

## NEURAL IDENTIFICATION OF THE LAMB'S INTRAMUSCULAR FAT LEVEL CONTENT

### Summary

*The solution of the problem in the identification process of the quantity of the intramuscular fat, on the basis of contained information in the ultrasonographic image from living animal, has the essential utilitarian meaning. This paper investigates the utilization of methods of artificial intelligence, in particularly approximation algorithms of artificial neural network models.*

## NEURONOWA IDENTYFIKACJA POZIOMU ZAWARTOŚCI TŁUSZCZU W TKANCIE MIĘŚNIOWEJ OWIEC

### Streszczenie

*Rozwiązanie problemu identyfikacji ilości tłuszczu w mięsie, na podstawie informacji zawartej w obrazie ultrasonograficznym wykonanym na żywym zwierzęciu, ma istotne znaczenie użytkowe. W pracy zaproponowano wykorzystanie nowoczesnych metod sztucznej inteligencji, a w szczególności aproksymacyjnych technik sztucznych sieci neuronowych do określania poziomu zawartości tłuszczu w tkance mięśniowej owiec.*

### 1. Wstęp

Otłuszczenie tuszy w momencie uboju zwierzęcia ma istotny wpływ na jej wartość rynkową. Tusze zwierzęce o małym otłuszczeniu wewnętrznym i dużym procentowym udziale mięsa są towarem szczególnie poszukiwanym na rynku. Szacunkowa ocena zawartości tłuszczu u żywych zwierząt, bazująca na informacji o wieku zwierząt, ich masie ciała oraz płci jest niedokładna, a zatem niezbyt miarodajna. W celu dokładniejszego oszacowania ilości tłuszczu należy poszukiwać bardziej adekwatnych metod oceny.

Technologia USG pozwala na uzyskiwanie dobrej jakości obrazów przekrojów tkanek, wykonanych na żywych zwierzętach. Należy podkreślić, że ważną zaletą wykorzystania ultrasonografii w omawianej dziedzinie problemowej, jest jej nieinwazyjny charakter. Odzwierciedlenie ilości oraz rozmieszczenia tłuszczu śródmięśniowego na przekroju poprzecznym mięśnia definiowane jest za pomocą pojęcia marmurkowatości [3]. Obecnie ocena poziomu tłuszczu dokonywana jest po przeprowadzeniu uboju zwierząt. Możliwość wykonania analizy (w czasie rzeczywistym) na żywym zwierzęciu, przy wykorzystaniu ultrasonografu połączony z komputerem wyposażony w odpowiedni system informatyczny, pracujący w oparciu o wygenerowane modele neuronowe, wydaje się mieć istotny aspekt użytkowy.

Przeprowadzone badania są próbą odpowiedzi na pytanie, czy możliwe jest zidentyfikowanie poziomu zawartości tłuszczu, na podstawie zdjęć ultrasonograficznych pozyskanych ze zdrowego zwierzęcia. Efektem przeprowadzonej analizy zdjęć USG jest uzyskanie danych empirycznych, zawierających informację na temat wybranych cech reprezentatywnych, opisujących w sposób ilościowy poziom zawartości tłuszczu w tkance. Pozwala to następnie na wytworzenie zbioru modeli neuronowych, służących do oceny skali tzw. marmurkowatości. Cecha ta odzwierciedla ilość tłuszczu śródmięśniowego na przekroju poprzecznym mięśnia.

### 2. Cel badań

W pracy podjęto próbę wykorzystania technik analizy obrazu oraz modelowania neuronowego w procesie identyfikacji poziomu zawartości tłuszczu w tkance mięśniowej żywych zwierząt hodowlanych, na podstawie informacji zakodowanych w postaci zdjęć ultrasonograficznych.

### 3. Metodyka badawcza

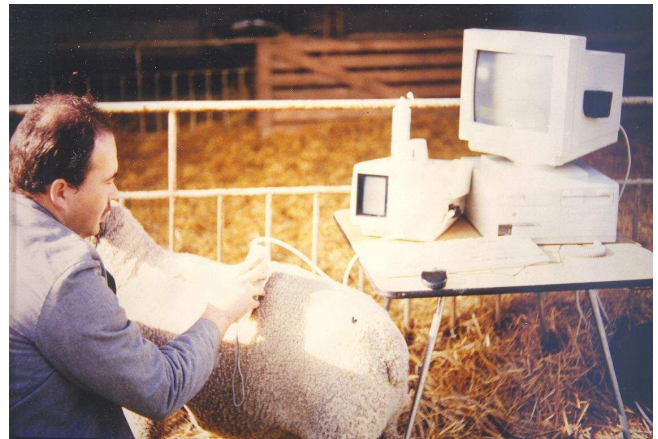
Analizowane obrazy USG wykonywane były w latach 2000-2003 na wybranych grupach zwierząt. Każda grupa miała wykonane zdjęcia ultrasonograficzne grzbietowej tkanki mięśniowej. Po uboju od każdego zwierzęcia pobrane zostały próbki tejże tkanki w celu laboratoryjnego wyznaczenia poziomu zawartości tłuszczu. Początkowo zdjęcia wykonywane były przy użyciu aparatu Scanner 100LC holenderskiej firmy Pie Medical z głowicą liniową o częstotliwości emisyjnej 8MHz. Aparat ten zapisuje obrazy bezpośrednio na dyskietce w formacie \*.bmp w 256 stopniowej skali odcieni szarości. W roku 2003 obrazy uzyskiwano japońskim ultrasonografem Hitachi EUB 405+ z głowicą liniową o częstotliwości emisyjnej 7,5MHz - obrazy zapisywano w formacie \*.bmp (256 stopni odcieni szarości).

