

Устинова Людмила Геннадьевна

АЛГОРИТМ ОПТИМИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗКИ МЕЖДУ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ПОДСТАНЦИЯМИ

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2011/6/33.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2011. № 6 (49). С. 97-99. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2011/6/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

Главными недостатками данного технического решения являются сложность конструкции и недостаточной большой выход экстракционного материала.

Их можно устранить с помощью использования сетчатого дна с *пьезокерамическими ультразвуковыми преобразователями*.

Для интенсификации диффузии, экстракции и других процессов, протекающих в жидкой фазе, упрощения конструкции аппаратов могут быть использованы ультразвуковые устройства, монтируемые в действующую технологическую аппаратуру пищевой промышленности. В этих установках используются *магнитострикционные, пьезоэлектрические и гидродинамические преобразователи*.

Использование ультразвуковых колебаний в промышленности открывает широкие возможности для интенсификации технологических процессов, улучшения качества продукции и повышения общей культуры производства [2].

Ультразвуковая экстракция позволяет:

- сократить время извлечения биологически активных веществ;
- получить максимальный выход биологически активных веществ при низких температурах;
- увеличить глубину экстракции с сохранением органолептических свойств;
- ускорить процессы растворения;
- ускорить процессы диспергирования и получения тонкодисперсных суспензий.

В данной экстракционной установке предлагается использовать пьезокерамические ультразвуковые преобразователи.

Пьезокерамические преобразователи могут быть изготовлены в виде вогнутых поверхностей.

Для возбуждения колебаний в керамических преобразователях на их боковые поверхности наносятся слои серебра (обкладки), к которым подводится напряжение от высокочастотного генератора.

Данная установка обеспечивает равномерный контакт растворителя с экстрагируемым материалом, находящемся в кассете, что позволяет повысить эффективность экстракции и в результате сократить время процесса, а также затраты двуокиси углерода и энергозатраты на ведение процесса экстракции [5].

Список литературы

1. Агранат Б. Д. и др. Основы физики и техники ультразвука. М.: Высшая школа, 1987. 352 с.
2. Беззубов А. Д. Ультразвук и его применение в пищевой промышленности. М.: Пищевая промышленность, 1964. 196 с.
3. Бергман Л. Ультразвук и его применение в науке и технике. М.: Пищевая промышленность, 1956. 126 с.
4. Рогов И. А. Физические методы обработки пищевых продуктов. М.: Пищевая промышленность, 1971. 223 с.
5. Сагателян Г. Р. Технология изготовления пьезоэлектрических преобразователей для аппаратов ультразвуковой терапии, диагностики и хирургии. М.: МГТУ, 1993. 33 с.

УДК 519.6

Людмила Геннадьевна Устинова

Московский энергетический институт (технический университет) (филиал) в г. Волжском

АЛГОРИТМ ОПТИМИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗКИ МЕЖДУ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ПОДСТАНЦИЯМИ[©]

На практике, при проектировании и планировании работы энергетических систем зачастую возникает проблема оптимального распределения нагрузки между подстанциями. Задача состоит в том, что требуется определить, какие именно подстанции и в каком режиме должны работать, чтобы добиться наиболее экономичного режима энергоснабжения. При этом полагается, что известны взаимосвязи между элементами энергетической системы и известны точные функции потерь генераторов.

Если рассматривать задачу распределения нагрузки подробно, то становится ясно, что это распределение является динамическим, а не статическим [2]. Учитывая динамику системы, задача представляет собой распределение заранее заданной нагрузки между различными подстанциями в различные периоды времени. Помимо «обычных» трудностей задач распределения нагрузки, таких как высокая размерность задачи, невыпуклость и разрывность оптимизируемой функции, добавляются проблемы взаимодействия элементов системы во времени, что делает задачу значительно более интересной. В данной статье мы покажем, как обойти эти проблемы, используя модификацию метода дифференциальной эволюции.

