

УДК 658.026

Д.Зубов, канд.техн.наук

Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БАГАТОТАКТОВОГО АЛГОРИТМУ КЕРУВАННЯ ПОТОКОВО-ТРАНСПОРТНОЮ СИСТЕМОЮ ВУГЛЕЗБАГАЧУВАЛЬНОЇ ФАБРИКИ

Розглянуто питання синтезу програмного забезпечення багатотактового алгоритму керування потоково-транспортною системою вуглезбагачувальної фабрики на базі теоретико-множинної концепції інтерфейсу користувача та стекової машини інтерпретації текстових даних у код виконання ЕОМ. Використання запропонованих алгоритмів керування показано на основі суцільного відділення фабрики "Луганська".

Умовні позначення

Z_1, \dots, Z_n – множина керуючих впливів на технологічний процес (ТП);

a_1, \dots, a_m – аргументи функції, що спостерігаються, зведення про зміну яких надходять на інформаційні входи КП від датчиків і операторів;

p_1, \dots, p_l – стани КП, що характеризуються перемінними a_1, \dots, a_m і визначають алгоритм керування ТП;

τ_1, \dots, τ_w – змінні, що визначають час перебування ТП або КП у поточному стані або час переходу з одного стану в інший;

\vee, \wedge – знаки логічної диз'юнкції і кон'юнкції змінних.

Розробка сучасних комп'ютеризованих засобів багатотактових алгоритмів керування потоково-транспортною системою (ПТС) вуглезбагачувальної фабрики (ВЗФ) є у даний час однією з найбільш актуальних задач у зв'язку із закінченням терміну експлуатації

старої апаратури (наприклад, на ВЗФ “Луганська” експлуатується безконтактний комплекс “Оператор” заводу “Червоний металіст” 1974 року випуску) і впровадженням нової на базі високопродуктивних контролерів, для тестування і навчання операторів, аналізу і прогнозування виробничих ситуацій [1]. При цьому основними функціями апаратури автоматизації є:

1. Вибір маршруту транспортування матеріалу, дистанційне керування технологічними ланцюгами з елементами автоматизації, місцеве - окремими механізмами.

2. Створення необхідних блокувальних залежностей між механізмами, що забезпечують транспортування матеріалу обраним маршрутом.

3. Світлова і звукова сигналізація про нормальну роботу маршрутів і механізмів, заповненні залізничних бункерів, положенні шиберів, заштибуванні жолобів, аварійну зупинку маршруту.

Даним вимогам відповідає багатотактова логічна (“1” - логічна одиниця - сигнал присутній; “0” - логічний нуль - сигнал відсутній) математична модель ПТС ВЗФ [1]:

$$\begin{cases} z_1 = \bigvee \wedge (a_1, \dots, a_m, p_1, \dots, p_l, \tau_1, \dots, \tau_w); \\ \dots \\ z_n = \bigvee \wedge (a_1, \dots, a_m, p_1, \dots, p_l, \tau_1, \dots, \tau_w), \end{cases} \quad (1)$$

де z_1, \dots, z_n - множина керуючих впливів на технологічний процес (ТП), включаючи сигналізацію уздовж лінії механізмів ТП і на пульті оператора про поточну або прогнозовану зміну стану об'єкта керування або керуючого пристрою КП (інформаційні виходи);

a_1, \dots, a_m - аргументи функції, що спостерігаються, зведення про зміну яких надходять на інформаційні входи КП від датчиків і операторів;

p_1, \dots, p_l - стани КП, що характеризуються перемінними a_1, \dots, a_m і визначають алгоритм керування ТП;

τ_1, \dots, τ_w - змінні, що визначають час перебування ТП або КП у поточному стані або час переходу з одного стану в інший;

\vee, \wedge - знаки логічної диз'юнкції і кон'юнкції змінних.

Синтез програмного забезпечення (ПЗ) моделі (1) доцільно проводити з обліком вимог конкретних користувачів і виду ПТС ВЗФ. Розглянемо побудову ПЗ автоматизованого робочого місця оператора ПТС на прикладі ВЗФ “Луганська”. Аналіз елементарних операцій алгоритмів керування ПТС даної фабрики показує, що при синтезі ПЗ достатнім є використання множини символів $\{\vee, \wedge, \neg$ (інверсія), τ (запізнювання) $\}$. У таблицях 1-3 міститься фрагмент зведеної інформації опису функціонування операторської станції N 1 сушильного відділення.

