

ZESZYTY PROBLEMOWE POSTĘPÓW NAUK ROLNICZYCH 1994 z. 415

MODELOWANIE PROCESU EKSPLOATACJI MASZYN ROLNICZYCH

Władysław Józwiak

Katedra Techniki Rolniczej
Politechnika Św. w Kielcach

Synopsis: W opracowaniu przedstawiono dobór modeli probabilistycznych w procesie symulacji maszyn roboczych. Weryfikację zgodności danych empirycznych z modelami teoretycznymi przeprowadzono dla rozkładów: wykładniczego, Weibulla, normalnego i log-normalnego. Opracowane wyniki użyto do eksperymentu symulacyjnego.

Słowa kluczowe: identyfikacja, modele probabilistyczne, symulacja.

Wstęp

Modelowanie w ogólnym ujęciu traktujemy jako działanie polegające na dobieraniu do przedmiotowego obiektu adekwatnego modelu.

Eksperymentalne badania systemów zastępuje się badaniami ich modeli. Jedną z metod badania modeli jest metoda symulacji.

Modelowanie symulacyjne wykorzystuje się w projektowaniu maszyn, jak i w sterowaniu ich eksploatacją. Symulowanie zachowania się maszyn rolniczych w różnych sytuacjach eksploatacyjnych pozwala na ocenę przydatności użytkowej maszyn [Powierża, 1990]. Założenia metodyczne, koncepcję oraz procedurę opracowania metody oceny efektywności eksploatacyjnej maszyn przedstawiono w pracy [Józwiak, 1990].

Procedura badań

Procedura symulacyjna jak każdy proces badawczy składa się z następujących faz: identyfikacji obiektów technicznych, doboru modeli probabilistycznych, przeprowadzeniu eksperymentu, opracowaniu wyników i wnioskowaniu.

Ocenianym obiektem technicznym jest dowolny fragment rzeczywistości eksploatacyjnej maszyn, który da się zastąpić modelem:

$$MS = \langle M, L, O, P \rangle,$$

gdzie:

- $M = \{ M_a ; a = \overline{1, A} \}$ - zbiór środków technicznych,
 $L = \{ L_b ; b = \overline{1, B} \}$ - zbiór operatorów,
 $O = \{ O_c ; c = \overline{1, C} \}$ - zbiór elementów otoczenia,
 $P = \{ P_d ; d = \overline{1, D} \}$ - zbiór elementów organizacyjnych.

System taki może przebywać w okresie eksploatacji w stanach: zdatności, niezdatności technicznej, niezdatności antropotechnicznej, niezdatności otoczenia i niezdatności organizacyjnej. Obiektem badań są kombajny zbożowe typu "BIZON". Do eksperymentu symulacyjnego wykorzystano 9-letnie badania eksploatacyjne kombajnów zbożowych. Czasy przebywania maszyn w poszczególnych stanach traktowano jako wielkości probabilistyczne i modelowano zmiennymi losowymi.

Dobór modeli probabilistycznych wykonano w oparciu o programy komputerowe usprawniające procesy obliczeniowe danych z badań eksploatacyjnych, opracowane przez Ośrodek Informatyki Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach.

Schemat zastosowania metody analitycznej jest następujący:

Dane z badań -> weryfikacja typu modelu -> estymacja parametrów.

Weryfikację zgodności danych empirycznych z modelami teoretycznymi przeprowadzono dla następujących rozkładów: wykładniczego, Weibulla, normalnego i log-normalnego. Program I weryfikuje zgodność danych empirycznych z modelami teoretycznymi. Ogólny schemat obliczeń prowadzony przy testowaniu zgodności rozkładów jest następujący:

- wyznaczenie wartości statystyki testowej,
- obliczenie kwantyli statystyk testowych na poziomie istotności,
- wyznaczenie poziomu krytycznego testu,
- określenie wyniku weryfikacji.

Wyniki testowania zgodności rozkładów przedstawiono w tab. 1.

