

А. Н. Рудометкин

rudometkin_a@list.ru

Департамент по информационным технологиям,

Администрация Смоленской области,

Смоленск, Российская Федерация

Применение алгоритма пчелиной колонии при региональном управлении инновационными проектами

Аннотация. В статье обоснована необходимость разработки политики инновационного развития регионов, описана специфика реализации инновационных проектов в регионах, предложен модифицированный алгоритм пчелиных колоний для определения оптимального набора участников инновационных проектов (разработчиков, инвесторов и потребителей).

Ключевые слова: алгоритм пчелиной колонии, оптимизация, инновационные проекты.

A. N. Rudometkin

rudometkin_a@list.ru

Department of Information Technology,

Smolensk region Administration,

Smolensk, Russian Federation

Applying the algorithm of bee colonies at regional management of innovation projects

Annotation. The article substantiates the necessity of policy of innovation regional development, described the specifics of the innovative project implementation in the regions, and provided a modified algorithm of bee colonies for determining optimal set of innovative project participants (developers, investors and consumers).

Keywords: bee colony algorithm, optimization, innovative projects.

Поддержка перспективных инновационных проектов и программ на региональном уровне является важным элементом социально-экономической политики Субъекта Федерации. Основной задачей региональных властей в данной области является создание благоприятных условий для реализации инновационно-инвестиционной деятельности, в первую очередь, в области организации эффективного взаимодействия

ствия между различными участниками инновационных процессов (генераторами и потребителями инноваций, а также источниками их финансирования).

В российских региональных реалиях разработчики инновации практически всех видов экономической деятельности вынуждены самостоятельно искать инвесторов и научно-техническую поддержку, заниматься продвижением продукции на рынке. В то же время в России сегодня действует большое количество организаций, готовых инвестировать в реализацию перспективных инновационных проектов в регионах, а также продвигать их результаты в других регионах¹.

Указанная проблема обуславливает необходимость поиска решения оптимизационной задачи определения участников инновационных проектов в условиях ограниченности региональных возможностей. На рисунке 1 показана модель выбора оптимального состава участников реализации инновационных проектов в регионе, осуществляемого при поддержке региональных властей.

Специфика реализации инновационных проектов на региональном уровне, связанная практически с полным отсутствием требуемой для анализа статистической информации ввиду существенных социально-экономических и географических различий Субъектов Российской Федерации, приводит к необходимости применения методов искусственного интеллекта, которые позволяют стоять устанавливать закономерности на базе квазистатистики и накопленного экспертного опыта².

Среди методов искусственного интеллекта, применяемых для поиска оптимальных решений, широкое распространение получили алгоритмы роевого интеллекта, имитирующие коллективное поведение сложных самоорганизующихся живых систем. К биоинспирированным методам оптимизации относятся алгоритм пчелиных колоний, который моделирует поведение медоносных пчел в процессе поиска источников нектара.

Сущность алгоритма пчелиной колонии заключается в двухэтапном поиске оптимальных решений в некотором признаковом простран-

¹ Дли М.И., Какатунова Т.В. Процедура распространения результатов инновационной деятельности в регионах // Журнал правовых и экономических исследований. 2010. № 1. – С. 5–9; Дли М.И., Какатунова Т.В. Общая процедура взаимодействия элементов инновационной среды региона // Журнал правовых и экономических исследований. 2009. № 3. – С. 60–63; Дли М.И., Какатунова Т.В. Применение аппарата когнитивного моделирования для анализа сложных систем// Транспортное дело России. 2013. № 4. – С. 193–195.

² Дли М.И., Какатунова Т.В. Нечеткие когнитивные модели региональных инновационных систем // Интеграл. 2011. № 2. – С. 16–18.

