оперативной памяти, жесткого диска и сетевых интерфейсов используя синхронный режим, который заключался в следующем [6]:

1) для всех $(u, x) \in \Omega(t)$ вычислялись новые состояния $u(x)$ путем применения к ним функции перехода (12);

2) во всех клетках $(u, x) \in \Omega(t)$ производилась замена состояний $u(x)$ на новые $u(x)$;

3) $\Omega(t) \rightarrow \Omega(t + 1)$.

Реализация клеточных автоматов для математического моделирования производительности ПТК происходила на основе разработанного программного средства на языке высокого уровня С в среде Qt.

Таким образом, в работе было разработано кроссплатформенное программное средство для математического моделирования производительности ПТК второго уровня модели REQS на основе клеточных автоматов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хошаба А.М. Математическая модель фаз производительности вычислительных систем. // Вестник Херсонского национального технического университета №3(50), 2014.-Херсон.-С.-523-527.
2. Хошаба А.М. Анализ математических моделей производительности вычислительных систем. // Дев'ята Міжнародна науково-практична конференція "Математичне та імітаційне моделювання систем. МОДС 2014": Тези допов.-Київ-Жуков, 2014.-С. 240-243.
3. http://beagleboard.org
4. Frish U., Hasslacher B., Pomeau Y. Lattice-gas Automata for Navier-Stokes equation //Physical Review Letter, 1986. Vol. 56. P. 1505-1508.
5. Domain Specific Language and Translator for Cellular Automata Models of Physico-Chemical Processes //Proceedings of PaCT-2011, Lecture Notes in Computer Science 6873, 2011. Berlin: Springer, P. 172–177.
6. Бандман О.Л. Методы композиции клеточных автоматов для моделирования пространственной динамики. Вестник Томского госуниверситета. No 9(1). С.183–193.

ЗАГАЛЬНА МОДЕЛЬ ОПТИМІЗАЦІЇ РОЗМІЩЕННЯ ПЛОСКИХ НЕОРІЄНТОВАНИХ ОБ'ЄКТІВ З КУСОЧНО-НЕЛІНІЙНИМИ ГРАНИЦЯМИ У БАГАТОЗВ'ЯЗНІЙ ОБЛАСТІ

Чапля Ю.С., Соболь О.М.
Національний університет цивільного захисту України

Задачі оптимальної упаковки та розкрою мають широкий спектр застосувань у різних галузях діяльності людини і характеризуються складністю математичних моделей та методів знаходження оптимального розв'язку.

Прикладом даного класу задач є задача оптимізації розміщення плоских неорієнтованих геометричних об’єктів з кусочно-нелінійними границями у багатозв’язних областях, яка на теперішній час є недостатньо дослідженою. Разом з тим, використання як об’єктів розміщення плоских неорієнтованих об’єктів з кусочно-нелінійними границями дозволить, по-перше, підвищити точність апроксимації границь реальних об’єктів і, по-друге, збільшити коефіцієнт заповнення матеріалу. Розгляд у якості області розміщення багатозв’язного об’єкта дозволить уникнути розміщення відповідних об’єктів в областях з наявністю дефектів або розв’язати задачу, в якій існує задана кількість об’єктів, що розміщуються на фіксованих місцях. Таким чином, враховуючи вищевикладене, можна зробити висновок, що розробка моделей та методів оптимізації розміщення плоских неорієнтованих геометричних об’єктів з кусочно-нелінійними границями у багатозв’язних областях є актуальною науково-прикладною задачею. У даній роботі буде побудовано загальну модель указаної задачі, досліджено її особливості та визначено перспективи подальших досліджень у даному напрямку.

Розглянемо постановку задачі. Нехай у двовимірному просторі задано об’єкти розміщення $S_i\left(x_i, y_i, \theta_i\right)$, $i=1,2,\ldots,N$, з кусочно-нелінійними границями, де $\left(x_i, y_i, \theta_i\right)$ – параметри розміщення об’єкта в глобальній системі координат, причому θ_i – кут повороту локальної системи координат. Дані об’єкти є неорієнтованими і задаються послідовністю своїх вершин $\left\{v_{i1}, v_{i2}, \ldots, v_{im_i}\right\}$, $v_{id}=\left(x_{id}, y_{id}\right)$, $d=1,2,\ldots,m_i$, у локальній системі координат, причому нумерація вершин здійснюється проти годинникової стрілки. Сторона об’єкта, яка являє собою фрагмент кривої, може бути представленою, наприклад, за допомогою кубічного сплайну:

$$y_{i,z}\left(x_i\right)=a_{i,z,dd+1,1}+a_{i,z,dd+1,2}x_i+a_{i,z,dd+1,3}x_i^2+a_{i,z,dd+1,4}x_i^3, \qquad (1)$$

де $a_{i,z,dd+1,c}$, $c=1,\ldots,4$ – параметри кубічного сплайну, що описує сторону між вершинами v_{id} та v_{id+1} об’єкта $S_i\left(x_i, y_i, \theta_i\right)$, причому $z=1,2,\ldots,n_{i,dd+1}$, а $n_{i,dd+1}$ – кількість елементів, на які розбито дану сторону.

Область розміщення являє собою прямокутник $S_0\left(l,b\right)$ змінної довжини l. У даному прямокутнику задано області заборони $S_{0,r}\left(x_{0,r}, y_{0,r}\right)$, $r=1, 2, \ldots, N_R$ (дефекти матеріалу або об’єкти розміщення, що знаходяться на фіксованих місцях), які можуть бути задані аналогічно до об’єктів розміщення, але нумерація їх вершин здійснюється за годинниковою стрілкою. Також зауважимо, що об’єкти заборони є орієнтованими, тобто поворот їх локальних систем координат є неприпустимим.

