

単腕ロボットによる布製品操作のための布生地展開補助具の検討

○弓場寛之 山崎公俊 (信州大学)

要旨：本論文では、単腕のロボットを用いた布生地の展開動作を補助するための器具について述べる。まず、単腕のロボットが布生地を折りたたむための動作として、机の角を利用した方法を提案し、次にその際に発生する問題点を述べる。そして、その問題点を改善するための補助器具と、その具体的効果を述べる。

キーワード：単腕ロボット 布製品操作 布生地の展開

1. はじめに

今日まで、ロボットに関する研究報告は数多くなされてきたが、そのうち布製品の操作に関する知見は多くない[1][2]。中でも、布製品を折り畳む動作は、クリーニング店、アパレルショップ等の各業界をはじめとし、医療機関や一般家庭などにおいても必須とされるが、その作業は依然として人の手で行われることが多く、手間と負担がかかっているのが現状である。こういった作業は、ロボットに行わせることが可能であるならば、それが望ましい。しかもそれが、なるべく低コストで、かつ簡便な機構で実現出来るのであれば、より理想的である。

そこで本論文では、単腕のロボットを用いることを前提とした布生地の折り畳み動作についての検討を行う。ただし、単腕であるがゆえに、ロボット単体での折り畳み動作の実現は難しい。そこで、ロボットに加え、環境構造として机の角を利用した折り畳み動作というものをを用いる方針で議論を行う。この具体的な内容は、第2章にて述べる。

一般に、積層された洗濯物等から取り出した布生地を折り畳む方法は複数通り考えられる[3]。しかし、いずれの方法も、およそ「布生地を展開」した後に、「展開された布生地を畳む」という2つの段階を経ているものと思われる。本論文ではこのうちの前者に着目し、矩形の布生地の展開方法について考える。

2. 展開動作の提案とその問題点

2.1 展開動作

第1章で述べたように、使用するロボットは単腕であることを前提としている。そこで、展開動作として、机の角という環境構造を利用した手法を提案する。Fig. 1(a)~(c)にその動作の様子を示す。はじめに布地の角を把持し、それを(a)に示すように机の角に当てる。次に(b)のように、机の角に布地を接触させながら机の上に引き上げ、展開する。成功すれば、(c)に示すように布地が机の上に展開される。

2.2 本手法の問題点

人手による実験を重ねた結果、展開を失敗させる要因として以下に述べる3つの問題が上がってきた。

1つ目は「外反り/内反り」問題である。布地の角を把持し、机の角に当たった際、布地の形状はFig. 2上段に示すような2通りに大別される。ここに、左に示すような反り方を「外反り」、右に示すような反り方を「内反り」と呼ぶことにした。前者は後者に比べ、展開が失敗し易い。外反りはFig.1(a)に示すように、布の縁が机の縁に接触しておらず、よってFig.1(b)のように机の縁に沿って左右に展開していかないからである。ただしこの問題は、布地の角

を把持した後、手首を90°捻り、内反りの状態を強制的に作ってから布地を机の角に当てることで、比較的容易に解決する。

2つ目は「横滑り」問題である。Fig. 2中段のように、フェイスタオル等の長手方向を持つ布製品は、机の上に引き上げる際、布が机の縁に沿って横に滑りやすい。それが原因で布に皺がより、展開が失敗してしまう場合がある。

3つ目は「巻き込み」問題である。Fig. 2下段に示すように、布を机の上に引き上げる際、布の縁が机の縁との摩擦によって内側に巻き込まれ、これにより展開が失敗してしまう場合がある。

横滑りと巻き込みの問題は、外反り/内反りの問題と異なり、布の持ち方を工夫するだけでは解決が難しい。

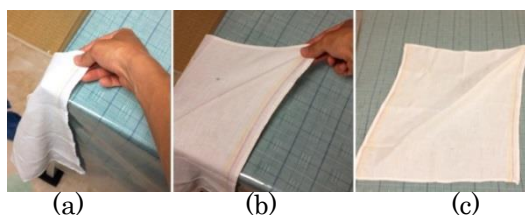


Fig.1 Unfold a dishcloth



Fig.2 The problems of unfolding

3. 布生地展開補助具

前述の問題を解決するには、横滑りを回避するための滑り止め、並びに巻き込みを回避するための机の縁と布生地との間の摩擦を減少させる措置という2つの要素を、何かしらの工夫によって付加する必要がある。そこで、Fig.3に示すように、机の角に何種類かの形状、素材(表面性状)の補助具を取り付

けたうえで展開実験を行い、これらの中から、問題の解決に最も効果を上げるものを調べることにした。(a)~(d)の各補助具の形状と材質は、Table.1に示す。

実験は、大きさの異なる4種類の布を用いて行った。各布の大きさは、Table.2に示す。これを前述の展開手法、ならびに補助具を机の角に取り付けた状態で展開する。ただし、本研究の最終目標は、あくまでロボットに布生地を折り畳ませることである。よってここでは、展開動作終了時に、Fig.4に示すような「最低でも布生地の角が3つ以上検出可能な状態」を展開の成功とみなして実験を行った。

