

УДК 62-5

Особливості побудови логічних виразів команд керування для систем з альтернативними процесами

Губарев О.П., Ганпанцурова О.С. КПІ
ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

Анотація: Розглянуто особливості синтезу циклових систем n 'ятого класу, характерною ознакою яких є наявність альтернативних дій або підпроцесів. Прикладами таких систем можуть бути гнучкі та адаптивні виробничі лінії, процеси в яких відбуваються із використанням різної кількості обладнання чи виробничих ділянок в залежності від зміни поточних експлуатаційних умов. Альтернативний вибір відбувається за певними зовнішніми чи внутрішніми сигналами, а спеціальні модулі в системі виконують функцію перевірки наявності або відсутності цих сигналів. При цьому не існує певного співвідношення між кількістю повторювань системою будь-якої з альтернативних гілок процесу чи стовідсоткової вірогідності виконання одного з альтернативних підпроцесів впродовж всього життєвого циклу системи. Представлена методика враховує зазначені особливості будови та функціонування альтернативних систем та дозволяє отримувати мінімізовані та логічно коректні вирази команд керування виконавчими пристроями.

Ключові слова: циклові системи; гнучкі системи; логічний синтез; функціональний граф; керування

Зростання швидкості технологічних процесів та підвищення гнучкості виробничих ліній призводить до поступового збільшення кількості задіяного обладнання та ускладнення алгоритмів керування. Існуючі методи опису систем з альтернативними та / або паралельними процесами (наприклад, таблиці станів та переходів або мережі Петрів) є достатньо складними у застосуванні, потребують багато часу на побудову алгоритмів керування та дуже часто перевантажують систему надлишковими зв'язками [1, 2]. В даній роботі запропонована методика побудови команд керування для систем з альтернативними процесами, що базується на циклічно-модульному підході та дозволяє скоротити трудомісткість процесу логічного синтезу та отримати мінімізовану форму команд керування.

Незалежно від кількості альтернативних гілок, модулів чи тактів, структура логічних виразів команд керування для таких систем матиме наступний вигляд:

$$y_i \Leftarrow \bigcup_{v=1}^m \bigcup_{k=1}^{R1, R2} \left[\bigcap_p ((x_{k,1(i)} + \{x\}_{k,1c})_p * \dots * (x_{k,n(i)} + \{x\}_{k,nc})_p * \{x\}_{k-\bar{k}})_p \right] * \{x\}_{k-\bar{m}}$$

де \bigcup_v - об'єднання виразів команди керування i -го функціонального модуля, що

відповідають різним альтернативним режимам роботи об'єкта; y_i - логічний вираз основної (зворотної) команди керування для i -го модуля системи, $\bigcup_{k=1}^m$ - сума виразів, що відповідають

m різним режимам багаторежимного модуля; $\bigcap_p^{R1, R2}$ - добуток виразів, що відповідають

безпосереднім і контекстним причинам з альтернативних режимів (R1, R2); $x_{k,j(i)}$ - j -й з сигналів стану – безпосередніх причин команди k -го режиму i -го функціонального модуля; $\{x\}_{k,jc}$ - логічний вираз, що подовжує дію сигналу $x_{k,j(i)}$ до отримання підтверджуючого

сигналу щодо відпрацювання команди y_i ; $\{x\}_{k-\bar{k}}$ - вираз, що забезпечує припинення сигналу до початку дії зворотної команди модуля; $\{x\}_{k-\bar{m}}$ - логічний вираз, що забезпечує відсутність сигналу команди під час відпрацювання і збереження результату для всіх режимів зворотної команди.

При проведенні логічного синтезу систем з альтернативними процесами особливу увагу слід приділяти командам керування для модулів, які розташовуються на першому спільному переході після злиття альтернативних процесів (наприклад, дуга 13, рис. 1), оскільки команди мають бути сформовані і виконані як після завершення однієї альтернативної гілки, так і після завершення іншої альтернативної гілки. Також необхідно враховувати особливості змісту логічного виразу і технічної реалізації команд альтернативного вибору (дуги 3 та 8, рис. 1).

