

Maslakov M.P., Dedegkaev A.G., Antipov K.V.

THE ACTIVITY COUNT OF TRANSITIONS PETRI NETWORKS OF TECHNOLOGICAL PROCESSES

Maslakov M. P., North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University), NCIMM (STU), candidate of tech. science

Dedegkaev A. G., North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University), NCIMM (STU), Doctor of tech. science

Antipov K. V., North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University), NCIMM (STU), candidate of tech. science

Abstract

In this work the new structure of the activity count of transitions Petri network of technological processes is offered. Difference from existing is existence of the relation contiguity which allows to represent graphically "dependent" transitions that in turn, construction concerning the count, only gives the chance to the right, operating model of technological process.

Keywords: the activity count of transitions, the operating model, free and dependent transitions of Petri network.

Введение

В работе [1] были заложены основы для разработки структуры, характеристик и функциональных свойств графа активности переходов (ГАП). ГАП это: $G = \langle T, S \rangle$, где:

- T – множество вершин графа, каждая из которых взаимно однозначно соответствует некоторому переходу сети;
- S – отношение смежности, заданное на множестве T , пара $(t_i, t_j) \in S$, если t_i и t_j одновременно активны хотя бы на одном шаге очередности срабатывания переходов.

С учетом проведенных исследований и предложенных методов преобразования/модификации сетей Петри с использованием ГАП [2,3]

было определено, что предложенная структура ГАП не охватывает всё многообразие всевозможных взаимодействий осуществляющихся между технологическими операциями сложного технологического процесса (выполняющиеся последовательно, параллельно, последовательно-параллельно и зачастую требуют взаимной синхронизации). А, именно, в ГАП графически отображается только отношение смежности между вершинами, которые взаимно однозначно соответствуют одновременно активным переходам в сети Петри. В структуре ГАП не предусмотрено обозначение отношения смежности между переходами (назовем их «зависимыми»), которые могут быть активизированы только лишь при срабатывании конкретных переходов (назовем их «свободными»). В сущности, это проблема не имеет значения при построении ГАП относительно уже построенной сети Петри. Однако, при построении сети Петри относительно заданного ГАП отсутствие дополнительных связей может привести к неверному построению управляющей сети Петри, и вследствие этого к не эффективному, а скорее всего к не верному управлению технологическими операциями процессов и производств.

Эксперимент

Пусть дана сеть Петри $N = \langle P, T, I, O, \mu_0 \rangle$ (рис. 1), описывающая так называемый конфликт предусловий, который может возникнуть когда два разрешенных перехода находятся в конфликте, т.е. срабатывание одного из них приводит к блокированию второго (захват ресурса тем или иным процессом).

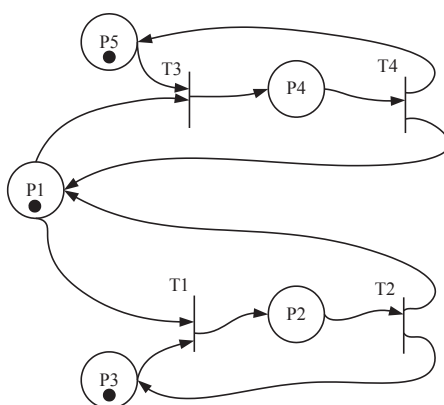


Рисунок 1 – Сеть Петри N (конфликт предусловий)

Данный конфликт легко решается модификацией данной сети по способу представленному в [1]. ГАП для сети Петри N (конфликт предусловий) представлен на рисунке 2. После реализации способа,

описанного в [1], получаем модифицированную сеть (рис. 3), т.е. управляющую модель (УМ), в которой конфликт предусловий решен.

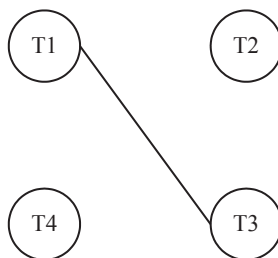


Рисунок 2 – ГАП сеть Петри N (конфликт предусловий)

В модифицированной сети (рис. 3) конфликт предусловий решается за счет множества входных позиций P_{in} , элементы которого как раз и управляют срабатыванием того или иного перехода из конфликтной пары P_3 и P_5 .

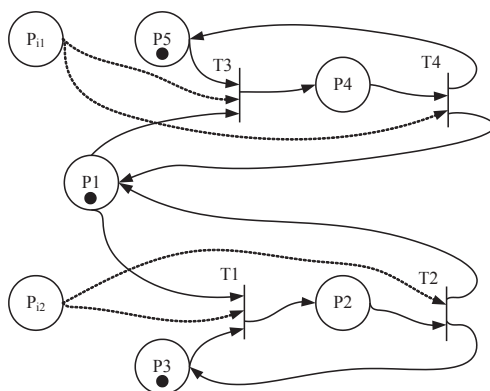


Рисунок 3 – Модифицированная сеть Петри N (конфликт предусловий)

Однако, когда стоят задачи построения сети Петри и ее модификации относительно заданного ГАП, пользоваться способом из работы [1] не представляется возможным.

