

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ПЛАНИРОВАНИИ

Исследуются интеллектуальные системы управления в производственном планировании современного промышленного предприятия. Предлагается оптимизационный метод решения производственных задач, позволяющий оптимально распределять ресурсы предприятия.

Введение

Современный этап совершенствования системы управления народным хозяйством нашей страны основан на соединении преимуществ социалистического способа производства с достижениями научно-технической революции.

В настоящее время новейшие достижения математики и современной вычислительной техники находят все более широкое применение в экономических исследованиях, в планировании. Накоплен достаточный опыт постановки и решения экономических задач с помощью математических методов. Особенно успешно развиваются методы оптимального планирования [1].

Высокий уровень капиталовложений, необходимых при создании высокотехнологичных производств, требует эффективного использования средств, которое в первую очередь достигается за счет оптимизации структуры и параметров таких производств на основе применения новых информационных технологий и математического моделирования на базе современной вычислительной техники. Особое место в этом комплексе задач занимают проблемы выбора и принятия решений, потребность в разрешении которых возникает на всем протяжении жизненного цикла любой, сколько-нибудь сложной системы. При этом процесс решения происходит в условиях ограничений, обусловленных спецификой функционирования системы: сложность математической модели, большое число рассматриваемых альтернативных вариантов, значительная неопределенность исходной информации. В этих условиях решающую роль должны сыграть модели и методы поддержки принятия решений, основанные на последних достижениях математического моделирования и теории принятия решений [2].

Актуальность исследования. Производственное планирование современного промышленного предприятия является тем инструментом, который обеспечивает необходимой информацией остальные процессы управления. Успешность решения подавляющего большинства экономических задач зависит от наилучшего, самого выгодного способа использования ресурсов. В процессе экономической деятельности приходится распределять такие важные ресурсы, как деньги, товары, сырье, оборудование, рабочая сила и др. И от того, как будут распределяться эти, как правило, ограниченные ресурсы, зависит конечный результат деятельности предприятия.

Целью данного исследования является изучение самых эффективных методов принятия решения, определение интеллектуального оптимизационного метода для решения задач управления производственным планированием.

Задачи исследования. В рамках данной статьи будут рассмотрены три метода для решения задач о принятии решения в производственном планировании.

Сущность исследований. Выбор метода решения – один из важнейших этапов оптимизации. Все многообразие современных методов подчас затрудняет выбор одного из них при решении различных оптимизационных задач. В работе рассмотрены наиболее продуктивные методы.

1. Метод муравьиных колоний

Имитация самоорганизации муравьиной колонии составляет основу муравьиных алгоритмов оптимизации. Колония муравьев может рассматриваться как многоагентная система, в которой каждый агент (муравей) функционирует автономно по очень простым правилам.

Основу поведения муравьев составляет самоорганизация, механизмы которой обеспечивают теоретически оптимальное поведение. Принципы его состоят в достижении системой некоторой глобальной цели в результате низкоуровневого взаимодействия ее элементов. Здесь имеется в виду использование системой только локальной информации, при этом исключается любое централизованное управление и обращение к внешнему образу системы.

Муравьиный алгоритм применяется следующим образом. В начальный момент времени в каждой функции базы знаний находится количество муравьев, равное числу кластеров, в которые входит эта функция. При этом каждый муравей имеет строгую принадлежность тому кластеру, из которого он начал свое движение. Принадлежность кластеру проявляется в том, что муравей более восприимчив к феромону, оставленному муравьями из «своего» кластера. Перемещение из функции i в функцию j для муравья зависит от следующих показателей:

– видимости η_{ij} — величины, обратной расстоянию между функциями;

– виртуального следа феромона $\tau_{ij}(t)$ — количества феромона, оставленного на связи ранее другими муравьями и сохранившегося к итерации алгоритма t .

Вероятность перехода k -го муравья на t -й итерации из функции i в функцию j определяется следующим стохастическим правилом:

$$P_{ijk}(t) = \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha \cdot [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_l [\tau_{il}(t)]^\alpha \cdot [\eta_{il}]^\beta}, \quad (1)$$

$$\tau_{ij}(t) = \alpha_{\text{self}} \cdot \tau_{ij,cl} + \sum_{z \neq cl} \alpha_{\text{alien}} \cdot \tau_{ij,z}, \quad (2)$$

где α и β – два регулируемых параметра, задающие веса феромона и видимости при выборе маршрута; α_{self} — коэффициент доверия «своему» феромону; α_{alien} — коэффициент доверия «чужому» феромону.

