Стульба М.А., Макаренко Р.Ю., Гурвич Ю.А.
Белорусский Национальный Технический Университет

Расчет количества вычислительных процедур с помощью метода сеток на основании оригинальной таблицы

Многокритериальный выбор представляет собой выбор оптимальных значений параметров по двум или более критериям. Поиск оптимальных параметров машин является одной из самых распространенных научно-технических задач, которые возникают при исследовании процессов, когда нужно найти наилучшие (оптимальные) решения.

При выборе метода оптимизации возникают вопросы:

1) Как минимизировать количество вычислительных процедур?
2) Как сократить время счета?

При решении задач о многокритериальном выборе параметров в качестве основы для расчётов и проведения оптимизации этих параметров может быть использован простейший метод оптимизации – метод сеток (или метод перебора значений всех параметров). Этот метод является наиболее простым методом оптимизации вследствие простого алгоритма его реализации. В этой работе расчеты проводятся на примере управляемого колеса.

Таким образом ответ на поставленный нами вопрос, полученный после сравнения результатов вычислений, которые занесены в таблицу 1, содержащую количество зон устойчивости движения управляемых колес машины $W_f^n(к_1)$ при одновременном варьировании сначала одного параметра ($к_1$=1) из десяти различных совокупностей, включающих в себя от 1 до 10 параметров, следующий: 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.

Рассмотрим примеры расчета из таблицы 1.1:

1) При $n = 10$, $k_1 = 2$, $f = 3$,

$$W_f^{10}(2) = 45\, f^{8} = 45*3^8 = 45*6561=295245.$$

Количество слагаемых здесь рассчитано по формуле n (n-1) /2 = 8.

2) При $n = 10$, $k_1 = 9$, $f = 3$,

$$W_f^{10}(9) = 10\, f^{\,1} = 10*3 = 30.$$

Количество слагаемых в данном случае равно количеству параметров $n = 10$.

На примере этих расчетов видно, что при увеличении количества одновременно варьируемых параметров ($n = 10$, $f = 3$), количество вычисляемых процедур значительно сокращается:

$$W_f^{10}(2) > W_f^{10}(9),$$

$$295245 > 30 .$$

Из таблицы следует, что при варьировании всех параметров системы, т.е. $n = k_1$, необходимо построить лишь 1 n-мерную картину устойчивости.

Все вышесказанное (исходя из оценки современного процесса проектирования машин) послужило основанием для подбора оптимального решения многокритериальных задач на проектирования машины с помощью ЭВМ. Данная работы впервые позволяет ускорить и упростить вычисления, а не проводить дорогостоящие и долговременные эксперименты.

Теоретическая значимость решения поставленных задач заключается в выводе новых формул и построении картин устойчивости (неустойчивости), что позволяет наглядно представить материал. Кроме того, при решении поставленной задачи было использовано правило круговой подстановки, что значительно ускоряет процесс вычисления.

Научная новизна данной работы заключается в том, что формулы и таблица для расчета количества вычислительных операций для управляемого колеса, используются впервые.

Применение данного метода на практике позволит получить картину устойчивости системы в кратчайшие сроки, что в значительной степени снижает затраты на разработку и проектирование машины.

Таблица 1.1

Число сечений зон устойчивости движений управляемых колёс машин $W_f^n(k_1)$ при различном количестве одновременно варьируемых параметров $(k_1 = \overline{1,n})$

Количество сечений зон устойчивости движений управляемых колёс машин $W_f^n(k_1)$ при различных $k_1=\overline{1,n}$

