

ロボットハンドによる把持の内部変位計測

立命館大学 ○阿部 慶之, 平井 慎一
滋賀医科大学 森川 茂廣

Inner Displacement Measurement of Grasping by Robotic Hand

○ Yoshiyuki Abe , Shinichi Hirai (Ritsumeikan University) , and
Shigehiro Morikawa (Shiga University of Medical Science)

Abstract: This paper describes inner displacement measurement of grasping by a robotic hand with soft fingers. To measure inner deformation of soft fingers, we used MR images. First, we take pictures of deformed soft fingers which includes feature points by MRI machine. Next, we extract feature points from MR images, and measure inner deformation from displacement of feature points.

1. 緒言

人は意識していなくても物体を把持, 操作することができる. 従来より, 人の軟組織がこのような物体の安定な把持, 操作に貢献していることは指摘されてきた. この指摘に対し, 軟組織を含む系を力学的に解析することで, 軟組織が人の巧みな動作にどのように貢献しているかを解析する試みがなされている [1]. また, MRI 等の内部イメージング技術を用い, 柔軟物内部の変形の計測も行われている.

本報告では, 柔軟素材を有するロボットハンドに物体を把持させ, MRI 装置を用いて撮影する. 次に, 得られた MRI 画像から特徴点を抽出し, 柔軟指の内部変位の計測を三次元的に行う.

2. 実験概要

本実験では, MRI 装置を用いて把持状態でのロボットハンドの柔軟指部分の内部変位を計測した. Fig.1 にロボットハンドの寸法を示す. ロボットハンド先端の半球体部分には, 柔軟物として, (株) エクシールコーポレーション製の人肌ゲル硬度 5 を使用している. Fig.2 に示すように, 半球体内部には特徴点としてプラスチック製のビーズ 18 個を 9 個ずつ 2 層に配置している. Fig.3 に MRI で撮影した際のロボットハンドでの物体の把持状態を示す. MRI での把持状態の撮影は, (a) 物体を把持していない状態 (初期状態), (b) 物体をハンドの左側で把持した状態 (左側把持), (c) 物体をハンドの中央で把持した状態 (中央把持), (d) 物体をハンドの右側で把持した状態 (右側把持) の 4 パターン行った. 柔軟指には, $50 \times 50 \times 50 \text{mm}$ の木材を把持させている. それぞれの把持状態の α および β の角度の値は, (a) $\alpha = \beta = 80^\circ$, (b) $\alpha = 99^\circ$, $\beta = 63^\circ$, (c) $\alpha = \beta = 73^\circ$, (d) $\alpha = 75^\circ$, $\beta = 87^\circ$ である. ここで, α および β の角度は水平面を基準としたロボットハンドのアーム部分の角度を示す. 撮影条件は, スライス間隔はいずれも 1mm , Field of View(FOV) は (a) は $100 \times 100 \text{mm}$, (b), (c) および (d) は $120 \times 120 \text{mm}$ である. 画像サイズはいずれも $256 \times 256 \text{pixels}$ である.

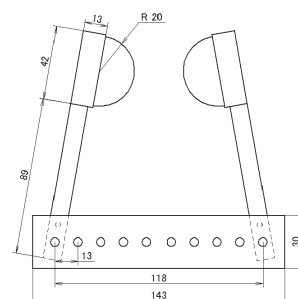


Fig.1 Robot Hand with soft fingers

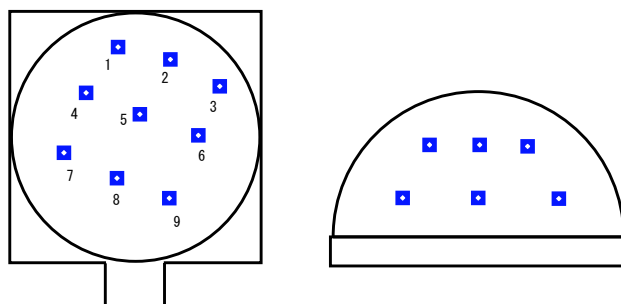


Fig.2 Places of Plastic Beads

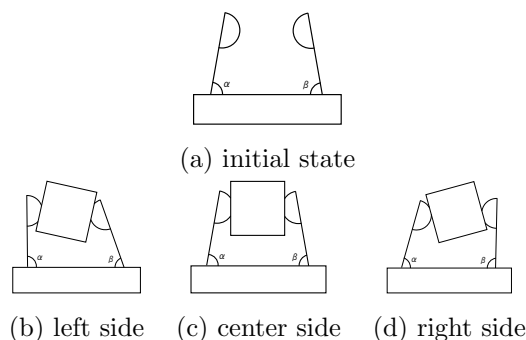
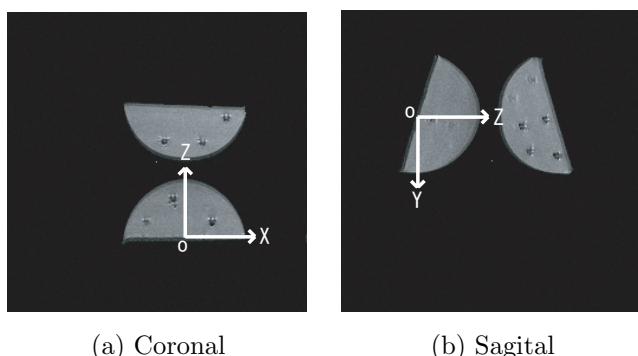


