

USING OF ARTIFICIAL NEURONAL NETWORKS IN IDENTIFICATION PROCESS OF GRANARY WEEVILS

Summary

*Pests of granary constitute the serious problem while keeping cereal crops. Infecting the entire amount of stored material can follow through the sparseness of delivered goods together with pest. For most dangerous from the ones we rate granary weevil [*Sitophilus granarius* (L.)], which lives inside of kernel. It causes degradation of quality and the final effect, up to the 5% of losses. One resolution is that we cannot let to describable situation and we have to identify of weevil while we deliver cereal to granary. We can use classification ability of artificial networks. Data set, which we use for creation of neuronal models, was generated on the basis of received empirical data with using SKCS 4100 (Single Kernel Characterization System) device. Analysis of obtained models was carried out determining usefulness of applying them in the process of the identification of appearing of weevil in kernel.*

WYKORZYSTANIE SIECI NEURONOWYCH W PROCESIE IDENTYFIKACJI WOŁKA ZBOŻOWEGO

Streszczenie

*Szkodniki magazynowe stanowią poważny problem podczas przechowywania zbóż. Zarażenie całej masy przechowywanego materiału może nastąpić przez niewielką ilość dostarczonego towaru wraz z szkodnikiem. Do tych najgroźniejszych szkodników zaliczamy wołka zbożowego [*Sitophilus granarius* (L.)], który rozmnaża się wewnątrz ziarniaka, powodując jednocześnie obniżenie jakości ziarna, co w efekcie końcowym wynosić może 5% strat. Jednym ze sposobów nie dopuszczenia do opisywanej sytuacji jest identyfikacja wołka podczas dostarczania zboża do magazynu. Możliwym rozwiązaniem jest wykorzystanie zdolności klasyfikacyjnych, jakie m.in. reprezentują sztuczne sieci neuronowe. Zbiór uczący, służący do budowy modeli neuronowych, został wygenerowany na podstawie uzyskanych danych empirycznych z wykorzystaniem urządzenia SKCS 4100 (Single Kernel Characterization System). Przeprowadzono analizę uzyskanych modeli, w wyniku której określono przydatność stosowania ich w procesie identyfikacji występowania wołka w ziarniaku.*

1. Wprowadzenie

Warunki przechowywania ziarna zbóż, a przede wszystkim takie parametry, jak temperatura i wilgotność, to istotne cechy wpływające na jego jakość. Ważna jest także obecność organizmów żywych, które powodują straty bezpośrednio, wynikające z faktu ich żerowania, a także pośrednio, wynikające z pojawiającego się zanieczyszczenia wydalaminami i wydzielinami, zawilgocenia oraz zagrzewania. W magazynowanym ziarnie może rozwijać się bardzo wiele różnych gatunków, zarówno bakterii, grzybów, roztoczy jak i owadów, jest to bowiem dla nich doskonałe źródło pożywienia. Właściwe warunki przechowywania ziarna eliminują całkowicie lub ograniczają występowanie w magazynowanym ziarnie organizmów szkodliwych. Ich obecność i szybkość wzrostu populacji w krótkim okresie czasu, świadczą o złych warunkach przechowywania. Najgroźniejszym szkodnikiem magazynowym jest wołek zbożowy (rys. 1). Może on powodować do 5% strat w magazynowanym plonie.

Jest to często sprytnie ukryty niszczyciel ziarna. Jego chrząszcze łatwo wykryć w trakcie przesiewania. Niestety, wykrycie jaj, larw i poczwerek jest niemożliwe bez wykonania odpowiednich badań laboratoryjnych. Rozwijają się one we wnętrzu ziarniaków i z tego powodu szkodnik zostaje wykryty zwykle za późno. Żerowanie wołka obniża zdolność kiełkowania ziarna z 93% do 7%. Jego obecność i zachodzące procesy życiowe powodują wzrost wilgotności i temperatury magazynowanej masy. Warunki te sprzyjają rozwojowi grzybów, w efekcie czego ziarno pleśnieje, co powoduje drastyczny spadek jego jakości. Najtrudniejszym zadaniem dla

zarządzającego magazynem zbożowym jest niedopuszczenie do zasiedlenia i rozwoju wołka zbożowego w zmagazynowanym zbożu. Identyfikacja i rozpoznanie szkodnika powinny odbywać się jeszcze przed przyjęciem ziarna do silosu. Muszą one przebiegać szybko i sprawnie, i być bardzo precyzyjne. Takie warunki mogą być spełnione tylko przy pełnym zautomatyzowaniu tego procesu. Opracowaniem nowej metody procesu identyfikacji wołka zbożowego zajęły się dwa zespoły, pierwszy z Instytutu Ochrony Roślin w Poznaniu oraz Instytutu Inżynierii Rolniczej Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Wykorzystując zaawansowane technologicznie urządzenie pomiarowe - SKCS model 4100 firmy Perten oraz komputerowy symulator sztucznych sieci neuronowych, uzyskano narzędzie służące do oceny poziomu występowania wołka zbożowego w badanym ziarniaku. SKCS (rys. 2) - opatentowane urządzenie firmy Perten służy do określania cech charakterystycznych pojedynczego ziarniaka. Tak wygenerowane dane, na podstawie analizy 10 najpopularniejszych odmian pszenicy w poszczególnych fazach rozwojowych wołka zbożowego, zostały poddane wstępnemu przetworzeniu w celu wykorzystania ich jako zbiorów uczących dla tworzonych modeli neuronowych. Sztuczne sieci neuronowe stanowią doskonałe narzędzie do rozwiązywania m.in. problemu klasyfikacji, ale nie tylko. SNN stosowane są w wielu dziedzinach nauki, służąc do badania zagadnień regresji oraz prognozowania. W związku z tym zakłada się, że modele neuronowe, na podstawie danych wejściowych, uzyskanych z urządzenia pomiarowego, mogą prawidłowo identyfikować występowanie wołka zbożowego w badanych ziarniakach.



