

3. Удосконалення системи керування нахилом лопатки аксіального роторнопоршневого насоса типу PVC 1.63 / [М.І.Іванов, О.М.Переяславський, С.А.Шаргородський та ін.] // Промислова гідравліка і пневматика. – 2016. - №40(50). – С.74-80.

УДК 62-525

Губарев О.П., д.т.н., проф., Ганпанцурова О.С., к.т.н., доц.
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

ВРАХУВАННЯ КІЛЬКОСТІ І РЕЗУЛЬТАТІВ ДІЙ В АЛГОРИТМІ КЕРУВАННЯ МЕХАТРОННОЇ СИСТЕМИ

Анотація Запропоновано методику врахування співвідношення вдалих та невдалих дій мехатронної системи в алгоритмі керування. В теоретичну основу покладено двокомпонентні логічні змінні, що є сумою змістовного та інерційно-змістовного компонентів, які розраховані за таблицею вдалих та невдалих дій, впорядкованих за часом і розподілених на групи. Розмір груп побудовано за логарифмічною шкалою з відліком від поточної спроби. Інерційно-змістовний компонент є добутком двох бінарних змінних, перша з яких визначає очікуваний результат спроби, а друга змінна має ймовірнісний показник, що характеризує інерційність прийняття рішень. Запропонований алгоритм розрахунку може бути використаним при обчисленні логічних виразів в алгоритмах керування [1,2,3].

Ключові слова: команда керування, спроба, логічна змінна, інерційність, пам'ять, алгоритм керування

Прикладом використання інерційної логіки можуть слугувати команди керування при застосуванні принципів ситуаційного або детермінованого підходів. Вираз команди керування, побудований з використанням логічних функцій «І», «АБО» та «НІ», базується на комбінаціях логічних та інерційних змінних. Інерційні змінні вміщують детермінований компонент з додатком: $X_i = X_{\text{det}} + X_{\text{iner}} = (X_{i1} \wedge X_{\text{ip}1}) \vee (X_{i2} \wedge X_{\text{ip}2})$, де $X_{\text{det}} = (X_{i1} \wedge (X_{\text{ip}1} = 1))$ - умова детермінованого компонента, $X_{\text{iner}} = (X_{i2} \wedge (X_{\text{ip}2} = \varphi(S_{j/n-j}))$ - логічна умова компонента з інерційною складовою, $X_{\text{ip}2}$ - бінарна змінна, що обрахована з врахуванням розподілу спроб за ймовірнісною оцінкою (табл. 1).

Таблиця розрахунку змінних			Таблиця 1				
X_{i1}	X_{i2}	$X_{\text{ip}2}$	X_i	X_j	\bar{X}_i	$X_i \wedge X_j$	$X_i \vee X_j$
0	0	0	0	0	1	0	0
1	0	0	1	0	0	0	1
1	1	0	1	0	0	0	1
0	1	0	0	0	1	0	1
0	1	0	0	0	1	0	0
0	1	1	1	0	0	0	1
1	1	1	1	0	0	0	1
1	0	0	1	1	0	1	1
1	1	0	1	0	0	1	1
0	1	0	0	0	1	0	1
0	1	0	0	1	1	0	1
0	1	1	1	1	0	1	1
1	1	1	1	1	0	1	1

Перехід від кількості спроб до алгоритму визначення базується на 2-му законі Ньютона в адаптованому логічно-бінарному вигляді [4,5]:

$F_i = m_i \cdot \ddot{x}_i = J_i \cdot y_i$, де J_i - міра інерційності системи по відношенню до дестабілізуючого впливу F_i , y_i - реакція системи на дестабілізуючий вплив. В загальному випадку при, кількості спроб n для варіанту j при визначенні X_i отримуємо:

$$P_i = \sum_{k=1}^{\log_2 n} P_{k/i} = \sum_{k=1}^{\log_2 n} \left(\frac{1}{k+1} \cdot \sum_{j=2^{k-1}}^{2^k} \omega_j \right)$$

де ω_j - результативність j -ї спроби варіанту i .

Для розрахунку ймовірнісної складової виразу застосовано генератор випадкових чисел і лічильник, що працюють синхронно з системою. Якщо відносне значення лічильника (CW0/CP0) перевищує розраховане значення, то бінарна складова дорівнює "0", в протилежному випадку "1". Розрахунок потребує структурованого представлення пам'яті.

