ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1978

Seria: GÓRNICTWO z. 94 Nr kol. 591

JÓZEFA BERNARDYN
RYSZARD BERNARDYN
CENTRUM OBLICZENIOWE
POLITECHNIKI WROCŁAWSKIEJ
WROCŁAW

SYMULACYJNA METODA ANALIZY PROCESU EKSPLOATACJI SYSTEMU Z TRANSPORTEM CIĄGŁYM

Przedstawiono metodę analizy procesu eksploatacji systemu z transportem ciągłym. Analizy dokonuje się w oparciu o symulację procesu eksploatacji na opracowanym modelu systemu, korzystając z informacji pochodzących z obserwacji systemu.
Oprogramowane algorytmy identyfikacji i symulacji systemu transportowego oraz analizy uzyskiwanych wyników symulacyjnych wchodzą w skład systemu informatycznego SEPAT wdrożonego w ZG Rudna.

1. Sformułowanie zagadnienia

Transport poziomy realizowany jest przez urządzenia emitujące masę /urządzenia nadawy/, urządzenia odbierające masę /urządzenia odbioru/ oraz urządzenia transportujące pośrednie. Uporządkowany zbiór tych urządzeń tworzy system o ciągłej strukturze technologicznej /przekazywanie masy odbywa się w sposób ciągły/. Przykładem takiego systemu może być system taśmociągów.

Zbiór urządzeń systemu oraz sposób realizacji procesu przemieszczania mas określa strukturę systemu.
Urządzenia systemu współpracują ze sobą szeregowo lub równolegle, tworzą więc układ szeregowo-równoległy.

Ciąg szeregowo współpracujących ze sobą urządzeń nazywamy elementem zredukowanym.

Urządzenia wchodzące w skład elementu zredukowanego cechują pewne wspólne własności /dotyczące np. stanów i wydajności/ wynikające z sze-

regowego charakteru współpracy.

Elementy zredukowane systemu współpracują ze sobą w punktach zwanych węzłami. Rozróżniamy trzy typy węzłów: zsyp, rozsyp i rewerację.

Rys. 1. Przykład struktury systemu transportu ciągłego.

Na zamieszczonym rysunku kółkami oznaczono elementy zredukowane, liczby wewnątrz kółek oznaczają numery elementów, a strzałki określają połączenia między elementami.

W zależności od celów, jakim ma służyć badanie procesu eksploatacji systemu, określa się odpowiedni zbiór stanów dla tego systemu oraz narzuca się systemowi reżim pracy.

Stan systemu określa wektor, którego składowymi są stany poszczególnych elementów zredukowanych.

Stan elementu zredukowanego wyznacza się następująco:

1. Jeśli jakieś urządzenie wchodzące w skład elementu jest w awarii, to element jest w awarii /pozostałe urządzenia elementu są w postojach/.
2. Jeśli wszystkie urządzenia składowe elementu są w pewnym stanie, to element jest również w tym stanie.

Inne przypadki są niemożliwe.

Reżim pracy określa, w jaki sposób zmiana stanu pojedynczego urządzenia wpływa na stany pozostałych urządzeń i elementów układu, a więc określa funkcję przejścia pomiędzy wektorami stanów systemu. Reżim pracy zawęża przestrzeń stanów systemu do podprzestrzeni stanów możliwych.

Od tej chwili rozważania będą dotyczyć elementów zredukowanych.

Przestrzeń stanów systemu charakteryzuje się pewnymi właściwościami. Oto niektóre z nich:

1. W danej chwili element systemu może być tylko w jednym stanie.
2. Niektóre elementy układu mogą w ogóle nie występować w pewnych stanach.
3. Nie muszą istnieć bezpośrednie przejścia z pewnych stanów do innych.
4. Między stanami elementu istnieje hierarchia.

Stany elementów wyznacza się na podstawie zdarzeń elementarnych. Zdarzenia elementarne dla danego systemu otrzymuje się w wyniku obserwacji procesu eksploatacji systemu. Obserwecja ta musi być prowadzona w sposób ciągły w zadanym okresie czasu.

