

DIAGNOSTYKA POWIERZCHNI Z ZASTOSOWANIEM SIECI NEURONOWYCH

Tadeusz MIKOŁAJCZYK

ATR Bydgoszcz, Katedra Inżynierii Produkcji
85-796 Bydgoszcz, ul. Kaliskiego 7, tami@atr.bydgoszcz.pl

Streszczenie

W pracy przedstawiono zrealizowany w Katedrze Inżynierii Produkcji ATR Bydgoszcz układ do pomiaru stanu powierzchni metodą reflektometryczną. Opracowany układ zawiera oświetlacz laserowy i odbiornik w postaci diody. Sygnał z diody przesyłany jest do komputera przez kartę AC. W systemie analizy sygnału zastosowano sieć neuronową, którą zastosowano do skalowania układu. Dodatkowymi wejściami sieci są parametry technologiczne procesu. Uzyskane wyniki wskazują na poprawne działanie układu i możliwość jego praktycznego zastosowania do bezstykowej oceny stanu powierzchni.

Słowa kluczowe: diagnostyka powierzchni, pomiary reflektometryczne, sieci neuronowe

SURFACE DIAGNOSTICS WITH NEURAL NET USE

Summary

In work presents system to surface roughness measure with reflectometric method, realized in Department of Production Engineering Technical & Agriculture University from Bydgoszcz of Poland. The results of reflectometric measure with feed and circle nose edge was used by neural network to investigations influence this parameters on surface roughness parameter. The useful neural network to scaling presented reflectometric stand was defined.

Key words: surface diagnostics, reflectometric measure, neural net

1. WPROWADZENIE

Rozwój współczesnego wytwarzania wymaga tworzenia warunków do oceny stanu powierzchni obrobionej. Na stan powierzchni obrobionej wpływa wiele czynników związanych z narzędziem jak i z parametrami procesu przy uwzględnieniu własności materiału obrabianego i ostrza. Wśród technik pomiaru stanu powierzchni rośnie znaczenie nowych metod oceny stanu powierzchni, w tym także metod reflektometrycznych [1,2,3], umożliwiających bezstykową ocenę powierzchni. Zaawansowane jest opracowanie podstaw teoretycznych tych metod [2]. Znajdują one zastosowanie szczególnie w zakresie powierzchni o dużej gładkości, aczkolwiek pojawiają się prace, w których prezentuje się rozwiązania umożliwiające taką oceną stanu powierzchni w szerszym zakresie parametrów. Upowszechnienie interfejsów komputerowych stwarza możliwość budowy oryginalnych skomputeryzowanych stanowisk badawczych wspartych specjalnym oprogramowaniem umożliwiającym realizację nowych jakościowo zadań.

W pracy przedstawiono stanowisko do bezstykowych pomiarów stanu powierzchni metodą

reflektometryczną z zastosowaniem sieci neuronowej do skalowania układu.

2. REFLEKTOMETRYCZNE STANOWISKO DO BADAŃ STANU POWIERZCHNI

2.1. Koncepcja pracy

Chropowatość powierzchni obrobionej ostrzem punktowym jest uzależniona do kinematyczno-geometrycznego odwzorowania ostrza w materiale. W większości przypadków ma miejsce łukowe odwzorowanie naroża ostrza o promieniu r_e . Wysokość nierówności teoretyczną R_{zt} określa się wtedy zależnością:

$$R_{zt} = \frac{f^2}{8r_z} \quad (1)$$

gdzie:

f – posuw mm,

r_e – promień naroża mm.

