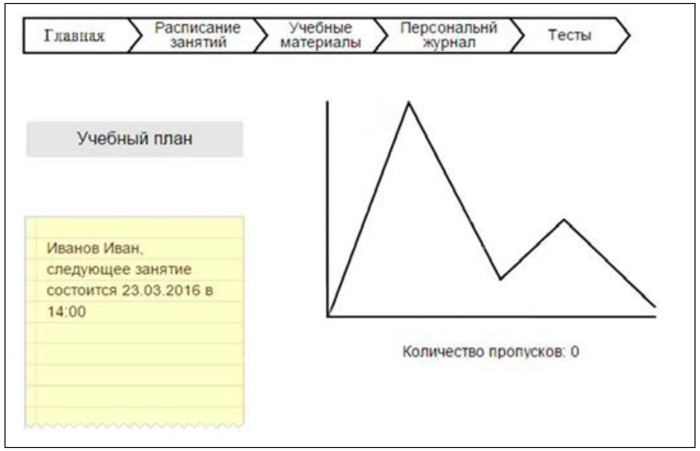

Рисунок 1 - Личный кабинет студента в системе

Надеемся, что предложенная система значительно упростит процесс организации обучения в данном образовательном модуле.

Литература

1. Самарская научно-образовательная программа «ВЗЛЕТ» конкурсного отбора школьников в Губернаторский реестр творчески одаренной молодежи в сфере науки и техники [Электронный ресурс] / URL: www.vzletsamara.ru (дата обращения: 25.03.2016).

2. Распоряжение Министерства образования и науки Самарской области №164-р от 16.03.2016 [Электронный ресурс] / URL: http://vzletsamara.ru /files/documents/VZLETContest.pdf (дата обращения: 25.03.2016).

3. Концепция единой Самарской областной системы мер по выявлению и развитию творчески одаренной молодежи [Электронный ресурс] / URL: http://vzletsamara.ru/files/documents/Concept.pdf (дата обращения: 25.03.2016).

4. Пиявский, С.А Информационные технологии массового научного руководства одаренной молодежью в сфере науки и техники / М.И. Бальзанников, С.А. Пиявский, В.В. Козлов // В сборнике: Информационные технологии в работе с одаренной молодежью / Под редакцией М.И. Бальзанникова, С.А. Пиявского, В.В. Козлова. – Самара: СГАСУ, 2015. - С. 11-24.

5. Камальдинова, З.Ф. Упрощенная математическая модель формирования исследовательских компетенций студентов / М.И. Бальзанников, З.Ф. Камальдинова, С.А. Пиявский // Научное обозрение. - 2015. - №7. - С. 93-98.

6. Виттих, В.А. Онтологический подход к построению информационно-логических моделей в процессах управления социальными системами / В.А. Виттих, П.В. Ситников, С.В. Смирнов // Вестник компьютерных и информационных технологий. - 2009. - №5. - С. 45-53.

М.А. Верхотуров, Г.Н. Верхотурова, Р.Р. Ягудин

ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ НЕВЫПУКЛЫХ МНОГОГРАННИКОВ НА ОСНОВЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ NFP

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Аннотация

В данной работе рассматривается задача оптимизации размещения невыпуклых многогранников в прямоугольный параллелепипед минимальной высоты. Для её решения предложен алгоритм с применением *No Fit Polyhedron(NFP)*, основанный на анализе возможных точек занесения объекта в область упаковки. Приведены примеры работы алгоритма, а так же результаты вычислительного эксперимента.

1. Введение

Среди проблем экономии ресурсов, наиболее интенсивно изучаемых на сегодняшний день, можно выделить класс задач, связанных с поиском оптимального размещения трехмерных объектов в некотором ограниченном пространстве. В частности, к ним относятся задачи: упаковка грузов (например, при транспортировке или хранении), раскрой материалов (например, алмаза), компоновка деталей изделия (например, двигателя), размещение *3D* объектов при синтезе объемных изделий с использованием инновационных технологий быстрого прототипирования (*RP&M - Rapid Prototyping& Manufacturing*) (например, при селективном лазерном спекании) и т.д.

