Макаренко Р.Ю., Стульба М.А., Гурвич Ю.А.

Белорусский Национальный Технический Университет

Выбор метода оптимизации при расчете количества вычислительных процедур при оптимизации методом сеток

Прежде чем приступить к выбору метода оптимизации, проанализируем с позиции существующую методику построения зон, областей или картин устойчивости либо неустойчивости движения управляемых колес на плоскости или в пространстве параметров по одному из критериев, например, скорости устойчивого движения колес. Для этого необходимо ответить на вопрос: в чем же выигрывает проектировщик, если одновременно варьировать два, три или более значений параметров при неизменных величинах остальных в математическом описании движения управляемых колес, по сравнению с изменением только одного параметра (при неизменном значении остальных)?

Ответ на поставленный вопрос получим после сравнения результатов вычислений по выведенным в этом разделе формулам, определяющим:

- количество совокупностей (или число сочетаний) значений параметров W^n_{fnN} для n-мерного пространства варьируемых параметров и различного числа уровней варьирования по каждой n-мерной координате,

- число зон устойчивости либо неустойчивости движения управляемых колес машины $W^n_{fnN}(к_1)$ при одновременном варьировании значений сначала одного параметра ($к_1$=1), затем двух ($к_1$=2),…,(n-1), при этом $к_1$=n-1 значений n параметров ($к_1$=n) из совокупности, содержащей n параметров, при неизменных значениях остальных значений в этой совокупности параметров.

Формулы W^n_{fnN} и $W^n_{fnN}(к_1)$ будем выводить для двух случаев, когда число уровня варьирования по каждой n-мерной координате различно - f_{1i}, f_{2j},…, f_{nN} (где i, j,…, N- текущие порядковые номера уровней варьирования по каждой n-мерной координате i=$\overline{1,\lambda_1}$; j=$\overline{1,\lambda_2}$; … ; N=$\overline{1,\lambda_1}$, соответствуют количеству порядковых номеров уровней варьирования) и когда это число одинаково λ_1=λ_2=…=λ_n=λ и $f_{1\lambda}$= $f_{2\lambda}$=…= $f_{n\lambda}$=f. В последнем случае формулы W^n_{fnN} и $W^n_{fnN}(к_1)$ приобретают вид: W^n_f и W^n_f ($к_1$).

Чтобы установить вид формулы W^n_{fnN}, рассмотрим рисунок 1.1, на котором изображена плоскость (n=2) и пространство (n=3) совершенно различных по физическому смыслу параметров с отличным друг от друга числом уровней варьирования по каждой из трех координат:

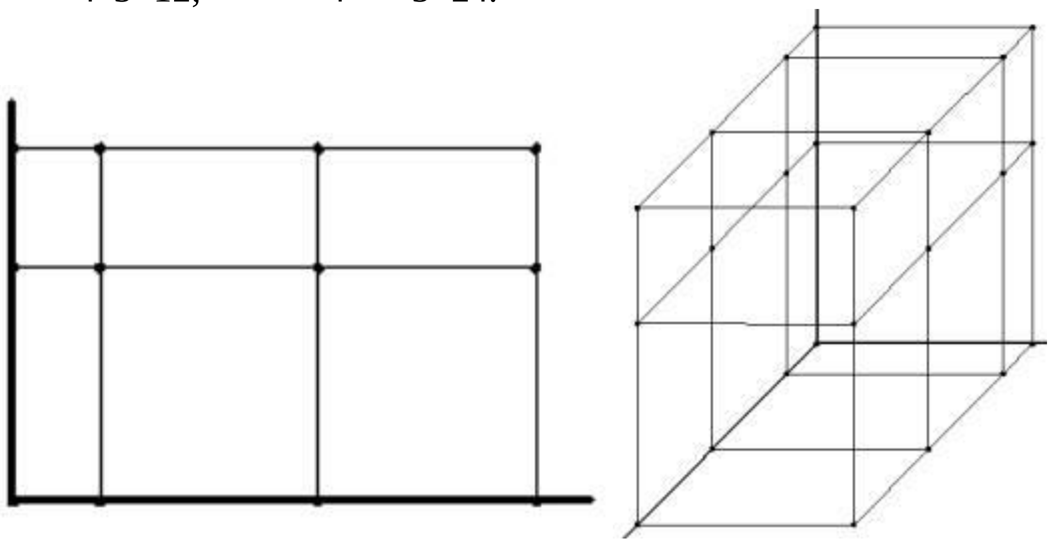
f_{1i}, f_{2j}, f_{3k}, где i=$\overline{1,4}$; j=$\overline{1,2}$; … ; k=$\overline{1,3}$.