Program II do estymacji parametrów rozkładów realizuje następujące funkcje:

- oszacowanie parametrów rozkładów,
- przedziały ufności dla tych parametrów,
- wskaźniki statystyczne charakteryzujące rozkłady,
- przedziały ufności dla tych wskaźników.

Wyniki w postaci parametrów rozkładów przedstawiono w tab. 2.

Eksperyment symulacyjny

Program symulacyjny, który jest programem głównym odwołującym się do szeregu podprogramów, ma budowę modułową i składa się z modułów generowania stanów, wyznaczania wskaźników i weryfikacji ocen.

Program główny rozpoczyna się od zadania podstawowych danych do symulacji jak:

- ilości realizacji symulacji,
- ilości maszyn uczestniczących w pracy,
- ilości stanów,
- wielkości zadania do wykonania,
- prawdopodobieństwa przebywania maszyn w poszczególnych stanach,
- zbioru kodów rozkładów,
- zbioru parametrów tych rozkładów.

W oparciu o te dane i parametry programu dokonuje się symulacji pracy maszyn, w wyniku czego otrzymuje się przebieg symulacji w postaci czasów przebywania w poszczególnych stanach. Na ich podstawie program główny oblicza wskaźniki charakteryzujące proces eksploatacji maszyn.

Program weryfikacji modeli szczegółowych został opracowany w oparciu o test dla dwóch średnich. Uzyskane wartości średnie wskaźników z badań naturalnych zostały wczytane do pamięci komputera. Natomiast wartości średnie wskaźników uzyskiwanych z realizacji eksperymentu symulacyjnego porównuje się w/g programu komputerowego, który automatycznie dokonuje doboru poziomu istotności, na jakim model spełnia założoną hipotezę.

Do eksperymentu dobierano rozkłady i ich parametry podane w tab. 1 i 2.

Tabela 1

Zestawienie testowania zgodności rozkładów

Table 1

Testing statement of distribution accordance

Lp.	Nazwa zmiennej	Nr maszyny	Rozkłady (poziom krytyczny testu)			
			Wykładn.	Weibulla	Normalny	Log-norm.
1	Czas zdatności (ZDAT)	1	-	0,25	0,79	0,61
		2	-	0,25	0,76	0,51
		3	-	0,25	0,19	0,42
		4	-	0,25	0,52	0,29
		5	-	0,25	0,64	0,78
2	Czas niezdatności technicznej (NZDT)	1	-	-	-	-
		2	0,43	0,25	0,64	0,14
		3	0,07	0,25	0,93	0,16
		4	0,25	-	-	0,33
		5	0,79	0,25	-	0,83
3	Czas niezdatności antropotechnicznej (NZDA)	1	-	0,25	-	0,06
		2	-	0,25	0,60	0,99
		3	-	0,25	0,85	0,63
		4	-	0,25	0,27	0,18
		5	-	0,25	0,71	0,92
4	Czas niezdatności otoczenia (NZDOT)	1	-	0,25	0,09	0,06
		2	-	-	0,19	0,28
		3	-	0,25	0,90	0,96
		4	-	0,25	0,29	0,20
		5	-	0,25	0,79	0,64
5	Czas niezdatności organizacyjnej (NZDOR)	1	-	0,25	0,77	0,47
		2	-	0,25	1,00	0,53
		3	-	0,15	0,40	0,92
		4	-	0,25	0,11	0,27
		5	-	0,25	0,27	0,66