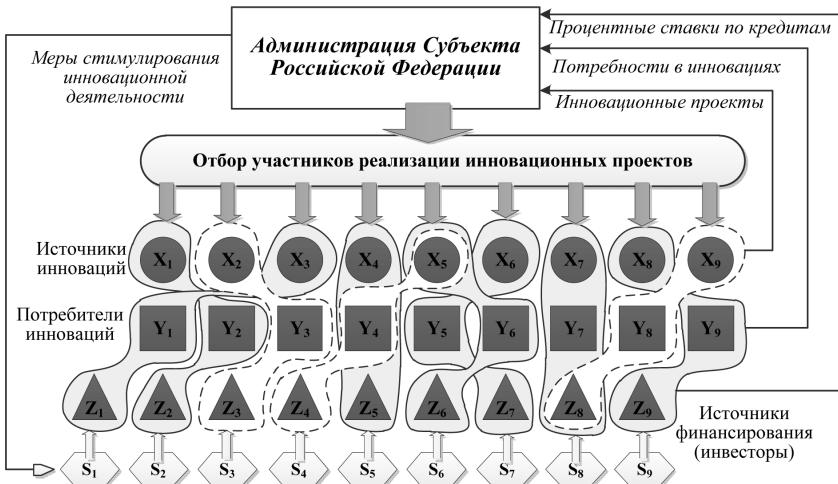


Рисунок 1. Модель выбора оптимального состава участников реализации инновационных проектов в регионе

стве. На первом этапе происходит определение перспективных областей поиска, а на втором – выбор оптимального решения.³ В исходном алгоритме начальные позиции поиска определяются случайным образом, однако особенности предметной области требуют более обоснованного подхода, поэтому предлагается использовать методы нечеткой логики для выбора исходных точек поиска.

В общем, модифицированный алгоритм пчелиных колоний включает следующие этапы:

1. Поставка оптимизационной задачи поиска наиболее выгодного инновационного проекта:

$$\text{Пространство решений } R = \{R_i\} = \{(X_{k=1..K}, Y_{l=1..L}, Z_{m=1..M})_{i=1..N}\}.$$

Каждая комбинация R_i представляет собой некоторую точку в трехмерном пространстве признаков, определяемых для каждого элемента.

Ограничение, определяющее область поиска, связано с обязательным наличием в кортеже X_k и Y_l , в то время как Z_m может отсутствовать.

Целевая функция (критерий оптимизации) определяется таким показателем, как эффективность реализации инновационного проекта (чистый приведенный эффект, который рассчитывается с учетом финансовых выгод от региональных мер стимулирования).

³ Курейчик В.В., Жиленков М.А. Пчелиный алгоритм для решения оптимизационных задач с явно выраженной целевой функцией // Информатика, вычислительная техника и инженерное образование. 2015. № 1 (21).

2. Генерация колонии пчел численностью $T = T_1 + T_2$, где T_1 – количество пчел-разведчиков и T_2 – количество пчел-фуражиров.

Первая итерация:

3. Определение P_o начальных позиций поиска с помощью нечетко-логического вывода по алгоритму Мамдани⁴.

4. Расчет целевой функции (значения чистого приведенного дохода) для каждой начальной позиции (некоторой комбинации участников). На основе критерия максимизации выбор базовых позиций $P_b \leq P_o$.

5. Определение размера окрестностей базовых позиций (радиус отклонения от точки в пространстве признаков).

6. Определение с использованием нечетко-логического вывода по алгоритму Ларсена P_u точек в окрестности базовых позиций, которые будут исследоваться пчелами-фуражирами.

7. Расчет целевой функции (значения чистого приведенного дохода) для каждой точки в окрестности базовых позиций. На основе критерия максимизации выбор перспективных позиций (комбинаций участников).

Последующие итерации:

8. Формирование набора базовых позиций, включающего лучшие позиции, определенные в последнем пункте, и новые позиции, полученные в результате повторного выполнения первой итерации.

9. Если в результате расчета целевой функции для перспективных позиций на текущей итерации получились лучшие результаты, чем на предыдущей, то они принимаются за начальные и осуществляется переход на следующую итерацию. Выполнение алгоритма завершается по достижению заданного числа итераций.

Следует отметить, что время и сложность выполнения описанного алгоритма пчелиных колоний зависит от количества итераций, числа искомых позиций и размера пчелиной колонии.