Все они являются задачами оптимизационного геометрического моделирования и, с точки зрения комбинаторной сложности, принадлежат к классу *NP*-трудных. Дополнительную геометрическую сложность при их решении составляет проблема соблюдения условий взаимного непересечения размещаемых объектов между собой и с границами зоны размещения, а также необходимость соблюдения различных конструктивно-технологических ограничений.

Анализ существующих методов решения проблемы показал, что они либо используют серьезные допущения по отношению к реальному производству.

2. Постановка задачи компоновки многогранных объектов с учетом ограничений на размещение

Задача. Пусть имеется набор многогранных объектов $T=\{T_1,T_2,...,T_n\}$: $T_i \subset R^3, i=\overline{1,n}$, каждый из которых задан в собственной системе координат. Область размещения $Q \subset R^3$ представляет собой прямоугольный параллелепипед с фиксированными длиной L и шириной W и с переменной высотой H.

Задана матрица $M=(P_{i,j})_{i=0,\,j=1}^{n,n}$. Каждый элемент $P_{i,j}$ матрицы описывает множество многогранных областей $\{P_{a\ i,j}\}$ в системе координат многогранного объекта T_i, запрещенных для размещения T_i. Если $i = 0$, то рассматривается система координат зоны Q.

Пусть $T_i(\bar{u}_i)$ многогранный объект T_i, смещенный на вектор $\bar{u}_i$. Обозначим как *H(T(U))* минимально необходимую высоту зоны *Q* для размещения объектов множества *T* с векторами смещения $U=(\bar{u}_1,\bar{u}_2,...,\bar{u}_i)$.

Условия непересечения многогранных объектов между собой можно записать как:

$$\operatorname{int} T_i(\bar{u}_i)\cap \operatorname{int} T_j(\bar{u}_j)=\varnothing, \forall i=\overline{1,n}, \forall j=\overline{1,n}, i\neq j. \quad (1)$$

Условия непересечения многогранных объектов с зоной размещения:

$$T_i(\bar{u}_i)\cap\left(R^3\setminus Q\right)=\varnothing, \forall i=\overline{1,n}. \quad (2)$$

Условие пересечения многогранных объектов и областей запрещенных для размещения:

$$P_{a\,i,j}(\bar{u}_i)\cap T_j(\bar{u}_j)=\varnothing, \forall a, \forall i=\overline{0,n}, \forall j=\overline{1,n}, i\neq j. \quad (3)$$

Система условий (1)-(2)-(3) связывает параметры размещения $U=(\bar{u}_1,\bar{u}_2,...,\bar{u}_i)$ многогранных объектов множества *T* в области *Q* и является для них ограничениями. Все эти условия описывают непересечение границ пар многогранных объектов и отличаются только тем, что в условиях (1), (3) ни один из объектов не принадлежит внутренности другого, а в условии (2) каждый из объектов принадлежит внутренности области размещения.

Обозначим как *H(T(U))* минимально необходимую высоту зоны *Q* для размещения многогранных объектов множества $T=\{T_1,T_2,...,T_n\}$ с векторами смещения $U=\{\bar{u}_1,\bar{u}_2,...,\bar{u}_n\}$.

Требуется найти такое *U*, чтобы *H(T(U))*→min), при этом выполнялись условия взаимного непересечения объектов между собой и с границами зоны размещения (1)-(2), а также для матрицы *M* выполнялось условие (3).

3. Методы решения задачи компоновки многогранных объектов с учетом ограничений на размещение

Из-за комбинаторной сложности описанная задача относится к классу *NP*-трудных задач [3].

Проектирование планов (карт) упаковки по сути является задачей ***оптимизационного геометрического моделирования***, заключающейся в оптимизации размещения геометрических объектов в заданных областях.
Классификация методов решения таких задач представлена в [5].

Анализ существующих подходов показал, что использование методов пообъектного размещения, основанных на моделировании условий взаимного непересечения (УВН), является перспективным и в дальнейшем. Проблема заключается в упрощении моделирования УВН объектов произвольных форм и поиске параметров размещения без использования параллелепипедных оболочек.

