

УДК 004.932.4

DOI: 10.47813/dnit.2021.2.299-303

## База знаний в системе генерации алгоритмов в виде цепочек процедур

**В.В. Белов<sup>1,\*</sup>, А.К. Лопатин<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина, Гагарина 59/1, Рязань, 390005, Россия

<sup>2</sup> Государственный социально-гуманитарный университет, Зелёная, 30, Коломна, 140411, Россия

\*E-mail: vv\_beloff@yandex.ru

**Аннотация.** Рассматриваются вопросы, связанные с разработкой средств поддержки автоматизированной генерации алгоритмов, представляемых в виде цепочек процедур, к которым, в частности, относятся задачи обработки изображений. Основным предметом рассмотрения в докладе является база знаний, предлагаемая в качестве механизма поиска цепочек, оптимальных по тем или иным критериям.

**Ключевые слова:** цепочки процедур, база знаний, обработка изображений, генетический алгоритм

## Knowledge base in the algorithm generation system as chains of procedures

**V.V. Belov<sup>1,\*</sup>, A.K. Lopatin<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkin, Gagarina 59/1, Ryazan, 390005, Russia

<sup>2</sup> State Social and Humanitarian University, Zelenaya st, 30, Kolomna, 140411, Russia

\*E-mail: vv\_beloff@yandex.ru

**Abstract.** Issues related to the development of support tools for the automated generation of algorithms presented in the form of chains of procedures, including image processing tasks, are considered. The main subject of the report is the knowledge base proposed as a search mechanism for chains that are optimal according to certain criteria.

**Keywords:** chains of procedures, knowledge base, image processing, genetic algorithm

Проектные решения, связанные с поиском и применением цепочек (композиций) процедур, пригодных для решения практических задач, сформировались в процессе исследования задачи автоматической оценки качества не прецизионных изделий в процессе их производства. Объектом рассмотрения являются способы создания алгоритмов из цепочек процедур. Предметом рассмотрения является предлагаемый механизм синтеза цепочек, основанный на использовании базы знаний, в которой накапливается опыт решения задач.

В базе хранятся сведения о задачах и классах задач, решённых ранее, а также о процедурах, участвующих в генерации алгоритмов. К этим сведениям, в частности, относятся признаки задач, позволяющие: а) определить класс рассматриваемой задачи или сделать вывод о том, что задача не может быть отнесена к зарегистрированным в базе классам и должен быть определён новый класс, б) найти готовый алгоритм решения рассматриваемой задачи; в) определить максимально схожую задачу, алгоритм решения которой уже был сгенерирован; г) принять решение о создании нового алгоритма одним из трёх способов: 1) параметрической идентификации процедур, образующих цепочку, работоспособность которой представляется наиболее правдоподобной; 2) структурной идентификации цепочки по частотам применения процедур в синтезированных ранее алгоритмах решения семантически близких задач; 3) одновременной и структурной, и параметрической идентификации цепочки – при рассмотрении принципиально новых задач, т. е. при отсутствии убедительных оценок правдоподобности и отсутствии алгоритмов решения семантически близких задач.

На внешнем уровне база знаний может рассматриваться как ориентированный граф, вершинам которого ставится в соответствие набор данных: название алгоритма и упорядоченная пара: числовая характеристика, соответствующая «адекватности» алгоритма решаемой задаче, а также набор цветов, соответствующих решаемым с помощью алгоритма задачам. Ребра – показывают последовательность применения алгоритмов. Если ребро ненаправленное, значит возможен возврат к предыдущему алгоритму, т.е. возможно повторение предыдущей операции. Ребра бывают двух типов – сплошной чертой изображаются ребра, носящие «обязательный» характер, т.е. прохождение через вершину инцидентную ребру является необходимым в контексте решения задачи, пунктиром изображаются рёбра, носящие «факультативный» характер.

