

УДК 519.876.2

Петросов Давид Арегович
к.т.н., доцент, доцент департамента анализа данных и машинного обучения
Финансовый университет при Правительстве РФ
Москва, Российская Федерация

**Моделирование бизнес-процессов с применением методов
интеллектуального структурно-параметрического синтеза на основе
эволюционных процедур**
**Modeling business processes using the methods of intelligent structural-
parameter synthesis based on evolutionary procedures**

Аннотация: в данной статье рассматривается возможность применения эволюционных процедур для решения задач структурно-параметрического синтеза бизнес-процессов на основе эволюционных процедур. В качестве основного алгоритма предлагается использование адаптированного генетического алгоритма. При моделировании работы выбранной эволюционной процедуры используется теория сетей Петри. Предложена модель генетического алгоритма на основе выбранного математического аппарата. Элементы бизнес-процессов, на основе которых проводится процесс поиска решений, также моделируются на основе сетей Петри, что позволяет оставаться в рамках одного математического инструментария на протяжении всего процесса структурно-параметрического синтеза. Следует отметить, что использование сетей Петри позволяет упростить применения технологии GPGPU (метода параллельных вычислений на основе видео карт от компании Nvidia), которая дает возможность повысить быстродействие интеллектуальных систем поддержки принятия решений.

Abstract: This article discusses the possibility of using evolutionary procedures to solve problems of structural-parametric synthesis of business processes based on evolutionary procedures. The use of an adapted genetic algorithm is proposed as the main algorithm. When modeling the work of the chosen evolutionary procedure, the theory of Petri nets is used. A genetic algorithm model based on the selected mathematical apparatus is proposed. Elements of business processes, on the basis of which the process of finding solutions is carried out, are also modeled on the basis of Petri nets, which allows you to stay within the same mathematical toolkit throughout the entire process of structural-parametric synthesis. It should be noted that the use of Petri nets makes it possible to simplify the application of GPGPU technology (a method of parallel computing based on Nvidia video cards), which makes it possible to increase the speed of intelligent decision support systems.

Ключевые слова: системы поддержки принятия решений, эволюционные процедуры, сети Петри, структурно-параметрический синтез, большие

дискретные системы, бизнес-процессы, генетический алгоритм.

Key words: decision support systems, evolutionary procedures, Petri nets, structural-parametric synthesis, large discrete systems, business processes, genetic algorithm.

В современных информационных системах, направленных на решение задачи моделирования бизнес-процессов, существует задача по разработке специализированных программных модулей, функционал которых позволит автоматизировать процесс синтеза разрабатываемых моделей. Большинство существующих программных решений не позволяет автоматизировать данный процесс, который позволил бы на основе заданного входного вектора (или кортежа входных векторов), а также заданного выходного вектора (или кортежа выходных векторов), на основе базы элементов построить удовлетворяющую требованиям модель.

Для решения такого рода задач можно воспользоваться методами интеллектуального синтеза на основе эволюционных процедур, а в частности на основе генетического алгоритма.

При использовании данного метода требуется выполнить адаптацию, то есть решить следующие задачи: поиск функции приспособленности; выбор операторов генетического алгоритма и их порядка исполнения; настройку работы операторов и т.д. Также следует отметить, что отдельной задачей является выбор представления особи популяции, которая может быть представлена не только в виде бинарной строки, но и рядом более современных представлений. [1, 3]

Особое внимание уделяется математическим средствам представления генетического алгоритма. Данная задача становится актуальной при решении задач большой размерности, к которым можно отнести структурно-параметрический синтез бизнес-процессов, так как масштаб бизнес-процесса, количество входящих в него элементов, параметры функционирования элементов может быть велико. Соответственно требуется использовать современные технологии программной реализации, позволяющие использовать методы параллельного вычисления. В этом случае математический инструментарий, на основе которого моделируется работа генетического алгоритма, должен позволять распараллелить процессы расчета.