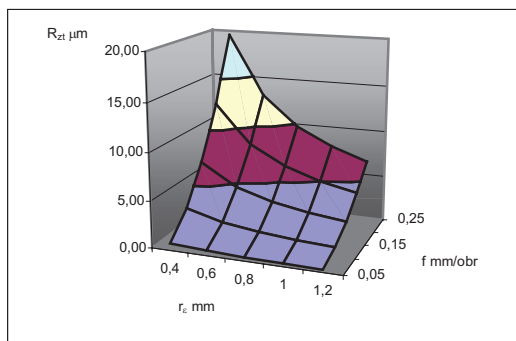
Istnieje związek pomiędzy często stosowanym parametrem R_a powierzchni, a parametrem R_{zt} , którego wartość jest 4* większa od R_a

Tak więc w dużym uproszczeniu można stwierdzić, że parametry obróbki i promień naroża

determinują stan powierzchni obrabianej. W praktyce jest ona kształtowana również innymi czynnikami takimi jak:

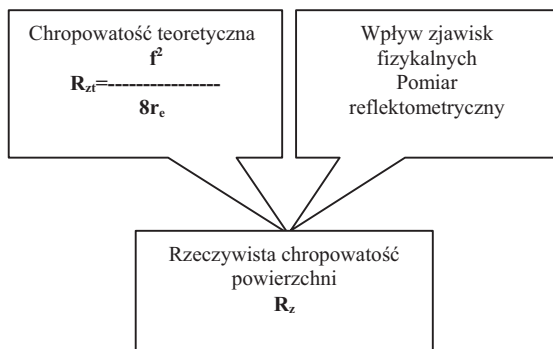
- minimalna grubość warstwy skrawanej,
- płynięcie warstwy wierzchniej,
- zjawisko narostu,
- szczyrbałość ostrza,
- własności materiału obrabianego.

Teoretyczną wysokość nierówności w skrawaniu ostrzem punktowym zilustrowano na rys. 1. W praktyce [4] zauważa się wyraźną różnicę wartości rzeczywistej i teoretycznej wysokości nierówności, szczególnie w zakresie małych wartości posuwów, gdzie zaznacza się wpływ wyraźny minimalnej grubości warstwy skrawanej. Ogranicza on celowość stosowania małych wartości posuwów w skrawaniu.



Rys. 1. Teoretyczny wykres zależności (1)

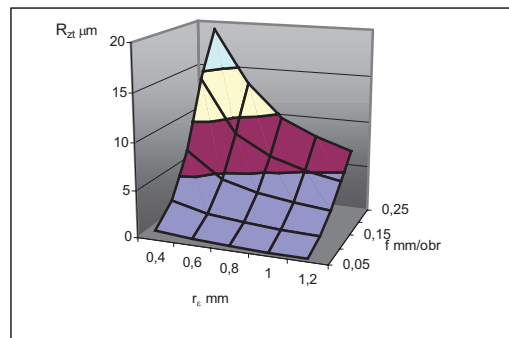
Przedstawiony wykres wskazuje, że podstawowym czynnikiem determinującym stan powierzchni jest odwzorowanie geometryczno-kinematyczne ostrza. Do tego wpływu dodają się algebraicznie wpływy innych zjawisk, które poza zjawiskiem minimalnej grubości warstwy skrawanej trudno jest ilościowo określić. W oparciu o ten wniosek opracowano oryginalną koncepcję budowy stanowiska badawczego do określania stanu powierzchni. Koncepcja ta opiera się na powiązaniu prognozowania stanu powierzchni jako superpozycji odwzorowania kinematyczno-geometrycznego parametrów wejściowych f i r_e z dodatkowym wpływem zjawisk fizycznych określonym sposobem reflektometrycznym (rys. 2).



Rys. 2. Koncepcja stanowiska

Jako dogodne środowisko do integracji informacji według koncepcji zaprezentowanej na rys. 2 uznano sieć neuronową.

Przeprowadzono próbę aproksymacji zależności (1) siecią neuronową [7]. Analizy przeprowadzono w nakładce Neuralyst na program Excel. Do uczenia sieci zastosowano wartości uzyskane z obliczeń wg zależności (1) w zakresie parametrów $f=0,05-0,24$ mm/obr i $r_e=0,4-1,2$ mm. Uzyskane wyniki aproksymacji zaprezentowane na rys. 3. Wskazują one na zdolność sieci neuronowej do aproksymacji tej funkcji. teoretycznej. Odchyłki wartości wynosiły -6 do 4 %, jedynie dla wartości posuwu 0,05 pojawiały się wartości większe rzędu 25%.



