

レオロジー物体伸長成形のための成形機械システム

齋藤 拓哉 徳本 真一 平井 慎一

(立命館大学 ロボティクス学科)

Extension Forming System for Rheological Objects

*Takuya Saito, Shinichi Tokumoto and Shinichi Hirai

Ritsumeikan University, Noji-higashi 1-1-1, Kusatsu, Shiga 525-8577

Abstract: Manipulative operations of rheological objects can be found in many industrial fields. In this paper, first, we will propose an extension forming mechanism which have degrees necessary to shape rheological objects. Second, we will propose a new control algorithm for extension forming of rheological objects.

Key words: rheology, deformation, forming, control.

1.始めに

現在,食品産業を始めとする様々な分野において,レオロジー物体を扱う作業が存在する.特に,物体を大きく変形させる成形作業においては,人間によって行われている部分が多い.これらの作業は,コスト面や衛生面から自動化が望まれている.

著者らは,レオロジー物体の成形に必要なメカニズムを示した.また,成形プロセスを変形推移グラフで表し,このグラフを用いて成形作業を制御する手法を提案した[1][2].また,目標形状と比較することにより,成形によってできた物体の位置・姿勢の検出,二つの物体の類似性を示す相違度の算出方法を示した[3].変形推移グラフは現在の形状と,変形推移グラフから次のオペレーションを決定している.そのため,変形推移グラフを用いる手法は,現在の形状に対してどのようなオペレーションが実行されるかが直感的にわかりにくい.そこで,本報告では,現在の形状から次のオペレーションの決定を単純かつ直感的にすることができる制御アルゴリズムを提案する.制御アルゴリズムの構築においては人間の作業をもとにする.

2.レオロジー物体伸長成形装置の改良

装置の全体図を Fig.1 に示す.以前は,ローラ部分の回転をフリーの状態にしていた.しかし,ローラをつるしている軸がたわみ摩擦がかかるため,また,ローラの慣性のため,ローラが回転しない.そのため,伸長成形が失敗することが多かった.伸長成形を成功させるためには,台の並進往復運動とローラ回転の接線方向の相対速度を 0 にすることが必要である.

そこで,ベルト機構を用いてローラと台を結合し,台の並進往復運動と同期してローラが回転するようにする.

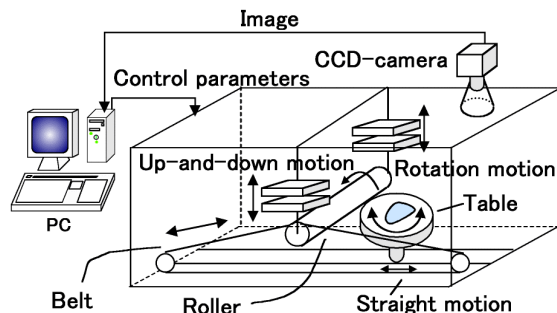


Fig.1 Forming operation system of rheological objects

3.レオロジー物体伸長成形のための制御アルゴリズムの提案

本節では,現在の形状から直接制御パラメータを決定する手法を検討する.特に,最終形状を円形にすることを目的とする.ここで人間による実際の伸長成形作業を模倣し,制御することを考え,実際に人の手による伸長成形作業を試みた.

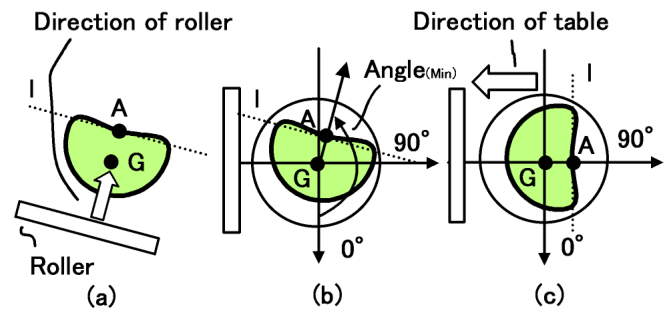


Fig.2 Direction of roller

人間による伸長成形を Fig.2-(a)に示す.物体を上から見た形状に対し,重心 G と重心から見て最も凹んでいる部分 A を認識する.人はローラを G から A の方向に動かす.以上の動作を繰り返すことにより,物体の形状が円形に近づくことがわかった. A における法線と G と A を結ぶ直線は一致する.

以上の考察をもとに,レオロジー物体伸長成形のための制御アルゴリズムを構築する.

CCD カメラで現在の物体の形状を取り込む.その画像から輪郭グラフを書き, Fig.3 に示すように,重心からの距離が最小になる角度 $Angle_{(Min)}$ を求める.

Fig.2-(b)に示すように重心からの距離が最小になる部分 A における接線 l が, Fig.2-(c)に示すようにローラに対して平行になるように $(Angle_{(Min)} - 90)[deg]$ 成形物体を回転させる.次に,台を動かして伸長成形する.

出来上がった形状と円形との相違度を調べ,必要なら再び伸長成形を行う.