При переходе из одной функции в другую муравей оставляет на связи, соединяющей эти функции, определенное количество феромона. Для того чтобы избежать схождения маршрута движения всех муравьев к одному циклу, используется испарение феромона:

$$\Delta\tau_{ij}(t+1) = (1-p) \cdot \tau_{ij}(t) + \Delta\tau_{ij}, \quad (3)$$

$$\Delta\tau_{ij} = \sum_{k=1}^m \tau_{ijk}(t), \quad (4)$$

где p $[0;1]$ – коэффициент испарения; m – количество муравьев в колонии [3].

Муравьиный алгоритм применяется на двух этапах анализа знаний системы. В начале он запускается на пространственной (многомерной) модели базы, после чего на основании его работы делаются первоначальные выводы. Затем модель упрощается: удаляются некоторые связи между функциями, отдельные функции объединяются в более крупные структурные единицы, структура знаний отображается на двумерное пространство. После этого алгоритм запускается на упрощенной плоской модели знаний.

2. Генетический алгоритм

Генетические алгоритмы используют аналогию между естественным отбором и процессом выбора наилучшего решения из множества возможных. Его суть состоит в том, что более приспособленные особи имеют больше возможностей для выживания и размножения.

В каждой клетке животного содержится вся информация этой особи. Эта информация записана в виде набора очень длинных молекул ДНК. Каждая молекула ДНК – это цепочка, состоящая из молекул нуклеотидов четырех типов, обозначаемых А, Т, С и G. Собственно, информацию несет порядок следования нуклеотидов в ДНК. Таким образом, генетический код индивида – это просто очень длинная строка символов, где используются всего 4 буквы.

В животной клетке каждая молекула ДНК окружена оболочкой – такое образование называется хромосомой. Каждое врожденное качество особи кодируется определенной частью хромосомы, которая называется геном этого свойства. При размножении животных происходит слияние двух родительских половых клеток и их ДНК взаимодействуют, образуя ДНК потомка. Основной способ взаимодействия – кроссовер (скрещивание). При наследовании возможны мутации из-за радиоактивности или других влияний, в результате которых могут изменяться некоторые гены в половых клетках одного из родителей. Измененные гены передаются потомку и придают ему новые свойства. Выбор пар родителей из популяции для порождения потомков производит оператор отбора, а выбор особей для уничтожения – оператор редукции.

Генетический алгоритм – это простая модель эволюции в природе, реализованная в виде компьютерной программы. В нем используются как аналог механизма генетического наследия, так и аналог естественного отбора. При этом сохраняется биологическая терминология в упрощенном виде. В сущности генетические алгоритмы являются разновидностью методов поиска с элементами случайности и имеют целью нахождение лучшего, а не оптимального решения задачи. Это связано с тем, что для сложной системы часто требуется найти хотя бы удовлетворительное решение, а проблема достижения оптимума отходит на второй план.

В процессе работы генетического алгоритма все указанные выше операторы применяются многократно и ведут к изменению исходной популяции. Поскольку операторы отбора, скрещивания, мутации и редукции по своей сути направлены на улучшение отдельной особи, то результатом их работы является постоянное улучшение популяции. Блок-схема классического алгоритма решения приведена на рисунке.

Преимуществом генетических алгоритмов перед другими является простота их реализации, относительно высокая скорость работы, параллельный поиск решения сразу несколькими особями, позволяющий избежать попадания в “ловушку” локальных оптимумов (нахождения первого попавшегося, но не самого удачного оптимума). Недостаток — сложность выбора схемы кодирования, возможность вырождения популяции, сложность описания ограничений планирования [4].

3. Блочное программирование

Математическое программирование — это прикладная отрасль математики, которая является теоретической основой решения задач оптимального планирования. К этому классу относят алгоритмические методы. Такие методы позволяют получать оптимальные решения, хотя обладают при этом значительной вычислительной сложностью. Наиболее часто используются такие методы, как линейные и нелинейные преобразования. Значительная вычислительная сложность алгоритмических методов зачастую препятствует их эффективному применению в практических задачах.

Блочное программирование — метод решения сложных задач линейного программирования путем разложения модели на блоки. Крупноразмерная модель (включающая много показателей в исходной таблице) сводится к нескольким моделям меньшей размерности. Получившиеся задачи решаются вместе по специальным правилам согласования. Необходимость такого подхода обосновывается тем, что с ростом размерности трудоемкость (сложность) решения задач растет невероятно быстро.