Zbiór zdarzeń elementarnych cechują następujące własności:

1. Każde zdarzenie wyznacza zmianę stanu elementu, co prowadzi do zmiany stanu systemu.
2. To samo zdarzenie elementarne może powodować przejście tego samego elementu w różne stany, w zależności od stanów pozostałych elementów systemu i od hierarchii.
3. Zbiór zdarzeń elementarnych jest przeciwobrazem przestrzeni stanów systemu.

Ze względu na hierarchię stanów pewne zmiany stanów mogą nie zostać zrealizowane /jeżeli wyznaczony stan jest niżej w hierarchii od aktualnie istniejącego/.

Na podstawie ciągu zdarzeń elementarnych w wybranym okresie czasu generuje się ciąg stanów systemu, poprzez który symuluje się proces eksploatacji systemu.

Zasadniczym celem omawianej pracy jest konstrukcja podprzestrzeni stanów, która stanowi podstawę do symulacji i analizy procesu eksploatacji systemu w celu uzyskania żądanych charakterystyk całego systemu lub poszczególnych jego elementów.

Do charakterystyk tych można zaliczyć:

- prawdopodobieństwo występowania poszczególnych elementów systemu w różnych stanach,
- średnie czasy i częstość pojawiania się stanów, zwłaszcza współczynnik powstawania i zanikania awarii,
- prawdopodobieństwo i częstość awarii systemu,
- średnia długość czasu pracy bezawaryjnej,
- rozkłady czasów awarii systemu,
- inne wskaźniki np. wskaźniki techniczno-ekonomiczne.

Dodatkowo w trakcie obserwacji procesu eksploatacji systemu uzyskuje się informacje na temat ilości nadawanej i odbieranej masy, co stanowi podstawę do wyznaczania takich charakterystyk jak:

- wykorzystanie zdolności transportowej elementów,
- rytmika wydobycia.

2. Opis modelu i metoda identyfikacji systemu

W omawianym systemie z transportem ciągłym za model geometrii tego systemu przyjmuje się strukturę drzewa /strukturę o hierarchicznej budowie/.

Przyjęcie tego modelu zezwala w prosty sposób na identyfikację systemu i przedstawienie relacji zachodzących między poszczególnymi elementami, jak również charakteryzuje współpracę elementów.

Jeżeli weźmie się pod uwagę kierunek przepływu materiału od elementów nadawczych do elementów odbiorczych, to schemat geometryczny transportu może być reprezentowany przez strukturę postaci drzewa /lub drzew/ ułożonego poziomo /parz rysunek 2/.

Rys. 2. Schemat struktury transportu

Przez strukturę rozumie się parę

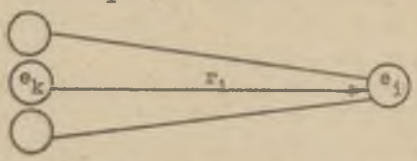
$$X = \{E, R\},$$

gdzie: $E = \{e_1, \ldots, e_n\}$ - zbiór elementów zredukowanych,

$R = \{r_1, r_2\}$ - zbiór relacji pomiędzy elementami zbioru E.

Relacja r_1

Element $e_k \in E$ jest w relacji r_1 z elementem $e_i \in E$, jeżeli te dwa elementy współpracują ze sobą w sposób bezpośredni /element e_k jest połączony w węźle z elementem e_i/.



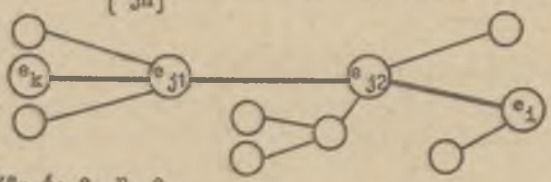
Rys. 3. $e_k\ r_1\ e_i$

Relacje r_1 nie jest zwrotna, ani symetryczna ani przechodnia.

Relacja r_2

Element $e_k \in E$ jest w relacji r_2 z elementem $e_i \in E$, jeżeli istnieje ciąg elementów $\{e_{jn}\}$ takich, że element e_k jest w relacji r_1 z pierwszym elementem tego ciągu, a ostatni element tego ciągu jest w relacji r_1 z elementem e_i. Można to określić następująco:

$$e_k r_2 e_i = \bigvee_{\{e_{jn}\}} e_k\ r_1\ e_{j1}\ r_1\ e_{j2} \ldots r_1\ e_{jn}\ r_1\ e_i$$



Rys. 4. $e_k\ r_2\ e_i$

Relacja r_2 jest niesymetryczna i przechodnia.

