

機械学習を用いた乳用牛の健康状態と生産性の推定

佐々木 駿[†] 秦野 亮[†] 西山 裕之[†]

[†] 東京理科大学理工学研究科

1 背景・目的

近年、日本の酪農は危機的な状況に陥っている。酪農家戸数はここ数年の間毎年4%程度の廃業率で推移し、平成18年からの10年間で約35%減少している。加えて、乳用牛の飼養頭数が同期間で約17%減少し[1]、平均産次数も近年低下の傾向にある[2]。これに伴って、酪農の現場では経営安定・供用期間の延長のために生産性が高く健康な乳用牛の導入が望まれている。しかし、現状飼育の初期段階で乳用牛の将来的な生産性を予測することは専門家でも難しい。そこで本研究では、乳用牛から搾乳時に収集されるIoTデータおよび獣医などの専門家による病歴等の診断データを機械学習を用いて分析する。具体的には、生産性の良い乳用牛に共通する傾向を帰納論理プログラミング(ILP)[3]を用いてルール化する手法を提案する。

2 関連研究

乳用牛の生産性と、その妊娠状態は関連がある事が知られている。そのため、これまでの乳用牛の健康状態と生産性に関連した研究は、人工授精の成否に関する観点から行われているものが多い。Shahinfarら[4]は、乳用牛の健康状態、生殖および出産等のデータに基づいて、機械学習で人工授精イベントの結果を予測する研究を行った。この結果、ランダムフォレストを用いた分析において、人工授精イベントの結果を7割の精度で予測することに成功した。また、Information Gain分析とGain Ratio分析によって、人工授精結果の説明に有益ないくつかの特徴量および、健康特性が結果にもたらす重要性を示した。

松本ら[5]は、ILPを用いて、乳用牛の人工授精に関わる複数のデータを複合的に解析し、乳用牛の人工授精が成功するための最適な条件のルールを導く研究を行った。この分析の結果、プロゲス

テロン値に加えて採食量や活動量、産次数を複合的に考慮することでより最適な人工授精のタイミングや条件を予測することが可能であることを示した。ILPの手法は、他の機械学習器を用いた手法と異なりルールを論理形式の意味で明示化できる点に利点がある。そのため、本研究では松本らと同様にルールを導くための学習器としてILPを用いる。

3 データセット

本研究で扱う乳用牛に関する様々なデータは、酪農の現場に導入されているデラバル Voluntary Milking System(以下デラバル VMS)によって収集された乳用牛の搾乳量やホルモンデータ等である。デラバル VMSは24時間稼働可能な自動搾乳機であり、乳用牛が機内に入ることによって自動的に稼働し、乳用牛から搾乳を行う。その際に、搾乳時間や乳量および血乳含有度などのデータ収集され、酪農管理システム[6]のデータベースに蓄積される。

ILPで機械学習を行うためには、このデータベースに蓄積された各種データを特徴量に変換し、さらに論理形式へと変換を行いラベル付けを行う必要がある。

表1. 生成した特徴量 (抜粋)

特徴量
産次数
授精失敗回数
各産次毎の搾乳量ピークまでの日数
各産次毎の搾乳量ピークまでの平均搾乳量
各産次毎の搾乳量ピークまでの平均搾乳量標準偏差
各産次毎の搾乳量ピーク後の平均搾乳量
⋮
各産次毎の搾乳量ピークまでのプロゲステロン
各産次毎の搾乳量ピーク後の平均プロゲステロン
各産次毎の搾乳量ピーク後のプロゲステロン標準偏差

本研究では、産次数や授精に失敗した回数、それぞれの産次数における搾乳量のピークまでおよびピーク後について25種類の特徴量を生成した。表1にその内の一部を抜粋したものを示す。

Estimation of Health Status and Productivity of Dairy Cows Using Machine Learning

Shun Sasaki[†], Ryo Hatano[†] and Hiroyuki Nishiyama[†]

[†]Graduate School of Sci. and Tech.