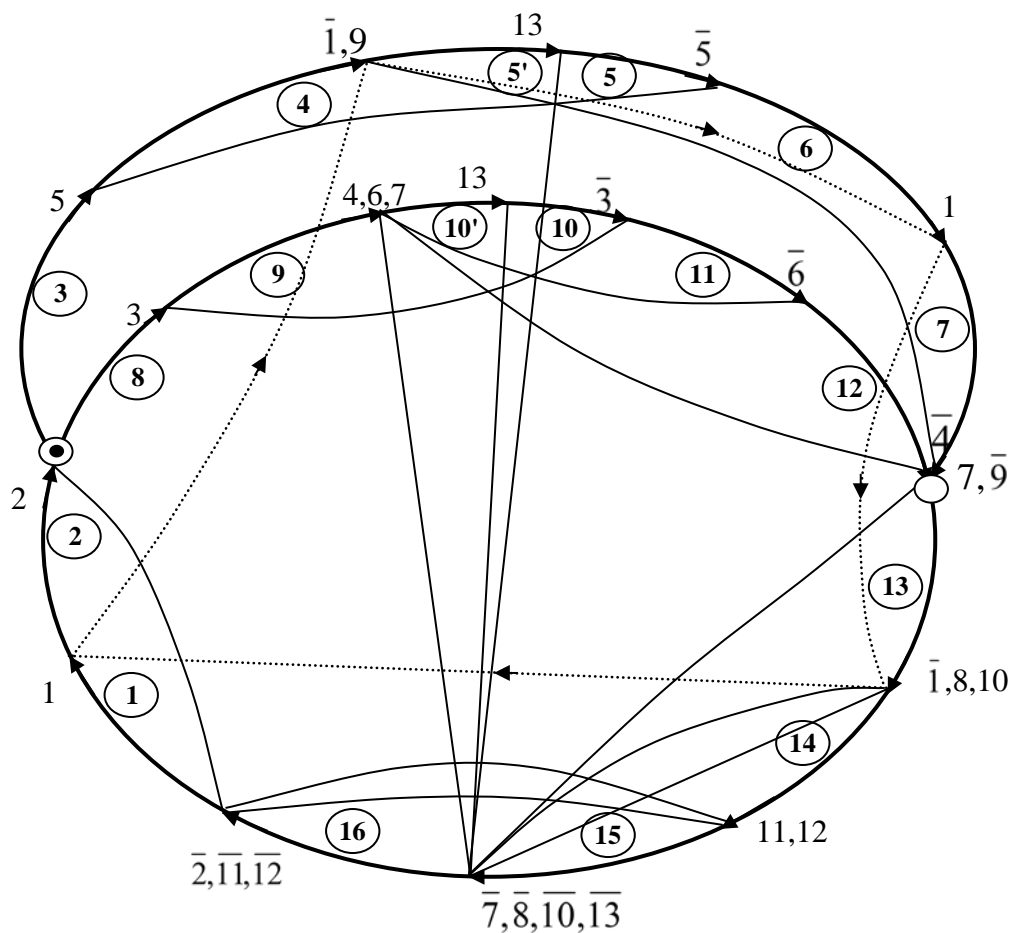


Рис. 1. Функціональний граф системи з альтернативними підпроцесами, підграфом зв'язку, лініями зв'язку доданого елемента пам'яті (модуль 13), в кружечках позначено номери дуг, 5' і 10' є додатковими дугами для вмикання елемента пам'яті

Методика створення бістабільного варіанту виразів команд керування для одного режиму модуля «і» систем з альтернативними процесами (дуга, що є наступною за злиттям альтернативних гілок графу)