Rys. 3. Wartości według zależności (1) aproksymowane siecią neuronową (2-4-1)

Uzasadnia to wyniki zaprezentowane w pracy [5], gdzie z zastosowaniem sieci neuronowej aproksymowano wyniki pomiarów reflektometrycznych z użyciem jako dodatkowych wejść właśnie wartości posuwu i promienia naroża ostrza użytego do obróbki powierzchni.

2.2. Opis stanowiska badawczego

W celu weryfikacji koncepcji pomiarów on-line stanu powierzchni sposobem reflektometrycznym, ze skalowaniem układu pomiarowego siecią neuronową, opracowano stanowisko badawcze do pomiarów powierzchni toczonej (rys. 4).

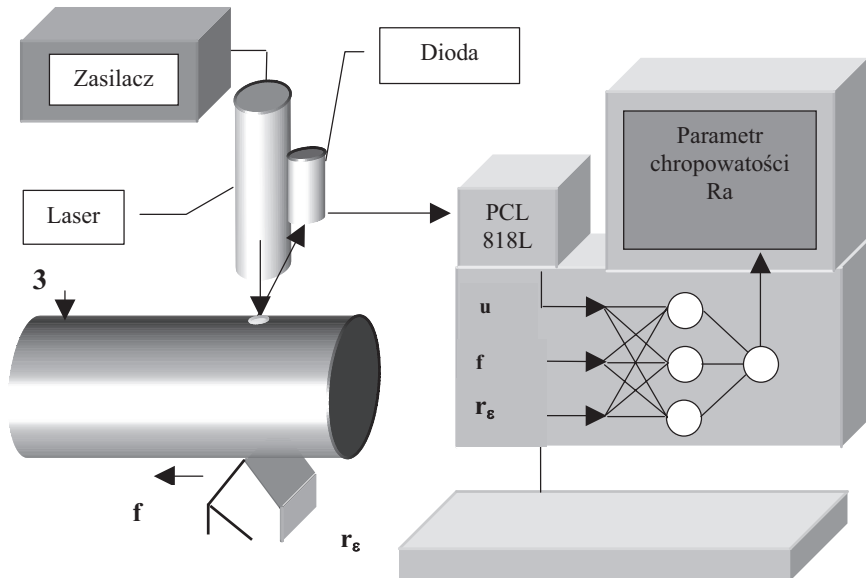
Jako oświetlacza użyto wskaźnika laserowego natomiast odbiornikiem rozproszonego światła była dioda, którą połączono z mikrokomputerem IBM przy pomocy wejścia analogowo cyfrowego karty PCL818L (firmy Advantech). Badania przeprowadzono przy stałej odległości czoła czujnika reflektometrycznego od powierzchni obrabianej zapewniającej największy poziom sygnału w odbiorniku. Wartość tę określono w wyniku serii prób wstępnych.

Do obsługi stanowiska opracowano w języku Visual Basic specjalne oprogramowanie Neural_Ra. Zastosowano w nim obiekt Neural Networks ver. 1.1., który obsługuje pracę sztucznej sieci neuronowej ze wsteczną propagacją błędów. W programie sieć neuronową skonfigurowano według schematu przedstawionego na rys. 4, a więc

z zastosowaniem danych: wartości posuwu - f i promienia zaokrąglenia krawędzi skrawającej - r_e .