Definiujemy dwa zbiory S i W:

$$S = \left\{ e_i \in E : \neg \bigvee_{e_k \in E} \quad e_i \, r_1 \, e_k \right\}$$

$$W = \left\{ e_i \in E : \neg \bigvee_{e_k \in E} \quad e_k \, r_1 \, e_i \right\}$$

Elementy zbioru S nazywamy elementami odbioru, a elementy zbioru W - elementami nadawy.
Elementy podzbioru $T = E \setminus /W \cup S/$ nazywamy elementami transportującymi.
Dla każdego elementu transportującego e_i możne wyznaczyć dwa podzbiory elementów E.
Są nimi:

1. podzbiór poprzedników P_i

$$P_i = \left\{ e_m \in E : e_m r_1 e_i \vee e_m r_2 e_i \right\}$$

2. podzbiór następników N_i

$$N_i = \left\{ e_k \in E : e_i r_1 e_k \vee e_i r_2 e_k \right\}$$

Dla elementów nadawy /zbiór W/ oraz odbioru /zbiór S/można wyznaczyć tylko jeden z wyżej wymienionych podzbiorów. Dla elementów zbioru W istnieją tylko podzbiory następników, a dla elementów zbioru S podzbiory poprzedników.

Spośród poprzedników i następników wyróżnia się poprzedniki i następniki bezpośrednie. Dla elementu e_i określone są one następująco:

$P_i^B = \left\{ e_m \in E : e_m r_1 e_i \right\}$ - zbiór poprzedników bezpośrednich

$N_i^B = \left\{ e_k \in E : e_i r_1 e_k \right\}$ - zbiór następników bezpośrednich

Elementy zredukowane struktury tworzą poziomy hierarchiczne. Bezpośrednie poprzedniki danego elementu zredukowanego leżą na jednym poziomie. Tworzą one poziom wyższy od poziomu, na którym leży rozpatrywany element zredukowany. Bezpośrednie następniki również leżą na jednym poziomie /niższym niż poziom, na którym znajduje się rozpatrywany element/.

Podzbiór elementów E, który realizuje relację r_2 lub r_1 pomiędzy wybranym elementem zredukowanym a elementem odbioru lub pomiędzy elementem nadawy, a danym elementem, tworzy drogę.
Dla przykładu rozpatrzmy strukturę z rys. 1.

$E = \{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16\}$

$W = \{1,2,4,5,15,7,9,10\}$

$S = \{14,16\}$

Dla elementu zredukowanego o numerze 8 zbiorami poprzedników i następników są:

$P_8 = \{1,2,3,4,5,15,6,7\}$

$P_8^B = \{6,7\}$

$N_8 = \{13,12,14,16\}$

$N_8^B = \{13,12\}$

3. Przykład realizacji modelu

W tym rozdziale opisana jest realizacja transportu poziomego na kopalni jako przykład systemu z transportem ciągłym.

Zbiór W /elementy nadawy/ tworzy wysypy, zbiór S /elementy odbioru/ - szybiki lub szyby, natomiast zbiór T /elementy transportujące/ - taśmociągi.

Obserwacje dotyczące eksploatacji systemu notuje się w dokumentach źródłowych:

1. Karta wydobycia
2. Raport zmianowy
3. Karta pracy szybu.

Wzory tych dokumentów są podane w dodatku 2 pracy [1].

Zbiór zdarzeń tworzą informacje z dokumentów: Raport zmianowy i Karta wydobycia oraz ustalone godziny przerw międzyzmianowych.

