

К.Е. БАЙДА, магистр, НТУ "ХПИ", Харьков,
Д.Б. ЕЛЬЧАНИНОВ, канд. техн. наук, доц., НТУ "ХПИ", Харьков

АДАПТАЦИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ К АВТОМАТИЗАЦИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ БИЗНЕС- ПРОЦЕССОВ

В терминах методологии IDEF0 описаны основные понятия генетических алгоритмов (ген, генотип, популяция, целевая функция, операторы отбора, скрещивания, мутации и редукции, критерии остановки). Приведен пример автоматического решения задачи моделирования бизнес-процесса с заданными характеристиками. Описан проект соответствующей программной системы. Ил.: 4. Табл.: 1. Библиогр.: 9 назв.

Ключевые слова: IDEF0, генетические алгоритмы, автоматизация моделирования, бизнес-процессы.

Постановка проблемы. Сегодня актуальным и перспективным с научной и практической точек зрения является решение проблемы автоматического синтеза системы с требуемым поведением из заданных компонентов. Объектно-ориентированное программирование: заданы входные данные, которые программа должна преобразовать в выходные результаты по определенным правилам; требуется автоматически синтезировать программу из определенных библиотечных программных компонентов. Синтез электронных систем: заданы входные сигналы, которые система должна преобразовать в выходные по определенным правилам; надо автоматически синтезировать электронную систему с требуемым поведением из определенного набора электронных компонентов. Проектирование бизнес-процессов: заданы входные ресурсы, которые бизнес-процесс должен преобразовать в выходные результаты по определенным правилам; надо автоматически спроектировать соответствующий бизнес-процесс из определенного набора элементарных бизнес-процессов. Существующие программные системы не способны в автоматическом режиме решать эти проблемы.

Анализ литературы. Продукты IBM Rational автоматизируют процесс разработки программного обеспечения, но диаграммы UML архитекторы создают вручную [1]. Среда Active-HDL компании Aldec автоматизирует процесс проектирования логических интегральных схем, но структурные схемы проектировщики создают вручную [2]. Инструмент AllFusion Process Modeler автоматизирует функциональное моделирование бизнес-процессов, но графические изображения

аналитики создают вручную [3]. Для решения задачи автоматического конфигурирования электронного устройства, состоящего из триггеров, использовались генетические алгоритмы (ГА) и сети Петри [4]. Для решения задачи автоматического моделирования бизнес-процесса с многослойной структурой использовалась теория паттернов [5]. Проблемы конструирования человек решает путем выбора определенных элементов из некоторого пространства и их комбинирования по определенным правилам. Чтобы освободить человека от этих рутинных операций, в системах проектирования используются экспертные подсистемы, по определенным алгоритмам формирующие допустимые решения и предлагающие их человеку для выбора наилучших решений и дальнейшего усовершенствования [6]. Сегодня де-факто стандартом моделирования бизнеса является методология IDEF0, объединяющая в себе возможности декомпозиции процесса на подпроцессы до любого уровня детализации с отображением на каждом уровне входов и выходов подпроцессов, исполнителей и правил их выполнения [7]. Основная цель моделирования бизнес-процесса – постоянное усовершенствование: выполнить его сегодня лучше, чем вчера, а завтра – лучше, чем сегодня. Аналогично работают ГА, ориентирующиеся на усовершенствование существующего решения, а не на поиск лучшего, которого вообще может не существовать [8]. ГА являются стратегией, которую нужно адаптировать к определенной предметной области [9].

Цель статьи. Адаптация генетических алгоритмов к решению задачи автоматизации моделирования бизнес-процессов.

Описание основных понятий генетических алгоритмов в терминах методологии IDEF0. Согласно методологии IDEF0, контекстная диаграмма некоторого бизнес-процесса P и его декомпозиция на процессы P_1 и P_2 может иметь следующий вид (рис. 1).