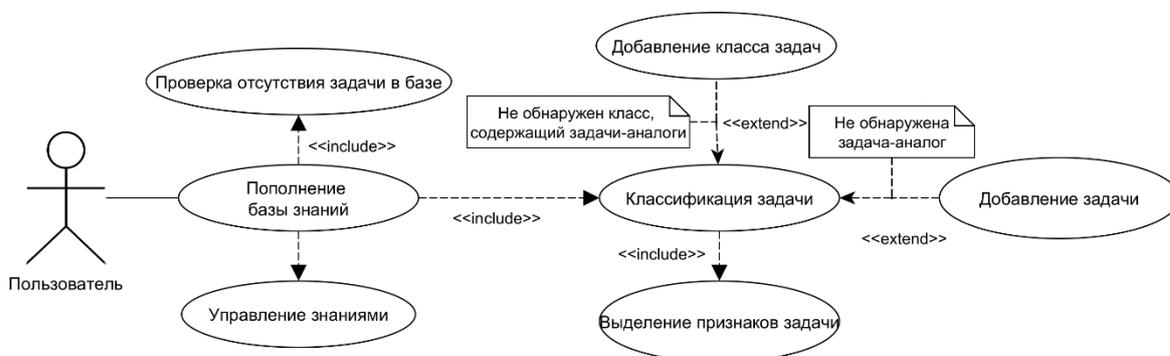
«Цвет» вершин характеризует принадлежность вершины определенному классу задач. По существу, «цвет» — это идентификатор класса задач. Каждая вершина может содержать кортеж цветов.

**Наполнение базы знаний** происходит следующим образом.

1. Пусть имеется некоторый класс задач, для решения которых был разработан один алгоритм. Он вводится в базу в качестве единственного, его показатель «адекватности» равен 1.
2. При появлении новой задачи рассматривается возможность решения её имеющимся алгоритмом. Если алгоритм решает задачу, то к его кортежу цветов добавляется новый, в противном случае разрабатывается новый алгоритм, который решает новый класс задач, если он использует первый, то к кортежу первого алгоритма добавляется новый цвет, а его показатель «адекватности» увеличивается на 1.

Эти два шага по мере роста числа решаемых задач приводят к нарастанию базы знаний, а также росту значений «адекватности».

На рисунке 1 показаны работы, выполняемые в процессе пополнения базы знаний.

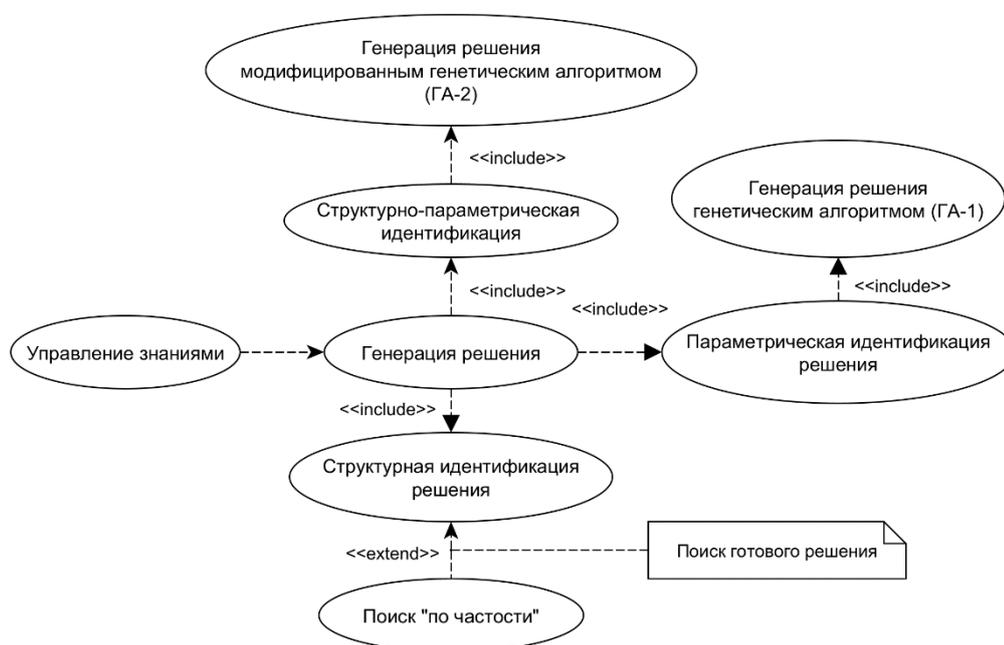


**Рисунок 1.** Работы процесса «Пополнение базы знаний».

Работы процесса «Генерация решения» приведены на рисунке 2. Принципы работы генетических алгоритмов ГА-1 и ГА-2 описаны в работах [1-3]. Использование и обновление базы знаний осуществляется по следующим правилам.

