社会が世界の共生型農業の実現に大きく影響を与えており、これに伴う限界集落、耕作放棄地、森林整備の不十分さ、森林資源の変動、農家の高齢化などにより、益々野生鳥獣の被害が大きくなっていくと推測される。野生鳥獣による農作物被害金額は2007~2013年の平均で年間213億円にも上る。以上から、従来の農作業以外に農業生産で重要となる野生鳥獣駆除作業に対し、これまで開発を行ってきたヒューマンセンシングシステムの応用を検討し、野生鳥獣の駆除を行う狩猟者の労働負担に特に着目し、支援技術の開発を行った。

3. 研究の方法

先ず、簡易・安価なヒューマンセンシングシステムの基礎研究・開発については、新型Kinectセンサー、Open NI、Open CVを用いたシステムを基本として構築する。また、検証ロボット実機への実装と高度モーションコントロールインターフェースの構築を行う。野外で使用できる簡易・安価なヒューマンセンシングシステムの基礎研究・開発について、

- ・新型Kinectセンサー、Open NI、Open CVを用いたシステムを構築し、屋内及び屋外実験を行って、その性能評価を実施する。

- ・ノンバーバルコミュニケーションインターフェースとしては、作業エリアや運搬などの移動位置を示す「指差し」モーションコントロールを実現する。これについては一部研究を実施している

次に自動農作業・労働負担記録システムの開発については、骨格情報と各関節情報から農作業を関連付けし、特に篤農家の病害検知を想定した自動農作業記録システムの開発を行う。労働負担記録システムについては、各関節情報から肉体的労働負担度を算出し、心理的負担を表情からの感性情報を抽出することによって実施する。具体的には次のような手法を検討した。自動農作業・労働負担記録システムの開発について、

- ・篤農家の病害検知作業を想定し、骨格情報から農作業情報を関連付けて推定するシステムを構築する。特に視線情報も算出し、作業者の注目点が把握できるシステムとする。

- ・表情から感性を抽出する方法はコンピュータビジョンを用いたマッチング手法を基本とする。これまで申請者らが構築した表情・感性抽出システムが参考となる。

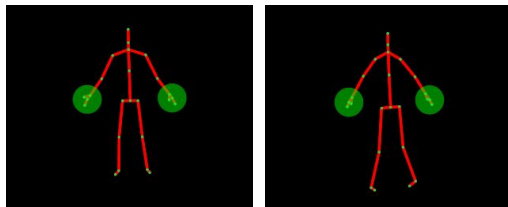
- ・心理的肉体的労働負担を算出するシステムについては、前述の骨格情報を用いる。感性情報抽出についても前述のシステムを応用する。

また、野生鳥獣駆除作業の支援技術開発についてはArcGIS10.3を使用した。

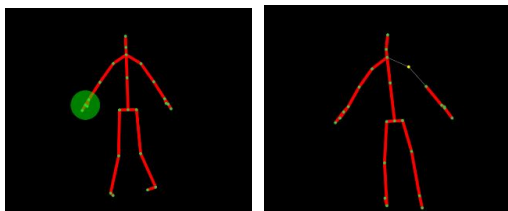
4. 研究成果

先ず、野外で使用できる簡易・安価なヒューマンセンシングシステムの基礎研究・開発であるが、Kinect v2 センサーの農業活用の可能性と、ヒューマンセンシングによる感性コミュニケーションインターフェースの検討をした。野外における照度と骨格抽出結果の比較例を示す(図1)。Kinect v1はLight Codingと呼ばれるDepthセンシング方式だったため、照度の高い日中に骨格座標を取得することが難しかったが、Kinect v2はTOF方式に変わり、v1よりも太陽光(近赤外光)が強くても取得可能であることが判明した。但し、70 k lxを超えていくと次第に骨格抽出に誤差が生じ、特に指の情報は取得できなくなった。曇天であれば安定して骨格情報は取得できた。Kinect v1と同様、近赤外線を照射するため、逆に照度の低い早朝・夕方・夜間・人工光下などでも骨格情報は取得できる。

モーションコントロール部の検討についてであるが、農業ロボットに見立てたレゴEV3ロボットを、主に右手の上下で前進・後進、右手と左手の上下の組み合わせで旋回動作、指の3状態(Open, Closed, Lasso)で作業機上下と警告音の鳴動指示などを試作した。