Как представляется, предложенная модификация алгоритма пчелиных колоний позволит эффективно решать задачу поиска оптимальных комбинаций участников инновационных проектов (в связи с существенным сокращением времени его реализации по сравнению с простым

⁴ Borisov V.V., Fedulov A.S. Generalized rule-based fuzzy cognitive maps: structure and dynamics model // Lecture Notes in Computer Science. 2004. Т. 3316. – С. 918–922; Борисов В.В., Федулов А.С., Устиненков Е.С. Анализ динамики состояния сложных систем на основе обобщенных нечетких производственных когнитивных карт // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2007. № 1. – С. 17–23; Федулов А.С. Устойчивая операция аккумулирования нечетких чисел // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2007. № 1. – С. 27–39.

перебором), что, в свою очередь, предоставит региональным властям возможность формировать экономически выгодные программы инновационного развития.

Список литературы

1. Дли М.И., Какатунова Т.В. Процедура распространения результатов инновационной деятельности в регионах // Журнал правовых и экономических исследований. 2010. № 1. – С. 5–9.
2. Дли М.И., Какатунова Т.В. Общая процедура взаимодействия элементов инновационной среды региона // Журнал правовых и экономических исследований. 2009. № 3. – С. 60–63.
3. Дли М.И., Какатунова Т.В. Применение аппарата когнитивного моделирования для анализа сложных систем// Транспортное дело России. 2013. № 4. – С. 193–195.
4. Дли М.И., Какатунова Т.В. Нечеткие когнитивные модели региональных инновационных систем // Интеграл. 2011. № 2. – С. 16–18.
5. Курейчик В.В., Жиленков М.А. Пчелиный алгоритм для решения оптимизационных задач с явно выраженной целевой функцией // Информатика, вычислительная техника и инженерное образование. 2015. № 1(21).
6. Borisov V.V., Fedulov A.S. Generalized rule-based fuzzy cognitive maps: structure and dynamics model // Lecture Notes in Computer Science. 2004. Т. 3316. – С. 918–922.
7. Борисов В.В., Федулов А.С., Устиненков Е.С. Анализ динамики состояния сложных систем на основе обобщенных нечетких производственных когнитивных карт // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2007. № 1. – С. 17–23.
8. Федулов А.С. Устойчивая операция аккумулирования нечетких чисел // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2007. № 1. – С. 27–39.

References

1. Dli M.I., Kakatunova T.V. Protsedura rasprostraneniya rezul'tatov innovatsionnoi deyatel'nosti v regionakh // Zhurnal pravovykh i ekonomicheskikh issledovanii. 2010. № 1. – S. 5–9.
2. Dli M.I., Kakatunova T.V. Obshchaya protsedura vzaimodeistviya elementov innovatsionnoi sredy regiona // Zhurnal pravovykh i ekonomicheskikh issledovanii. 2009. № 3. – S. 60–63.
3. Dli M.I., Kakatunova T.V. Primenenie apparata kognitivnogo modelirovaniya dlya analiza slozhnykh sistem// Transportnoe delo Rossii. 2013. № 4. – S. 193–195.

4. Dli M.I., Kakatunova T.V. Nechetkie kognitivnye modeli regional'nykh innovatsionnykh sistem // Integral. 2011. №2. – S. 16–18.
5. Kureichik V.V., Zhilenkov M.A. Pchelinyi algoritm dlya resheniya optimizatsionnykh zadach s yavno vyrazhennoi tselevoi funktsiei // Informatika, vychislitel'naya tekhnika i inzhenernoe obrazovanie. 2015. № 1(21).
6. Borisov V.V., Fedulov A.S. Generalized rule-based fuzzy cognitive maps: structure and dynamics model // Lecture Notes in Computer Science. 2004. T. 3316. – S. 918–922.
7. Borisov V.V., Fedulov A.S., Ustinenkov E.S. Analiz dinamiki sostoyaniya slozhnykh sistem na osnove obobshchennykh nechetkikh produktionsionnykh kognitivnykh kart // Neirokomp'yutery: razrabotka, primenie. 2007. №1. – S. 17–23.
8. Fedulov A.S. Ustoichivaya operatsiya akkumulirovaniya nechetkikh chisel // Neirokomp'yutery: razrabotka, primenie. 2007. № 1. – S. 27–39.