Целевая функция

Рассмотрим случай дискретного времени. Считаем, что требуется оптимизировать работу системы на протяжении T периодов. Тогда целевая функция примет вид:

$$TC = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^{N_g} C(i, t),$$

то есть мы производим суммирование по всем генераторам и по всем периодам времени. Для каждого отдельного генератора нам известна функция потерь

$$C(i, t) = a_i + b_i P_{it}^2 + \left| c_i \times \cos \left\{ \Omega_i \times (P_{it}^{\min} - P_{it}) \right\} \right|$$

Ограничения

Мощность, производимая в системе, расходуется на полезную мощность и мощность потерь. Это верно для любого рассматриваемого момента:

$$\sum_{i=1}^{N_g} P_{it} - P_{Dt} - P_{Lt} = 0, \quad t = 1, 2, \dots, T$$

Отметим, что общие потери идут на передачу энергии. Они представляют собой квадратичную форму от векторов мощностей:

$$P_{Lt} = \sum_{i=1}^{N_g} \sum_{j=1}^{N_g} P_{it} B_{ij} P_{jt}$$

На каждый генератор также накладываются ограничения по диапазону мощностей

$$P_i^{\min} \leq P_{it} \leq P_i^{\max}$$

Скачки мощности на генераторах между двумя подряд идущими моментами времени также должны быть ограничены:

$$P_{it} - P_{i(t-1)} \leq R_i^{\max}$$

$$P_{i(t-1)} - P_{it} \leq R_i^{\min}$$

Оптимизация методом дифференциальной эволюции

Поскольку оптимизация значений мощностей генераторов происходит на каждом временном участке, то размерность задачи возрастает многократно. Размерность пространства решений равна произведению числа генераторов на число временных периодов. Так как размер популяции, как правило, на порядок больше размерности задачи, то уже в случае 20 генераторов на 10 промежутках времени требуется 2000 элементов в поколении для полноценной сходимости. Это может вызвать большие вычислительные сложности. Подробную информацию о стандартном методе дифференциальной эволюции можно найти в [4].

Для того чтобы их избежать, используется вариация алгоритма дифференциальной эволюции, а именно - гибридная дифференциальная эволюция. Эта вариация, помимо обычного алгоритма, включает в себя еще два шага: ускорение (помогает уменьшать отклонения из поколения в поколение) и миграцию (позволяет лучше исследовать пространство, на котором происходит оптимизация). Несмотря на то, что первая фаза (ускорение) все сильнее нас приближает к локальному оптимуму, вторая (миграция), позволяет этот локальный оптимум избежать.

Таким образом, использование метода гибридной дифференциальной эволюции позволяет уйти от специфических проблем задачи и делает ее пригодной для численной оптимизации. По сравнению с методом статического распределения нагрузки изменяется только стадия инициализации, и добавятся две новые.

Инициализация

Сгенерируем исходное поколение так, чтобы векторы равномерно заселяли пространство возможных решений:

$$P_{it} = P_i^{\min} + p (P_i^{\max} - P_i^{\min}),$$

где t - один из моментов времени, не превышающий T ; i - номер генератора; p - число, получающееся в результате реализации случайной величины, равномерно распределенной на отрезке от 0 до 1.

Окончательная целевая функция, которую мы будем минимизировать, получается из исходной добавлением «штрафа» за превышение ограничений

$$f = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^{N_g} TC(P_{it}) + \sum_{x=1}^{N_c} c_x |\Delta_x|,$$

где c_x - некоторые положительные константы; Δ_x - нарушение ограничения, взятое по модулю.

Процесс ускорения

Если мутация и кроссовер не дают дальнейших улучшений, тогда выбирается особь, для которой значение целевой функции является наименьшим и «сдвигается» в нужном направлении. Как правило, происходит сдвиг в направлении, противоположном градиенту

$$X_b^{G+1} = \begin{cases} \hat{X}_b^{G+1}, & \text{если } \Psi(\hat{X}_b^{G+1}) < \Psi(\hat{X}_b^G), \\ \hat{X}_b^{G+1} - \nabla \Psi, & \text{иначе,} \end{cases}$$

где X_b^{G+1} - лучшая особь в данном поколении. Градиент целевой функции может быть посчитан численными методами с приемлемой точностью.

Величина шага $\in [0, 1]$, подбирается таким образом, чтобы мы получили решение лучшее, чем раньше, а именно должно выполняться условие:

$$f(X_b^N) < f(X_b^{G+1})$$

В качестве начального значения параметра выбирается единица. Если лучше решение не получается, то его можно уменьшать до сколь угодно малых размеров. Подобный сдвиг позволяет усилить сходимость метода, а затем с помощью фазы миграции порождается новое поколение.