Uzyskane obrazy USG poddane zostały procesowi przetwarzania oraz analizy. Obróbkę wstępną przeprowadzono przy użyciu programu IrfanView 4.10. Z uwagi na różną jakość zgromadzonego materiału, konieczna była obróbka części uzyskanych zdjęć. Kolejnym etapem pracy było wyekstrahowanie (z każdego zdjęcia) jednorodnych próbek przeznaczonych do dalszej analizy.

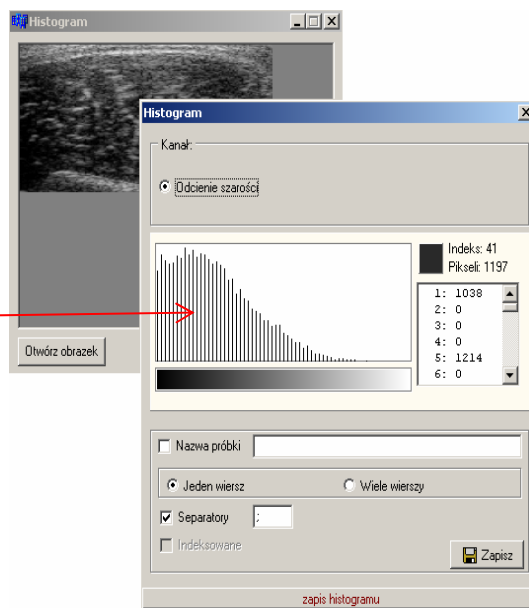
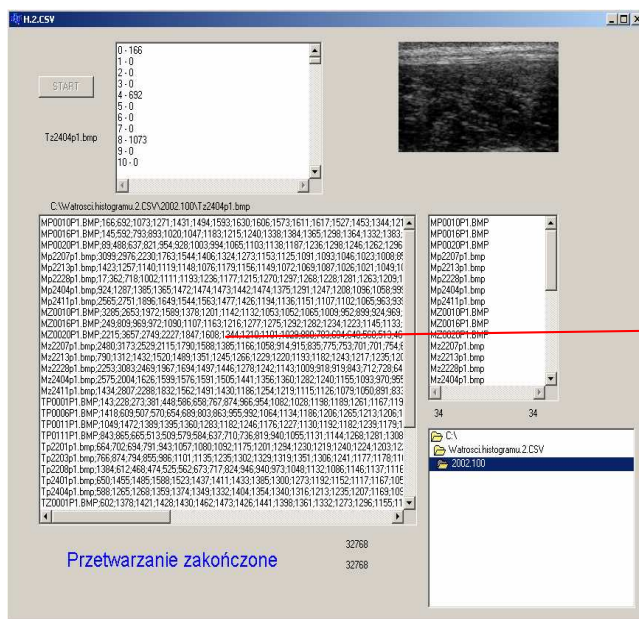
W celu uzyskania zbiorów uczących, niezbędnych w procesie generowania modeli neuronowych, wytworzono oryginalny system informatyczny o nazwie Hist2CSV. Aplikacja ta pozwala m.in. na automatyczny zapis wartości składowych histogramów poszczególnych zdjęć, do postaci plików \*.csv., akceptowalnych przez symulator sztucznych

sieci neuronowych, zaimplementowany w pakiecie *Statistica v. 7.1*. Dla każdego obrazu uzyskano zbiór 256 zmiennych opisujących ilościowy rozkład pikseli, który w oparciu o przeprowadzoną analizę został zredukowany do 64 zmiennych. Efektem końcowym konwersji danych graficznych był zestaw 240 przypadków, występujących w postaci zbioru dedykowanego do uczenia SNN techniką „z nauczycielem”.

Dalsza analiza wykonana została przy wykorzystaniu modułu „Sieci Neuronowe” zawartego w komercyjnym pakiecie *Statistica v. 7.1* firmy *Statsoft*. Efektem końcowym było wygenerowanie zbioru sieci neuronowych (o różnych topologiach), spośród których najlepszą okazała się sieć typu *MLP* (ang. *Multilayer Perceptron*) optymalizowana algorytmem wstecznej propagacji błędów *BP* (ang. *Back Propagation*).

