

軌跡データを用いた相対行動の視覚化に関する考察

李勇鶴・佐藤俊明・岡部篤行

Visualization of Relative Behavior with Trajectory Data

Yonghe LI, Toshiaki SATOH and Atsuyuki OKABE

Abstract: The objective of this study is to analyze the interrelationship between group members by visualizing the relative behavior using trajectory data. As feature of relative behavior, we focused on the relative distance and the relative position. In the study, we clustered the interrelationship between free-range chickens by relative distances and expressed the interrelationship by visualizing relative positions with the kernel density method.

Keywords: 視覚化 (visualization), 相対行動 (relative behavior), 相互関係 (interrelationship), 軌跡データ (trajectory data)

1. はじめに

近年、測位技術の発展と測位設備の軽量化・小型化に伴い、人間や動物の集団行動分析において、高精度且つ高頻度の軌跡データが取得可能となってきた（岡部ほか，2006）。

軌跡データを用いた集団行動分析は、絶対行動分析と相対行動分析に大別できる。ここでいう絶対行動分析とは、絶対的な軌跡データに基づいた分析のことで、集団や所属個体の行動傾向、行動範囲、行動特徴などを分析することができる。一方、相対行動分析とは、個体間の相対的な軌跡データを利用した分析のことで、個体間の相互関係を把握することが可能である。しかし、いままで相対行動に着目する研究は数少ない。

そこで、本研究では集団に属する個体間の相対行動を視覚化することにより、個体間の相互関係の直感的な表現と分析を試みた。具体的には、無

線LAN位置システムにより取得された放飼鶏の軌跡データを用いて、個体間相互関係の分析における、相対行動の視覚化の有効性を評価する。

2. 相対行動の視覚化

集団に属する個体間の相互関係は、その相対行動を分析することにより把握することができる。また、相対行動を表現できる指標は様々であるが、本研究では相対距離と相対位置に着目する。

相対距離は個体間の相互関係をダイレクトに表現できる指標であると考えられる。相対距離が短ければ、個体同士が近距離で行動することを示しており、従って密な関係であると判断できる。但し、相対距離のみでは詳細な相対行動の分析は難しく、そのため相対位置の空間分布も合わせて考量する必要がある。

また、相対行動の視覚化の手法としては、カーネル密度を使用する。軌跡データは普段一定の測位誤差を持つ確率変数であるため、それに基づいて算出する相対距離、相対位置も確率的に扱うのが適当だからである（Okabe et al., 2006）。

李勇鶴 〒153-0043 東京都目黒区東山 2-8-11

目黒ビル新別館 株式会社パスコ

Phone: 03-3715-4011

E-mail: yior_n_3951@pasco.co.jp

3. 放飼鶏の軌跡データ

本論文で利用するデータは、岡部ら（2006）で取得した18羽のニワトリの移動軌跡データである。対象となるニワトリは表1に示す通り、小屋番号、雄雌などの特性がわかるようなIDをふった。

表 1 鶏小屋毎のニワトリ ID

鶏小屋 CH1	鶏小屋 CH2	鶏小屋 CH3
CH1_C1	CH2_C1	CH3_C1
CH1_H2	CH2_H2_M	CH3_H2
CH1_H3	CH2_H3_Y	CH3_H3
CH1_H4	CH2_H4_Y	CH3_H4
CH1_H5	CH2_H5	CH3_H5_M
CH1_H6	CH2_H6	CH3_H6

※ニワトリ ID の命名規則は、最初の3文字が「小屋番号」を、次の1文字のC (COCK) が「雄鶏」を、H (HEN) が「雌鶏」を表し、次の1文字は小屋内でのユニーク番号を示す。また一部に付いているM (MOTHER) およびY (YOUNG) は、それぞれ「雛連れあり」、「若鶏」を示す。

ニワトリの移動軌跡データはAeroScout 社が開発した無線 LAN 位置システムで取得した。データの取得頻度は1秒である。また、固定点として三つの小屋位置も計測しており、そのデータを用いて測位精度を評価した。その結果、真の位置から全データの95%を含む円の半径は5.63mであった。