При использовании метода пообъектного размещения объекты помещаются в зону упаковки последовательно, один за другим. После нахождения точки занесения очередного объекта его положение фиксируется и больше не меняется. Таким образом, при определении детерминированного алгоритма подсчета точки занесения, результат будет зависеть только от порядка занесения объекта в

область. Это приводит к возможности разбиения процесса на две части [5]: геометрическая – внешняя часть, отвечающая за моделирование УВН и нахождение параметров размещения; оптимизационная – внутренняя (комбинаторная) часть, отвечающая за формирование и изменение последовательности размещаемых объектов.

4. Динамическая схема построения годографа функции плотного размещения

Для построения УВН наибольшее распространение получили методы на базе построения NFP («no fit polyhedron», «годограф вектор-функции плотного размещения», ГФПР[1] и т.д.).

Основные недостатки существующих подходов привели к разработке «динамической» схемы использования NFP, позволяющей работать с различными углами поворота объектов и избежать построения избыточных NFP.

При применении динамической схемы построения NFP необходимо выполнить следующие шаги:

1. Произвести последовательное построение NFP размещаемого объекта T_m с уже упакованными объектами и зоной размещения в соответствии с приоритетным списком $K=\{K_0,\ldots,K_{m-1}\}$ динамической схемы использования NFP.
2. Найти все параметры размещения $\{u_i\}$, принадлежащие каждому вновь построенному NFP $G_i(K_i, T_m)$, и проверить их на допустимость.

Лучший найденный в результате построения NFP $G_i(K_i,T_m)$ допустимый параметр размещения $u_{i\ m}^{*}$ сравнить с u_{m}^{*} (u_{m}^{*} – лучший найденный параметр размещения объекта T_m до построения NFP к объекту K_i).

Если $Z(u_{m}^{*}) > Z(u_{i\ m}^{*})$, то $u_{m}^{*} = u_{i\ m}^{*}$.

3. Остановить процесс построения NFP, когда для очередного объекта K_j будет выполнено условие: $\min Z(K_j) > \max Z(T_m(u_{m}^{*}))$.

5. Результаты вычислительного эксперимента с использованием разработанного программного продукта

Для оценки эффективности и качества предложенных в работе методов и алгоритмов на основе тестовых данных из опубликованных ранее статей [6, 7] проведен вычислительный эксперимент, а также произведено сравнение решений с результатами, полученными другими методами.

В статье Ю.Г. Стояна [6] за 2005г. приведены 4 примера, составленные из невыпуклых объектов 10-ти типов. В каждом из примеров основание зоны размещение имеет одинаковые размеры – 30x35, изменяется лишь количество экземпляров каждого объекта.

Лучшие решения для примеров найдено алгоритмами «GRASP с ЛП» и «Первый подходящий с упорядочиванием + ЛП», предложенных авторами.
В статье Дж. Эгблада [Ошибка! Источник ссылки не найден.], 2009г. приведены 5 примеров размещения 9-ми выпуклых и 6-ми невыпуклых объектов. В каждом из примеров основание зоны размещения выбирается таким образом, чтобы при размещении всех объектов в зону кубической формы (с выбранным основанием) – использование материала составляла 50%. Также как и в [7] примеры отличаются количеством экземпляров каждого объекта. Лучшие решения для

примеров найдено алгоритмами «GRASP с ЛП» и «Первый подходящий с упорядочиванием + ЛП» (предложены авторами).

6. Заключение

В работе приведены разработанные *метод и алгоритмы* генерации трехмерных карт упаковки невыпуклых многогранников в прямоугольный параллелепипед минимальной высоты, *основанные* на анализе точек занесения и *заключающиеся* в динамическом построении только тех NFP размещаемых объектов, которые необходимы при последовательно-одиночном размещении объектов в области, что *позволяет,* с одной стороны, не строить NFP всех пар многогранных объектов, а с другой – находить допустимые точки занесения.
Вычислительный эксперимент, проведенный на основе примеров, приведенных в общедоступных статьях на рассматриваемую тему, показал, что применение «динамической» схемы построения NFP повысило эффективность работы алгоритмов размещения на величину от 5 до 30 %.

