

MAREK JANKOWSKI
KRZYSZTOF TYSZCZUK

Wydział Matematyki, Fizyki i Techniki, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz

SŁAWOMIR KOPACZ

Wydział Matematyki i Zarządzania, Politechnika Poznańska, Poznań

Algorytm optymalizacji rozdrabniania nasion oleistych z wykorzystaniem programowania genetycznego

Wprowadzenie

Idea zastosowania sztucznej inteligencji w wyszukiwaniu stosunkowo dokładnych opisów procesu rozdrabniania może oznaczać samoczynne zorganizowanie się systemu w celu wyszukania optymalnych lub bliskich optymalnym rozwiązań i procedur ich przetwarzania.

Na diagramie (Rys. 1) podano ogólny system działaniowy przyjęty do wspomaganie prac eksperymentalnych nad rozdrabnianiem. Większość doniesień literaturowych, dotyczących tego zagadnienia, potwierdza konieczność prowadzenia eksperymentu wieloczynnikowego zupełnego.

Algorytm wspomagania

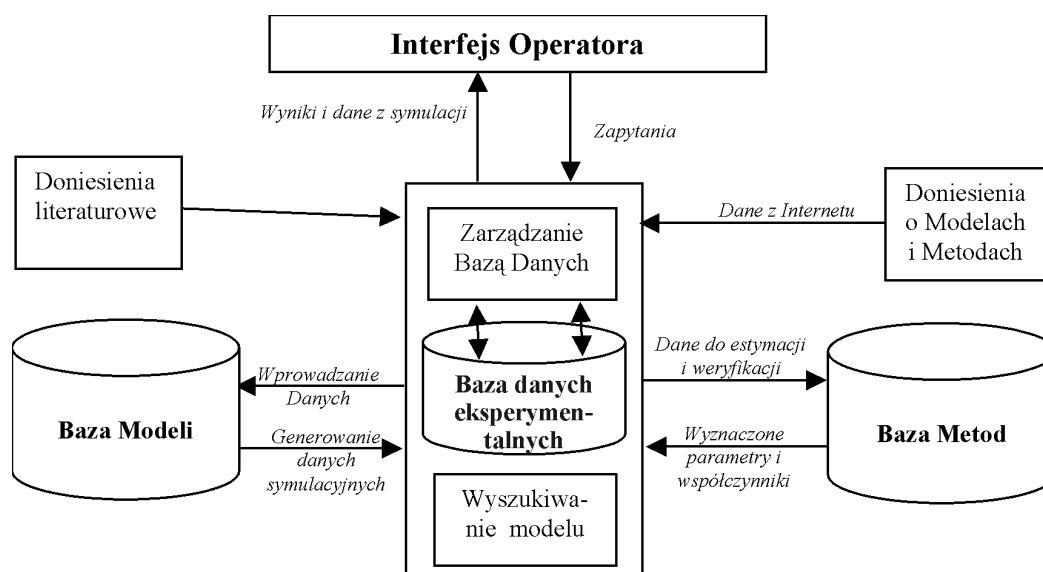
Brak odpowiednio dokładnych modeli fizycznych zachodzących zjawisk powoduje zarówno w procesie konstruowania jak i eksploatacji, potrzebę eksperymentalnego ustalania optymalnych (lub bliskich optymalnym) parametrów pracy układu rozdrabniania, jak uczyniono w pracach kierowanych przez *Flizikowskiego* [1]. Ilość danych uzyskiwana w takich badaniach jest trudna do intuicyjnej oceny na podstawie poszczególnych parametrów, lecz wymaga obszerniejszej analizy.

Niezbędne jest więc znalezienie adekwatnego modelu, wykorzystywanego w następujących przypadkach:

- interpolacji i ekstrapolacji w celu uzyskania wskazówek do planowania kolejnych eksperymentów,
- eksploatacyjnych zmian parametrów procesu gwarantujących utrzymanie założonych wskaźników jakościowych (udziały procentowe frakcji),
- identyfikowania eksploatacyjnych czynników zakłócających proces lub nawet identyfikacji uszkodzeń układu mechanicznego rozdrabniacza.

Przyjęto, że poszukiwany jest model statystyczny zjawiska, uwzględniający nieliniowości występujące w procesach i systemach rzeczywistych oraz posiadający wiele wyjść i wejść. Takim modelem, wykorzystywanym m.in. w projektowaniu warstw sieci neuronalnych (imitujących działanie systemów rzeczywistych) są modele typu NARX (*Nonlinear AutoRegressive with eXogenous variable*). Podstawy matematyczne stosowania modelu NARX opisał *Ljung* [2], zastosowania w identyfikacji systemów dotyczą publikacje *Korbicza i Witczaka* [3], zaś opisów procesu rozdrabniania m.in. praca *Gawendy, Saramaka i Tumidajskiego* [4].