Современные технологии параллельных вычислений могут базироваться на различных архитектурах: вычислительные кластеры; облачные технологии вычислений, GRID системы, вычисление на неспециализированных графических процессорах и т.д. что в свою очередь может поставить перед производителем специализированного программного средства по моделированию бизнес процесса сложную задачу, направленную на предоставление не только программного продукта, но и ряда сервисов, развёртывание которых может нести большие экономические затраты,

целесообразность которых не всегда аргументирована. Кроме перечисленных проблем разработчики могут столкнуться со сложностями программной реализации, так как применение облачных сервисов, специализированных вычислительных кластеров или GRID-систем требуют использования специальных сред разработки, языков программирования, специалистов и как следствие возникает потребность в переработке разработанного ранее программного кода. соответственно следует применять менее затратные технологии (к которым относится GPGPU) и математические средства, которые позволят использовать данный подход.

Теория сетей Петри обладает свойством параллелизма, которое может быть использовано совместно с технологией GPGPU, что в значительной мере упрощает решение ранее перечисленных задач.

На рисунке 1 показана разработанная модель генетического алгоритма на основе вложенных сетей Петри. [4-5]

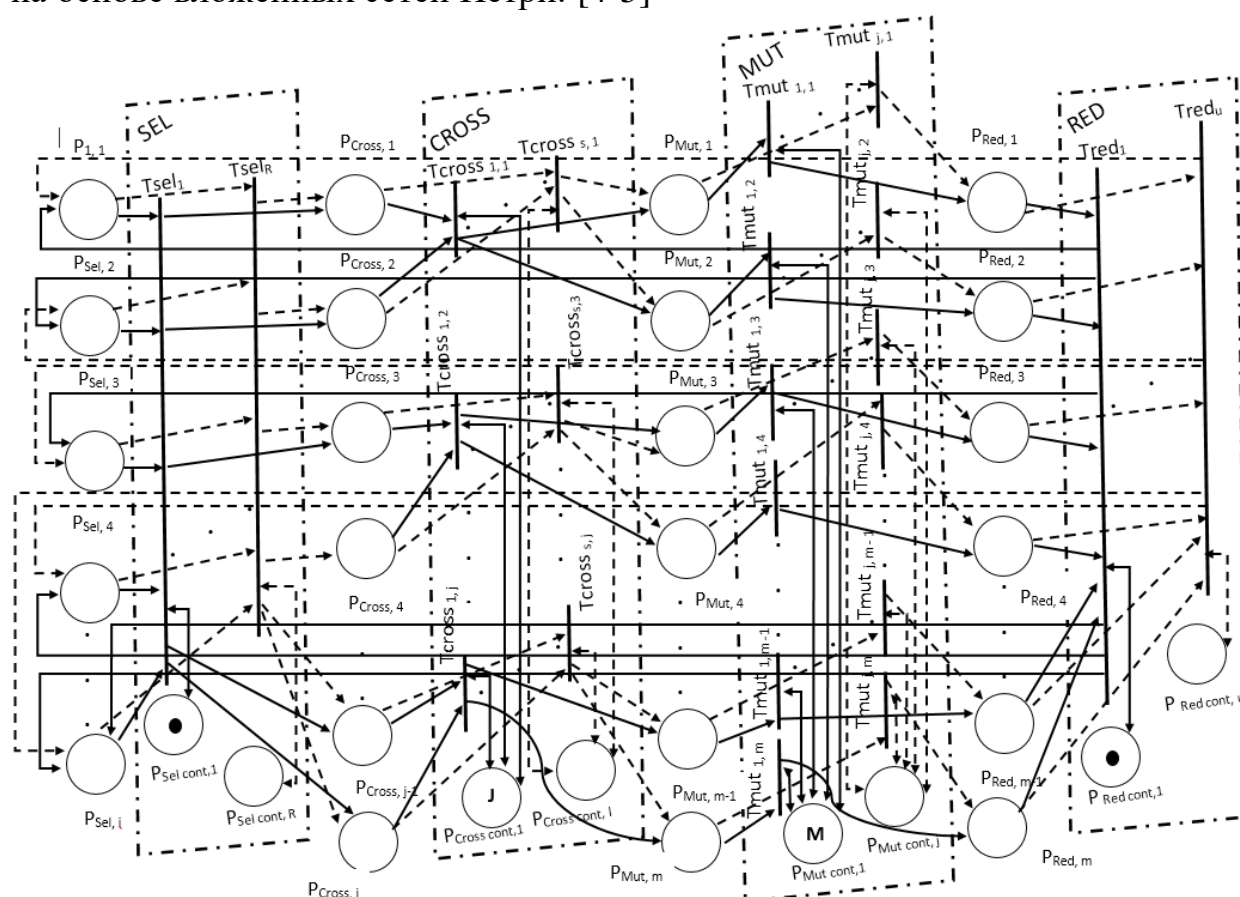


Рисунок 1 – Модель генетического алгоритма на основе вложенных сетей Петри

Применение вложенных сетей Петри позволяет выполнить представление метки верхнего уровня в качестве модели сети Петри, которая описывает синтезируемый бизнес-процесс.

В качестве операторов генетического алгоритма выбраны:

- Оператор отбора;
- Оператор скрещивания;

- Оператор мутации;
- Оператор редукции.

Также представленная модель позволяет выполнить настройку работы операторов, для этого используются специализированные позиции.