W programie możliwe jest dowolne konfigurowanie liczby wejść sieci neuronowej, przy czym jedno z nich stanowi wartość sygnału z układu reflektometrycznego. Umożliwia to modyfikacje

stanowiska przy uwzględnieniu, zarówno innych informacji wprowadzanych z klawiatury jak i dodatkowych wejść informacyjnych z układu reflektometrycznego przy jego rozbudowie, czy też użyciu jako odbiornika linijki czy matrycy CCD.



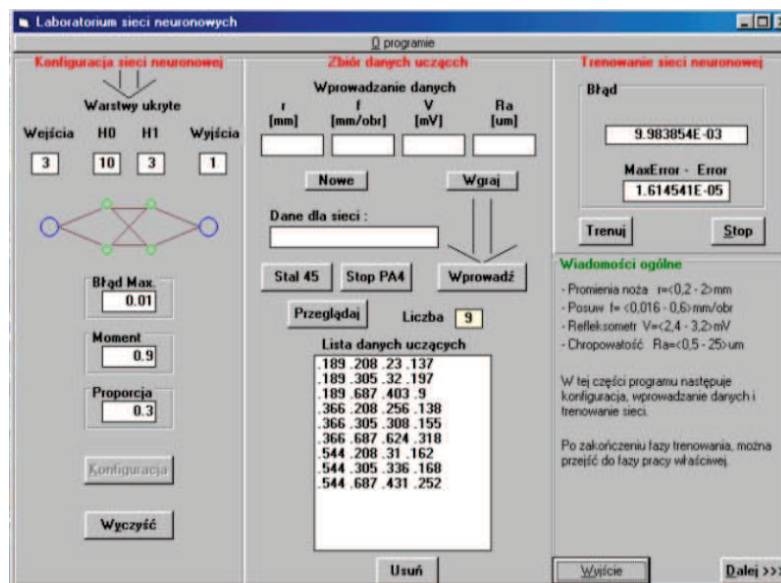
Rys. 4. Schemat stanowiska do reflektometrycznych pomiarów powierzchni

Działanie programu Neural_Ra zawiera się w czterech sekwencjach:

- konfiguracja sieci neuronowej,
- wprowadzanie danych do uczenia sieci,
- trenowanie sieci,
- pomiary.

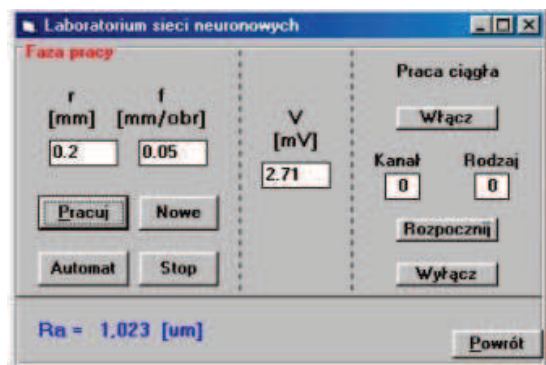
Pierwsze trzy sekwencje umieszczono na formie przedstawionej na rys. 5. W sekwencji konfiguracji sieci, następuje definiowanie zmiennych i dobór parametrów pracy sieci

neuronowej. W drugiej sekwencji następuje wprowadzanie danych potrzebnych do uczenia sieci. Wykorzystuje się w nich wartości parametrów, w jakich została obrobiona powierzchnia, wyniki pomiarów reflektometrycznych oraz jako wyniki wyjściowe wyniki pomiarów z profilografometru stykowego.



Rys. 5. Wprowadzanie danych i uczenie sieci neuronowej

Po sekwencji trzeciej w której odbywa się trenowanie sieci neuronowej na ekranie prezentowane są parametry jej błędu. W sekwencji czwartej (rys. 6), program generuje on-line parametr chropowatości R_a na podstawie przetworzonego sygnału z czujnika oraz danych jakie wykorzystane zostały do trenowania sieci neuronowej.