Моделювання на ЕОМ проводилося за допомогою мови програмування Delphi v 6 у середовищі операційної системи Windows 98. Ієрархія меню прототипу ПЗ автоматизованого робочого місця оператора ПТС подана на рис.1, перелік опцій якого складає мінімальний інструментарій створення, редагування і нормального функціонування бази даних. Фрагмент роботи програми поданий на рис.2, в екранній формі якої виділяється два основних поля - головне меню вибору опцій і набір елементів керування даними. Структура інтерфейсу відповідає типовій теоретико-множинній концепції Windows, що полегшує його освоєння користувачами. Для інтерпретації текстових даних табл.3 у код виконання інтерактивного ПЗ вводиться алгоритм стекової машини [2]. При синтезі дружнього інтерфейсу користувача використовується інфіксна форма запису бінарних логічних операцій кон'юнкції і диз'юнкції, які подаються відповідно як символи AND і OR (унарна операція інверсії NOT подається префіксною формою). Приклад моделювання керування конвеєром (позиція 1451) у середовищі розробленого ПЗ поданий у табл.4 (текстовий запис: $z_7 = z_1(30)ANDa_4ORa_3ANDNOTa_33$), де розглядається варіант трансформації релевантних змінних $a_1, a_3, a_4, a_{33}, z_1, z_7$ (інші аргументи a мали значення “0”).

Таблиця 1

Алфавіт і зведена таблиця змінної a

Найменування сигналу	Позначення
Команда на вмикання пускового попереджувального сигналу для механізмів шлаковидалення	a ₁
Команда на вмикання пускового попереджувального сигналу для механізмів сушильного агрегату	a ₂
Сигнал про роботу конвеєра (п.1451)	a ₃
Команда на вмикання конвеєрів (п.931-1 і п.1451)	a ₄
Команда на зупинку конвеєра (п.931-1)	a ₅
Сигнал про роботу конвеєра шлаку (п.931-1)	a ₆
Сигнал про роботу ланцюгової решітки (п.1601-1)	a ₇
Шибєр розпалювальної труби (п.1604-1) у положенні “відкрито”	a ₈
Сигнал про роботу димососа (п.918-1)	a ₉
Шибєр розпалювальної труби (п.1604-1) у положенні “закрите”	a ₁₀
Сигнал про відкрите положення спрямовуючого апарата (п.918а-1)	a ₁₁
Сигнал на закриття шибєру розпалювальної труби (п.1604-1)	a ₁₂
Команда на вмикання вентилятора первинного дуття (п.1606-1)	a ₁₃
Сигнал про роботу вентилятора (п.1606-1)	a ₁₄
Команда на зупинку вентилятора первинного дуття (п.1606-1)	a ₁₅
Команда на вмикання приводу ланцюгової решітки (п.1601-1)	a ₁₆
Сигнал про роботу сушильного агрегату 1	a ₁₇
Сигнал про роботу приводу барабана (п.907-1)	a ₁₈
Сигнал про роботу шлакового живильника (п.929-11)	a ₁₉
Сигнал про роботу шлакового живильника (п.929-12)	a ₂₀
Сигнал про роботу шлакового живильника (п.929-13)	a ₂₁
Сигнал про роботу шлакового живильника (п.929-14)	a ₂₂
Сигнал про роботу шлакового живильника (п.929-15)	a ₂₃
Сигнал про роботу шлакового живильника (п.929-16)	a ₂₄
Сигнал про роботу живильника (п.905-1)	a ₂₅
Сигнал про температуру 120 ⁰ С у розвантажувальній камері	a ₂₆
Команда на зупинку приводу ланцюгової решітки (п.1601-1)	a ₂₇
Сигнал про знижений тиск води для зрошення скрубєрів	a ₂₈
Сигнал про досягнення температури 75 ⁰ С водою на охолодженні підшипників димососу	a ₂₉
Команда на відключення скребкового барабанного живильника (п.911-1)	a ₃₀
Сигнал про забивання циклонів	a ₃₁
Сигнал про роботу вентилятора дуття (п.1606-1)	a ₃₂
Команда на зупинку конвеєра (п.1451)	a ₃₃

