

ЭВОЛЮЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Волхонский А.Н.¹

¹ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Самара, e-mail: avolhonskij34@gmail.com

Макаров Д.С.¹

¹ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Самара, e-mail: nochnoystraj@gmail.com

Булгакова Е.И.¹

¹ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Самара, e-mail: bulgakova.e2002@gmail.com

При разработке технологических процессов и настройки систем их автоматизации требуется учитывать большое количество параметров. Автоматизированные системы состоят из большого количества взаимосвязанных подсистем, каждая из которых выполняет собственную функцию. Эволюционное моделирование - направление в искусственном интеллекте, в основе которого лежат принципы и понятийный аппарат, заимствованные из эволюционной биологии и популяционной генетики и объединяющие компьютерные методы (генетические алгоритмы, генетическое программирование, эволюционное программирование и эволюционные стратегии) моделирования эволюционных процессов в искусственных системах. Системные программы необходимы для обеспечения работы самого компьютера. Их работа часто остается незаметной для пользователя, однако они распределяют ресурсы компьютера, управляют работой его устройств, прохождением других программ и т.д. Системные программы компьютеров представлены, как правило, операционными системами. К этой же группе часто относят различные системы программирования, тестирующие и обслуживающие программные средства. В данной статье будут рассмотрены основные понятия, связанные с эволюционным моделированием, выявлены предъявляемые к ним требования, а также детально рассмотрены основные этапы декомпозиции на подсистемы.

Ключевые слова: моделирование, декомпозиция, экономическая система, количество информации

EVOLUTIONARY MODELING

Volkhinskij A.N.¹

¹Samara State Technical University, Samara, e-mail: avolhonskij34@gmail.com

Makarov D.S.¹

¹Samara State Technical University, Samara, e-mail: nochnoystraj@gmail.com

Bulgakova E.I.¹

¹Samara State Technical University, Samara, e-mail: bulgakova.e2002@gmail.com

When developing technological processes and configuring their automation systems, it is necessary to take into account a large number of parameters. Automated systems consist of a large number of interconnected subsystems, each of which performs its own function. Evolutionary modeling is a direction in artificial intelligence based on principles and conceptual apparatus borrowed from evolutionary biology and population genetics and combining computer methods (genetic algorithms, genetic programming, evolutionary programming and evolutionary strategies) for modeling evolutionary processes in artificial systems. System programs are necessary to ensure the operation of the computer itself. Their work often remains invisible to the user, but they allocate computer resources, manage the operation of its devices, the passage of other programs, etc. Computer system programs are usually represented by operating systems. The same group often includes various programming systems that test and maintain software tools. This article will consider the basic concepts related to evolutionary modeling, identify the requirements imposed on them, and also consider in detail the main stages of decomposition into subsystems.

Keywords: modeling, decomposition, economic system, mass of information

Эволюционное моделирование служит для единого описания социально-экономических систем. При данном типе моделирования создается модель эволюции системы или выполняется поиск допустимых ее состояний, отслеживается множество траекторий.

При исследовании эволюции системы необходима ее декомпозиция на подсистемы с целью обеспечения:

1. эффективного взаимодействия с окружением;
2. оптимального обмена определяющими материальными, энергетическими, информационными, организационными ресурсами с подсистемами;
3. эволюционируемости системы в условиях динамической смены и переупорядочивания целей, структурной активности и сложности системы;
4. управляемости системы, идентификации управляющей подсистемы и эффективных связей с подсистемами системы, обратной связи.

Важными для задач моделирования являются максимальные, минимальные и оптимальные значения активности i -й подсистемы, а также аналогичные значения для всей системы.

Если дана открытая экономическая система (процесс), а H_0, H_1 –энтропия системы в начальном и конечном состояниях процесса, то мера информации определяется как разность энтропии:

$$\Delta H = H_0 - H_1.$$

Данная величина показывает количество информации, необходимой для перехода от одного уровня организации системы к другой.

Активности подсистем прямо или опосредованно взаимодействуют с помощью системной активности $s(x)$, например, по простой схеме вида:

$$\begin{cases} \frac{ds(t)}{dt} = \sum_{i=1}^n \varphi^{(i)}(s, s^{(i)}, t), \\ \frac{ds^{(i)}(t)}{dt} = \psi^{(i)}(s^{(i)}, s, t) \end{cases}$$

Функции должны отражать эволюционируемость системы, в частности, удовлетворять условиям:

1. периодичности, цикличности
2. затухания при снижении активности,
3. равновесности и стационарности.

В таких функциях важен параметр, отражающий степень саморегуляции, адаптации системы. Как правило, его нужно идентифицировать.

При эволюционном моделировании социально-экономических систем полезно использовать и классические математические модели, и неклассические, в частности,

учитывающие пространственную структуру системы (например, клеточные автоматы и фракталы), структуру и иерархию подсистем (например, графы и структуры данных), опыт и интуицию (например, эвристические, экспертные процедуры).

Принцип эволюционного моделирования предполагает необходимость и эффективность использования методов и технологии искусственного интеллекта, в частности, экспертных систем.