Формування сигналів адаптивного керування здійснюється відповідно до наведених залежностей. Розрахунок X_p - інерційного компоненту бінарної змінної за історією роботи системи, представленої у структурованому масиві $Z(i,j,k,l, \dots)$, здійснюється на основі

розподілення варіантів спроб (табл. 2).

Приклад масиву пам'яті, спроба №10														Таблиця 2			
Спроба №i	1	1	1	1	1	1	1	1	9	8	7	6	5	4	3	2	
№ Сегм.	4								3				2				
Рядок 0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Рядок 1g	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	2	2	
рядок 2 g(p...)	0.00391	0.00391	0.00391	0.00391	0.00391	0.00391	0.00391	0.00391	0.00391	0.00391	0.03125	0.03125	0.03125	0.03125	0.125	0.125	0.5
рядок 3 вар. 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
рядок 4 вар. 2	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	

Два початкових рядки масиву (табл. 2) є спеціальними шаблонами, що використано для спрощення алгоритму розрахунків. Їх значення не змінюються за весь час роботи системи. Нульовий рядок відображає заповнення пам'яті системи шляхом реєстрації спроб, що відбулись, тобто він заповнюється під час роботи системи.

Останній стовпчик відповідає останній спробі з врахуванням дійсності або хибності отриманого результату. Кількість стовпчиків

обмежена розміром пам'яті системи, а кожний стовпчик фіксує результати певної спроби. За замовченням, попередньо всі спроби мають нульовий результат, тобто ще не відбулись. Відстань стовпчика від правого краю масиву відповідає давності здійснення цієї спроби.

Другий, третій та наступні рядки вміщують інформацію щодо розподілу результатів спроб, а кількість рядків дорівнює кількості різновидів результатів.

Нульовий рядок вміщує позначки здійснення спроб або глибини заповнення пам'яті. На початку роботи системи всі елементи рядка дорівнюють 0. По мірі здійснення спроб елементи по черзі послідовно змінюють значення 0 на значення 1. Зміна здійснюється тільки при фіксації завершення чергової спроби і одночасно з внесенням її результату в масив $Z(i,j,k,l, \dots)$.

Перший рядок вміщує вагові коефіцієнти спроб g , що відповідають заповненню пам'яті за бінарними розрядами. Перший елемент матиме значення 1, два других елементи утворюють сегмент і матимуть значення 2, чотири наступних елементи також утворюють сегмент і матимуть значення 3, сегмент із значенням 4 матимуть наступні вісім елементів масиву і в загальному вигляді для k -го елементу масиву значення $g(k)$ відповідатиме нерівності: $2^r \leq k < 2^{r+1} \Rightarrow g(k) = r$. Другий рядок вміщує вагові коефіцієнти ймовірності виникнення кожного результату. Сума значень елементів кожного наступного сегменту складає половину від попереднього і коефіцієнт дорівнює: $2^{-k}/k + 1$.

В 3-му та наступних рядках занесена історія всіх варіантів виконання спроб. В кожному стовпчику, що відповідає одиничному значенню 0-го рядка (спроба відбулась), в одному з рядків №3 та наступних, обов'язково внесено значення вдалої спроби одного з варіантів, яке дорівнює 1. У всіх інших рядках, починаючи з 3-го цього стовпчика, занесений варіант невдалої спроби 0. Тобто, в третьому рядку занесена історія варіанту №1 результатів спроб. В четвертому рядку занесена історія варіанту №2 результатів спроб. Якщо варіантів більше, то збільшено і кількість рядків з історією спроб, але кожна спроба має лише один вдалий варіант (одне одиничне значення в рядках №3 і далі).

Заповнення значень пам'яті для кожної поточної спроби відбувається за окремим алгоритмом з використанням підготовленої структури даних (табл.2). Вхідними даними алгоритму є: кількість попередніх спроб n ; факт прийняття значення 1 першого вхідного сигналу $x_{s1}=1$; факт прийняття значення 0 першого вхідного сигналу $x_{s1}=0$; факт прийняття значення 1 другого вхідного сигналу $x_{s2}=1$; факт прийняття значення 0 другого вхідного сигналу $x_{s2}=0$; час інтервалу нечутливості для одночасних подій $\Delta t_{s1/s2}^* = _c$; максимальний час очікування для другого сигналу $\Delta t_{max} = _c$; позитивна реакція системи $y_{1iner} = (x_{s1} \wedge x_p) = 1$; негативна реакція системи $y_{1iner} = (x_{s1} \wedge x_p) = 0$; отриманий результат $Z = 1$ (приз ϵ); не отриманий результат $Z = 0$ (призу немає).