Таблиця 2

Алфавіт і зведена таблиця змінної τ

Позначення	Найменування	Час, с
τ ₁	Тривалість пускового попереджувального сигналу	100
τ ₂	Тривалість пуску конвеєрів	30

Таблиця 3

Алфавіт і зведена таблиця змінної z

Найменування сигналу	Позначення	Формула
Пусковий попереджувальний сигнал для механізмів шлаковидалення	z ₁	$a_1 \vee z_1 \wedge \neg z_1(\tau_1)$
Пусковий попереджувальний сигнал для механізмів сушильного агрегату	z ₂	$a_2 \vee \neg z_2(\tau_1) \wedge z_2$
Керування конвеєром п.931-1	z ₃	$z_1(\tau_2) \wedge a_3 \wedge a_4 \vee a_3 \wedge \neg a_5 \wedge a_6$

Найменування сигналу	Позначення	Формула
Відкриття шиберу розпалювальної труби п.1604-1	Z4	$\neg a_7 \wedge \neg a_8 \wedge Z_9 \vee \neg a_9 \wedge \neg a_8$
Закриття шиберу розпалювальної труби п.1604-1	Z5	$\neg a_{10} \wedge a_7 \wedge a_{11} \wedge a_9 \vee a_{12} \wedge a_{10}$
Керування вентилятором первинного дуття п.1606-1	Z6	$Z_1(\tau_2) \wedge a_{13} \vee a_{14} \wedge \neg a_{15} \wedge \neg Z_9 \vee \neg a_{15} \wedge a_{14} \wedge a_7$
Керування конвесором п.1451	Z7	$Z_1(\tau_2) \wedge a_4 \vee a_3 \wedge \neg a_{33}$
Керування приводом ланцюгової решітки п.1601-1	Z8	$Z_1(\tau_2) \wedge a_6 \wedge \neg a_{16} \vee \neg Z_9 \wedge a_6 \wedge \neg a_{17} \wedge a_7 \wedge \neg a_{27} \vee a_7 \wedge a_{14} \wedge a_{18} \wedge a_9 \wedge a_{19} \wedge a_{20} \wedge a_{21} \wedge a_{22} \wedge a_{23} \wedge a_{24} \wedge a_{25} \wedge \neg a_{26} \wedge \neg a_{27} \wedge \neg a_{28} \wedge a_{29} \wedge \neg a_{30} \wedge \neg a_{31} \wedge a_{32} \wedge a_6$
Фіксація роботи сушильного агрегату 1	Z9	$a_7 \wedge a_{25} \wedge a_9 \wedge a_{10} \wedge \neg a_{27} \vee Z_9 \wedge \neg a_{27}$

Аналіз функціонування ПЗ автоматизованого робочого місця оператора ПТС в операційних системах Windows 9x/NT/2000, а також в умовах відділу контролю-вимірювальних приладів і апаратури ВЗФ “Луганська” показав його працездатність, дружність і достатню функціональність. Подальшим розвитком даного програмного продукту є розширення його функціональності і підвищення дружності інтерфейсу користувача на базі сучасних комп'ютерних технологій.