1. Осуществляется проверка на принадлежность решаемой задачи к имеющимся в базе. Если класс уже описан, то осуществляется эксплуатация алгоритмов входящих в его состав – экзогенным способом (автоматизировано или полностью в ручном режиме) формируется композиция процедур.
2. Если сгенерированная композиция процедур решает задачу, то показатель «адекватности» у каждой входящей в её состав базовой процедуры повышается на 1. В противном случае, если композиция не решает задачу, то показатель адекватности снижается на 1. Если показатель «адекватности» становится равен 0, то цвет задачи «покидает» соответствующую вершину и использующая базу знаний система должна выполнить поиск новой композиции.
3. Генерация композиции процедур может осуществляться:

- а) в ручном режиме т.е. по пути поиска наиболее «адекватной» композиции, т.е. построить композицию, в состав которой входят только алгоритмы, решающие эту задачу. В этом случае решается простая задача поиска в графе маршрута максимальной длины:
- 3.а.1. Строится остоное дерево из вершин, имеющих в кортеже цветов, соответствующий цвет.
- 3.а.2. Ищется маршрут с максимальной суммарной величиной «адекватности». Петли при этом не допускаются. На рисунке 2 этому состоянию соответствует блок «поиск по частости». Достаточно очевиден факт, что наиболее часто используемые алгоритмы будут иметь максимальный показатель адекватности и как правило чаще применяться при решении новых задач.
- б) с использованием эволюционных алгоритмов.
- 3.б.1. Строится остоное дерево из вершин, имеющих в кортеже цветов, соответствующий цвет;
- 3.б.2. Ищется набор маршрутов (петли допускаются), приводящие к результату;
- 3.б.3. Условие останова – нахождение оптимального в том или ином смысле маршрута.



**Рисунок 2.** Работы процесса «Поиск решения».

Описываемая концепция позволяет упростить процессы эвристического поиска решений задач, а также автоматизации генерации композиций алгоритмов обработки изображений [3-6]. Отметим, что в полном объеме автоматизация возможна только в достаточно ограниченном классе задач – с заранее четко определенными критериями качества генерируемого

решения, иными словами, когда разработчик заранее знает каков, должен быть результат обработки.

Другим примером использования описанной базы может служить генерация первого поколения особей генетического алгоритма – для обработки изображений на первой же итерации будут генерироваться особи-алгоритмы в количестве пропорциональном частоте применения.

### Список литературы

1. Белов, В.В. Формирование смесей алгоритмов для решения задачи автоматического изменения размеров изделий на конвейерной ленте / В.В. Белов, А.К. Лопатин // *Cloud of Science*. – 2017. – Т. 4. – № 3. – С. 384-394.
2. Белов, В.В. Подход к восстановлению цепочек алгоритмов с частично фиксированной функциональной структурой / В.В. Белов, А.К. Лопатин // В сборнике: *Современные технологии в науке и образовании СТНО-2021*. сборник трудов IV Международного научно-технического форума: в 10 т. Рязань. – 2021. – С. 108-111.
3. Белов, В.В. Решение задачи оптимизации автоматической обработки изображений. В сборнике: *Современные технологии в науке и образовании - СТНО-2020* / В.В. Белов, А.К. Лопатин // *Сборник трудов III Международного научно-технического форума: в 10 т..* Рязань. – 2020. – С. 199-203.
4. Махно, Т.А. Автоматизированная система обработки ультразвуковых изображений сонных артерий на основе эволюционных алгоритмов.: Дис. ... кандтехн. наук. Славянск. – 2016. – 152с.
5. Гренандер, У. Лекции по теории образов (Том 2. Анализ образов) / Гренандер, У. – М.: СИНТЕГ, 2005. – 423 с.
6. Быстрые алгоритмы в цифровой обработке изображений / Под ред. Т.С. Хуанга. – М.: Радио и связь, 1984. – 224 с.
7. Павлидис Т. Алгоритмы машинной графики и обработки изображений / Павлидис Т. – М.: Радио и связь, 1986. – 400 с.