軌跡データは2005年11月の5日～9日の5日間取得しているが、本研究ではニワトリの行動が比較的に活発であった8日の9時～16時の間のデータ（25,200点）を使用した。

なお、実験の詳細に関しては岡部ら（2006）を参照されたい。

4. 相対行動の視覚化による相互関係の分析

本章では、相対距離と相対位置の視覚化を通して、ニワトリ間の相互関係を分析する。

4.1 相対距離による分析

18羽のニワトリ間のすべてのペア（153ペア）ごと、9時～16時の間の同時刻（1秒間隔）にお

ける相対距離を計算する。但し、相対距離は時系列で変化するため、その分布を表現する統計量として、相対距離の第3四分位数（ $RDQ_{3/4}$ ）を採用する。すなわち、ペアごとの相対距離においてその75%が $RDQ_{3/4}$ 以内となるため、 $RDQ_{3/4}$ が小さいほど其のペアは多数の場合近い距離で行動することを意味する。従ってお互い強い関係を持つと判断できる。その結果が図1の青い点で、すべてのペアごとの $RDQ_{3/4}$ を示す。

さらに、相互関係のクラスタリングを行うため、 $RDQ_{3/4}$ のカーネル密度分布を推計した（図1の黒線）。カーネル密度分布には三つのピークが表れており、それに基づいて $RDQ_{3/4}$ を三つの区間に区分する（図1の赤い点線）。さらに、各区間における $RDQ_{3/4}$ の範囲を基に、その区間に属するニワトリペアの相互関係を、左側から順序に「強い関係」、「やや強い関係」と「弱い関係」と判断した。

以上の相互関係の分類結果に基づいて、18羽のニワトリ間の相互関係構造を導きだした（図2）。

まず、すべてのペアが「強い関係」を持つニワトリの集合を一つのグループとしてまとめると、図2に示すように、三つのグループが表れた。Group1とGroup3は、それぞれ小屋CH1とCH3に所属していたニワトリがメインとなっており、Group2は2羽の若鶏から形成されていることが分かる。

次に、「やや強い関係」を持つニワトリのペアは、CH1_C1とGroup1のすべてのニワトリ、CH3_H5_MとGroup3のすべてのニワトリ、CH2_C1とCH2_H6であった。この結果より、CH1_C1とCH3_H5_Mは両方とも、同じ小屋の仲間とは少し異なる行動をするが、まったく別行動というわけではないことがわかる。また、CH2_C1とCH2_H6の関係も前述と同様である。

最後に、他のニワトリに対してすべて「弱い関係」を持つのはCH2_H2_Mのみで、CH2_H2_Mはほとんど単独行動をしているといえる。

図2に示すニワトリ集団の相互関係構造は、実

際現場で観測したニワトリの行動と一致することが確認できた。

4.2 相対位置による分析

本節では、4.1 節の結果を基に、さらに相対位置を用いて相互関係の詳細を分析する。相対距離の場合と同様に、まず同時刻の相対位置（x, y 座標の差）を計算した後、その空間分布を2次元カーネル密度で視覚化した。その視覚化の結果から、「強い関係」、「やや強い関係」と「弱い関係」を持つニワトリのペアを三つずつ選択し、代表例として図3に示す。

まず、「強い関係」の代表例としては、各グループからひとペアずつ選択した。相対位置のカーネル密度分布をみると、すべてのペアで、中心部に高い値のピークが表れており、また形状もほぼ円形になっている。従って、グループ内のニワトリはお互い非常に近い位置で、ランダムに行動していると推測できる。

次に、「やや強い関係」を持つニワトリのペアをみると、三つの代表例ともカーネル密度分布のピークは中心部に位置するものの、その形状は無規則になっている。つまり、「やや強い関係」を持つニワトリのペアは、近い距離で一緒に行動する場合も多いが、離れて単独に行動する場合も存在することを説明する。