Основная трудность при построении и использовании эволюционных моделей: в Природе и Познании, в которых эти модели и цели явно или неявно существуют, результаты функционирования системы и достижения цели прослеживаемы часто лишь по прошествии длительного периода времени, хотя в Обществе и Экономике Человек стремится получить результаты в соответствии с целью явно и быстро, с минимальными затратами Ресурсов.

Адекватным средством реализации процедур эволюционного моделирования являются генетические алгоритмы.

Генетический алгоритм - это алгоритм, основанный на имитации генетических процедур развития популяции в соответствии с принципами эволюционной динамики, приведенными выше. Часто используется для решения задач оптимизации (многокритериальной), поиска, управления.

Данные алгоритмы адаптивны, развивают решения, развиваются сами. Особенность этих алгоритмов - их успешное использование при решении NP-сложных проблем.

Хотя генетические алгоритмы и могут быть использованы для решения задач, которые, видимо, нельзя решать другими методами, они не гарантируют нахождение оптимального решения. Здесь более уместны критерии типа "достаточно хорошо и достаточно быстро". Главное их преимущество в том, что они позволяют решать сложные задачи, для которых не разработаны пока устойчивые и приемлемые методы, особенно на этапе формализации и структурирования системы, в когнитивных системах. Генетические алгоритмы эффективны в комбинации с другими классическими алгоритмами, эвристическими процедурами, а также в тех случаях, когда о множестве решений есть некоторая дополнительная информация, позволяющая настраивать параметры модели, корректировать критерии отбора, эволюции.

Принятие решения и целеполагающая ресурсоориентированная деятельность человека в социальной, экономической, политической, идеологической, военной сферах тесно связаны. В них крайне нежелательны ошибки, которые могут привести к пагубным последствиям. Но из-за ограниченных информационных возможностей человека ошибки всегда возможны. Поэтому есть настоятельная необходимость применения научного подхода к обоснованию и принятию решений.

При прогнозировании и планировании принимаются решения, связанные с выбором методов и средств, организацией работы, оценкой достоверности информации, выбором наиболее достоверного варианта прогноза и наилучшего варианта плана. Таким образом, функция принятия решений является с методологической и технологической точек зрения более общей, чем другие функции управления. Для лица, принимающего решение, принятие решений является основной задачей, которую он обязан исполнять в процессе управления. Поэтому знание методов, технологий и средств решений этой задачи является необходимым элементом квалификации руководителя, базой для дальнейшего управления.

Принятие решения - это выбор одного из множества рассматриваемых допустимых вариантов. Обычно их число конечно, а каждый вариант выбора определяет некоторый результат, допускающий количественную оценку. Такой результат обычно называется полезностью решения. Таким образом, ищется вариант с наибольшим значением полезности решения.

В зависимости от критерия эффективности, стратегий и факторов управления выбирается тот или иной метод (алгоритм) оптимизации.

Основными являются следующие классы методов:

1. методы линейного и динамического программирования (принятия решения об оптимальном распределении ресурсов);
2. методы теории массового обслуживания (принятие решения в системе со случайным характером поступления и обслуживания заявок на ресурсы);
3. методы имитационного моделирования (принятие решения путем проигрывания различных ситуаций, анализа откликов системы на различные наборы задаваемых ресурсов);
4. методы теории игр (принятие решений с помощью определения стратегии в тех или иных состязательных задачах);
5. методы теории расписаний (принятие решений с помощью разработки календарных расписаний выполнения работ и использования ресурсов);
6. методы сетевого планирования и управления (принятие решений с помощью оценки и перераспределения ресурсов при выполнении проектов, изображаемых сетевыми графиками);
7. методы многокритериальной (векторной) оптимизации (принятие решений при условии существования многих критериев оптимальности решения)

Выбор решения - здесь ЛПР должно осмыслить полученную на этапах постановки задачи и формирования решений информацию и использовать ее для обоснования выбора.

При этом используется принцип последовательного уменьшения неопределенности, который заключается в последовательном сужении множества решений.

На первом этапе исходное множество альтернативных решений Y сужается до множества приемлемых или допустимых решений:

$$Y_1 \subseteq Y$$

На втором этапе множество допустимых решений Y_1 сужается до множества эффективных решений:

$$Y_2 \subseteq Y_1$$

На третьем этапе осуществляется выбор единственного решения:

$$Y^* \in Y_2$$

Список литературы:

1. Эволюционное моделирование и генетические алгоритмы [Электронный ресурс]// Интуит, национальный открытый университет// URL: <https://intuit.ru/studies/courses/83/83/lecture/20490>
2. Основы принятия решений и ситуационного моделирования [Электронный ресурс]// Интуит, национальный открытый университет // URL: <https://intuit.ru/studies/courses/83/83/lecture/20492>
3. Применение эволюционного моделирования [Электронный ресурс]// Интуит, национальный открытый университет// URL: http://ermak.cs.nstu.ru/neurotech/html/metodmat/ism2012/Lec_5_2.pdf
4. Области искусственного интеллекта [Электронный ресурс]// Интуит, национальный открытый университет// URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1412629>