Литература

1. Стоян Ю.Г., Гиль Н.И. Методы и алгоритмы размещения плоских геометрических объектов. - Киев: Наук. думка, 1976. -247с.
2. Верхотуров М.А., Сергеева О.Ю. Применение цепного кодирования для задач плотной упаковки// Роль геометрии в искусственном интеллекте и системах автоматизированного проектирования: Сборник докладов всероссийской н.-т. конференции. - Улан-Удэ: 1996.-С.48-50.
3. Brooks R. L., Smith C. A. B., Stone A. H., Tutte W. T. The dissection of rectangles into squares. Duke Mathematical Journal 7, 1940, pp.312-340.
4. Stoyan Yu., Gil M., Scheithauer G., Pankratov A. Packing non-convex polytopes into a parallelepiped. TU Dresden, 2004.-32p.-(Preprint MATH-NM-06-2004).
5. Верхотуров М.А, Верхотурова Г.Н, Ягудин Р.Р. Об одном решении задачи плотной упаковки выпуклых многогранников на основе годографа функции плотного размещения // Научно-технический журнал ФГБОУ ВПО «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс». "Информационные системы и технологии", N4 (72), г. Орел, 2012. – С.31-39.
6. Stoyan Yu., Gil M., Scheithauer G., Pankratov A. Packing non-convex polytopes into a parallelepiped. TU Dresden, 2004.-32p.-(Preprint MATH-NM-06-2004).
7. Egeblad J., Benny K., Marcus B. Translational packing of arbitrary polytopes. Elsevier. Computational geometry. Volume 42, Issue 4, 2009.-pp.269-288.
8. Bortfeldt, A., Wäscher, G., 2013. Constraints in container loading—a state-of-the-art review. *Eur. J. Oper. Res.*, 229(1):1–20.

О.М. Верхотурова, М.А. Верхотуров

ОБ ОДНОМ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ГРАНИЦ СЛАБОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ЕСТЕСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Аннотация

В работе рассматривается задача идентификации границ слабоструктурированных естественных объектов. Для решения данной проблемы используются метод главных компонент и генетический алгоритм. Приведены примеры работы разработанного программного обеспечения, а также результаты вычислительного эксперимента, произведенного для проверки эффективности разработанных методов и алгоритмов.

Введение

Задача идентификации границ тех или иных объектов встречается в различных областях человеческой деятельности, в том числе в космических исследованиях, в нефтяной промышленности, в медицине и т.д. Особый интерес представляет проблема определения границ продуктивных пластов на месторождениях полезных ископаемых, она является весьма трудоемкой, сложной и неоднозначной и составляет непременную часть огромного количества геологических работ.
Анализ существующих методов выявил необходимость разработки нового подхода для решения задачи идентификации границ слабоструктурированных естественных объектов.

1. Математическая постановка задачи

Пусть даны:
$O \subset R^3$ – рассматриваемая область.
$P_m(x_m, y_m, 0),\ m = \overline{1, M}$,
$P_m \in O$ – опорные узлы.
$P_n(x_n, y_n, 0),\ n = \overline{1, N}$,
$P_n \in O$ – исследуемые узлы.

Следует отметить, что начальное z у каждого узла может быть свое, но поскольку, с точки зрения положения на плоскости XOY, это не имеет значения, то все скважины выравниваются на уровень $z = 0$.

У каждого опорного и исследуемого узла есть несколько характеризующих его кривых - $l = \overline{1, L}$, заданных точечным рядом (в дальнейшем они будут визуализироваться в виде кривых):
$g_l^m(h)$, где h - глубина или номер замера (дискретная величина), $h \in \{H^m\}$,
$\{H^m\}$ - множество глубин или множество номеров замеров для m-ого узла.
Есть $k = \overline{1, K}$ выделенных интервалов (k объектов).

В опорных узлах границы этих интервалов известны: