

ANALIZA NEURONOWA WYBRANYCH PARAMETRÓW ZDOLNOŚCI WYDOJOWEJ KRÓW WYSOKOWYDAJNYCH

Streszczenie

Celem pracy było wykorzystanie SNN jako narzędzia predykcyjnego w procesie oceny wpływu wybranych czynników, w tym określonych cech zootechnicznych krów, na masę mleka ćwiartkowego krów wysokowydajnych. Optymalną SNN okazała się sieć typu GRNN (Generalized Regression Neural Network). Przeprowadzona analiza wrażliwości wygenerowanego modelu neuronowego na poszczególne zmienne wejściowe wykazała istotny wpływ wybranych cech zootechnicznych oraz rodzaju ćwiartki wymienia krowy na masę wydajnego mleka ćwiartkowego.

Słowa kluczowe: model neuronowy, krowy, mleko ćwiartkowe

Wprowadzenie

Procesy biologiczne charakteryzują się dużą złożonością, matematyczną nieliniowością oraz trudnymi do określenia współzależnościami pomiędzy czynnikami wpływającymi na ich przebieg. Fakt ten ma istotne znaczenie podczas identyfikacji parametrów reprezentatywnych zachodzących procesów, których znajomość jest istotna w podczas analizy struktury oraz dynamiki badanych zjawisk biologicznych. Jednym z efektywnych narzędzi, pomocnych w rozwiązaniu omawianych problemów, są SSN (Sztuczne Sieci Neuronowe) [9]. Są one użyteczne w badaniach złożonych systemów empirycznych i coraz częściej wykorzystywane są do modelowania procesów zachodzących w szeroko pojętej inżynierii rolniczej [2, 3, 12], w tym w inżynierii produkcji zwierzęcej [4, 7, 8]. Wraz z rozwojem nowoczesnych technologii informatycznych obszar ich potencjalnych zastosowań wyraźnie się poszerza. Ważną zaletą SSN jest również zdolność do przetwarzania informacji w sposób równoległy oraz rozproszony. Fakt ten implikuje odporność tworzonych modeli neuronowych na uszkodzone i zaszumiane dane, które często występują w postaci danych empirycznych pojawiających się podczas badań złożonych procesów biologicznych [13].

Równomierność rozdziału mleka w ćwiartkach krów jest jednym z parametrów oceny zdolności wydajności krów. Zbliżona ilość mleka w ćwiartkach oraz zbliżony czas oddawania mleka z poszczególnych ćwiartek pozwalają uniknąć występowaniu pustodoju, zjawiska bardzo szkodliwego dla wymienia [5, 10]. Jednym z istotnych problemów badawczych jest określenie czynników wpływających na równomierność rozdziału mleka w wymionach krów [10]. Jest to problem słabo rozpoznany w literaturze, i jak dotychczas nie był rozpatrywany z użyciem sztucznych sieci neuronowych (SSN).

Cel pracy

Celem pracy było dokonanie oceny wpływu wybranych czynników, w tym określonych cech zootechnicznych krów, na masę mleka ćwiartkowego pozyskiwanego od krów wysokowydajnych. W tym celu wykorzystano znane właściwości predykcyjne wygenerowanych topologii SNN. Analizy neuronowe przeprowadzono na podstawie wyników badań oborowych przeprowadzonych w gospodarstwie w województwie Wielkopolskim, z wykorzystaniem czteroćwiartkowej dojarki z elektroniczną rejestracją przebiegów dojówek [6].

Material i metody

W celu przeprowadzenia symulacyjnego eksperymentu komputerowego, mającego na względzie ocenę wpływu wybranych cech fizjologicznych i zootechnicznych krów na wybrane parametry zdolności wydajności krów, wykorzystano symulator jednokierunkowych sieci neuronowych zaimplementowany w pakiecie Statistica v.9.0 firmy StatSoft [14].

Zbiór danych empirycznych składał się 596 przypadków (niezależnych pomiarów) podzielonych standardowo na 289 przypadków uczących, 149 przypadków walidacyjnych oraz 149 przypadków testowych, które nie biorą udziału w procesie optymalizacji wag SSN (Sztucznej Sieci Neuronowej) w trakcie jej uczenia. W analizach przyjęto 5 cech reprezentatywnych (informacje o wybranych cechach krów uzyskano z kart zootechnicznych krów udostępnionych w gospodarstwie):

- rodzaj ćwiartki (dyskretna zmienna liczbowa),
- pora doju (2-stanowa zmienna nominalna),
- wiek krowy (ciągła zmienna liczbowa),
- liczba laktacji (dyskretna zmienna liczbowa),
- dzień laktacji (ciągła zmienna liczbowa).

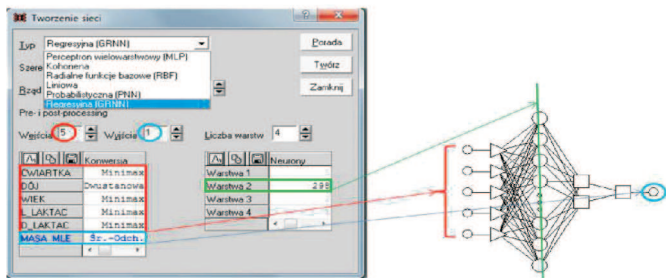
Zmienną wejściową SSN stanowiła 1 zmienna (poszukiwana cecha): masa mleka wydajnego z poszczególnych ćwiartek wymion grupy badawczej krów. Fragment zbioru uczącego przedstawiono na rys. 1.

	CZWIARTKA	DOJ	WIEK	L LAKTAC	D LAKTAC	MASA_MLE
176	4	wieczór	2100	4	136	1,4
177	1	wieczór	2132	4	168	4,6
178	2	wieczór	2132	4	168	2,6
179	3	wieczór	2132	4	168	5,5
180	4	wieczór	2132	4	168	3,3
181	1	wieczór	2099	3	223	4,25
182	2	wieczór	2099	3	223	2,25
183	3	wieczór	2099	3	223	6
184	4	wieczór	2099	3	223	5,45
185	1	wieczór	2181	3	305	4,05
186	2	wieczór	2181	3	305	1,2

Rys. 1. Fragment zbioru uczącego. źródło: badania własne
Fig. 1. Part of training data set. Source: own research

Wyniki badań

Wygenerowano zbiór 30 SSN, z których system wskazał sieć optymalną. Optymalną SNN okazała się sieć typu GRNN (Generalized Regression Neural Network) o strukturze przedstawionej na rys. 2.



Rys. 2. Struktura wygenerowanej sztucznej sieci neuronowej typu GRNN. źródło: badania własne

Fig. 2. Structure of neural network GRNN type. Source: own research

GRNN to sieci realizujące regresję uogólnioną. W celu zrealizowania regresji ten rodzaj sieci neuronowych korzysta z metody aproksymacji jądrowej. Jest to jeden z typów sieci bayesowskiej [1, 11]. Jakość wygenerowanej sieci można ocenić pozytywnie. Przeprowadzona standardowa procedura szacowania poziomu istotności poszczególnych zmiennych wejściowych na jakość działania SSN zaimplementowana w pakiecie Statistica nosi nazwę analizy wrażliwości wygenerowanej SSN na zmienne wejściowe. Wyniki pokazano na rys. 3.

	ĆWIARTKA	DÓJ	WIEK	L LAKTAC	D LAKTAC
Ranga	2	5	3	4	1
Błąd	1,494145	0,9882489	1,164731	1,10113	1,625509
Iloraz	15,14221	10,01527	11,80381	11,15924	16,47349
Ranga	2	5	3	4	1
Błąd	1,506653	1,080591	1,233562	1,135656	1,62137
Iloraz	2,36372	1,695289	1,93528	1,78168	2,543693

Rys. 3. Wartości błędów ilorazów określających wrażliwość sieci neuronowej. źródło: badania własne

Fig. 3. The values of error ratio determining neural network sensitivity. Source: own research

Poziom istotności cech reprezentatywnych przyjętych jako zmienne wejściowe dla wygenerowanej SSN typu GRNN jest następujący (ranga od 1 do 5): 1 - dzień laktacji, 2 - rodzaj ćwiartki, 3 - wiek krowy, 4 - liczba laktacji, 5 - pora doju. Jak podaje Kula [10] wpływ na równomierność rozdziału mleka w wymionach krow ma rodzaj ćwiartki (płaty tylnie produkują więcej mleka niż przednie), prawdopodobnie rasa krow, z kolei wpływ dnia laktacji i kolejnych wycieleń nie jest jednoznaczny. Uzyskane w pracy wyniki badań mogą być wstępem do nowej interpretacji wpływu wybranych czynników fizjologicznych i zootechnicznych na wybrane parametry zdolności wydojowej

THE NEURAL ANALYSIS OF SELECTED PARAMETERS OF MILKING CAPACITY FOR HIGH-YIELD COWS

Summary

The aim of the study was ANN application as a predictive tool in the estimation process of the influence of selected factors, including particular zootechnical characteristics of cows, on the mass of quarter milk for high yield cows. The Generalized Regression Neural Network (GRNN) proved optimal type of ANN. The performed analysis of the generated neural model's sensitivity to the individual input variables showed the impact of some of the zootechnical characteristics and type of udder quarter on the mass of the obtained quarter milk.

