



岡山大学記者クラブ加盟各社

文部科学記者会

科学記者会

御中

令和5年11月9日  
岡山大学

## AIを用いた果物・野菜収穫用空間センサーの開発に成功 — 照度等の周辺環境の変化に影響されずに位置・寸法計測が可能に —

### ◆発表のポイント

- ・農業用ロボットには、屋外の光環境が変化しても計測結果が変化しない計測特性が求められます。
- ・一方、屋外用ロボットは、空間計測（対象物の位置・寸法をリモート計測すること）時の周囲環境（晴雨、雲の移動、風による木漏れ日など）の変化や、太陽の日周運動による角度変化、季節による太陽高度の変化などの時変光環境外乱（注1）の影響を大きく受けるため、屋外空間計測の高精度化は困難な課題でした。
- ・複眼カメラには、左右カメラ画像情報の比較に基づく画像処理時に時変光環境外乱の影響を受けない、という特徴があります。これは、撮影時の光環境状況が左右カメラの画像に同時にかつ同等に反映されるためです。この複眼の特徴を利用することで、時変光環境外乱に影響されない画像処理が可能となり、屋外の照度変化に影響されない空間計測が可能になります。
- ・今回、計測対象物の写真を事前に登録しておくことで、登録写真の変更のみでどんな対象物でも位置と寸法の計測が可能で構築しました。
- ・また、任意対象物の位置・寸法計測装置を小型化することで、移動ロボットのハンド部への取り付けが可能（ハンドアイシステムと呼ばれる）となり、ロボットの動きによってカメラ視点を対象物（野菜・果物など）の近くに移動させて計測できることから、高精度な空間計測ができ、作物を正確に把持・収穫する農業用ロボットの開発が可能になりました。



農業用ロボット搭載用の複眼ハンドアイカメラ。カメラ部から対象物（柿）までの位置と柿の寸法測定し、その結果をもとに対象物にハンド部を接近させ、把持・収穫します。計測と接近を繰り返すことで、至近距離からの計測が可能となり高精度なロボット収穫作業が可能です。



## PRESS RELEASE

岡山大学発ベンチャーの株式会社ビジュアルサーボ（岡山大学の見浪護特命教授（研究）が起業）は、ステレオビジョンを用いた空間計測について研究を続け、任意対象物の 3 次元位置姿勢を計測するコンピュータビジョン構築に成功し、泳ぐ魚の寸法計測などを行ってきました。

この画像計測方法は、左右複眼カメラに同じ対象物が写っていれば、その位置・姿勢・寸法の計測が可能であるという特徴があり、そのアイデアは、ビジュアルサーボ所有の特許 6784991、6760656 で権利化されています。今回、AI 手法を用いた画像処理方法により、野菜や果物などの任意不定形対象物でも、位置・寸法の計測が可能となりました。

農業用ロボットは、屋外の光環境が変化しても計測結果が変化しない計測特性が求められます。性能を確認するために野菜、果物、日用品を 16 種用意し、寸法を実測すると共に、屋外の日向（照度約 52,000 ルクス）および日陰（1,530 ルクス）の光環境で対象物の寸法と 3 次元位置を計測し、日向と日陰の照度差に影響されない位置・寸法の計測を実証しました。

上記の結果より、(1) 果物・野菜・日用品の寸法と 3 次元位置を屋外で非接触での空間計測が可能なこと、(2) 寸法計測結果は、屋外の日向・日陰の照度環境に影響されないこと、(3) 補正後の寸法平均誤差は 1[mm]以下、標準偏差は 3[mm]程度であることが分かりました。

今後、果物・野菜収穫用ロボットの開発を、株式会社 SEC（本社：岡山市南区内尾 290、松田篤郎代表取締役）と共同で進める予定です。収穫時に果物の熟度などの計測・寸法に基づく仕分け作業なども可能な多機能ロボットの開発を進め、2023 年度中に農場でのフィールドテストを開始する予定です。