			$W_f^n(10)$		$W_f^n(9)$		$W_f^n(8)$	$W_f^n(7)$	$W_f^n(6)$	$W_f^n(5)$	$W_f^n(4)$	$W_f^n(3)$	$W_f^n(2)$	$W_f^n(1)$	W_f^n	f	n
1	$W_f^1(k_1)$		f^0	f^0	$10f^1$		$45f^2$	$120f^3$	$210f^4$	$252f^5$	$210f^6$	$120f^7$	$45f^8$	$10f^9$	$W_f^{10}(k_1)$		10
	2	2	1	1	20		180	960	3360	8064	13440	15360	15360	5120	1024	2	
	3	3	1	1	30		405	3240	17010	61236	153090	264440	264440	196830	59049	3	
	4	4	1	1	40		720	7680	53760	258048	860160	1966080	1966080	2624440	1048576	4	
	5	5	1	1	50		1125	15000	131250	787500	3281250	9375000	9375000	19531250	9765625	5	
	6	6	1	1	60		1620	25920	272160	1959552	9797760	33592320	33592320	100776960	60466176	6	
2	$W_f^2(k_1)$		$2f^1$		f^0	f^0	$9f^1$	$36f^2$	$84f^3$	$126f^4$	$126f^5$	$84f^6$	$36f^7$	$9f^8$	$W_f^{10}(k_1)$		9
	2	4	4		1	1	18	144	672	2016	4032	5376	4608	2304	512	2	
	3	9	6		1	1	27	324	2268	10206	30618	61236	7732	59049	19683	3	
	4	16	8		1	1	36	576	5376	32256	393750	344064	589824	589824	262144	4	
	5	25	10		1	1	45	900	10500	78750	129024	1312500	2812500	3515625	1953125	5	
	6	36	12		1	1	54	1296	18144	163296	979776	3919104	10077696	15116544	10077696	6	
n	f	W_f^n	$W_f^n(1)$		$W_f^n(2)$												

Продолжение таблицы 1.1

					$W_f^n(8)$		$W_f^n(7)$	$W_f^n(6)$	$W_f^n(5)$	$W_f^n(4)$	$W_f^n(3)$	$W_f^n(2)$	$W_f^n(1)$	W_f^n	f	n
3	$W_f^3(k_1)$		$3f^2$	$3f^1$	f^0	f^0	$8f^1$	$28f^2$	$56f^3$	$70f^4$	$56f^5$	$28f^6$	$8f^7$	$W_f^8(k_1)$		8
	2	8	12	6	1	1	16	112	448	1120	1792	1792	1024	256	2	
	3	27	27	9	1	1	24	252	1512	5670	13608	20412	17496	6561	3	
	4	64	45	12	1	1	32	448	3584	17920	57344	114688	131072	65536	4	
	5	125	75	15	1	1	40	700	7000	43750	175000	437500	625000	390625	5	
	6	216	108	18	1	1	48	1008	12096	90720	435456	1306368	2239488	1679616	6	
4	$W_f^4(k_1)$		$4f^3$	$6f^2$	$4f^1$	f^0	f^0	$7f^1$	$21f^2$	$35f^3$	$35f^4$	$21f^5$	$7f^6$	$W_f^7(k_1)$		7
	2	4	32	24	8	1	1	14	84	280	560	672	448	128	2	
	3	9	108	54	12	1	1	21	189	945	2835	5203	5103	2187	3	
	4	16	256	96	16	1	1	28	336	2240	8960	21504	28672	16384	4	
	5	25	500	150	20	1	1	35	525	4375	21875	65625	109375	78125	5	

	6	36	864	216	24	1	1	42	756	7560	45360	163296	326592	279936	6	
5	$W_f^5(k_1)$		$5f^4$	$10f^4$	$10f^2$	$5f^1$	f^0	f^0	f^1	f^2	f^3	f^4	f^5	$W_f^6(k_1)$		6
	2 3 4 5 6	32 343 1024 3125 7776	80 405 1280 3125 6482	80 405 1280 3125 6482	40 90 160 250 360	10 15 20 25 30	1 1 1 1 1	1 1 1 1 1	12 18 24 30 36	60 135 240 375 540	160 540 960 2500 4320	240 2115 3840 9375 19440	192 1458 6144 18750 46656	64 729 4096 15625 46656	2 3 4 5 6	
n	f	W_f^n	$W_f^n(1)$	$W_f^n(2)$	$W_f^n(2)$	$W_f^n(4)$	$W_f^n(5)$									