Тогда f_{1i}=4, f_{2j}=2, f_{3k}=3.

Легко определить,что количество совокупностей параметров на плоскости f_{1i}, f_{3k} (рисунок 1.1,а) и в пространстве (рисунок 1.1,б) соответственно равно:

$W^2_{fnN} = f_{1i} * f_{3k}$; $W^3_{fnN} = f_{1i} * f_{2j} * f_{3k}$;

W^2_{fnN}=4*3=12; W^3_{fnN}=4* 2*3=24.



а) б)

Рисунок 1.1

В n-мерном пространстве параметров количество их совокупностей, содержащих по n параметров каждая, определяется следующей зависимостью:

$$W^n_{fnN} = f_{1\lambda_1} * f_{2\lambda_2} * f_{3\lambda_3} * \ldots * f_{n\lambda_n} = \prod_{n=1}^{n} f_{n\lambda_n}. \qquad 1.3$$

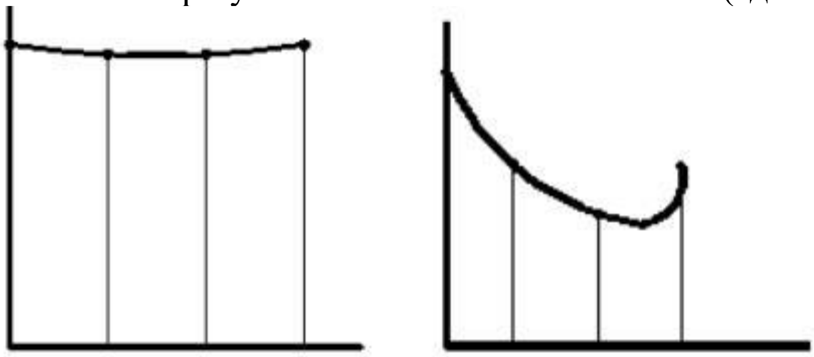
Здесь необходимо обратить внимание на следующее обстоятельство. В отличие от произведения $f_{1\lambda_1} * f_{2\lambda_2} * f_{3\lambda_3} * \ldots * f_{n\lambda_n}$, которое определяет значение W^n_{fnN}, запись вида (1.3) является названием всего лишь одной из совокупностей параметров в n-мерном пространстве (смотри рисунок 1.1).

Вывод формулы W^n_{fnN}(к$_1$) при к=$\overline{1,m}$ будем осуществлять исходя из предположения, что скорость движения управляемых колес является функцией совокупности параметров V=V(f_{1i}, f_{2j}, f_{3k},…, f_{nN}), которая представляет поверхность в n-мерном пространстве.

Рассмотрим вариант, где скорость движения колес является функцией двух параметров V=V(f_{1i}; f_{2i}). Чтобы изучить эту поверхность в случае варьирования величины одного из них при неизменном значении второго необходимо выполнить следующее:

А) Варьировать величину одного из параметров, например f_{1i}, при неизменной какой-либо одной из величин f_{2i}, например f_{2i}=const. При этом получим ряд точек V_{21_i}=(где i=$\overline{1,\lambda_1}$), через которые, используя методы оптимизации, можно провести плавную кривую. Зависимость V_{21_i}=V_{21_i}(f_{1i}, f_{21}) и представляет собой одну плоскую зону устойчивости и неустойчивости (рисунок 1.2,б). Подобных зон устойчивости вида $V_{2j_i}=V_{2j_i}$(f_{1i}, f_{2j}) нужно построить j=λ_2.