Миграция

Фаза миграции создает новое поколение решений, для того, чтобы увеличить скорость поиска решения по пространству. Новое поколение генерируется с помощью лучшей особи из предыдущего поколения: h -я компонента i -го решения генерируется следующим образом:

$$X_{hi}^{G+1} = \begin{cases} X_{hb}^{G+1} + \Delta_{hi} (X_{h \min} - X_{hb}^{G+1}), \\ \text{если } \tilde{\Delta}_{hi} < \frac{X_{hb}^{G+1} - X_{h \min}}{X_{h \max} - X_{h \min}}, & i = 1, \dots, N_p, \quad h = 1, \dots, n, \\ X_{hb}^{G+1} + \Delta_{hi} (X_{h \max} - X_{hb}^{G+1}), & \text{иначе,} \end{cases}$$

где Δ и $\tilde{\Delta}$ - равномерно распределены на отрезке от 0 до 1. Новая популяция является намного более разнородной вследствие специфического процесса генерации и используется как стартовая точка, чтобы выйти из окрестности локального минимума.

Отметим, что процесс миграции разумно использовать, только если разнородность текущей популяции ниже некоторого порогового значения. Для того чтобы описать это формально, введем параметр разнородности, характеризующий популяцию в целом. Сначала опишем различия между произвольной и лучшей особями следующей величиной:

$$x = \begin{cases} 1, & \text{если } \left| \frac{X_{hi} - X_{hb}}{X_{hb}} \right| > \alpha, \\ 0, & \text{иначе,} \end{cases}$$

где α - параметр, который характеризует различия между двумя генами (компонентами) лучшего решения и какого-либо другого. Тогда в качестве коэффициент разнородности популяции можно взять величину

$$p = \frac{\sum_{i=1}^{N_p} \left(\sum_{h=1}^n x \right)}{n(N_p - 1)} < 1,$$

то есть суммируются различия по всем генам всех особей популяции, кроме лучшей, и нормируются на общее число компонент во всех решениях. Коэффициент разнородности находится в пределах от нуля до единицы. Нулевое значение показывает, что все решения очень близки (покомпонентно) к наилучшему. Значение, близкое к единице, указывает на то, что поколение в достаточной степени разнородно, чтобы не находиться в окрестности одного локального экстремума.

Таким образом, создается новое поколение, которое оценивается, и цикл дифференциальной эволюции продолжается заново.

Результаты моделирования

Моделирование проводилось для 5 и 10 генераторов. В качестве временных интервалов были взяты отрезки по 12 минут, в течение половины суток (12 часов, по 5 интервалов в каждом). Размерность пространства поиска в рассмотренных случаях составляла 300 и 600 соответственно. В сравнении с эвристической оптимизацией методом роя частиц и имитации отжига [1-3], мы можем отметить, что метод гибридной дифференциальной эволюции дает лучшие результаты, причем процесс оптимизации занимает не более 2-х минут (что, безусловно, мало для задачи столь высокой размерности).

Таким образом, можно утверждать, что метод дифференциальной эволюции хорошо подходит для моделирования подобных задач и их численной оптимизации. Отметим отдельно, что метод дифференциальной эволюции имеет немало разновидностей, и выбор конкретной реализации должен обуславливаться конкретной решаемой задачей и её спецификой.

Список литературы

1. Gaing Z. L. Particle Swarm Optimization to Solving the Economic Dispatch Considering the Generator Constraints // IEEE Trans. on Power Syst. 2003. № 18 (3). P. 1187-1195.
2. Han X. S., Gooi H. B., Kirschen D. S. Dynamic Economic Dispatch: Feasible and Optimal Solution // Ibidem. 2001. № 16 (1). P. 22-28.
3. Panigrahi C. K., Chattopadhyay P. K., Chakrabarti R. N., Basu M. Simulated Annealing Technique for Dynamic Economic Dispatch // Electric Power Components and Systems. 2006. № 34. P. 577-586.
4. Storn R., Price K. Differential Evolution - a Simple and Efficient Heuristic for Global Optimization over Continuous Spaces // Journal of Global Optimization. 1997. № 11. P. 341-359.