Fig.3 The State of Grasping

3. 柔軟指の内部変位

Fig.4 に初期状態での柔軟指の中心付近の MRI 画像を示す．また，Fig.5 にそれぞれの把持状態での柔軟指の中心付近の MRI 画像を示す．ここで，coronal は人体を正面から見た際に横に切った平面を表し，sagital は人体を正面から見た際に縦に切った面を表す．内部変形を計測する際，座標軸を Fig.4 に示すようにそれぞれの軸の原点を半球体柔軟指の中心部に設定した．また，内部変位の計測は柔軟指の左側のみ行った．

Fig.6，Fig.7 および Fig.8 に柔軟指の内部変形の結果を示す．また，Table 1，Table 2 および Table 3 に内部変位量を示す．図中の矢印は，始点が初期状態の特徴点の座標で，終点が把持状態での特徴点の座標を表している．Fig.6-(c) より，ロボットハンドの中心での把持の場合，半球体柔軟指は中央付近から押さえつけられているため，内側から外側へ広がるように変形していることがわかる．また，Fig.7-(c) より，ロボットハンドの右側での把持の場合，柔軟指は半球体上部から押さえつけられているので，Y 軸の正の方向に変形する傾向にあることが分かる．それに対し左側把持は，Fig.5-(a) および Fig.8 より，柔軟指の変形量が小さいため，内部変位も小さいことが分かる．また，いずれの把持状態でも，Z 軸の変位は原点に近くなるほど変位量が小さくなる傾向にあった．



(a) Coronal

(b) Sagittal

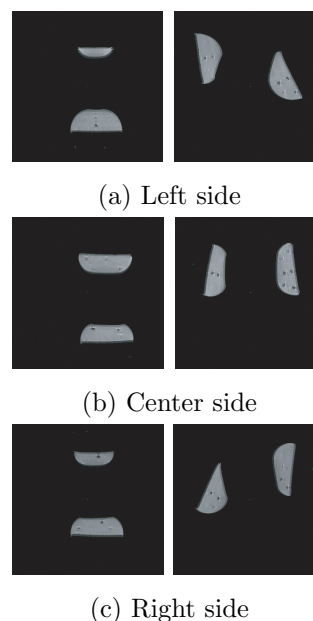
Fig.4 Initial State of MR images

4. 結言

本報告では，MRI 装置を用い，ロボットハンドの柔軟指の把持状態での撮影を行った．また，得られた画像から特徴点を抽出し，特徴点の移動量から内部変位の計測を三次元的に行った．今後は再び MRI 装置を用い，人の指先の撮影し，内部変形の計測を行う予定である．

参考文献

- [1] 井上貴浩，平井慎一，“ロボットハンドによる物体操作のための半球型柔軟指の静的弾性モデル”，日本機械学会論文誌 C 編，Vol.72，No.715，pp.872-878，2006
- [2] 遠藤 和美，張 鵬林，平井 慎一，“柔軟物の内部変形計測による FE モデルの力学パラメータ同定”計測自動制御学会，2007.
- [3] 活田崇至，村松潤治，早見信一郎，森川茂廣，平井慎一，“超音波画像と MRI を用いた内部計測による柔軟物の FE モデルの検証”ロボティクスシンポジウム予稿集，2006.

