

令和 3 年度 ■ 当初予算 □ 補正予算 (月) 確定日 令和3年8月18日

機 関 名	産業技術センター	課題コード	R020901	事業年度	R2 年度 ~ R4 年度
課 題 名	人工知能とVR技術の融合によるインテリジェント検査システムの開発				
機関長名	佐藤 明		担当(班)名	スマートものづくり技術グループ	
連 絡 先	018-862-3414		担当者名	伊藤亮、小松和三	
政策コード	2	政 策 名	社会の改革へ果敢に挑む産業振興戦略		
施策コード	1	施 策 名	成長分野の競争力強化と中核企業の創出・育成		
指標コード	5	施策の方向性	コネクタハブ機能を担う中核企業の育成と技術イノベーションの創出		
種 別	重点(事項名)		地域の独創性を高め世界に通用する企業を育成する研究開発		基盤
	研究	○	開発		試験
	県単	○	国補		共同
調 査					
その他					
その他					
評 価 対 象 課 題 の 内 容					
1 研究の目的・概要 従来、人が目視で行っている検査(工業製品の不良品判別、農作物の等級判定など)を人工知能(AI)とロボットを利用して自動で行う技術を開発し、県内産業の自動化・省力化推進に役立て労働力不足に対応する。 AIを活用した外観検査の自動化ではAIに学習させる作業で非常に手間がかかっているが、本研究ではVR技術を活用し、対象物の3次元データをもとに正常品・不良品のデータを自動で大量に生成し読み込むことでAIの学習を瞬時に出来る、新しい技術を開発する。また農作物などの異形状物・柔軟物をピッキング、ハンドリング可能なロボットハンドを製作し組合せることで目視検査工程全体にわたって自動化する。					
2 課題設定時の背景(問題の所在、市場・ニーズの状況等) 労働力不足が深刻になっている秋田県では、現在、人が目視で行っている検査の工程を自動化したいという要望が非常に多く、喫緊の課題となっている。特に電子デバイス産業での製品検査や農作物の等級判定・包装などでニーズが高く、自動化することで大きな効果を見込むことができる。 近年、応用が進んでいるAI、特にディープラーニングによる画像解析により、人間の目と同等の外観検査が自動で行えるようになってきている。しかしながら、AIの学習に手間と時間およびノウハウを要すること、農作物などをはじめとする異形状・柔軟物のハンドリングが困難であることなどから活用は進んでいない状況である。					
3 課題設定時の最終到達目標 ①研究の最終到達目標 ・外観検査AIの学習を飛躍的に効率化させる新たな手法を開発する。 ・フレキシブル基板や農作物といった柔軟物や異形状物のハンドリングが可能なロボットハンドを開発する。 ②研究成果の受益対象(対象者数を含む)及び受益者への貢献度 電子デバイス、機械、食品業界、農業 本研究成果の技術移転により、目視検査が自動化できるようになることで企業にとっては大きなコスト削減の効果が見込めるほか、人が行う単純作業を削減し、より付加価値の高い業務へ割り当てることで生産性向上につなげることができる。また、人手では判別にばらつきが生じるのに対し、一定の精度で判別を行うことができるため不良品流出などのリスクを低減することができる。					

4 全体計画及び財源

別紙のとおり。

5 課題設定時からの市場・ニーズの変化等

課題設定時と同様に、人が目視で行っている検査の工程を自動化したいという要望は非常に高い。また、市場の状況としても同様であるが、ロボティクス技術(AIやロボットを活用した自動化、省力化)の導入は高い報酬を支払って専門家に頼めば大抵は可能という状況にある。しかしながら県内企業がロボティクス技術の導入を全て外部に依頼してしまった場合、社内に技術が残らない上、高額な報酬を払い続けなくてはならない状況に陥ってしまう可能性が高い。これを避けるため県内企業が自社でAI開発、ロボットハンド開発が可能になることは非常に重要と言える。従って本研究で開発する技術を活用して県内企業への技術普及・人材育成を行うことは依然として非常にニーズが高いと言える。

6 本県産業や県民生活への向上への貢献の見込み

県内企業が自社でAI開発、ロボットハンド開発が可能になることにより、生産性向上・省力化を独自に進められるようになり、開発型企業への転換、さらには長期的に見て、今後も生き残っていけるスマートファクトリーへの転換を図ることができる。また人手不足の解消による受注拡大や、作業者がより創造性の高い仕事に時間を割けるようになることで先進的取組みにトライできるようになるといった効果も期待できる。

さらにロボットやAIを管理する高度な知識・技術を持った人材のニーズが高まることで、若年層にとって魅力的な雇用を創出し人口流出抑制の効果が期待できる。

7 これまでに得られた成果

画像処理AIの開発環境を構築し、データの取得、スーパーコンピュータを利用した学習、実装・評価までスムーズに行えるようになった。その一つの事例としてシイタケの等級判別の自動化を行い、90%以上の正解率で判別可能であることを示すことができた。またオープンソースを活用したAIシステムの構築技術を確認した。ロボットハンドリング技術の開発では、3D-CADを用いた設計、3Dプリンタを用いた試作および評価まで一通り行える環境を構築し、リンク機構を用いて異形状物をその形に沿って傷つけずに把持可能なロボットハンドを試作することができた。

さらにこれまでに得られた技術を活用して、下記のような技術普及および人材育成を開始した。

- ・研修事業(AIコース・ロボットコース)もしくは共同研究を通じた人材育成(3社に実施中)
- ・秋田県ロボット技術研究会(県内32社)への情報展開

8 残る課題・問題点・リスク等

県内企業にAI技術をさらに広く普及していくためには、AIの学習を効率化させる新たな手法の確立が必要であり、今後は学習データの整理(アノテーション作業)の省力化に取り組んでいく。VR技術の応用に加えてオートエンコーダ、あるいはGAN(敵対的生成ネットワーク)等を応用し、教師なし学習の適用拡大およびAIに学習データを作成させる技術の確立を目指す。

ロボットハンドリング技術においてはAIを導入したスマートな動作技術の確立が必要であり、今後はカメラ画像・力覚センサーの信号からAIが最適なハンドの動作を判断するシステムを開発し、その技術をもとに県内企業へ展開することで産業の高度化を図る。

9 評価

観点																			
1 ニーズの状況変化	○ A ● B ○ C ○ D ・本研究課題で取り組むAI構築技術、ロボットハンド設計・開発技術は、昨今の働き方改革、さらには第4次産業革命をけん引する技術であり、ニーズはますます高くなっている。従って、県内企業への技術普及・人材育成は極めて重要でニーズが高いといえる。 ・従来、人の目で実施していた選別作業を自動化する事は、高齢化による人手不足を解消するために、有効な手段である。共同研究相手先のニーズによりシイタケの形状による等級選別を想定しているが、これが高精度で実現できれば他にも応用が可能となるため、常にニーズは存在すると思われる。 A. ニーズの増大とともに研究目的の意義も高まっている C. ニーズの低下とともに研究目的の意義も低くなってきている B. ニーズに大きな変動はない D. ニーズがほとんどなく、研究目的の意義がほとんどなくなっている																		
2 効果	○ A ● B ○ C ○ D ・通常、AIやロボットを活用した自動化・省力化技術を導入する際にかかる費用は大変高額なものとなる。さらに、これらの技術・設備を維持するためにかかる費用も県内企業にとっては大きな負担となる。そこで、本政策研究を通じて実施される技術普及・人材育成は極めて重要な位置づけとなる。 ・若年層にとって魅力的な技術であり、高度な知識と技術を持つ人材の流出を抑制できる効果も期待される。 ・従来は人が判断した等級は、判定者が異なると判断基準がまちまちであり、同じ物でも日が変わると別の等級に分類されることもあって、どうしても不安定要素があったが、AIを用いる自動判定により等級判別が安定化するという効果も見込める。 A. 大きな効果が期待される C. 小さな効果が期待される B. 効果が期待される D. 効果はほとんど見込めない																		
3 進捗状況	○ A ● B ○ C ○ D ・オープンソースを利用したAI構築技術に関して、研修事業等を利用して県内企業への指導を始めており、当初から期待されていた効果が具現化しつつある。 ・センター内において、AIによる画像処理技術、3D技術を使ったロボットハンド設計・試作技術等が蓄積されつつあり、政策研究としての効果が出始めている。 ・昨年度まではAIが学習できる環境を整える目標に対して、予定通り達成した。また判定の正解率の目標値90%に対して、95%程度の正解率が達成された。ハンドリングに使用するロボットハンドも手動保持からモーターによる保持が可能となり、こちらも目標が達成された。全て概ね計画どおりと思われる。 A. 計画以上に進んでいる C. 計画より遅れている B. 計画どおりに進んでいる D. 計画より大幅に遅れている																		
4 目標達成の状況	○ A ● B ○ C ○ D ・AI技術のカギとなる部分は教師データの習得であり、いろいろな手法が提案されつつあるが、現状、オールマイティな手法は無い。従って、新しい技術のキャッチアップしながら技術を蓄積し、ケースバイケースで県内企業に展開するといった試行錯誤が必要となることから、この点にリスクが存在するといえる。 ・ロボットハンドに力学センサーを取り付けて保持力を計測する予定であるが、現状センサーの値の読み込みによる力制御がうまく出来ていないので、改善する必要がある。 A. 目標達成を阻害する要因がほとんどない C. 目標達成を阻害する要因がある B. 目標達成を阻害する要因が少しある D. 目標達成を阻害する要因が大いにある																		
総合評価	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th colspan="2">判定基準</th></tr> <tr> <td>A</td><td>全ての評価項目がA評価である課題</td></tr> <tr> <td>B+</td><td>各評価項目がB評価以上であり、A評価が2つ又は3つの課題</td></tr> <tr> <td>B</td><td>各評価項目がB評価以上である課題 (A評価、B+評価に該当する課題を除く)</td></tr> <tr> <td>C</td><td>いずれかの評価項目でC評価がある課題 (D評価に該当する課題を除く)</td></tr> <tr> <td>D</td><td>いずれかの評価項目でD評価がある課題</td></tr> </table> ○ A 当初計画より大きな成果が期待できる ○ B+ 当初計画より成果が期待できる ● B 当初計画どおりの成果が期待できる ○ C さらなる努力が必要である ○ D 継続する意義は低い							判定基準		A	全ての評価項目がA評価である課題	B+	各評価項目がB評価以上であり、A評価が2つ又は3つの課題	B	各評価項目がB評価以上である課題 (A評価、B+評価に該当する課題を除く)	C	いずれかの評価項目でC評価がある課題 (D評価に該当する課題を除く)	D	いずれかの評価項目でD評価がある課題
判定基準																			
A	全ての評価項目がA評価である課題																		
B+	各評価項目がB評価以上であり、A評価が2つ又は3つの課題																		
B	各評価項目がB評価以上である課題 (A評価、B+評価に該当する課題を除く)																		
C	いずれかの評価項目でC評価がある課題 (D評価に該当する課題を除く)																		
D	いずれかの評価項目でD評価がある課題																		
評価を踏まえた研究計画等への対応 ・AI技術の活用のニーズは益々高まっているため、引き続き計画に沿って研究開発を進める。 ・アノテーション作業を効率化する手法については先行研究を十分に調査した上で独自の有効な手法を考案する。また、各企業のニーズに合わせて応用可能になるよう考慮する。 ・ロボットハンドの力覚センサについてはpythonコードでのデータ読み込みはできているので、今後サーボモータと連動させるプログラム作成を進める。																			
(参考)	事前	中間(年度)	中間(年度)	中間(年度)	中間(年度)	中間(年度)													
過去の評価結果																			