Работа генетического алгоритма

Среди теоретических схем блочного программирования наиболее известны две: метод декомпозиции Данцига-Вульфа и метод планирования на двух уровнях Корнай-Липтака. Обе они представляют собой последовательные (итеративные) пересчеты, взаимно увязывающие решения главной, “отраслевой” задачи и локальных задач предприятий. Различие же между ними состоит в том, что схема Данцига-Вульфа построена по принципу “централизованное определение цен – децентрализованное определение наилучших возможностей”, а схема Корнай-Липтака – по принципу “централизованное лимитирование возможностей – децентрализованное выявление эффекта от их использования”. В обоих случаях важную роль играют двойственные оценки, причем их оптимальный уровень выявляется вместе с оптимальным распределением ресурсов, т. е. собственно планом (именно в этом состоит принцип оптимального планирования) [5].

Характерной особенностью этого метода является использование так называемой «координирующей задачи», которая по сравнению с исходной имеет небольшое число строк (не намного превышающее число связывающих ограничений) и очень много столбцов. При этом для решения координирующей задачи не требуется задание всех столбцов в явном виде. Они генерируются в процессе использования симплекс-метода. Поэтому такой подход называется методом генерации столбцов. Алгоритм включает итерационный обмен между множеством независимых подзадач, целевые функции которых включают варьируемые параметры, и координирующей задачей. В подзадаче вводится ряд параметров (двойственные переменные, оценки), получаемых при решении координирующей задачи. В свою очередь в координирующую задачу вводятся решения подзадач, которые оптимальным образом комбинируются и служат для получения новых оценок. Последние вновь вводятся в подзадачу, и итеративный процесс продолжается вплоть до этапа, на котором удовлетворяется критерий оптимальности. Такая процедура имеет изящную экономическую интерпретацию: ее, например, можно понимать как процедуру децентрализованного планирования, когда основной планирующий (управляющий) орган системы координирует функционирование отдельных подсистем с помощью цен на ограниченные ресурсы [6].

Выводы

В результате данного исследования можно сделать вывод, что наиболее распространенным методом является блочное программирование, поскольку позволяет находить наилучшие решения за короткое число итераций. Генетический алгоритм реже используется, так как он имеет значительный недостаток в процессе кодировки, хотя является самым быстрым алгоритмом. Муравьиный алгоритм – самый молодой, однако при всей своей сложности является самым продуктивным.

Научная новизна. В работе были исследованы наиболее распространенные методы для решения задач управления в производственном планировании: линейное программирование, в частности, блочная оптимизация, метод муравьиных колоний и генетический алгоритм. Показаны достоинства и недостатки каждого из методов.

Практическим значением полученных результатов является то, что на основании этого исследования можно легко выбрать метод для решения конкретной задачи, а также собранных данных достаточно для разработки качественного программного продукта.

Список литературы: 1. *Оптимальный* раскрой промышленных материалов <http://referat.niv.ru/referat/023/02300002.htm> 2. *Синтез* моделей выбора технологических решений на основе двухэтапных мажоритарных схем http://bankrabort.com/work/work_69601.html 3. *Штовба С.Д.* Муравьиные алгоритмы // Exponenta Pro. Математика в приложениях. 2003. №4. С.58-134 4. *Смирнов Н.И., Сабанин В.Р., Репин А.И.* Модифицированный генетический алгоритм для задач оптимизации в управлении <http://www.neuroproject.ru/Papers/exponenta.doc> 5. IASA: Глава 2.6. Двойственный метод <http://iasa.org.ua/iso?lang=rus&ch=2&sub=6>. 6. *Лэсдон Л.С.* Оптимизация больших систем. М.: Наука, 1975. С.56-83

Поступила в редколлегию 22.04.2009

Гвоздинский Анатолий Николаевич, канд. техн. наук, профессор кафедры искусственного интеллекта ХНУРЭ. Научные интересы: оптимизация процедур принятия решений в сложных системах управления. Адрес: Украина, 61166, Харьков, ул. ак. Ляпунова, 7, кв. 9, тел. 702-38-23.

Корниенко Юлия Николаевна, студентка магистратуры специальности интеллектуальные системы принятия решений, факультет КН ХНУРЭ. Адрес: Украина, 61141, Харьков, ул. Клочковская, 193-б, кв. 188, тел. 701-50-94.