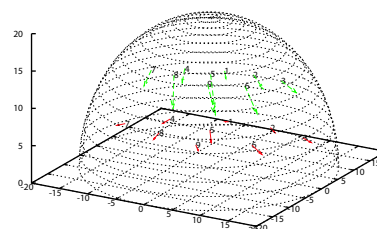


(a) Left side

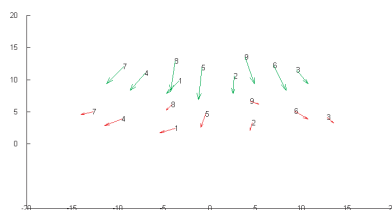
(b) Center side

(c) Right side

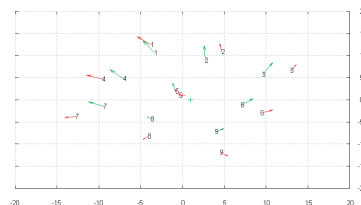
Fig.5 Deformed State of MR Images



(a) 3D Image

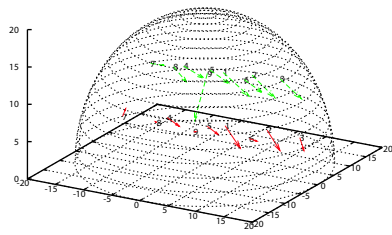


(b) X-Z Plane

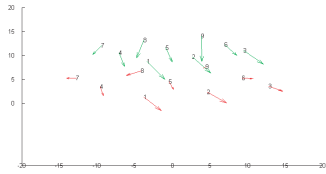


(c) X-Y Plane

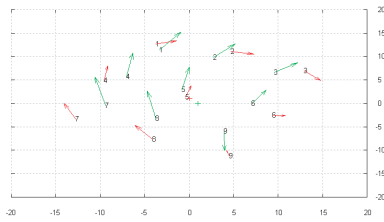
Fig.6 Deformation of Center Side



(a) 3D Image



(b) X-Z Plane

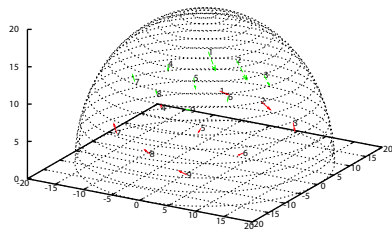


(c) X-Y Plane

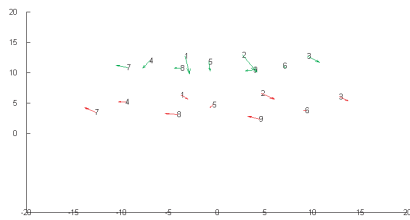
Fig.7 Deformation of Right Side

Table 1 Displacement of Center Side

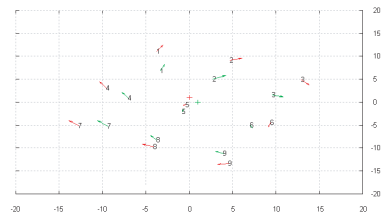
Bottom	x 座標	y 座標	z 座標
1	-1.679	1.799548	0.663446
2	-0.2365	1.841391	1.18823
3	0.698	1.39292	0.873506
4	-1.911	0.988257	1.104191
5	-0.547	1.340853	2.073928
6	1.403	0.63877	1.180701
7	-1.3625	-0.2266	0.381875
8	-0.5845	-0.67979	0.80337
9	0.897	-0.82002	0.406573



(a) 3D Image



(b) X-Z Plane



(c) X-Y Plane

Fig.8 Deformation of Left Side

Top	x 座標	y 座標	z 座標
1	-1.3665	2.749227	1.917588
2	-0.1575	3.248155	2.697105
3	1.2075	2.767515	2.149788
4	-1.6385	2.048521	2.697814
5	-0.3905	1.859482	4.935376
6	1.404	1.335898	3.850022
7	-1.872	1.00855	2.650093
8	-0.5065	0.585011	4.653155
9	1.0145	0.606641	4.117183

Table 2 Displacement of Right Side

Bottom	x 座標	y 座標	z 座標
1	2.3075	0.697328	2.846964
2	2.5775	-0.51608	2.225485
3	1.8705	-1.99329	0.987632
4	0.434	3.00904	1.857403
5	0.6255	2.345866	1.617136
6	1.403	-0.04728	0.132149
7	-1.3625	3.313754	-0.01239
8	-1.9915	2.980169	0.912005
9	-0.2755	1.137672	0.241856

Top	x 座標	y 座標	z 座標
1	2.3855	3.812925	3.769083
2	2.422	2.830601	3.401663
3	2.6145	2.017985	2.784175
4	0.7065	5.091753	2.828295
5	0.782	4.819548	2.967069
6	1.6385	2.849669	2.258815
7	-1.1685	6.051023	1.912977
8	-0.9755	5.778818	3.693252
9	0.0765	-4.11471	5.278145

Table 3 Displacement of Left Side

Bottom	x 座標	y 座標	z 座標
1	0.666	1.392681	0.733687
2	1.405	0.455794	1.014464
3	0.9325	-1.11673	0.679121
4	-0.7385	1.343922	0.056549
5	-0.3125	-0.13796	0.506112
6	-0.2385	-0.92797	0.051687
7	-1.128	1.181894	-0.76014
8	-1.288	0.617144	-0.21412
9	-1.2135	-0.24694	-0.40927

Top	x 座標	y 座標	z 座標
1	0.5095	1.349986	2.849194
2	1.484	0.839245	2.807614
3	1.2075	-0.43936	1.024806
4	-0.7005	1.205804	1.182839
5	0.0785	0.428063	1.506231
6	0.2315	-0.62273	0.366627
7	-1.1685	1.327346	-0.36165
8	-0.741	1.018605	-0.03825
9	-0.8615	0.389657	0.109423