最後に、「弱い関係」では、ニワトリ数の多い Group1 と Group3, 小屋 CH2 所属の雄鶏と雛連れ、また雛連れと若鶏の結果を例として挙げる。Group1 の CH1_H2 と Group3 の CH3_C1 間の相対位置密度分布をみると、ピークが広い範囲で複数箇所に現れており、ピークの値も小さい。これから、二つのグループは広い範囲でお互い自由に行動しており、特に相手を意識していないと考えられる。また、小屋 CH2 所属の雄鶏 CH2_C1 と雛連れ CH2_H2_M の例をみるとピークは主に離れた場所に存在しており、ピーク値は小さいものの、ある程度離れる傾向がみられる。最後に、同じく小屋 CH2 所属の雛連れ CH2_H2_M と若鶏 CH2_H3_Y の例

をみると、密度分布の範囲は広いものの、大きなピークが中心部に現れており、若鶏は雛連れを中心にある程度広い範囲内で行動していることがみえる。

5. おわりに

本研究では、放飼鶏の軌跡データを用いて、ニワトリ間の相対距離によるニワトリ集団の相互関係構造を定量的に構築した。さらに相対位置分布のカーネル密度による視覚化を通して、ニワトリ間の詳細な行動パターンを分析した。

今後の課題としては、相対速度を用いた相互関係の分析と時系列における相対行動の変化分析などが挙げられる。

謝辞

当研究で利用したデータは Human-Chicken Multi-relationship Research (HCMR) Project (代表：秋篠宮文仁) の成果である。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

- 岡部篤行・佐藤俊明・岡部佳世・今村栄二・Siripun MORATHOP ・ Charan JAILANGKA ・ Surachai RATANASERMPONG ・ 林良博・秋篠宮文仁(2006)：無線位置システムによる放飼鶏の軌跡データ取得とその空間分析，地理情報システム学会研究発表大会講演論文集，15，395-400。
- Okabe, A., Satoh, T., Okabe, K., Nakagawa, T., Imamura, E., Matsushita, K., Nagano, K., Ishiwatari, Y., Amemoto, K., Hayashi, Y and Akishinonmiya, F., 2006. Applicability of a Wireless Fidelity Positioning System to Tracking Free-range Chickens (*Gallus gallus domesticus*) and Helmeted Guineafowl (*Numida meleagris galeata*). *Journal of the Yamashina Institute for Ornithology*, **38**, 30-39.