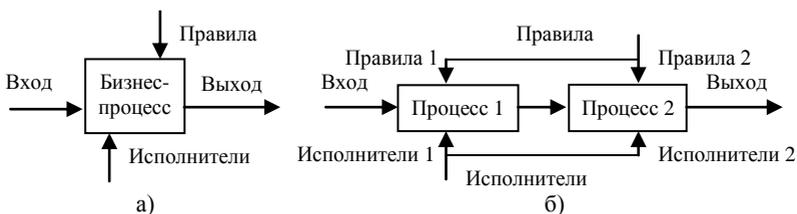


Рис. 1. Диаграммы бизнес-процесса: а) контекстная; б) декомпозиция

Может существовать несколько версий реализации процессов. Так, процессы P_1 и P_2 могут состоять из процессов, показанных на рис. 2.

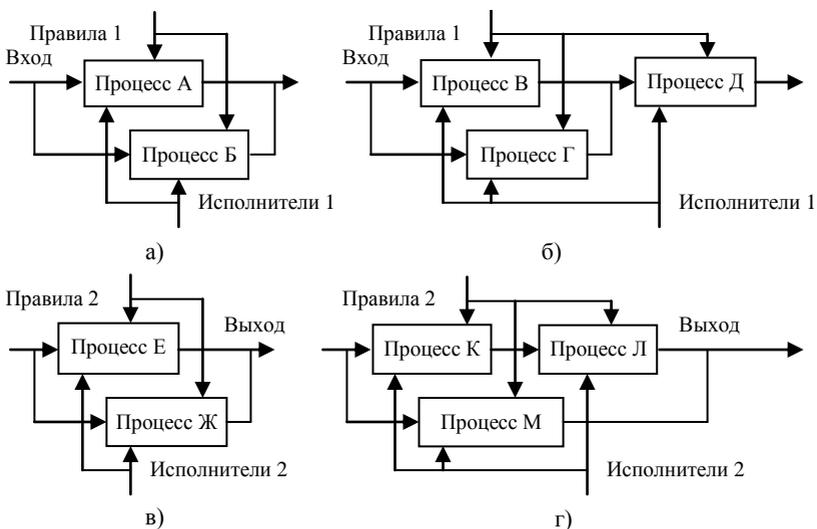


Рис. 2. Варианты реализации процессов: а) $P_{1,1}$; б) $P_{1,2}$; в) $P_{2,1}$; г) $P_{2,2}$

В терминах ГА варианты $P_{1,1}$, $P_{1,2}$, $P_{2,1}$ и $P_{2,2}$ реализации процессов P_1 и P_2 являются генами. Может быть несколько версий реализации бизнес-процесса: на рис. 3 процесс P_1 имеет реализацию $P_{1,1}$, а $P_2 - P_{2,1}$.

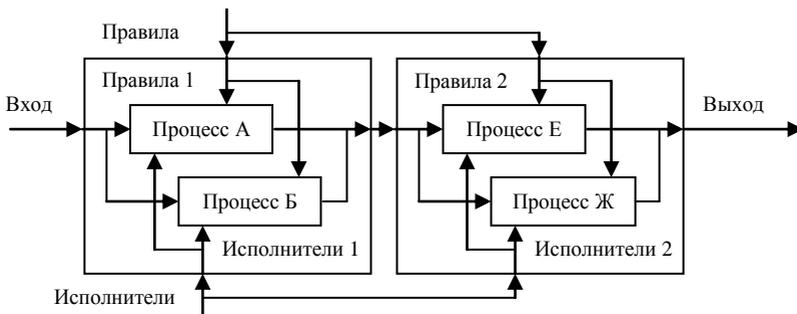


Рис. 3. Вариант реализации бизнес-процесса

В терминах ГА вариант реализации бизнес-процесса является генотипом – вектором $(P_{1,1}; P_{2,1})$. Рассмотрим другой вариант реализации бизнес-процесса: P_1 имеет реализацию $P_{1,2}$, а $P_2 - P_{2,2}$. Эти варианты составляют популяцию $T = \{G_1 = (P_{1,1}; P_{2,1}); G_2 = (P_{1,2}; P_{2,2})\}$.

Для сравнения вариантов реализации используется целевая функция, основанная на двух критериях: количество процессов, составляющих бизнес-процесс, и количество связей между ними. Если одна реализация имеет меньшее количество процессов, а другая – меньшее количество связей, нужно учитывать, какой из этих двух критериев или тип связи важнее для данного бизнес-процесса.