Безпосередньою умовою початку відпрацювання алгоритму наявність нульових вхідних сигналів: $x_{s1} = 0$ і $x_{s2} = 0$. За цією умовою система переходить у режим очікування одиничного значення будь якого з сигналів: $x_{s1} = 1$ або $x_{s2} = 1$. За пам'яттю попередніх дій здійснено розрахунок значення інерційної складової сигналу команди для наступної події $y_{inert} = (x_{s1} \wedge x_p)$.

Формування варіантів подій						Таблиця 3
№ варіанту	x_{s1} бачу	x_{s2} чую	Реагую: сигнал y_{inert}	Приз z	Збіг команди і результату	Формування рефлексу
1	1	1	1	1	+	
	так	так	Спробую	Приз	Отримав	+
2	0	1	1	1	+	
	ні	так	Спробую	Приз	Отримав	+
3	0	1	1	0	-	
	ні	так	Спробую	нема	Помилка	-
4	0	1	0	1	-	
	ні	так	Не вірю	приз	Помилка	+
5	0	1	0	0	+	
	ні	так	Не вірю	нема	Не результат	-
6	1	0	1	1	+	
	так	ні	Спробую	приз	Отримав	-
7	1	0	1	0	-	
	так	ні	Спробую	нема	Міраж	Не буває
8	1	0	0	0	+	
	так	ні	Не вірю	нема	Міраж	Не буває
9	1	0	0	1	-	
	так	ні	Не вірю	приз	Міраж	Не буває
10	0	0	0	0	-	
	ні	ні	вірю	Не знаю	Чекаю	Не подія

Узагальнений зміст алгоритму полягає в наступному: а) очікування наступної події; б) фіксація початку події; в) фіксація результатів події; г) фіксація завершення події; д) віднесення змісту події до одного з альтернативних варіантів: або - формує умовний рефлекс (+); або - підтверджує умовний рефлекс (+); або - спростовує умовний рефлекс (-); або - безпосередньо не впливає на умовний рефлекс (0); е) внесення даних, відповідних до варіанту події, до масиву; ж) розрахунок ймовірного множника команди керування; з) розрахунок значення сигналу команди керування; і) очікування наступної події.

За виконанням умови переходу від $x_{s1} \vee x_{s2} = 0$ до $x_{s1} \vee x_{s2} = 1$ алгоритм починає: А1) відлік часу: часу нечутливості $\Delta t_{i/2}$ з перевіркою: отримання значення "1" обох сигналів: $x_{s1} = 1$ і $x_{s2} = 1$; А2) відлік часу: часу максимального очікування Δt_{max} з перевіркою отримання значення "1" обох сигналів: $x_{s1} = 1$ і $x_{s2} = 1$, з перевіркою результату z , з перевіркою збігу результату z та запропонованої команди y_{inert} попереднього кроку роботи системи.

За отриманими результатами перевірок здійснюється визначення варіанту поточної події (табл. 3), корегуються значення структурованої пам'яті (табл. 2), визначається інерційна складова (табл. 1), та її вплив на формування умовного рефлексу (стовпчик 7, табл. 3) при визначенні інерційної складової команд керування для наступної події.

Список літератури

1. Ганпанцурова О.С. Логіко-інерційна складова команд керування виконавчим модулем мехатронної системи.- Ганпанцурова О.С., Губарев О.П. / Матеріали XVII МНТК АС ПП «Промислова гідравліка і пневматика» 2016: тези доповідей. Харків, 2016, с. 72.
2. Черкашєнко М.В. Гидропневмоавтоматика. Под общ.ред. К.В.Савельева.- Харьков: ГИДРОСЛЕКС, 2002.- 75с.
3. Глушков М.В. Логическое проектирование дискретных устройств.- Глушков М.В., Капитонова Ю.В., Мищенко А.Т.- К.:Наукова думка, 1987.-264с.
4. Губарев А.П. К вопросу адаптации логического управления.- Депонент /УкрНИИНТИ, 1986,N282-Ук86.- 29с.

Колмогоров А.Н. Три подхода к определению понятия "количество информации"/ В кн.:Колмогоров А.Н. Теория информации и теория алгоритмов. -М.:Наука, 1987, С.213-223.