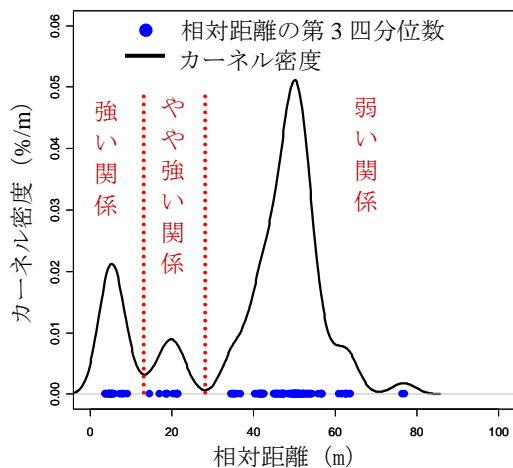


図1 相対距離の第3四分位数の分布とカーネル密度分布

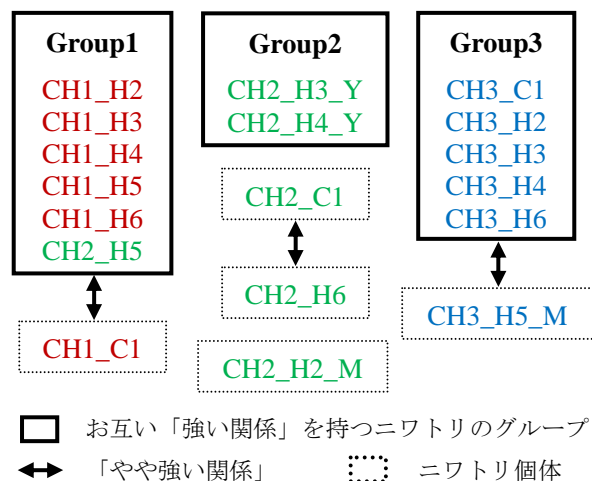


図2 放飼鶏の相互関係構造

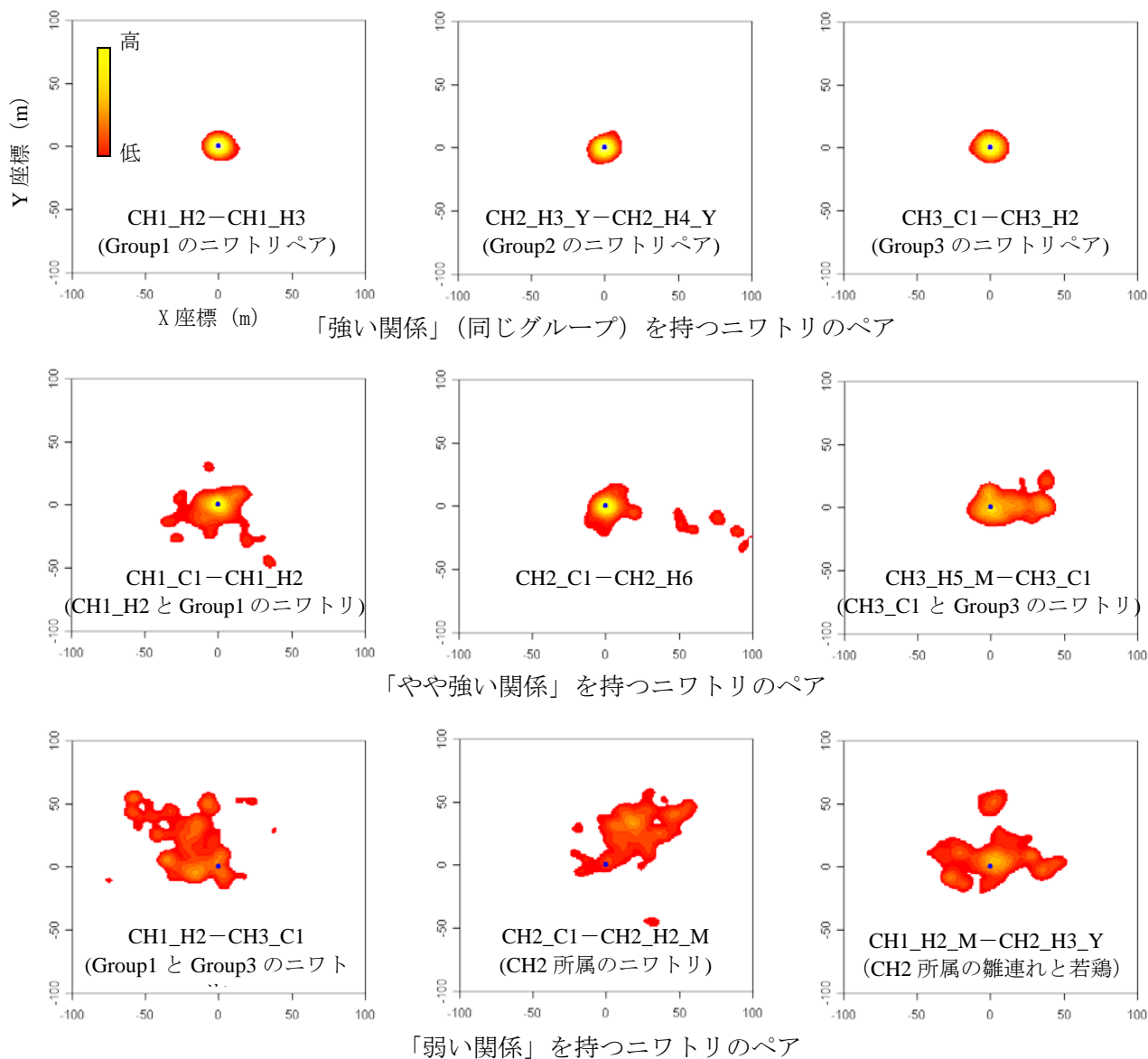


図3 相対位置のカーネル密度分布（相互関係毎の代表例）