С учетом наличия свойства параллелизма в теории сетей Петри [6-7] и разработанных библиотек, автоматизирующих распараллеливания потоков для вычисления на неспециализированных графических вычислителях, предложенная модель позволяет повысить быстродействие интеллектуальных информационных систем, использующих в качестве основного метода поиска решений генетический алгоритм.

Библиографический список:

1. Petrosov, D.A. Evolutionary synthesis of large discrete systems with dynamic structure / D.A. Petrosov, V.A. Lomazov, A.I. Dobrunova et al. // Biosciences Biotechnology Research Asia. 2015. Т. 12. № 3. С. 2971-2981.
2. Бажанов, А.Г. Интеллектуальные подходы к созданию советующей системы управления вращающейся цементной печью обжига клинкера / А.Г. Бажанов, А.С. Копылов, В.А. Порхало и др.// Цемент и его применение. 2013. № 3. С. 77-80
3. Брестер, К.Ю. О применении эволюционных алгоритмов при анализе больших данных/ К.Ю. Брестер, В.В. Становов, О.Э. Семенкина, Е.С. Семенкин // Искусственный интеллект и принятие решений. 2017. № 3. С. 82-93.
4. Lomazova I. A., Popova-Zeugmann L. Controlling Petri Net Behavior using Priorities for Transitions // Fundamenta Informaticae. 2016. Vol. 143. No. 1-2. P. 101-112
5. Lomazova I. A. Resource Equivalences in Petri Nets, in: Application and Theory of Petri Nets and Concurrency. / I. A Lomazova. // 38th International Conference, PETRI NETS 2017, Zaragoza, Spain, June 25–30, 2017, Proceedings/ Ed. By W. van der Aalst, E. Best. Vol. 10258: Lecture Notes in Computer Science. Switzerland: Springer, 2017. P. 19-34
6. Петросов, Д.А. Применение информационных сетей Петри для моделирования нейронной сети в задаче управления адаптированным генетическим алгоритмом при решении задач структурно-параметрического синтеза дискретных систем /Д.А. Петросов, В.А. Игнатенко //Успехи современной науки и образования. 2016. Т. 5. № 12. С. 138-141.
7. Игнатенко, В.А. Информационная сеть Петри как инструмент для параллельной обработки алгоритмов управления / В. А. Игнатенко, В. З. Магергут// Научные ведомости БелГУ. История, Политология, Экономика, Информатика. – 2011. – № 19. – С. 119–126.