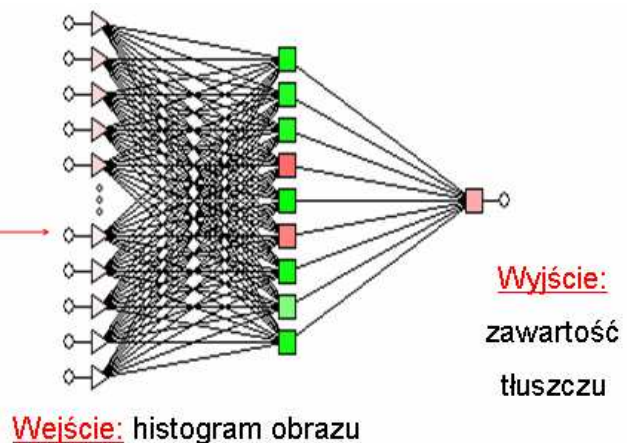


Rys. 1. Stanowisko badawcze  
Fig. 1. Study station



Rys. 2. Przetwarzanie próbek w programie Hist2CSV  
Fig. 2. Samples processing in Hist2CSV software

Ind.	Typ	Jakość ucz.	Jakość wal.	Jakość test.	Błąd ucz.	B
1	GRNN 64-64-118...	0.691467	0.929306	0.923205	0.792184	1
2	RBF 64-64-34-1:1	0.744741	0.875442	0.997848	0.853160	1
3	Liniowa 64-64-1:1	0.637981	1.229140	1.312052	0.124929	0
4	MLP 64-64-3-1:1	0.805480	0.869598	0.912154	0.126322	0
5	MLP 64-64-1-4-1:1	0.803452	0.862439	0.931083	0.125879	0



Rys. 3. Zbiór wygenerowanych sieci neuronowych oraz schemat sieci optymalnej  
Fig. 3. The neural networks set and optimal neural network scheme

Najlepszy model neuronowy (o strukturze: 64 neuronów wejściowych, 9 neuronów w warstwie ukrytej oraz 1 neuron wyjściowy - rys. 3) uzyskał najmniejszy błąd uczący, walidacyjny oraz testowy. Wzrost błędu walidacyjnego, który pojawił się na pewnym etapie uczenia sieci, wskazywał na tendencję do przeuczenia sieci (nadmierne dopasowanie się do konkretnych danych ze zbioru uczącego). Był to sygnał do przerwania procesu uczenia oraz ingerencji w strukturę sieci przed dalszym etapem optymalizacji modelu neuronowego [4].

#### 4. Podsumowanie

Przeprowadzone badania stanowią kolejny etap prac, mających na celu ekstrakcję cech reprezentatywnych, pozwalających na rozpoznawanie, a następnie prognozowanie zawartości tłuszczu w tkance mięśniowej, realizowane w oparciu o neuronową analizę informacji zakodowanej w postaci zdjęć USG. W pracy [6] przedstawiono wyniki badań jakości wygenerowanej sieci neuronowej uczonej na podstawie danych zawierających informacje o jaskrawości pikseli generowanych z siatki nałożonej na obraz USG. Oba opracowane modele neuronowe pozwalają na dokonanie jedynie wstępnej identyfikacji poziomu zawartości tłuszczu w tkance mięśniowej owiec. Jakość wygenerowanych modeli eksploatowanych w praktyce pozostawia niestety wiele do życzenia, ponieważ otrzymywane wyniki obarczone są stosunkowo dużym błędem. Sugeruje to konieczność dal-

szego poszukiwania cech charakterystycznych (istotnych w procesie identyfikacji tłuszczu w tkance mięśniowej) oraz uwzględnienia ich w procesie uczenia tworzonych modeli neuronowych.

#### 5. Literatura

- [1] Boniecki P., 2004. Sieci neuronowe typu MLP oraz RGB jako komplementarne modele aproksymacyjne w procesie predykcji plonu pszenżyta. *Journal of Research and Application in Agricultural Engineering*, Vol. 49(1) Poznań.
- [2] Osowski S., 2000. Sieci neuronowe do przetwarzania informacji. OWPW Warszawa.
- [3] Ślósarz P., 2004. Ultrasonograficzne pomiary umięśnienia i odfuszczenia w ocenie wartości hodowlanej jagniąt białogłowej owcy mięsnej. *Rocz. AR Poznań Rozpr. Nauk* 347.
- [4] Tadeusiewicz R., 1993. Sieci Neuronowe. Wydawnictwo RM Warszawa.
- [5] Tadeusiewicz R., Korohoda P., 1997. Komputerowa analiza i przetwarzanie obrazów. WFPT Kraków.
- [6] Przybylak A., Boniecki P., Ślósarz P., Kozłowski R. J., Neuronowa analiza zdjęć ultrasonograficznych w procesie identyfikacji poziomu zawartości tłuszczu – badania wstępne, *Inżynieria Rolnicza '2008* – praca w druku.