Оператор отбора сравнивает варианты с помощью целевой функции. Если на вход оператора отбора подать два генотипа, то в результате он упорядочит их соответственно значению целевой функции. Например, если на вход оператора V отбора подать G_1 и G_2 , то он упорядочит их так:

$$V(G_1; G_2) = G_1 > G_2,$$

где знак ">" обозначает лучший генотип.

Оператор скрещивания выполняет обмен генами между генотипами. Например, если на вход оператора S скрещивания подать G_1 и G_2 , то он изменит их на G_3 и G_4 следующим образом:

$$S(G_1; G_2) = (G_3 = (P_{1,1}; P_{2,2}); G_4 = (P_{1,2}; P_{2,1})).$$

Оператор мутации производит замену гена в генотипе. Если на вход оператора M мутации подать G_1 , то он заменит его на G_4 : $M(G_1) = G_4$.

Оператор редукции удаляет слабые генотипы из популяции, которая выросла в результате пополнения потомками. Например, если на вход оператора R редукции подать популяцию T , которая была пополнена генотипами G_3 и G_4 , то он уменьшит ее:

$$R(T \cup \{G_3; G_4\}) = R(\{G_1; G_2; G_3; G_4\}) = \{G_1; G_3\}.$$

После выполнения оператора редукции ГА можно запускать с начала. Критерием остановки работы ГА может быть: появление генотипа, который соответствует варианту реализации с определенным количеством процессов и связей между ними; появление генотипа, который отличается от желаемого определенным количеством лишних процессов и связей между ними; заранее заданное количество циклов, при достижении которого он прекращает свою работу.

Пример решения задачи моделирования бизнес-процесса. Пусть необходимо построить модель бизнес-процесса, диаграммы которого представлены на рис. 1, из элементов, которые показаны на рис. 2. При условии, чтобы в результате бизнес-процесс состоял из процессов, количество которых не превосходит 4. Случайным образом сгенерируем генотипы G_3 и G_4 . Применим к этим генотипам оператор скрещивания, обратный к оператору S . Получаем "потомков" G_1 и G_2 . Применим к

расширенной популяции оператор редукции R . В результате получим популяцию $\{G_1; G_3\}$. G_1 соответствует критерию останковки алгоритма.

Проект системы автоматического моделирования бизнес-процессов. Актер – бизнес-аналитик. Прецеденты описаны в таблице. Диаграмма прецедентов системы показана на рис. 4.

Таблица

Название и описание прецедентов	
Название	Описание
Авторизация	Реализует авторизацию пользователя (актера).
Моделирование бизнес-процесса	Реализует процесс автоматической конструкции модели конкретного бизнес-процесса.
Работа с хранилищем	Позволяет пользователю просматривать, редактировать, удалять варианты реализации бизнес-процессов, находящихся в специальном хранилище на сервере, а также загружать новые варианты.
Выбор из хранилища	Производит поиск в хранилище подходящих вариантов реализации бизнес-процессов и формирует исходную популяцию вариантов реализации.
Отбор	Сортирует популяцию вариантов реализации бизнес-процессов от лучшего к худшему.
Скрещивание	Производит обмен составными частями вариантов реализации бизнес-процессов.
Мутация	Производит "мутацию" варианта реализации за счет замены случайно выбранного его элемента.
Редукция	Производит удаление худших вариантов реализации бизнес-процесса.