Необхідно розмістити об’єкти $S_i\left(x_i, y_i, \theta_i\right)$, $i=1,\ldots,N$, в області $S_0\left(l,b\right)$ таким чином, щоб довжина l була мінімальною і при цьому виконувались обмеження на:

– взаємний неперетин об'єктів $S_i(x_i, y_i, \theta_i)$ і $S_j(x_j, y_j, \theta_j)$, $i = 1, \ldots, N-1$, $j = i+1, \ldots, N$;

– неперетин об'єктів $S_i(x_i, y_i, \theta_i)$ та областей заборони $S_{0,r}(x_{0,r}, y_{0,r})$, $r = 1, 2, \ldots, N_R$;

– належність об'єктів $S_i(x_i, y_i, \theta_i)$ області $S_0(l, b)$.

Введемо вектор параметрів $u = (u_1, u_2, \ldots, u_N)$, $u_i = (x_i, y_i, \theta_i)$, $i = 1, \ldots, N$, $u \in R^q$, $q = 3N$. Вектор всіх змінних задачі позначимо $Z = Z(u, l) \in R^{q+1}$. Тоді загальна модель оптимізації розміщення плоских неорієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями у багатозв'язній області має наступний вигляд:

$$l^* = \arg\min_{u \in W} Z(u, l), \tag{2}$$

де W:

$$\Phi_{ij}(x_i, y_i, \theta_i, x_j, y_j, \theta_j) \geq 0,\ i = 1, \ldots, N-1,\ j = i+1, \ldots, N; \tag{3}$$

$$\Phi_{kt}(x_k, y_k, \theta_k, x_{0,r}, y_{0,r}) \geq 0,\ k = 1, \ldots, N,\ r = 1, \ldots, N_R; \tag{4}$$

$$\Phi_{icS_0}(x_i, y_i, \theta_i, 0, 0) \geq 0,\ i = 1, \ldots, N. \tag{5}$$

В моделі (2)÷(5) вираз (2) являє собою цільову функцію задачі; вираз (3) – умову взаємного неперетину об'єктів розміщення; вираз (4) – умову неперетину об'єктів розміщення та областей заборони; вираз (5) – умову належності об'єктів області розміщення, причому cS_0 – доповнення S_0 до двовимірного простору. Усі обмеження аналітично подаються за допомогою Ф-функцій, властивості яких наведені у [1].

Дослідження загальної моделі (2)÷(5) дозволило зробити наступні висновки:

1. Оскільки обмеження задачі (3) та (4) у загальному випадку є нелінійними, то дана задача відноситься до задач нелінійного програмування.

2. Область припустимих розв'язків $W \subset R^{3N+1}$ визначається системою лінійних та нелінійних нерівностей, а також, у загальному випадку, є обмеженою і незв'язною.

3. Загальна кількість нерівностей виду (3)÷(5) дорівнює $C_N^2 + N(N_R + 1)$.

4. Задача (2)÷(5) є багатоекстремальною та NP складною.

5. Якщо область розміщення є однозв'язною, то із загальної моделі вилучаються обмеження виду (4), а загальна кількість нерівностей виду (3) та (5) дорівнює $C_N^2 + N$.

Для геометричного подання обмежень (3)÷(5) використовується метод, наведений в [2].

Таким чином, побудова загальної моделі оптимізації розміщення плоских неорієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями у багатозв'язних областях та дослідження її особливостей дозволить розробити обґрунтовані методи знаходження оптимального розв'язку поставленої задачі.

Подальші дослідження будуть спрямовані на розробку методів оптимізації розміщення плоских неорієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями у багатозв'язних областях, а також на створення алгоритмічного та програмного забезпечення, що дозволить здійснити комп'ютерне моделювання оптимізаційного розміщення зазначених об'єктів на прикладах важливих практичних задач, які характерні для різних галузей діяльності людини.

ЛІТЕРАТУРА

1. Стоян Ю.Г. Математические модели и оптимизационные методы геометрического проектирования / Ю.Г. Стоян, С.В. Яковлев. – К.: Наукова думка, 1986. – 268 с.
2. Соболь О.М. Спосіб побудови 0-рівня Ф-функції для плоских неорієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями // О.М. Соболь, Ю.С. Чапля // Сучасні проблеми моделювання. – Мелітополь: МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2014. – Вип. 3. – С. 119-125.

МОДИФІКАЦІЯ МЕТОДУ РІТЦА ДЛЯ АНАЛІЗУ НЕСТАЦІОНАРНИХ ПРОЦЕСІВ У МЕХАНІЧНИХ СИСТЕМАХ ІЗ РОЗПОДІЛЕНИМИ ПАРАМЕТРАМИ

Човнюк Ю.В.
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Відомо, що рух механічних систем з неперервними розподіленими параметрами (як, до речі, і напружено-деформований стан тіла, наприклад, балки) описується рівняннями у частинних похідних, для складання котрих використовується математичний формалізм методу Лагранжа. Введенням у розгляд питомого лагранжіану (лагранжіану одиниці об'єму) можна вивести лагранжеві рівняння руху для вказаних вище систем, якщо при цьому використати варіаційний принцип Гамільтона – Остроградського (для функціоналу дії J). Розв'язок отриманих таким чином лагранжевих рівнянь (у одновимірній постановці задач) може бути знайдений методом Рітца як функція просторової (x) та часової (t) координат й сукупності невизначених констант $C_i, i=\overline{(1,s)}$. При цьому такий розв'язок повинен задовольняти граничним та початковим умовам задачі, а функціонал дії J - необхідним умовам екстремуму, котрі зводяться до рівностей $\partial J/\partial C_i = 0,\ \forall i=\overline{(1,s)}$. Проблема полягає у отриманні та розв'язку таких рівнянь відносно C_i.