### <現状>

空間計測センサーとして市販され、一般に用いられている画像情報と距離情報を組み合わせた RGB - D 画像を用いる空間計測手法は、距離計測に赤外線が用いられています。太陽光に含まれる赤外線が外乱として働くため RGB - D 画像を用いた屋外での計測は、難しいという問題がありました。今回の寸法位置計測は可視光のみを用いているため、太陽光下でも計測可能です。

### <注釈>

#### （注 1）時変光環境外乱

光の入射角度や照度などの光環境の時間的変化は、画像処理装置への入力画像を変化させる。この入力画像の変化は、コンピュータ内に予め記憶された基準画像と入力画像の差を乖離させるため画像処理結果に誤差を生じさせる。また基準画像と同程度の光環境で画像が撮像されることを前提とした画像処理プログラムの正常動作に悪影響を与え、外乱として作用する。このような光環境の時間的変化を、時変光環境外乱と呼ぶ。



PRESS RELEASE

**背景条件：白板**

**日向/日陰照度変化  
に対する位置/寸法  
計測精度実験**

日向/日陰  
画像例  
上段：バナナ  
下段：リンゴ

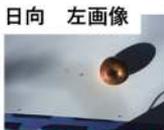
日向 左画像



日向 右画像



日向 左画像



日向 右画像



日陰 左画像



日陰 右画像



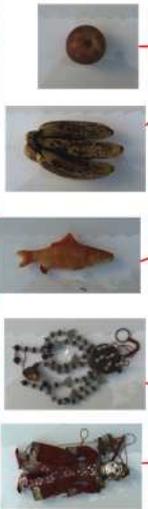
日陰 左画像



日陰 右画像



**対象物  
画像例**



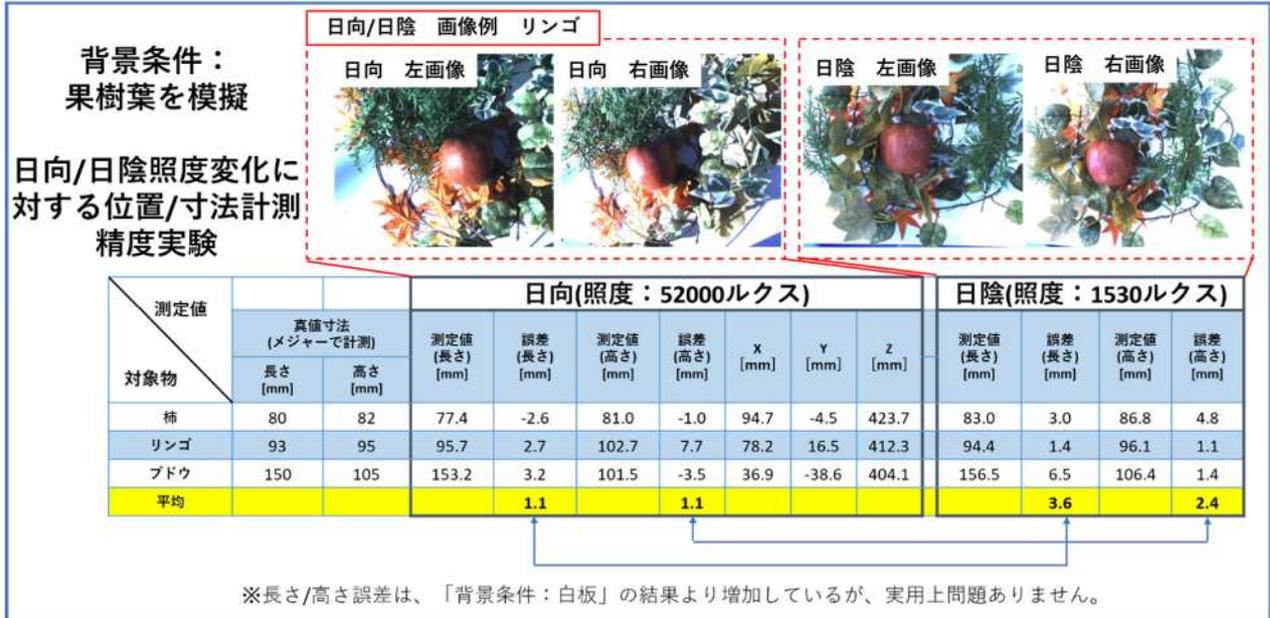
測定値 対象物	真値寸法 (メジャーで計測)		日向(照度：5200ルクス)							日陰(照度：1530ルクス)			
	長さ [mm]	高さ [mm]	測定値 (長さ)	誤差 (長さ)	測定値 (高さ)	誤差 (高さ)	X [mm]	Y [mm]	Z [mm]	測定値 (長さ)	誤差 (長さ)	測定値 (高さ)	誤差 (高さ)
			[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
柿	80	82	71.9	-8.1	74.8	-7.2	60.6	-24.1	395.6	75.2	-4.8	78.5	-3.5
リンゴ	93	95	89.0	-4.0	94.0	-1.0	75.8	-5.5	384.0	87.3	-5.7	93.7	-1.3
ブドウ	150	105	155.7	5.7	103.1	-1.9	104.7	-57.2	411.2	151.2	1.2	100.3	-4.7
バナナ房	202	131	205.6	3.6	138.3	7.3	83.8	-12.3	428.2	204.8	2.8	140.2	9.2
トマト	91	82	88.3	-2.7	82.3	0.3	75.3	-9.3	416.0	92.4	1.4	86.0	4.0