Tokyo University of Science

4 提案手法

以下に、本研究の提案手法の概要を示す(図1). まず初めに、デルプロTMから抽出したデータセッ

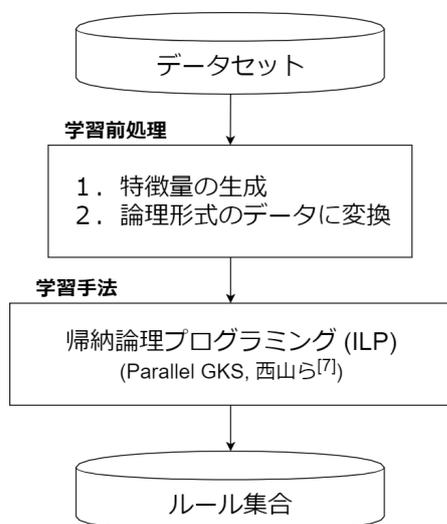


図1. 本研究の提案手法概要

トを機械学習手法に適用させるために、特徴量の生成や論理形式のデータへの変換などの前処理を行う。次に、本研究で学習ターゲットにする乳用牛33頭を正事例と負事例に分割する。今回は、正事例の頭数と負事例の頭数が約1:1になるように総搾乳量(約15000kg)を閾値とした。モデルの学習には、西山ら[7]の実装を用いてルールの抽出を行った。学習時には、正事例の包含数の最低条件を各事例数の3割(5件)に、負事例の包含数の最大条件を、正事例の場合は0件、負事例の場合は2件に設定し、ルールが抽出されるようにした。

5 結果

学習の結果、正事例の乳用牛に対する7種類のルールと、負事例の乳用牛に対する4種類のルールが得られた。それらの中には、産次数が1回の時に搾乳量がピークになるまでの日数が平均より短期間かつ、搾乳量ピーク後のプロゲステロン平均値が極めて小さい値である乳用牛は総搾乳量が多い傾向にある、といった意味合いの自明ではないルールを得ることができた。これは、酪農家が乳用牛を飼養する際に有用と考えられる。

6 まとめ

本稿では、乳用牛の搾乳量や乳内成分などのデータを帰納論理プログラミングを用いて分析することで、生産性の良い乳用牛に共通する傾向をルー

ル化する手法を提案した。デラバルVMSによって乳用牛の搾乳時に収集され蓄積された時系列データやイベントデータを抽出し、個別の牛毎に時系列でまとめたものを分析に用いた。この結果、前出の酪農家が乳用牛を飼養する際に有用と考えられるルールを得ることができた。今後、本研究の手法を掘り下げることで酪農家が乳用牛を飼養する際の助けとなる様な情報が明らかとなることが期待される。例えば、時系列的な情報の細分化を行うことで、より有用なルールの抽出が期待できる。

参考文献

- [1] 農林水産省. 畜産統計調査結果概要. Available: <http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/tikusan/>. [Accessed: 09-Jan-2019].
- [2] 家畜改良事業団. 平成28年度乳用牛群能力検定成績. Available: <http://liaj.lin.gr.jp/japanese/newmilkset.html>. [Accessed: 09-Jan-2019].
- [3] Stephen Muggleton and Luc De Raedt. Inductive logic programming: Theory and methods. *The Journal of Logic Programming*, Vol. 19, pp. 629–679, 1994.
- [4] Saleh Shahinfar, David Page, Jerry Guenther, Victor Cabrera, Paul Fricke, and Kent Weigel. Prediction of insemination outcomes in holstein dairy cattle using alternative machine learning algorithms. *Journal of dairy science*, Vol. 97, No. 2, pp. 731–742, 2014.
- [5] Atsushi Matsumoto, Chikara Kubota, and Hayato Ohwada. Extracting rules for successful conditions for artificial insemination in dairy cattle using inductive logic programming. In *Proceedings of the 9th International Conference on Machine Learning and Computing*, pp. 6–10. ACM, 2017.
- [6] DeLaval - Japan. デルプロTM. Available: <http://www.delvalcorp.com/our-products-and-services/farm-support/DelPro/>.
- [7] Hiroyuki Nishiyama and Hayato Ohwada. Parallel inductive logic programming system for superlinear speedup. In Nicolas Lachiche and Christel Vrain, editors, *Inductive Logic Programming*, pp. 112–123. Cham, 2018. Springer International Publishing.