Ogólną postać NARX zapisuje się w postaci:



Rys. 1. Schemat działaniowy wspomaganie prac eksperymentalnych nad rozdrabnianiem

Tablica 1

Zestawienie zmiennych wejściowych w rozdrabniaczu precyzyjnym RPW-11TN

Zestawienie zmiennych														
Konstrukcja zespołu rozdrabniającego														
System noży rozdrabniających – <i>S</i>	1	2	3	4	5	6	7							
Odległość między nożami – <i>B</i>	1	2	3											
Prędkość obrotowa														
Prędkość obrotowa wirnika – <i>n</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
System zadawania materiału														
Zadawanie szarżowe – <i>G</i>	1	2	3	4										
Zadawanie ciągle przez podajnik ślimakowy – <i>W</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
Układ ciągu powietrza dla aspiracji														
Otwarcie zaworu „fałszywego powietrza” – <i>Z</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				

$$\hat{y}_{i,k} = g_i(\hat{y}_{1,k-1}, \dots, \hat{y}_{1,k-n}, \dots, \hat{y}_{m,k-1}, \dots, \hat{y}_{m,k-n_m}, u_{1,k-1}, \dots, u_{1,k-n_{1,u}}, \dots, u_{r,k-1}, \dots, u_{r,k-n_{r,u}}, p_i) \quad (1)$$

gdzie $i = 1, \dots, m$.

Wyjście przyjmuje się jako złożone z części opisywanej przez model i odchylenia:

$$y = \hat{y} + \varepsilon \quad (2)$$

Wejścia oznaczone są symbolami u_r, p_i to składowa wektora parametrów. Zadanie identyfikacji sprowadza się do wyznaczenia wspomnianego wektora parametrów p oraz nieznannej funkcji g^* .

W praktyce dopasowanie modelu odbywa się przy dodatkowych założeniach, że funkcja g jest wielomianem n -go rzędu, zaś parametry p są liniowe bądź nieliniowe. Takie zawężenie w dalszym ciągu pozostawia bardzo liczny zbiór struktur modeli.

Jako narzędzie do efektywnego wyszukiwania adekwatnego modelu wybrano metodę obliczeniową opartą na prawach ewolucyjnych – metodę programowania genetycznego. Możliwy do automatycznego wygenerowania zbiór struktur modeli wraz z wyznaczonymi wektorami parametrów może zostać poddany przetwarzaniu prostym algorytmem genetycznym. W efekcie rywalizacji względem dopasowania do danych pomiarowych oczekiwane jest uzyskanie kilku zidentyfikowanych modeli, które możliwie najlepiej opiszą badany system rozdrabniania.

Opis wejść i wyjść poszukiwanego modelu rozdrabniania

W przypadku rozpatrywanym w niniejszej pracy proces opisany jest funkcją następujących zmiennych:

$$Y = g^*(S, B, n, G/W, Z) \quad (3)$$

gdzie symbole wyjaśniono w tablicy 1.

Proces jest oceniany na podstawie procentowej zawartości rozdrobnionych czterech frakcji: $u_{max}, u_{16}, u_8, u_{min}$. Na podstawie wiedzy *a priori* ekspertów kryteria oceny procesu ustalono w następujący sposób:

- udział u_{min} możliwie niski – odzwierciedla straty materiałowe i dodatkowe straty energetyczne procesu,
 - udział frakcji u_8 możliwie wysoki jako pożądanego produktu,
 - udział frakcji u_{16} możliwie niski ze względu na nieefektywną (żywieniowo i produkcyjnie) postać produktu w tej frakcji,
 - udział frakcji u_{max} możliwie niski odzwierciedlający straty energetyczne (konieczność ponownego przemiału).
- Istotne w procesie oceny jest nadanie wag poszczególnym kryteriom, odpowiednio: $w_{max}, w_8, w_{16}, w_{min}$.

Podsumowanie

Doświadczenia badaczy skłoniły do doboru statystycznego modelu regresyjnego o możliwie najogólniejszej postaci. Złożoność obliczeniowa i konieczność powtarzania i ręcznego sterowania przeszukiwaniem najlepszego modelu zastała zastąpiona automatyką właściwą dla programowania genetycznego, jako naturalnym narzędziem dla tego typu poszukiwań. Otrzymany model umożliwi nadażne i wiarygodne dobieranie parametrów technologicznych i konstrukcyjnych rozdrabniacza (Tabl. 1) dla procesu rozdrabniania wg opracowanych kryteriów.

W ślad za schematem i algorytmem podanym wcześniej i na podstawie doświadczeń zebranych przy opracowywaniu i studiowaniu prac, planowane jest specjalistyczne oprogramowanie możliwe do uruchomienia za pośrednictwem przeglądarki internetowej w języku PHP wraz w bazą danych MySQL.

LITERATURA

1. *J. Flizikowski*: Projekt implementacji inteligentnego systemu wspomaganie konstrukcji młynów, szczególnie wielotararczowych IE_TEST-07_BIO. Opracowanie NMG, Bydgoszcz, 2004.
2. *L. Ljung*: System identification. Theory for the sers. New Jersey, Prentice-Hall, 1987.
3. *M. Witczak, J. Korbicz*: Identification of nonlinear systems using genetic programming. Safeprocess'00, vol 2., 967, Budapeszt 2000.
4. *T. Gawenda, D. Saramak, T. Tumidajski*: Modele regresyjne rozdrabniania surowców skalnych w kruszarce szcękowej. <http://www.wbiis.tu.koszalin.pl/konferencja/konferencja2005/>.