Niżej podane są rodzaje zdarzeń, jakie mogą wystąpić w tym zbiorze:

1. POAW - powstanie awarii na urządzeniu
2. USAW - usunięcie awarii z urządzenia
3. KPPL - koniec postoju planowego
4. KPMZ - koniec przerwy międzyzmianowej
5. PWOZ - przybycie pierwszego wozu na dany wysyp
6. POSWY - postój wysypu
7. PRWY - praca wsypu
8. OWOZ - przybycie ostatniego wozu na dany wysyp
9. PPPL - początek postoju planowego
10. PPMZ - początek przerwy międzyzmianowej
11. AWCS - awaria całego systemu
12. NPCS - naprawa całego systemu
13. ZMST - zmiana struktury.

Zdarzenia o kodach 1,2,5,6,7,8 dotyczą tylko jednego urządzenia i wymagają przy określaniu stanów pozostałych urządzeń skorzystania z geometrii układu, natomiast pozostałe zdarzenia dotyczą całych systemów.

Zdarzenia o kodach 5,6,7,8 występują tylko dla wysypów i są tworzone na podstawie dokumentu Karta wydobycia, a pozostałe /z wyjątkiem KPMZ i PPMZ/ na podstawie Raportu zmianowego.

Na podstawie zbioru zdarzeń wyznaczane są stany urządzeń. Zbiór sta-

nów urządzeń składa się z następujących elementów:

1. Awaria /AW/,
2. Postój planowy /PPLAN/,
3. Postój międzyzmianowy /PMZ/,
4. Postój wymuszony /PW/,
5. Swobodne kręcenie /SK/,
6. Postój organizacyjny /POKG/,
7. Praca/PR/

Wymienione stany występują w porządku hierarchicznym.

Na podstawie informacji o ilości nadanego materiału na odpowiednich wysypach oraz odebranego materiału na szybikach lub szybach w ciągu zmiany odtwarza się drogę, jaką dany urobek został przeniesiony od wysypu do szybików oraz określa się udział odpowiednich elementów zredukowanych w transporcie danej masy materiału.

4. Maszynowa realizacja opisanego modelu systemu

Struktury drzewiaste /o hierarchicznej budowie/ wygodnie opisuje się za pomocą organizacji listowej. W konkretnym przykładzie użyta została organizacja list prostych [2].

Ogólna zasada organizacji listowej polega na tym, że łącznie z elementem pamięta się adres następnika tego elementu.

Dla każdego elementu zredukowanego systemu kopalnianego poprzedniki i następniki bezpośrednie opisuje się w postaci list. W odpowiednich tablicach pamięta się adresy tych list. Wszelkie odwołania do geometrii układu w algorytmach odbywają się poprzez te tablice.

5. Uwagi końcowe

1. Przedstawiona w artykule metoda pozwala na analizowanie dowolnych systemów zadanej klasy.

2. System informatyczny SEPAT zrealizowany na podstawie opisanej metody jest systematycznie wdrażany w zakładach LGOMu.

Literatura

[1] Bernardyn R., Sobecka J., O pewnej metodzie analizy procesu eksploatacji systemu z transportem ciągłym. Komunikat Centrum Obliczeniowego Politechniki Wrocławskiej Nr 20, Wrocław 1976, (nie publ.).

[2] Sobecka J., Procedury przetwarzania list na m.c. ODRA 1204. Praca magisterska, Uniwersytet Wrocławski, Wrocław 1973, (nie publ.).

СИМУЛЯЦИОННЫЙ МЕТОД АНАЛИЗА ПРОЦЕССА ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ С НЕПРЕРЫВНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Резюме

В статье представлен метод анализа процесса эксплуатации конвеерного транспорта. Анализ проводится на основе симуляции процесса, используя данные с действительной работы.

Опрограммированные алгоритмы идентификации и симуляции конвеерного транспорта а также анализ результатов симуляции входят в состав информационной системы СЭПАТ внедреной в руднике меди Рудна.

THE SIMULATION METHOD OF ANALYSIS OF EXPLOITATION PROCESS OF CONTINUOUS TRANSPORT SYSTEM

Summary

This paper presents the method of analysis of exploitation process of continuous transport system. This analysis is based on simulation of exploitation process on worked out model of system by using informations from observation of system.

The algorithms of identification and simulation of transport system and algorithm of analysis of received results had been programmed. These algorithms are part of information system SEPAT which was implemented in mine Rudna.