Б) Помимо этих зон необходимо построить еще и число j=λ_1 зон устойчивости вида V_{1i_j}=V_{1i_j}(f_{1i}, f_{2j}), где j=$\overline{1,\lambda_2}$ (рисунок 1.2,в). Здесь варьируется величина f_{2j} при уже неизменной величине f_{1i}=(где i=$\overline{1,\lambda_1}$).

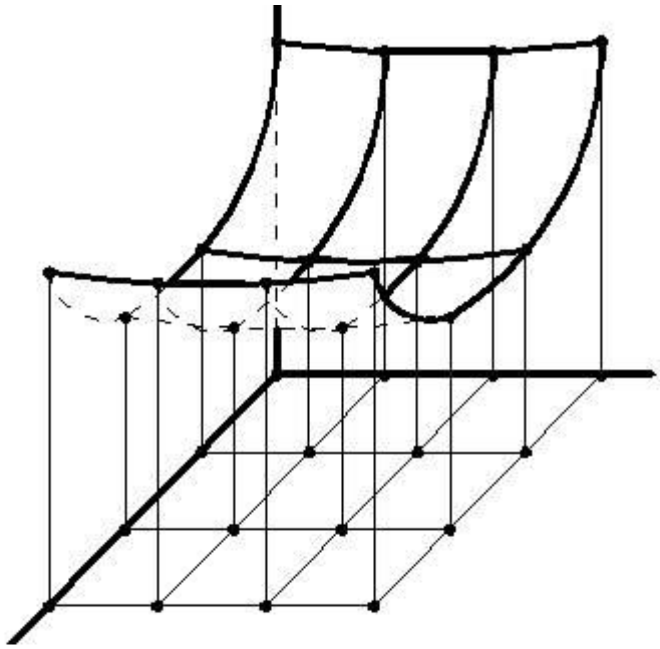


б) в)

Рисунок 1.2

Очевидно, что полное количество плоских зон устойчивости соответствует числу горизонтальных и вертикальных прямых, проведенных через соответствующие совокупности параметров на плоскости двух параметров. Например, согласно рисунку 1.1(а) количество горизонтальных линий равно трем, а количество вертикальных равно четырем.

Следовательно, для изучения поверхности V(f_{1i}, f_{3k}) необходимо построить семь плоских зон устойчивости. А для изучения, например, поверхности V(f_{1i}, f_{2j}), изображенной на рисунке 1.2(а), необходимо построить восемь плоских зон устойчивости.



а)
рисунок1.2

Таким образом, для изучения поверхности V(f_{1i}, f_{2j}) по методике, где варьируют значения одного параметра при неизменных значениях второго, необходимо построить следующее количество плоских зон устойчивости:

$$W_{fnN}^2(1) = f_{1\lambda_1} + f_{2\lambda_2} = \sum_{n=1}^{2} f_{n\lambda_n} .$$

Если одновременно варьировать величины двух параметров, то для изучения поверхности V(f_{1i}, f_{2j}) необходимо построить всего одну область устойчивости, изображенную на рисунке 1.3(а).

Таким образом, оказалось, что при одновременном варьировании n параметров необходимо строить всего лишь одну n-мерную картину устойчивости.

Это позволяет из имеющегося большого количества методов нелинейного программирования выбрать методы случайного поиска.

В результате нами выбран метод Монте-Карло, который относится к случайному поиску. Необходимо подчеркнуть основное достоинство метода Монте-Карло, заключающееся в его независимости от условий задачи. С помощью генератора псевдослучайных чисел вырабатываются точки, которыми просматривается многомерное пространство варьируемых параметров.