(A) 曇天, 25.2 k lx (B) ほぼ晴天, 57.8 k lx



(C) ほぼ晴天, 75.1 k lx (D) ほぼ晴天, 90.6 k lx

図1 野外における骨格抽出結果例

顔情報からの感性の抽出するシステムの構築を図った(図2)。

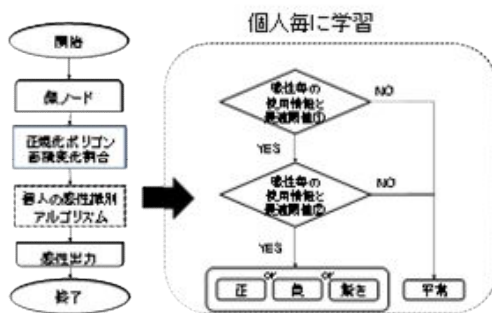


図2 表情 感性抽出アルゴリズム

これらより、野外で使用できる簡易・安価なヒューマンセンシングシステムの基礎研究・開発が行えたと考える。

次に、自動農作業・労働負担記録システムの開発については、植物診断を対象に、その把握ができるシステムを構築することができた。図3にそのアルゴリズムを示す。また植物診断の農作業記録を対象にシステムを開発しており、その様子を図4に示す。

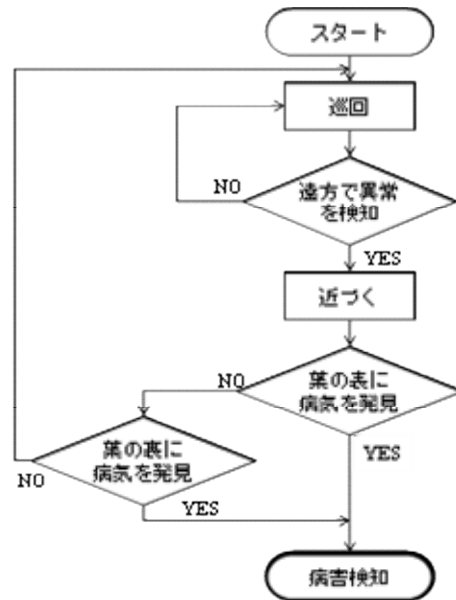


図3 病害検知のフローチャート

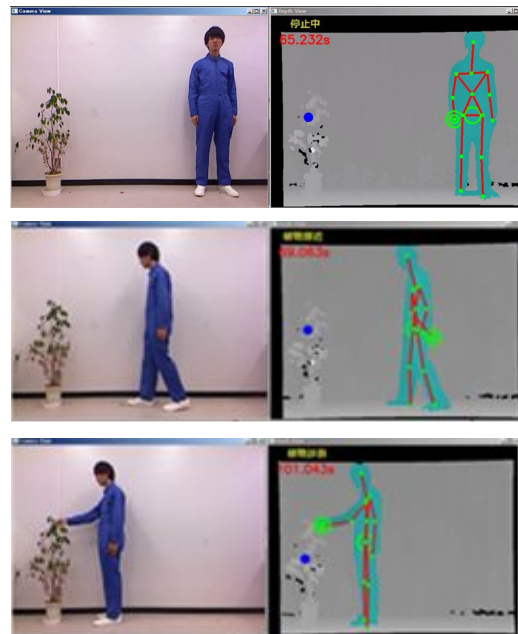


図4 植物の病害検知作業の認識実験例

また、このように農業従事者減少や高齢化問題への対応、新規就農者の支援を行うために、我々は野外で姿勢・モーション・感性情報などをセンシングできるヒューマンセンシングシステムの構築を行ってきたが、目的で示したように、農作業の範囲を拡張し、その応用として、狩猟を農作業としてセンシ

グ、その労働負担の検討と関連支援技術開発を行った。野生鳥獣駆除を行えるのは狩猟免許を持った狩猟者であり、狩猟免許や対象とする野生鳥獣によって変わるが、次のような移動、動物の運搬、事故リスクなどが存在する。