1. Обираємо на функціональному графі дугу, в маркуванні якої є індекс команди, що розглядається для обраного режиму модуля «і» (наприклад, дуга №13, рис. 1).
2. Аналізуємо всі лінії зв'язку, які беруть початок в кінцевій вершині першої альтернативної гілки графу (тільки такі, що беруть початок – звернути увагу на напрям ліній зв'язку, рис. 1, лінії 7 і 9).
 - 2.1. Обираємо з них таку, яка охоплює найменшу кількість дуг функціонального графу за напрямком його обходу (це лінія 7, вона визначає тривалість сигналу безпосередньої причини від першої альтернативної гілки).
 - 2.2. Визначаємо траєкторію будови команди з відрізків ліній зв'язку, при цьому:
 - всі відрізки, окрім останнього, узгоджені за напрямом з функціональним графом,
 - останнім є відрізок лінії зв'язку поточної команди (лінія має протилежний напрямок),
 - траєкторія вміщує мінімальну кількість ліній зв'язку,
 - траєкторія не торкається функціонального графу.
 - 2.3. Записуємо добуток сигналів з індексами усіх задіяних ліній зв'язку, окрім останньої.
 - 2.4. Замість першого множника записуємо добуток з усіма індексами останніх дуг обох альтернативних гілок графу (безпосередня причина – відпрацювання останніх дій будь-якої з альтернативних гілок графу).
 - 2.5. Отриманий добуток є початковим варіантом логічного виразу команди розглянутого режиму.
 - 2.6. Якщо в добутку відсутні сигнали багаторежимних модулів, то остаточний варіант відповідає початковому.
 - 2.7. Якщо в добутку є сигнали багаторежимних модулів, то необхідна перевірка: Чи приймає добуток значення «1» в «забороненій» зоні?

Якщо не приймає, то початковий варіант буде остаточним (обмежуючий компонент $\{x\}_{k-\bar{m}}$ в команді відсутній).

Якщо логічний добуток приймає значення «1» в «забороненій» зоні, то формуємо обмежуючий компонент $\{x\}_{k-\bar{m}}$ (методика формування така сама, як і для систем четвертого класу).
3. Розглядаємо всі лінії зв'язку, що починаються з вершини останньої дуги другої альтернативної гілки графа (наприклад, лінія $\bar{4}$, рис. 1).
 - 3.1. Обираємо з них таку, яка охоплює найменшу кількість дуг функціонального графу за напрямком його обходу (це лінія $\bar{4}$, вона визначає тривалість сигналу безпосередньої причини від другої альтернативної гілки).
 - 3.2. Повторюємо п. п. 2.3 ... 2.8 цієї методики для другої альтернативної гілки графу.
4. Формуємо вираз команди керування у вигляді добутків виразів отриманих для кожної з альтернативних гілок графу.

Запропонований підхід забезпечує мінімізацію логічних виразів команд керування та мінімальну кількість додаткових елементів пам'яті в системі, що дозволяє зменшити кількість задіяного додаткового обладнання, спростити структуру алгоритмів керування, полегшити пошук помилок та, як наслідок, дає можливість будувати більш ефективні та економічно-вигідні системи.

Список літератури

1. Aleksandr P Gubarev. Logic correctness of control algorithms for mechatronic discrete systems with parallel processes / Aleksandr P Gubarev, Oksana S Hanpanturova, Konstantin A Belikov, Konrad Gromaszek, Azat Turgunbekov // Proc. SPIE 11176, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry and High-Energy Physics Experiments 2019, 1117660 (6 November 2019); doi: 10.1117/12.2537074
2. Aleksandr Gubarev. Control algorithms in mechatronic systems with parallel processes / Aleksandr Gubarev, Oleg Yakhno, Oksana Ganpanturova // Solid State Phenomena. – 2010. – 164. – p. 105 – 110.

Features of construction of logical expressions of control commands for systems with alternative processes

Gubarev Oleksandr; Hanpanturova Oksana

Abstract: The features of the synthesis of cyclic systems of the fifth class are considered. The main peculiarity of such systems is the presence of alternative actions or subprocesses. Examples of such systems are flexible and adaptive production lines, where during the workflow depending on changes in current operating conditions different amount of equipment or production sites may be used. The alternative choice is based on certain external or internal signals, and special modules in the system perform the function of checking the presence or absence of these signals. However, there is no definite relationship between the number of repetitions of any of the alternative branches of the process or one hundred percent probability of performing one of the alternative subprocesses throughout the life cycle of the system. The presented technique takes into account these features of the structure and operation of alternative systems and allows to obtain minimized and logically correct expressions of control commands of executive devices.

Keywords: cyclic systems; flexible systems; logical synthesis; functional graph; control