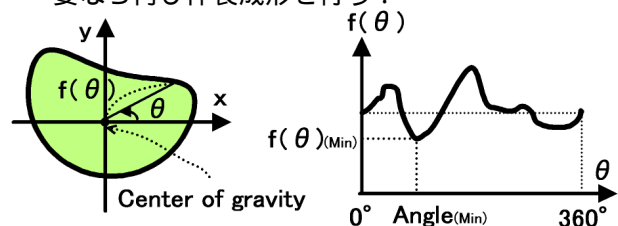
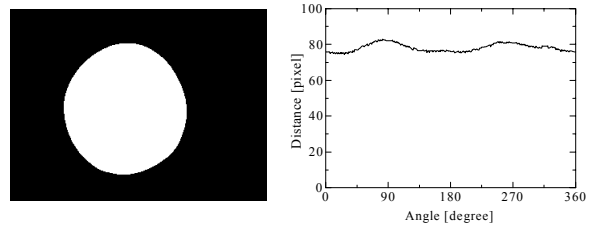
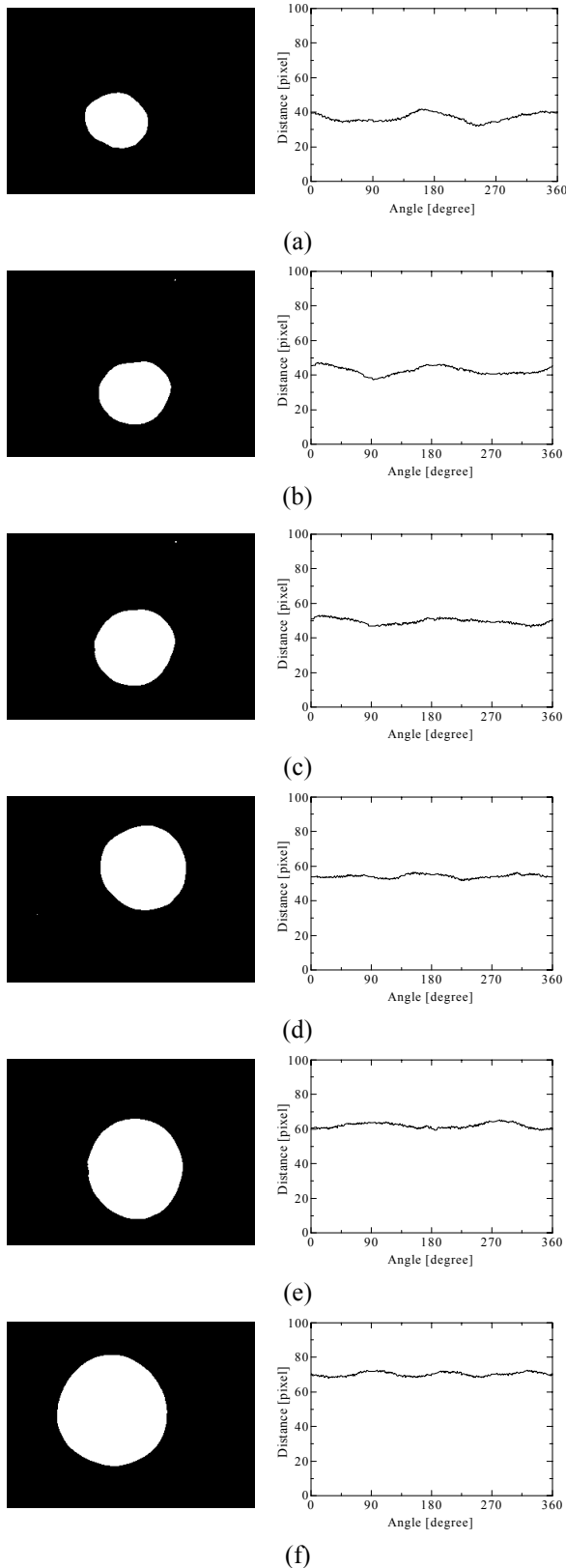


Fig.3 Outline graph

4.伸長成形実験

本節では,前節で述べたアルゴリズムを用い伸長成形実験を行った結果を示す.実験で使用した生地は小麦粉と水を重量比約2:1で混ぜたものである.また,ミキサーでこねた直後の状況を想定し,初期形状は適当に与えた.



(g)
Fig.4 Formed shapes and outline graphs

Fig.4 で示される図の左側は生地を上から見た画像を表し,右側はその輪郭グラフを表している.輪郭グラフの横軸は角度,縦軸は重心からの距離を表す.距離はピクセル単位(1[pixel]=0.708[mm])で表す.

Fig.4-(a)は,初期形状を表す.初期形状に対し,6回のオペレーションを逐次実行する.その時の形状を,それぞれ Fig.4-(b)~(g)に示す.各形状に対して計算した相違度,厚み,Angle_(Min)を Table.1 に示す.相違度は目標形状と各動作後の形状との相違度を示す.今回の実験で,目標形状は円である.厚みは,成形物体の厚みであるが,今回は成形時のローラの高さで代用している.台の並進移動速度はすべて100[mm/sec]である.

Table.1 Deformed shape parameters

形状	相違度 [pixel ²]	厚み [mm]	Angle _(Min) [deg]
(a)	1170		240
(b)	29.38	20	90
(c)	10.19	15	90
(d)	3.572	12	225
(e)	5.367	10	315
(f)	2.653	8	250
(g)	7.675	6	30

5.終わりに

実験結果に示すように,物体を円形に近づけることができた.しかし,今回の実験では,最後の工程では相違度が大きくなり,目標形状から遠くなる.その原因は,ローラの高さを適当に決定していたためである.そのため,想定していたよりも大きく成形物体が変形してしまった.

今後は,実験データからローラの高さの決定法を確立する.また,今回は目標形状が円形のみだったが,その他の形状を成形することができる手法を考えたい.

【参考文献】

- 1) 徳本, 藤田, 平井:“格子モデルを用いた非弾性物体のモデリングとその成形作業過程の解析”ロボティクス・メカトロニクス講演会'99 講演論文集 CD ROM, 1999
- 2) 藤田, 徳本, 平井:“レオロジー物体の変形形状グラフ”第17回日本ロボット学会学術講演会予稿集, pp77-78, 1999
- 3) 徳本, 齋藤, 平井:“変形推移グラフを用いたレオロジー物体の変形”ロボティクス・メカトロニクス講演会'00 講演論文集 CD ROM, 2000