Rys. 1. Żerujące wołki zbożowe
Fig. 1. Foraging granary weevils
 [Fot. Edyta Siemińska, źródło: www.owady.w.pl]



Rys. 2. Urządzenie SKCS firmy Perten
Fig. 2. Measuring instrument SKCS of Perten company
 [Źródło: www.perten.com]

2. Problemy badawcze

Podczas realizacji projektu wskazano na następujące problemy, wymagające rozwiązania:

- problem budowy właściwej struktury danych, przeznaczonych dla sieci neuronowych, jako zbioru uczącego,
- problem wygenerowania sztucznej sieci neuronowej, realizującej ocenę zboża pod względem występowania w nim szkodnika,

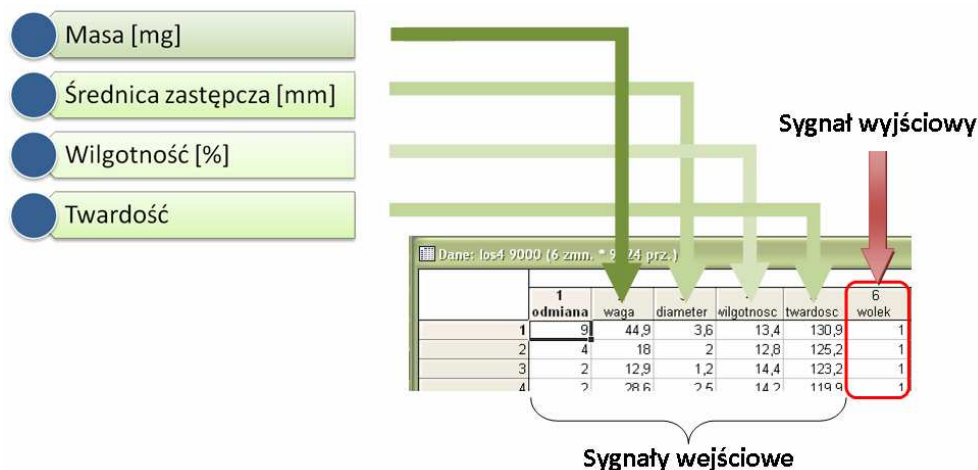
- problem sformułowany w postaci pytania: czy proponowany zbiór cech reprezentatywnych jest wystarczający do budowy poszukiwanego modelu neuronowego?

3. Zbiór uczący

Dane wykorzystywane do uczenia sztucznych sieci neuronowych stanowią zbiór uczący (sygnały wejściowe), na który składa się określona liczba przypadków użycia. Na podstawie tego zbioru w procesie uczenia zostają dobrane odpowiednie wagi poszczególnych neuronów. Właściwa struktura wektorów wag decyduje o jakości działania sieci. Oznacza to w efekcie generowanie najmniejszej wartości błędów popełnianych przez wytworzoną sieć neuronową. Zbiór uczący wykorzystywany do identyfikacji wołka powstał na podstawie przeprowadzonej analizy na urządzeniu SKCS (rys. 3). Uzyskane w ten sposób dane zostały przetworzone tak, aby mogły stanowić zbiór uczący dla symulatora SNN. Badania na urządzeniu SKCS obejmowały 5 odmian pszenicy jarej oraz 5 odmian pszenicy ozimej, zrealizowane w 4 fazach rozwojowych wołka zbożowego oraz jednej kontrolnej bez szkodnika. W efekcie końcowym baza danych zawierała ponad 30 tys. niezależnych przypadków uczących.