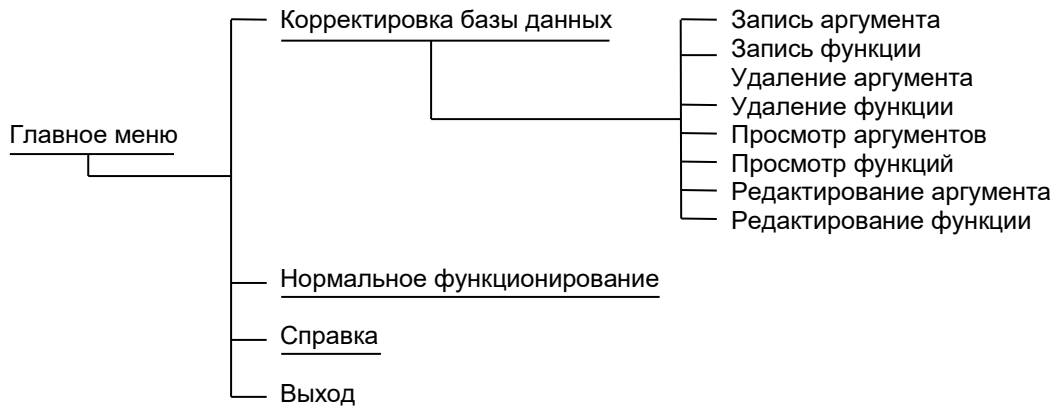


Рис. 1. Ієрархія меню ПЗ автоматизованого робочого місця оператора ПТС

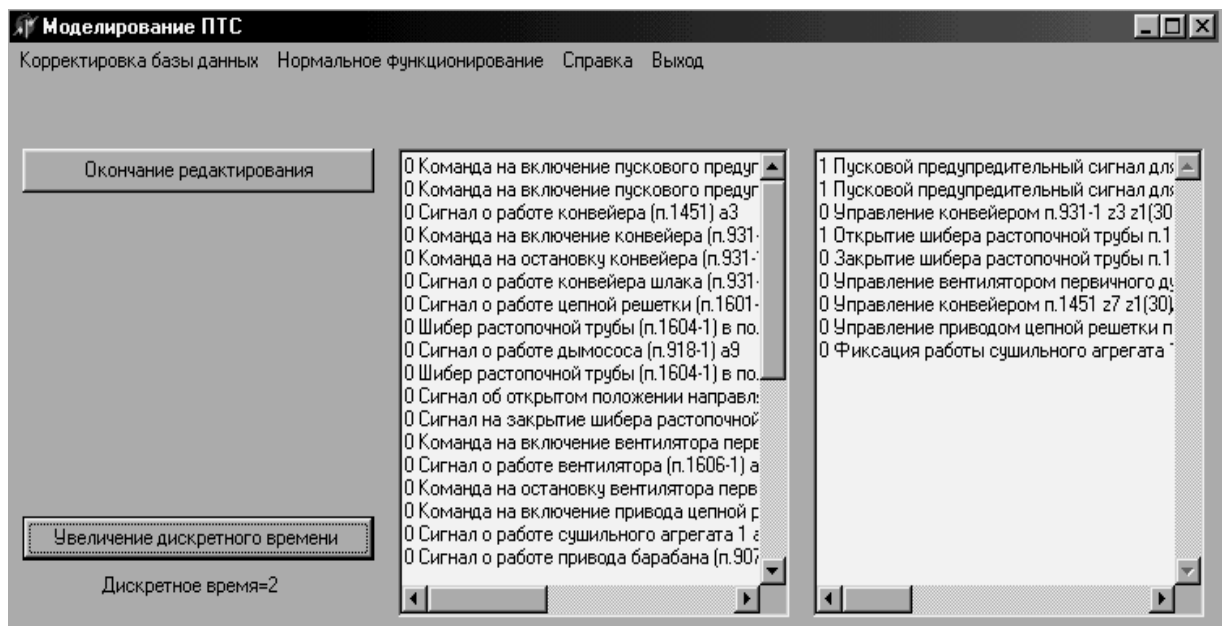


Рис. 2. Фрагмент роботи ПЗ автоматизованого робочого місця оператора ПТС

Таблиця 4

Узагальнена таблиця станів прикладу моделювання керування конвеєром п.1451

Змінні	Стани вхідних і вихідних змінних за тактами керування						
	1	2	3	4	5	6	7
a ₁	1	0	0	0	0	0	0
a ₃	0	0	0	0	0	1	1
a ₄	0	0	1	0	0	0	0
a ₃₃	0	0	0	0	0	0	0
z ₁	0	1	1	1	1	1	1
z ₇	0	0	0	0	0	1	1

The multi-stage control algorithm software synthesis of the coal-cleaning plant continuous-handling system on basis of the set-theoretic user interface concept and the text datas into executed computer code interpretation stack machine is regarded. The application of the offered control algorithms is displayed on the "Lugansk" coal-cleaning plant drying section basis.

Література

1. Системы и устройства автоматики для горных предприятий на основе микроэлектроники и микропроцессорной техники/ Под ред. Ю.Н.Камынина и Л.Г.Мелькумова. – М.: Недра, 1992. – 363 с.
2. Брой М. Информатика. Структуры систем и системное программирование: В 4-х ч. Ч. 3/ Пер. с нем. – М.: Диалог-МИФИ, 1996. – 224с.

Одержано 09.08.2002 р.