1つの布に対し、各10回ずつ展開動作を行ったときの展開の成功回数をFig.5に示す。この結果、Fig.3(d)に示したような、先端が90°に尖がり、かつ中央部に横滑り防止策としての耐水ペーパーを貼り付けた補助具が、最も安定して展開が行えることが分かった。まず耐水ペーパーを貼り付けたことで、他の3つ以上に横滑りが緩和される。また、中央が鋭く盛り上がった形をしていることも、横滑りの緩和に大きく影響している。そして、Fig.6に示すように、机の縁と布との間に十分な隙間が出来ることにより、巻き込みも回避し易くなる。

以上より、この(d)を最終的に採用するに至った。最後に、(d)の外形をFig.7に示す。

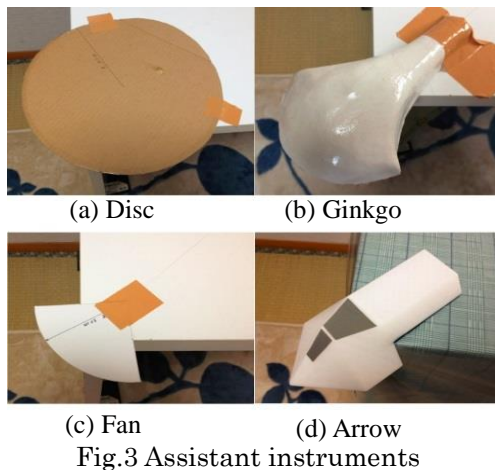


Fig.3 Assistant instruments

Table.1 Material of assistant instruments

Shape	Material
(a)Disc	Cardboard
(b)Ginkgo	Paper clay
(c)Fan	Cardboard
(d)Arrow	ABS

Table.2 Size of fabric

Fabric	Size[cm]
Face towel	32.5×75.0
Kitchen cloth	36.0×45.0
Handkerchief	45.5×46.5
Bath towel	60.0×116.0



Fig.4 Success of unfolding

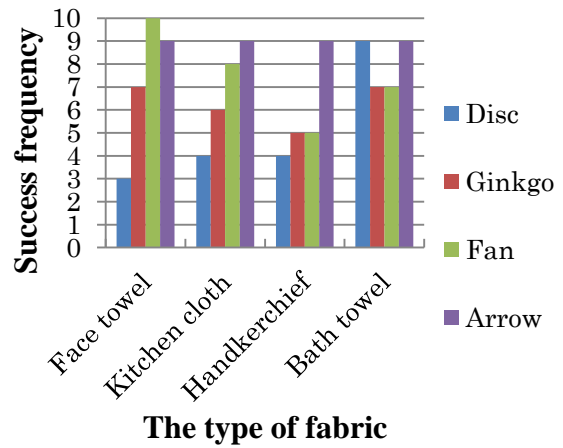


Fig.5 Result of the experiment

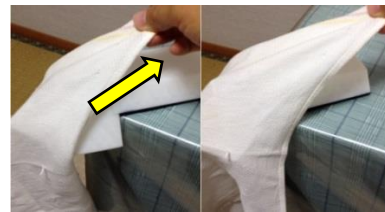


Fig.6 Improve of the twofold

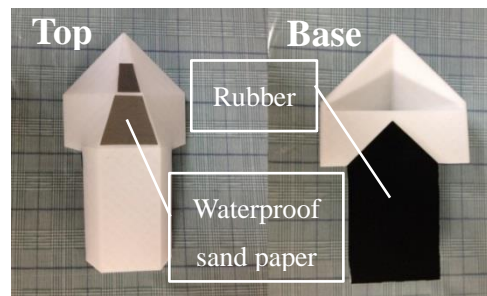


Fig.7 Assistant instrument type (d) Arrow

4. 今後の課題

本論文では、布生地をロボットに展開させるためにテーブルの角などの環境構造を利用する方法を提案し、そこに取り付ける補助具について検討を行った。今後の課題としては、ロボットハンドの具体的な形状の検討、布地の角をロボットに発見させるためのアルゴリズムの考案、布を展開した後の折りたたみ動作の検討などが挙げられる。

参考文献

- [1] M. Kaneko and M. Kakikura: "Planning strategy for putting away laundry – Isolating and unfolding task –", In Proc. of the 4th IEEE International Symposium on Assembly and Task Planning, pp. 429–434, 2001.
- [2] Cuén Rochín, Saúl; Andrade-Cetto, Juan, Torras, Carme: "Action selection for robotic manipulation of deformable objects" Frontier Science Conference Series for Young Researchers: Experimental Cognitive Robotics, p. 1-6. 2008
- [3] 柴田瑞穂, 太田剛士, 平井慎一: "摘み滑り動作を利用した布地の展開動作", 日本ロボット学会誌 Vol.27 No.9, pp. 1029~1036, 2009