4. Metody i narzędzia

Narzędziem wykorzystanym do projektowania modeli SSN było oprogramowanie Statistica v.7.1, zawierające procedury przetwarzania danych wejściowych i wyjściowych, selekcję danych, kodowanie zmiennych nominalnych, skalowanie, normalizację, zastępowanie braków danych, interpretację wyników klasyfikacji, regresji i predykcji szeregów czasowych. Za pomocą modułu „Sieci neuronowe”, zaimplementowanego w pakiecie Statistica v.7.1, zostały przeprowadzone wstępne badania modeli SSN. Opisany wyżej problem badawczy przedstawia typowy przykład zagadnienia kwalifikacji, czyli przypisanie poszczególnym przypadkom (danym wejściowym) właściwej klasy, tzw. grupy zakwalifikowania. Badany problem klasyfikacji należy do kategorii problemów dwuklasowych. Problem dwuklasowy charakteryzuje się tym, że wartość sygnału wyjściowego wynosi 1 (co oznacza przynależność do klasy) lub 0 (wykluczający go). Wykorzystując posiadany zbiór danych oraz stosując selekcję losową uzyskano zbiór uczący dla sieci neuronowych składający się z 9000 niezależnych przypadków. Ze zbioru uczącego zostały losowo wydzielone podzbiory: uczący, walidacyjny oraz testowy. Liczebność podzbiorów określała proporcja: 2 : 1 : 1. W pierwszym etapie wykorzystano mechanizm automatycznego projektanta, stanowiącego właściwy instrument w badaniach wstępnych. Uzyskano w ten sposób zbiór różnorodnych modeli neuronowych. Ocena otrzymanych modeli wykazywała, że najlepsze wskaźniki jakościowe uzyskały sieci o radialnych funkcjach bazowych (RBF - Radial Basis Function). Radialna sieć neuronowa stosuje gaussofską funkcję aktywacji do przetwarzania danych, dzięki czemu proces uczenia odbywa się znacznie szybciej w stosunku do innych topologii sieci neuronowych. Sieci RBF składają się z 3 warstw: wejściowej, ukrytej z neuronami o radialnych funkcjach bazowych oraz wyjściowej z neuronami liniowymi. Ocena uzyskanych modeli odbywa się na podstawie następujących wskaźników: jakość uczenia (walidacyjna oraz testowa) a także błąd uczenia (walidacyjny oraz testowy).



Rys. 3. Budowa zbioru uczącego
Fig. 3. Structure of data set

Tab. 1: Modele neuronowe oraz ich jakość
Table 1: Neruonal models and their quality

Lp.	Budowa	Jakość uczenia	Jakość walidacyjna	Jakość testowa	Błąd uczenia	Błąd walidacyjny	Błąd testowy
1.	RBF 2:2-57-1:1	0,83	0,85	0,84	0,36	0,36	0,36
2.	RBF 3:3-57-1:1	0,84	0,84	0,84	0,36	0,36	0,36
3.	RBF 5:5-62-1:1	0,83	0,84	0,84	0,37	0,37	0,37

Mianem jakości uczenia określa się jako proporcję poprawnie zaklasyfikowanych przypadków. Nie bierze się przy tym pod uwagę przypadków, co do których sieć nie podjęła decyzji. Błędem uczenia nazywamy różnicę pomiędzy otrzymaną a rzeczywistą wartością wyjścia. W dalszym etapie przystąpiono do generowania jedynie sieci typu RBF. Modele o najlepszych cechach jakościowych (tab.1) otrzymano zakładając próg ufności na poziomie 95%. Próg ufności został określony za pomocą dwóch wartości progowych: akceptacji na poziomie 0,95 oraz odrzucenia 0,05, występujących w rozwiązywaniu problemów klasyfikacji.

5. Podsumowanie i wnioski

Identyfikacja wołka zbożowego jest niezwykle ważna w procesie przechowywania zbóż. Przy wykorzystaniu nowych urządzeń oraz technologii, możliwe jest opracowanie nowych metod, służących do wykrywania wołka w magazynowanym materiale. W przeprowadzonych badaniach wykorzystano urządzenie laboratoryjne SKCS oraz komputerowy symulator sztucznych sieci neuronowych.

Wnioski, wynikające z przeprowadzonej analizy, brzmią następująco:

1. Modele neuronowe o radialnych funkcjach bazowych wykazują najlepsze właściwości przy rozwiązywaniu problemu identyfikacji wołka.

2. Wytworzone modele różnią się liczbą sygnałów wejściowych. Pierwszy z nich posiada dwa sygnały wejściowe: masę oraz wilgotność, drugi natomiast: masę, wilgotność oraz rodzaj odmiany.

Dalsze badania prowadzone będą w kierunku poprawy jakości wygenerowanych modeli neuronowych oraz identyfikacji innych cech reprezentatywnych badanego problemu.

6. Literatura

- [1] Duch W., Korbicz J., Rutkowski L., Tadeusiewicz R.: Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna, T. 6, Sieci neuronowe. Wydawnictwo EXIT, Warszawa 2000.
- [2] Tadeusiewicz R.: Sieci neuronowe. Akademicka Oficyna Wydawnicza RM, Warszawa 1993.
- [3] Osowski S.: Sieci neuronowe do przetwarzania informacji. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2006.
- [4] Olejarski P.: Zboże wysokiej jakości. Agro Serwis, Warszawa, nr 2/2005.
- [5] Ingatowicz S.: Straty przechowywanych produktów powodowane przez szkodniki. Przegląd Zbożowo Młynarski, Warszawa, nr 43/1999.
- [6] Łapińska E.: Metody wczesnego wykrywania porażenia zbóż przez szkodniki – w aspekcie profilaktyki ich zwalczania. Przegląd Zbożowo Młynarski, Warszawa, nr 44/2000.