- ・平面ではなく、山中の起伏の激しい場所を移動しなければならない。

- ・移動時に天候の影響を受けやすく、落葉上や雪上など滑りやすく、事故リスクが高い。

- ・銃免許に関しては、3~5kg の銃を常に持つ
- ・射撃時は一定の姿勢を保持する必要がある。

- ・箱罠の場合 100kg 以上のものを運び設置する。

- ・イノシシやシカを捕獲した場合、50~200kg 程度の獲物を山から運ばなければならない。

これらについて、狩猟者の骨格情報を用いて疲労度を評価するシステムについて検討を行った。また支援技術として、Web GIS ハンターマップの開発を行った(図5)。ハンターマップとは、「鳥獣保護区等位置図」として各都道府県で販売、もしくはWebサイトなどで公開されている地図で、鳥獣保護区、特別保護地区、特定猟具禁止区域、指定猟法禁止区域などが示されている通称である。本研究では、これをデジタル化したデジタル鳥獣保護区等位置図に、植生などの地理情報や狩猟記録を加え、狩猟者の支援となるGISとハンターマップを定義している。狩猟者用 Web GIS ハンターマップの利用が可能となると、銃狩猟好適エリア算出、わな狩猟好適エリア算出、狩猟者把握・事故リスクの軽減、狩猟記録の簡易化につながる。埼玉県の種類データとして、自然保全地域、狩猟保護区、自然公園地域(特別保護区、特別地域、自然公園地域)、河川・湖沼 植生 森林地域(国有林、地域森林計画対象民有林、保安林、森林地域)、道路、過疎地域、耕作放棄地、農業地域(農用地区域、農業区域)などを整理した。狩猟記録は野生鳥獣を捕獲・駆除した時の記録であり、環境省で管理されているがこれまで情報が十分活かされておらず、これも埼玉県庁から提供を受け入力した。先ず狩猟記録をGISで視覚化することによりどのエリア(メッシュ)でシカ・イノシシが捕獲されているかと、その経年変動が判明した。

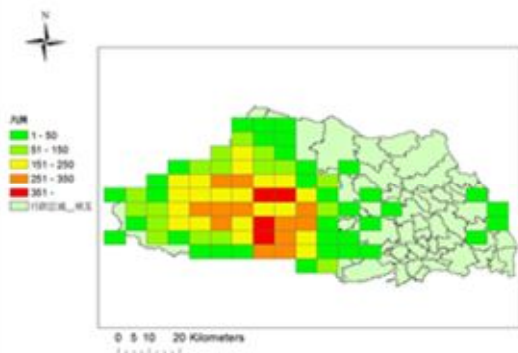


図5 Web GIS ハンターマップ

累積捕獲数と植生を解析することにより、客観的にシカ・イノシシの好む環境(植生)が得られ、捕獲されているエリア以外にも植生に関して狩猟に適したエリアの推定につながる結果を得ることができたと考える。具体的には、シカ・イノシシの植生面積と捕獲数の相関係数を求めた結果、シカについては、「暖温帯針葉樹林」、「植林地」にやや強い正の相関があった。イノシシについては、「落葉広葉樹二次林」にやや強い正の相関があった。それぞれの生態と矛盾しない結果となっていると考えられ、逆に植生情報から狩猟に適したエリア情報算出につながると考える。

この支援技術により、作業負担とリスクの軽減を図れると考える。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 6 件)

佐々木 豊, 中村祐太, 照山 僚: Kinect v2 センサーの農業活用の可能性と、ヒューマンセンシングによる感性コミュニケーションインターフェースの検討, 農業食料工学会, 2015

佐々木 豊, 照山 僚: 表情 感性抽出コンピュータビジョンシステムの構築, 農業情報学会, 2015

佐々木 豊, 伊神謙吾: 知農ロボットの開発 - 3D センシングと病害検知を想定した農作業記録システムの構築 -, 農業情報学会, 2015

佐々木 豊, 池田雄介: 狩猟者用 Web GIS ハンターマップの検討, 農業情報学会, 2016

佐々木 豊: シカ・イノシシ被害を対象とした狩猟者負担の地理的検討, 農業食料工学会, 2017

佐々木 豊: 疲労度評価システムの開発 - 狩猟者の疲労度負担の検討 -, 農業食料工学会, 2017

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐々木 豊 (SASAKI, Yutaka)

東京農業大学・地域環境科学部・教授

研究者番号: 60313508