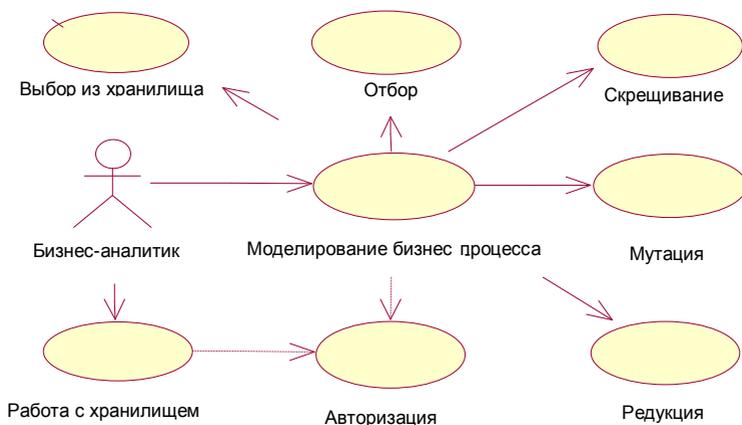


Рис. 4. Диаграмма прецедентов

Выводы. Генетические алгоритмы адаптированы к решению задачи автоматизации моделирования бизнес-процессов. Приведен пример автоматического решения задачи моделирования бизнес-процесса с заданными характеристиками. Представлен проект соответствующей программной системы. Перспективным является исследование особенностей программной реализации предложенного подхода.

Список литературы: 1. *Кватрани Т.* Визуальное моделирование с помощью IBM Rational Software Architect и UML / *Т. Кватрани, Д. Палистрант.* – КУДИЦ-Пресс, 2007. – 192 с. 2. *Active-HDL / Aldec Inc.* — Режим доступа: <http://www.aldec.com/Products/default.aspx>. 3. *Дубейковский В.И.* Эффективное моделирование с AllFusion Process Modeler / *В.И. Дубейковский.* – Диалог-МИФИ, 2007. – 384 с. 4. *Петросов Д.А.* Математическая модель формирования конфигурации вычислительной техники на основе триггеров / *Д.А. Петросов* // Вестник Ижевского государственного технического университета. – 2009. – № 3. – С. 139 – 143. 5. Синтез и анализ систем в свете подхода "Узел-Функция-Объект" / *С.И. Маторин, Д.Б. Ельчанинов, С.В. Зиньков, В.С. Маторин* // Научно-техническая информация. Серия 2: Информационные процессы и системы. – 2006. – № 8. – С. 10 – 16. 6. *Джексон П.* Введение в экспертные системы / *П. Джексон.* – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 624 с. 7. *Черемных С.В.* Структурный анализ систем: IDEF-технологии / *С.В. Черемных, И.О. Семенов, В.С. Ручкин.* – Финансы и статистика, 2001. – 208 с. 8. *Люгер Д.Ф.* Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем / *Д.Ф. Люгер.* – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 864 с. 9. *Гладков Л.А.* Генетические алгоритмы / *Л.А. Гладков, В.В. Курейчик, В.М. Курейчик.* – Физматлит, 2010. – 368 с.

Статью представил д.т.н., проф. НТУ "ХПИ" Луников В.С.

УДК 004.9

Адаптація генетичних алгоритмів до автоматизації моделювання бізнес-процесів / *Байда К.Є., Єльчанинов Д.Б.* // Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Інформатика і моделювання. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2012. – № 38. – С. 3 – 8.

У термінах методології IDEF0 описано основні поняття генетичних алгоритмів (ген, генотип, популяція, цільова функція, оператори відбору, схрещування, мутації та редукції, критерії зупинення). Наведено приклад автоматичного вирішення задачі моделювання бізнес-процесу з характеристиками, що задані. Описано проект відповідної програмної системи. Іл.: 4. Табл.: 1. Бібліогр.: 9 назв.

Ключові слова: IDEF0, генетичні алгоритми, автоматизація моделювання, бізнес-процеси.

UDC 004.9

Genetic algorithms adaptation to business-processes modeling automation / *Baida K.E., Elchaninov D.B.* // Herald of the National Technical University "KhPI". Subject issue: Information Science and Modelling. – Kharkov: NTU "KhPI". – 2012. – № 38. – P. 3 – 8.

Basic genetic algorithms concepts (gene, genotype, population, objective function, selection operator, crossing operator, mutation operator, reduction operator, stopping criteria) are described in terms of IDEF methodology. Example of automation solving problem of business-process modeling with specified characteristics is given. The project of appropriate software system is described. Figs: 4. Tabs: 1. Refs: 9 titles.

Keywords: IDEF0, genetic algorithms, modeling automation, business-processes.

Поступила в редакцію 09.06.2012