Key words: neural model, cows, quarter milk

Pracę zrealizowano w ramach projektu badawczego MNiSW nr N N313 444937 „Wpływ pulsacji ćwiartkowej sterowanej automatycznie na przebiegi końcowych faz doju krow”.

krow, w tym na równomierność rozdziału mleka w gruczołach mlekowych krow. W Instytucie Inżynierii Biosystemów Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu opracowano nowoczesną dojkarkę czteroćwiartkową z elektroniczną rejestracją przebiegów doju krow [6].

Wnioski

1. Optymalnym modelem neuronowym do predykcji masy mleka pozyskiwanego z poszczególnych ćwiartek wymion krow jest sieć typu GRNN.
2. Przeprowadzona analiza wrażliwości wytworzonego modelu neuronowego wykazała istotny wpływ wybranych cech fizjologicznych i zootechnicznych krow na pozyskiwaną w czasie doju masę mleka ćwiartkowego. Cechami dominującymi okazały się: „dzień laktacji” oraz „rodzaj ćwiartki”.

Bibliografia

- [1] Bishop C.: Neural Networks for Pattern Recognition. Oxford University Press, New York, NY, USA. 1995. ISBN: 0198538642.
- [2] Boniecki P., Dach J., Pilarski K., Piekarska-Boniecka H.: Artificial neural networks in modeling process of emission of ammonia during composting sewage. Atmospheric Environment (AE), 2012, 57: 49-54.
- [3] Boniecki P., Dach J., Mueller W., Koszela K., Przybył J., Pilarski K., Olszewski T.: Neural prediction of heat loss in the pig manure composting process. Applied Thermal Engineering, 2013, 58: 650-655.
- [4] Boniecki P., Jędrus A., Niżewski P.: Neuronowy system informatyczny wspomagający proces prognozowania masy mleka uzyskanego podczas doju. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna, 2007, 5: 15-18.
- [5] Jędrus A.: Zapobieganie pustodojom w czasie doju mechanicznego krow. Materiały XVIII Szkoły Zimowej Hodowców Bydła „Znaczenie hodowli i produkcji bydłowej dla gospodarki narodowej”, Zakopane, 8-12 marca 2010 r.: 45-53.
- [6] Jędrus A.: Ocena zastosowania nowej konstrukcji dojkarki czteroćwiartkowej do określania wybranych parametrów zdolności wydojowej krow. Inżynieria Rolnicza, 2011, nr 9 (134): 81-86.
- [7] Jędrus A., Boniecki P.: The neural analysis of quarters healthiness of high yield cows in selected cowshed. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 2013, vol. 58 (2): 55-57.
- [8] Jędrus A., Niżewski P., Lipiński M., Boniecki P.: Neuronowa analiza wpływu sposobu doju i wybranych cech zootechnicznych krow na liczbę komórek somatycznych w mleku. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna, 2008, 4: 22-24.
- [9] Kosiński R.: Sztuczne sieci neuronowe. Dynamika nieliniowa i chaos. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2002. ISBN: 978-83-204-3487-3.
- [10] Kula A.: Zdolność wydojowa w selekcji bydła w świetle literatury. Biuletyn Informacyjny Instytutu Zootechniki, 1970, 8: 31-62.
- [11] Spekt D.F.: A Generalized Regression Neural Network. IEEE Transactions on Neural Networks, 1991, 2 (6): 568-576.
- [12] Ślósarz P., Stanisz M., Boniecki P., Przybylak A., Lisiak D., Ludwiczak A.: Artificial neural network analysis of ultrasound image for the estimation of intramuscular fat content in lamb muscle. African Journal of Biotechnology, 2011, vol. 10(55): 11792-11796.
- [13] Tadeusiewicz R.: Elementarne wprowadzenie do technik sieci neuronowych z przykładowymi programami. Akademicka Oficyna Wydawnicza PLJ, Warszawa, 1998. ISBN: 87-7101-400-7.
- [14] Wójciewicz P.: Polska wersja Statistica Neural Networks. StatSoft Polska, Kraków.