

KONCEPCJA OCENY STANU OSTRZY NOŻY GŁOWICY WIELONARZĘDZIOWEJ DO URABIANIA

IDEA OF IDENTIFYING THE STATUS OF THE CUTTING TOOLS POINT USED IN MULTI-TOOL EXCAVATING HEADS

Artykuł prezentuje propozycję identyfikacji stanu ostrzy noży głowicy wielonarzędziowej do urabiania węgla za pomocą sztucznej sieci neuronowej. Omówiono również wstępne wyniki badań nad identyfikacją stanu ostrza jednego narzędzia skrawającego. Opisano planowane badania eksperymentalne zużycia ostrzy noży pracujących zespołowo w głowicy wielonarzędziowej oraz wykorzystanie pewnych cech sygnałów danych pomiarowych jako danych wejściowych do SSN.

Słowa kluczowe: identyfikacja, sieci neuronowe, zużycie narzędzi

The paper presents research necessary to identify rock excavating process with a given head, and construct adaptation systems for control of excavating process with such a head. This article describes also results of preliminary research on utilizing neural networks to classification excavating cutting tool's condition used in multi-tool excavating heads of mechanical coal miners.

Keywords: identification, neural networks, tool wear

1. Wprowadzenie

Zmieniające się warunki urabiania wymuszają adaptacyjność sterowania procesem, w czym zastosowanie znajdują metody sztucznej inteligencji, ze szczególnym uwzględnieniem sztucznej sieci neuronowej. Możliwość przez nie stwarzane, szczególnie w sytuacji gdy z uwagi na złożoność problemu trudno o stworzenie modelu danego zagadnienia, oraz gdy działa wiele czynników trudnych do przewidzenia i opisanie, sieć neuronowa wydaje się być wyjątkowo przydatna. Można przytoczyć liczne przykłady zastosowania sztucznej inteligencji choćby w celach identyfikacji oraz klasyfikacji, co znajduje się w sferze zainteresowania niniejszego artykułu, gdzie metody nazywane klasycznymi nie są w stanie sprostać naszym oczekiwaniom.

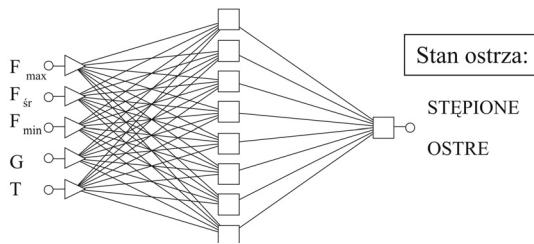
W dziedzinie nauk technicznych należy odnotować szybki rozwój zastosowań sieci neuronowych w monitorowaniu stanu maszyn i urządzeń, co jest szczególnie istotne przy rozpoznawaniu awarii i umożliwia podjęcie szybkich kroków naprawczych. Identyfikacja może odbywać się na podstawie różnych sygnałów, choćby akustycznych czy pomiarów charakterystycznych, dla danego procesu, np. sił. Należy również wspomnieć o zastosowaniach sztucznej inteligencji w dziedzinie sterowania, choćby pracą silnika. Tu monitorowanie połączone jest z bezpośrednim od-

działywaniem on-line na parametry procesu. Budowa takiego układu sterowania stosowanego w złożonych procesach skrawania czy urabiania warunkuje znaczne poprawienie ich efektywności.

Aby można było mówić o sterowaniu procesem urabiania głowicy wielonarzędziowej należy w pierwszym rzędzie zapewnić możliwość identyfikowania stanu ostrzy noży na niej zamontowanych. To właśnie zagadnienie podjęto podczas badań laboratoryjnych i ten temat jest przedmiotem rozważań niniejszego artykułu.

2. Badania wstępne

Badania wstępne ograniczyły się do identyfikacji stanu ostrza jednego noża skrawającego. Poddano w ten sposób weryfikacji przydatność wykorzystania metod sztucznej inteligencji do rozważanego zagadnienia. Po przeprowadzeniu wielu prób, zarówno jeśli chodzi o rodzaj i strukturę sieci neuronowej, jak również metodę jej uczenia, stwierdzono, iż siecią która najlepiej klasyfikuje stan ostrza noża skrawającego jest perceptron wielowarstwowy przedstawiony na rysunku 1.



Rys. 1. Schemat sieci MLP 5-5:8:1:-1

Fig. 1. A scheme of multilayer perceptron MLP 5-5:8:1-1

Jako dane wejściowe do modelu sieci wykorzystano siły skrawania (F), odpowiednio: -maksymalną, średnią i resztkową oraz podziałkę (T) i głębokość skrawania (G) [1]. Od SSN oczekiwano rozpoznania aktualnego stanu ostrza, zaklasyfikowanego jako ostre lub stępione. Sieć uczona była na podstawie danych uzyskanych z pomiarów prowadzonych nożem ostrym oraz stępionym (zeszlifowano ostrze).

Efektywność wybranej sieci została zaklasyfikowana jako bardzo dobra, błąd RMS (pierwiastek z błędu średniokwadratowego) wyniósł 0,1265.

3. Metodyka badań

Obciążenie głowicy urabiającej, jako proces szybkozmienny i stochastyczny, jest niezwykle trudne do opisu matematycznego. Na przebieg urabiania wpływ ma szereg czynników, których wpływ na stan ostrzy noży zamontowanych zespołowo w głowicy wielonarzędziowej do urabiania węgla trudny jest do oszacowania.

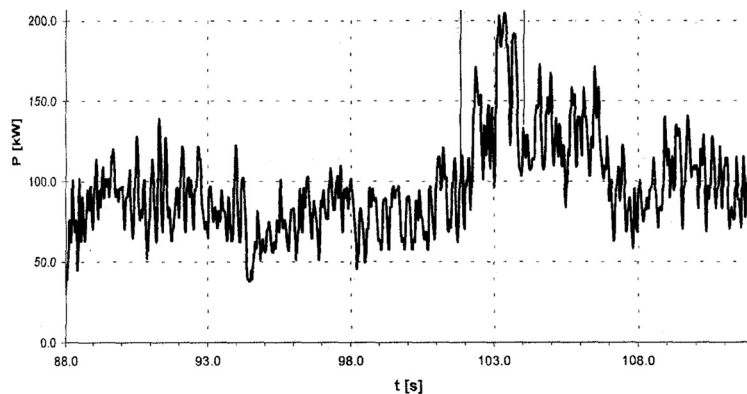
Do głównych zespołów parametrów wpływające na przebieg urabiania należy zaliczyć:

- rodzaj i właściwości urabianej skały,
- cechy konstrukcyjne narzędzia,
- parametry głowicy,
- technologię urabiania.

W chwili obecnej nie istnieje system w pełni nadzorujący proces urabiania oraz zapewniający jego pełną automatyzację. Sterowanie procesem odbywa się w sposób bardzo ograniczony i koncentruje się na dostosowaniu prędkości urabiania do aktualnych jego warunków, co szacowane jest na podstawie sygnału prądu silnika napędu głowicy. Praca głowicy urabiającej zależy od subiektywnych ocen operatora, co w znaczący sposób odbiega od optymalnego przebiegu pracy kombajnu. Dla prawidłowej pracy głowicy wielonarzędziowej kluczowy jest stan ostrzy noży na niej zamontowanej. W trakcie pracy głowicy nie ma możliwości sprawdzenia stanu ostrzy tych narzędzi. Fakt ten powoduje, iż w trakcie ruchu roboczego kombajnu nie wiadomo czy urabianie odbywa się wciąż w sposób efektywny, za pomocą noży o zadowalającym stanie ostrzy. Wszelkie zmiany sygnałów mocy lub prądu silnika napędu głowicy mogą być powodowane zarówno zużyciem (nawet katastroficznym) ostrzy noży głowicy urabiającej jak również zmienionymi warunkami urabiania. Wynika stąd, iż system który potencjalnie pozwoli na ocenę stanu ostrzy noży głowicy wielonarzędziowej powinien „skupić się” na identyfikacji stanu ostrzy noży, a nieczuły winien być na zmieniające się właściwości i rodzaj urabianego materiału.

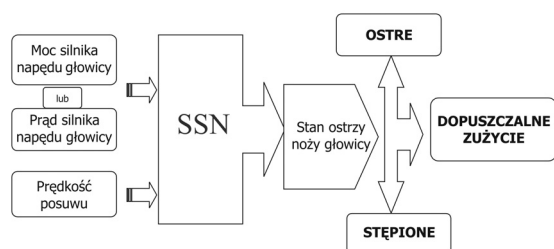
Badania stanowiskowe, które pozwolą na zebranie danych pomiarowych służących do opracowania modelu zużycia ostrzy noży głowicy wielonarzędziowej powinny w sposób istotny eliminować wpływ zmiennych warunków urabiania. Eksperymenty będą szczególnie efektywne dla jednorodnego, izotropowego, twardego materiału.

Badania które zostaną przeprowadzone mają na celu zbadanie możliwości identyfikacji stanu ostrzy noży głowicy wielonarzędziowej z wykorzystaniem klasyfikacji losowych sygnałów charakterystycznych dla określonych parametrów konstrukcyjnych badanych narzędzi. Niezbędne do tego jest określenie,



Rys. 2. Przebieg czasowy sumarycznej mocy elektrycznej (P) pobieranej przez kombajn podczas urabiania

Fig. 2. Actual course of the absorb power (P) by mechanical coal miners



Rys. 3. Schemat identyfikacji stanu ostrzy noży
Fig. 3. The schema identification of tool condition

które wielkości charakterystyczne dla urabiania skał głowicą wielonarzędziową, oraz które ich cechy mogą być przydatne do identyfikowania stanu ostrzy noży głowicy wielonarzędziowej (np. moc silnika, rysunek 2). Sygnały rejestrowane w procesie urabiania zostaną poddane dyskretyzacji. (FFT; analiza harmoniczna z określeniem amplitudy i fazy dla częstości harmonicznych pewnej częstotliwości podstawowej).

Badania prowadzone będą dla stałych parametrów urabiania (prędkości obrotowej głowicy, prędkości posuwu) oraz dla jednej konstrukcji głowicy. Eksperymentom poddawane będą różne typy noży o charakterystycznej geometrii z różnym stanem stępienia ostrza (noże stożkowe, dwa rodzaje noży płaskich).

Należy także odpowiedzieć na pytanie: jakie struktury sieci neuronowych, z uwagi na dokładność, czas i metodę uczenia okażą się przydatne do realizacji danego zagadnienia.

5. Literatura

- [1] Gajewski J., Jonak J.: Klasyfikacja sygnałów siły skrawania za pomocą sieci neuronowej, Eksploatacja i Niezawodność nr 2/2004 Polskie Naukowo-Techniczne Towarzystwo Eksploatacyjne, Warszawa 2004.
- [2] StatSoft®: STATISTICA Neural Networks, 1998.
- [3] Rosół. M., Sapiński B., Zastosowanie specjalizowanego mikrokontrolera w symulacji Hardware in the Loop, IV Krajowa Konferencja MSK'03 – Metody i systemy komputerowe, Kraków 2003.
- [4] Osowski S.: Sieci neuronowe do przetwarzania informacji, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2000.
- [5] Jonak J.: Urabianie skał głowicami wielonarzędziowymi, Wydawnictwo Naukowe „Śląsk”, Katowice 2001.
- [6] Jonak J.: Identyfikacja stanu ostrza z wykorzystaniem sieci neuronowej , IV Krajowa Konferencja MSK, Kraków 2003.

4. Podsumowanie i wnioski

Istotne dla powodzenia prowadzonych eksperymentów wydaje się ustalenie jakie sygnały (moc i prąd silnika głowicy, moment obrotowy, prędkość posuwu) oraz które ich cechy (średnia wartość mocy, wariancja, skośność, kurtoza) są najbardziej przydatne do identyfikowania stanu ostrzy noży głowicy wielonarzędziowej do urabiania węgla. Dalsze badania obejmą poszukiwanie optymalnych struktur sieci oraz metod ich uczenia oraz testowanie SSN, a także opracowanie wytycznych do wykorzystania metod sztucznej inteligencji w badaniach nad identyfikacją pracujących zespołowo noży głowicy wielonarzędziowej.

Ze wstępnej analizy zagadnienia autor wyciąga następujące wnioski:

1. Zastosowanie metod sztucznej inteligencji do identyfikowania stanu ostrzy noży głowicy wielonarzędziowej, przy wykorzystaniu pewnych cech sygnałów, jest racjonalne.
2. Do uzyskania zadowalających rezultatów identyfikowania przez sieć neuronową stanu ostrzy noży niezbędne jest pozyskanie odpowiednio zasobnej bazy danych pomiarowych.
3. Analiza cech sygnałów uzyskanych w badaniach doświadczalnych ma na celu wyodrębnienie charakterystycznych wielkości przydatnych do identyfikacji stanu ostrzy noży pracujących zespołowo.

Mgr inż. Jakub GAJEWSKI

Katedra Podstaw Konstrukcji Maszyn
Wydział Mechaniczny
Politechnika Lubelska
ul. Nadbystrzycka 36; 20-618 Lublin
e-mail: j.gajewski@pollub.pl