Rys. 6. Ekran przedstawiający on-line wynik działania sieci z parametrem R_a

Przeprowadzone próby wykazały poprawność działania opracowanego programu – uzyskano możliwość bezstykowego pomiaru parametru R_a powierzchni obrabianej w czasie rzeczywistym. W czasie prób uzyskiwano błędy oceny parametru powierzchni rzędu 10 %. Możliwa jest zmiana ocenianego parametru stanu powierzchni wymaga jednak zmiany danych użytych do uczenia sieci. Parametry wytrenowanej sieci mogą zostać zapisane.

Praca stanowi próbę zastosowania sieci neuronowych do skalowania układu reflektometrycznego. Stwierdzono, że sieć neuronowa, współpracująca z reflektometrycznym układem pomiarowym o bardzo prostej budowie, potrafi oceniać przy uwzględnieniu dodatkowej informacji stan powierzchni obrobionej, w różnych warunkach, w szerokim zakresie wartości parametrów chropowatości. Prowadzone prace wskazują na celowość stosowania sieci neuronowych do skalowania układów pomiarowych.

Innym kierunkiem zastosowania sieci neuronowych do badań stanu powierzchni jest ich użycie do rozpoznawania obszaru zużycia ostrza [6] prezentowane też w materiałach tej konferencji.

4. WNIOSKI

Przeprowadzone wstępne próby stanowiska do pomiaru reflektometrycznego powierzchni z zastosowaniem sieci neuronowych wskazują na poprawność działania stanowiska badawczego wraz z oprogramowaniem.

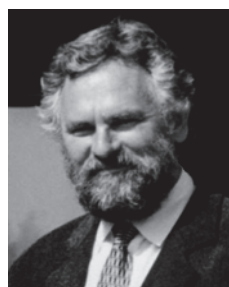
Celowe jest dalsze prowadzenie prób weryfikacji działania programu z uwzględnieniem

gatunku obrabianego materiału oraz odległości czujnika od toczzonej powierzchni, a także oceny powierzchni dla innych technologii jej wykonania.

Celowe jest poszukiwanie nowych rozwiązań stanowiska zapewniających uzyskanie informacji w zakresie promieniowania odbitego w kierunku zwierciadlanym jak i spektrum światła rozproszonego.

LITERATURA

- [1] Cellary A., Wieczorkowski M.: Bezstykowa głowica laserowa do pomiaru geometrycznej struktury powierzchni. *Mechanik* 7/1994.
- [2] Łukianowicz Cz.: Optyczne metody oceny mikrogeometrii powierzchni wykorzystujące kątowy rozkład natężenia światła rozproszonego. *Mechanik* 5-6/1991.
- [3] Karpiński T., Łukianowicz Cz.: System kontrolno-pomiarowy do oceny mikronierówności powierzchni przedmiotów będących w ruchu. Prof. dr inż. Tadeusz Karpiński, Jubileusz 40-lecia pracy naukowej i dydaktycznej Politechnika Koszalińska, Koszalin, 1999.
- [4] Kawalec M.: Skrawanie hartowanych stali i żeliwa narzędziami o określonej geometrii ostrza. *Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej, Rozprawy nr 234*, Poznań, 1990
- [5] Mikołajczyk T.: Wykorzystanie sieci neuronowych do oceny chropowatości powierzchni metoda refleksometryczną. Międzynarodowa Konferencja Naukowa, Obróbka skrawaniem, Kraków 2000.
- [6] Mikołajczyk T., Nowicki K.: Ocena obrazu zużycia ostrza z wykorzystaniem sieci neuronowych. III konferencja n-t, *Mechatronika'97*, Warszawa 1997.
- [7] Tadeusiewicz A.: *Sieci neuronowe* PWN, Warszawa, 1995



Mikołajczyk Tadeusz, ur. 1951 r., dr inż., adiunkt w Katedrze Inżynierii Produkcji ATR Bydgoszcz, opiekun Koła Naukowego Mechaników, prace z zakresu podstaw skrawania i konstrukcji narzędzi jak też zastosowań mechatroniki w inżynierii produkcji