令和 3 年度 ■ 当初予算 □ 補正予算 (月)

機 関 名	産業技術センター	課題コード	R020901	事業年度	R2 年度 ~ R4 年度	
課 題 名	人工知能とVR技術の融合によるインテリジェント検査システムの開発					

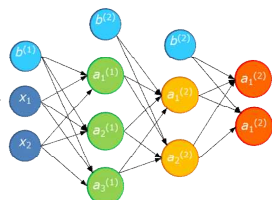
4 全体計画及び財源 (全体計画において == 計画 —— 実績)									
実施内容	到達目標	2 年度	3 年度	4 年度	年度	年度	R2到達目標	到達状況	
AI開発環境の構築、NNのプログラミング	深度カメラにより3次元形状を入力し処理可能なシステムを構築する						画像処理AIの構築・学習・評価まで一通り行える環境を整備し、開発事例を示す。	画像処理AIの開発環境を構築し、データの取得、スハコンを利用した学習、実装・評価までスムーズに行えるようになった。シタケの等級判別自動化の事例を示した。	
対象物の3Dデータを取得し編集可能な環境の構築	対象物をデジタルカメラ等でスキャンすることで得た3DデータをPC上で編集できる環境を構築する						3Dデータの活用を含め、アノテーション作業を効率化するための方策を検討し、今後の開発環境を整備する。	アノテーション作業を効率化する手法としてオートエンコーダーの応用を検討し、NGデータなしでの異常検知が可能であることを示した。	
対象物の3DデータをもとにAIに学習させる技術の開発	OK品、NG品などのデータを自動生成してAIに学習させることができる								
異形状物のハンドリングを行うためのロボットハンドの設計・試作と実験	深度カメラによる画像処理により、異形状物がパレット積みされた状態から1つをピックアップし整列させることができる						ロボットハンドの設計・試作・評価まで一通り行える環境を整備し、開発例としてロボットハンドを試作する。	サーボモーター1つとリンク機構を用いて形状が異なるワークを形状に沿って把持可能なロボットハンドを試作した。	
計画予算額(千円)		3,595	3,600	3,200			合計		
当初予算額(千円)		3,595	3,114				10,395		
財源 内訳	一般財源	3,595	3,114				6,709		
	国 費						6,709		
	そ の 他								

人工知能とVR技術の融合による インテリジェント検査システムの開発

AIの学習データの準備・整理

(アノテーション作業) を効率化する新しい手法の開発

○VR技術を駆使した
学習用データセット構築



○AIの学習データを
AIに構築させるシステム開発

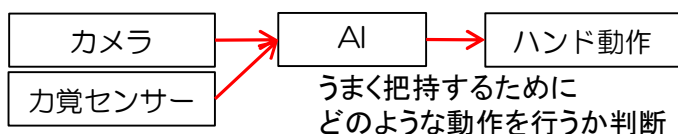
・GAN(敵対的生成ネットワーク)などをベースに
アノテーション作業を半自動化



異形状物のハンドリングを行うためのロボットハンドの開発



○ カメラと力覚センサの情報から
AIが把持の仕方を判断する



技術の実証用試作機制作

【入力(検査対象物)】

- ・電子部品、基板、その他
工業製品・部品
- ・農作物、食品 など

開発技術を導入した
ワークハンドリング部



開発技術を導入したAIによる
検査判定部



【出力】

- 良品・不良品の判断
- 等級の分類 など

研究開発効果

- 画像検査AIにおいて学習に要する時間・労力を大幅に削減
- 県内産業のAI活用・自動化を促進し労働力不足に対応、受注拡大
- ロボットやAIを管理する高度な知識・技術を持った人材のニーズが高まることで、若年層にとって魅力的な雇用を創出し、人口流出を抑制する