Пусть дан ГАП (рис. 2), необходимо построить сеть Петри и ее модификацию относительно него. В первую очередь необходимо построить сеть Петри, данная задача осложнена тем, что относительно заданного ГАП возможно построить не одну сеть Петри, а целое множество (как минимум три сети), элементы которого будут удовлетворять условию одновременной активности переходов заданных в

ГАПе (рис. 4). Можно сделать вывод о том, что условие одновременной активности переходов сети, на основе которого строится ГАП, является недостаточным для построения адекватной управляющей модели любого технологического процесса. В связи с этим, необходимо произвести расширение структуры ГАП, во-первых, для возможности построения относительно ГАП всего множества сетей, реализующих управления различными технологическими процессами; во-вторых, для расширения функциональной описательной возможности ГАП, что позволит не строить сначала сеть Петри, описывающую технологический процесс (ТП), потом ГАП и только уже потом УМ ТП. А сразу будет получена возможность построения ГАП относительно ТП и далее УМ ТП.

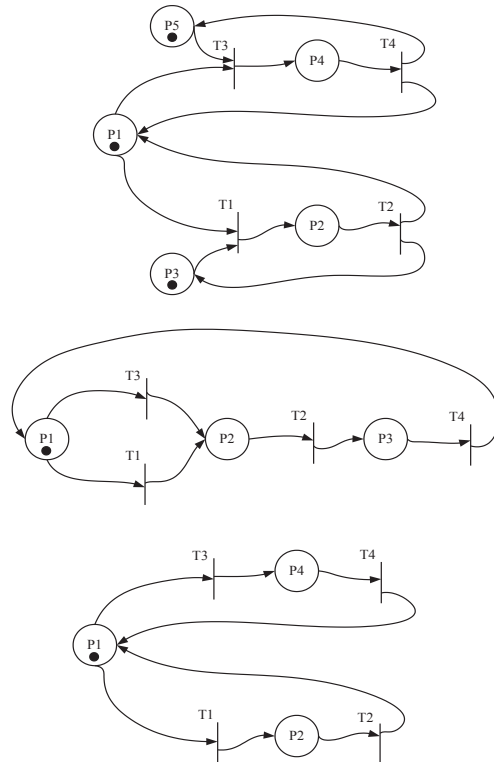


Рисунок 4 – Множество сетей Петри, построенных относительно ГАП (рис.2)

Результаты и обсуждение

Для решения указанной проблемы предлагается дополнительно внести в структуру ГАП отношение смежности Z , причем $S \cap Z = \emptyset$. Структура ГАП будет выглядеть следующим образом: $G = \langle T, S, Z \rangle$, где:

- T – множество вершин графа, каждая из которых взаимно однозначно соответствует некоторому переходу сети;
- S – отношение смежности, заданное на множестве T , пара $(t_i, t_j) \in S$, если t_i и t_j одновременно активны хотя бы на одном шаге очередности срабатывания переходов.
- Z – отношение смежности, заданное на множестве T , пара $(t_i, t_j) \in Z$, если только срабатывание t_i приводит к активности t_j .

Графически отношение смежности Z будет обозначаться штрих пунктирной линией и при построении УМ ТП относительно ГАП необходимо будет учитывать следующие правила:

1. УМ ТП строится последовательно соответственно нумерации вершин ГАП, при условии отсутствия между ними отношения смежности Z .

2. При наличии отношения смежности Z между вершинами ГАП, построение сети осуществляется в зависимости от вида штрих пунктирной линии:

– « - - - » - простое отношение смежности, «зависимые» переходы (З-переходы) срабатывают после срабатывания «свободных» (С-переходы), причем З-переход в УМ связан с С-переходом через одну позицию, которая для С-перехода является выходной, а для З-перехода входной;

– « - - - > » - направление штрих пунктирной линии указывает на построение такой связи, чтобы реализовывался возврат фишки в С-переход после срабатывания З-перехода;

– « < - - - > » - связывает два З-перехода, которые могут быть активны одновременно.

В итоге, представленный ГАП на рисунке 2 принимает следующий вид. Для представленного ГАП возможно построить только одну, заведомо адекватную УМ ТП (рис. 3).

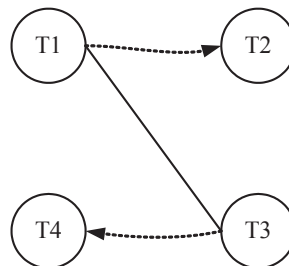


Рисунок 5 – ГАП $G = \langle T, S, Z \rangle$ сеть Петри N (конфликт предусловий)

Выводы

Предложенная структура ГАП сетей позволяет строить УМ ТП, которые будут реализовывать эффективное управление любым ТП.

Статья подготовлена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-38-00551 мол_а.

References:

- [1] Maslakov M. P. The automation of design technological preparation process of preparation furnace charge. The thesis for a degree of Candidate of Technical Sciences/ North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University). Vladikavkaz, 2013. 146 p.
- [2] Maslakov M. P., Dedegkaev A.G., Antipov K.V., Puzin V.S., Grushko I.S. Application of modified petri nets as control models of the technological process of glass batch preparation // Glass and Ceramics. 2015. Vol. 72, Nos. 7 – 8. P. 324
- [3] Maslakov M.P., Dedegkaev A.G. Method of Modification of Petri Nets to Build Operating Models of Complicated Technological Processes // SCIENCE PROSPECTS. 2016. № 3(78). P. 39.