

目的別テーマ：新規繊維製品の生産

15年度研究テーマ

15-6-20：ロボットへの応用を考慮した蚕営繭行動の統計的解析

ABSTRACT

We have been trying to simulate silkworms' spinning behaviour by constructing stochastic models from real data in order to apply some basic principles of cocoon construction to a robot that spins a thread for the purpose of mending things. In this research, we fitted a probability distribution to the directions of a silkworm body and proposed a time series model for variations of the silkworm's position during cocoon construction. The analysis of real data showed that the distribution of the body approximately followed a mixture distribution of two Fisher densities on a unit sphere except an early stage of spinning. In addition, it revealed that the autoregressive model we proposed was appropriate to represent periodicity for the variation of positions fixed by the silkworm.

研究目的

生物のもの作りを各種の製品作りに利用する研究がさかんに行われている。蚕の繭作りという特殊な行動をロボットに利用する研究もその一つである。この研究を実用レベルまで進めるためには、もの作りという立場から蚕の営繭行動の特性を把握することが重要である。このため、これまで統計確率的な見地から蚕の行動の解析を行ってきた。この研究では、従来の研究成果を基に、蚕の動きを表す確率モデルを作成し、その妥当性を調査することを目的とした。

一年間の研究内容と成果

営繭中に蚕が体を固定する方向と位置に注目し、これに関する行動時の三次元データを採取した。この三次元データは、Fig.1に示した方法により行動領域から求めた行動の中心と主軸に基づく新座標系に変換するととも球面上でのデータとみなした。このデータを基に、蚕の体の固定方向のモデル化を試みた。その結果、(1)式二つのフィッシャー分布を混合した確率分布を用いることによって、その変化の特性を表示できることがわかった。さらに、営繭中の蚕体固定位置の時間的変化を明らかにするために主軸上での位置変化に対して時系列解析を行った。実験に用いた実際の蚕の位置変化に対する自己相関係数のグラフをFig.2に実線で示した。

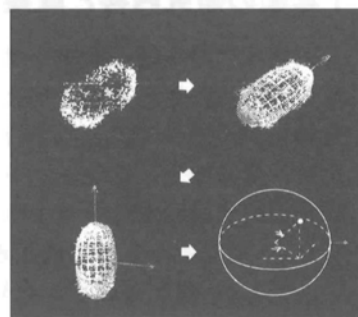


Fig. 1. データの変換方法

$$g(\theta, \phi; p, \alpha_1, \beta_1, \kappa_1, \alpha_2, \beta_2, \kappa_2) = pf_1(\theta, \phi; \alpha_1, \beta_1, \kappa_1) + (1-p)f_2(\theta, \phi; \alpha_2, \beta_2, \kappa_2) \quad (1)$$

また、蚕体固定位置の時間的変化を自己回帰モデルによりモデル化する試みを行った。その結果、(2)式の自己回帰モデルが得られた。

$$z_t = 0.486z_{t-1} - 0.0934z_{t-2} - 0.167z_{t-3} - 0.238z_{t-4} + a_t \quad (2)$$

このモデルをもとに蚕の動きをコンピュータシミュレーションにより再現した。このシミュレーションの結果に対して自己相関係数を計算し、実際の動きと比較した。シミュレーションの結果をFig.2に点線で示した。この結果、ここで行ったモデル化が十分有効であることが分かった。

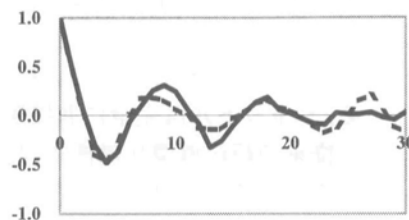


Fig. 2 自己相関係数  
実線：実際の蚕の動き  
点線：シミュレーション

展望

本研究から、営繭中の蚕体の固定位置の移動を自己回帰モデルを用いて表すことができた。蚕の体全体の行動特性の把握にはさらに吐糸部の変化を再現する必要があるが、この研究で作成したモデルを発展させることにより、ロボットの動きへ応用することができるものと考えられる。