Tabela 2

Zestawienie parametrów rozkładów dla danych z badań eksploatacyjnych

Table 2

Statement of parametric distribution for operating data

Lp.	Nazwa zmiennej	Nr maszyny	Typy rozkładów i ich parametry					
			Weibulla		Normalny		Log-norm.	
			A	B	A	B	A	B
1	Czas zdatności (ZDAT)	1	-	-	5,4	0,68	1,60	0,13
		2	-	-	4,8	1,26	1,53	0,27
		3	-	-	5,4	1,28	1,66	0,23
		4	-	-	4,98	0,92	1,59	0,19
		5	-	-	8,1	0,74	2,10	0,09
2	Czas niezdatności technicznej (NZDT)	1	1,27	2,00	1,5	0,9	0,31	0,45
		2	1,95	1,50	1,8	1,2	0,26	0,95
		3	1,64	2,20	1,5	0,8	0,21	0,66
		4	2,50	1,40	2,2	1,8	0,55	0,72
		5	0,74	1,33	0,7	0,7	-0,78	1,02
3	Czas niezdatności antropo-technicznej (NZDA)	1	-	-	0,88	0,18	-	-
		2	-	-	0,94	0,19	-	-
		3	-	-	0,85	0,23	-	-
		4	-	-	0,99	0,10	-	-
		5	-	-	0,97	0,21	-	-
4	Czas niezdatności otoczenia (NZDOT)	1	-	-	14,93	1,13	-	-
		2	-	-	14,98	1,83	-	-
		3	-	-	14,62	1,11	-	-
		4	-	-	14,31	1,43	-	-
		5	-	-	12,62	0,87	-	-
5	Czas niezdatności organizacyjnej (NZDOR)	1	-	-	1,22	0,56	0,09	0,52
		2	-	-	1,50	0,35	0,38	0,25
		3	-	-	1,67	0,56	0,46	0,34
		4	-	-	1,50	0,56	0,35	0,36
		5	-	-	1,55	0,53	0,39	0,34

W I eksperymencie do opisu stanów zastosowano następujące rozkłady:

- | | |
|--|-----------------|
| - stan zdatności | - normalny, |
| - stan niezdatności technicznej | - normalny, |
| - stan niezdatności antropotechnicznej | - normalny, |
| - stan niezdatności otoczenia | - normalny, |
| - stan niezdatności organizacyjnej | - log-normalny. |

W II eksperymencie do opisu poszczególnych stanów użyto następujących rozkładów:

- | | |
|--|-----------------|
| - stan zdatności | - normalny, |
| - stan niezdatności technicznej | - log-normalny, |
| - stan niezdatności antropotechnicznej | - normalny, |
| - stan niezdatności otoczenia | - normalny, |
| - stan niezdatności organizacyjnej | - log-normalny. |

Wyniki

Do oceny adekwatności modeli symulacyjnych wybrano 25 wskaźników wyznaczonych na podstawie eksperymentu symulacyjnego i 25 odpowiadających wskaźników z badań naturalnych.

Weryfikacja wykazała, że w I eksperymencie symulacyjnym, tylko w 2 przypadkach na 25 analizowanych wskaźników, hipotezę należy odrzucić na poziomie istotności $\alpha = 0.05$. Natomiast w II eksperymencie nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy na poziomie istotności $\alpha = 0.05$.

Wnioski

1. Otrzymane wyniki testowania poszczególnych rozkładów oraz wyznaczone ich parametry pozwalają na prawidłowe zbudowanie modelu symulacyjnego.

2. Weryfikacja wyników uzyskanych z symulacji jest adekwatna do wyników z badań naturalnych, na oczekiwanym poziomie istotności.

3. Opracowany model symulacyjny jest użytecznym narzędziem przy projektowaniu i eksploatacji kombajnów zbożowych.

Literatura

1. Józwiak Wł. (1990): Symulacyjna metoda oceny efektywności maszyn roboczych, praca doktorska. Pol.Św., Kielce.
2. Józwiak Wł. (1992): Metoda oceny systemu eksploatacji maszyn rolniczych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., z. 403.
3. Powierża L. (1990): Modelowanie procesów eksploatacji i projektowania maszyn roboczych w aspekcie niezawodności mrc. Wyd. Politechniki Warszawskiej.
4. Strzałkowski K., Sztechman J. (1991): Statystyczna analiza danych w zakresie doboru modelu probabilistycznego. ZN Pol.Św.

W. Józwiak

MODELLING OF A PROCESS OF FARM MACHINE OPERATION**S u m m a r y**

The work presents a choice of probabilistic models in the process of farm machine simulation. Verification of conformity of empirical data with theoretical models was done for the following distributions: exponential, Weibull's, normal and log-normal. The worked out results were used for the simulation experiment.