きゅうり	235	35	216.0	-19.0	32.4	-2.6	93.6	-19.5	399.8	233.0	-2.0	37.1	2.1
ビーマン	68	48	67.4	-0.6	48.5	0.5	77.0	-5.0	418.1	68.1	0.1	48.9	0.9
ポルトナット	60	22	55.9	-4.1	21.9	-0.1	49.0	23.5	424.1	58.8	-1.2	22.8	0.8
鯉ぬいぐるみ	220	104	229.7	9.7	99.8	-4.2	60.2	-22.4	460.7	232.4	12.4	100.5	-3.5
やすり	216	13	210.6	-5.4	12.9	-0.1	111.2	-27.9	447.4	214.4	-1.6	13.1	0.1
靴履き	152	38	160.5	8.5	43.3	5.3	95.7	-33.2	452.9	153.0	1.0	39.8	1.8
色マジック	140	21	140.2	0.2	20.4	-0.6	89.7	-15.3	398.2	138.5	-1.5	20.4	-0.6
茶卵	60	45	62.4	2.4	48.6	3.6	62.0	-15.4	456.4	59.2	-0.8	46.2	1.2
装飾品A	220	120	225.1	5.1	119.2	-0.8	92.1	-16.8	409.8	222.4	2.4	117.4	-2.6
装飾品B	220	170	243.4	23.4	192.6	22.6	34.2	-12.8	424.3	220.2	0.2	175.3	5.3
操り人形	300	170	292.8	-7.2	187.9	17.9	55.8	-48.7	393.3	292.6	-7.4	188.8	18.8
平均				0.5		2.4					-0.2		1.7

※長さ/高さ誤差の日向/日陰の差はわずかです。  
 ※複眼カメラを手で持って位置/寸法計測を行いましたので対象物の位置(X,Y,Z)は一定ではありません。  
 位置(X,Y,Z)は、日向での計測結果のみを記載しています。  
 ※長さ/高さの測定値結果は、日向/日陰で差異は無く照度に影響されません。  
 ※カメラ視線方向(奥行き方向)の対象物の厚さは、寸法測定値影響を与え誤差要因となります。  
 上記の表の寸法測定値は対象物の厚さの影響を考慮した補正後の値です。

実測した寸法と、日向および日陰での3次元位置測定の結果。  
 測定結果は照度環境の影響を受けていない。



PRESS RELEASE



果樹葉を模擬した背景条件での、実寸と日向および日陰での3次元位置測定の結果。

果物が果樹の葉に囲まれた状態で背景が複雑な状態であっても、誤差はわずかであり、位置・寸法の計測が可能であることを示している。

<お問い合わせ>

見浪 護

岡山大学特命教授（研究）

岡山大学発ベンチャー:ビジュアルサーボ



岡山大学は持続可能な開発目標(SDGs)を支援しています。