



ОПТИМИЗИРАНЕ НА РЕЖИМИТЕ НА РЯЗАНЕ ПРИ СТРУГОВАНЕ В CAD/CAM СРЕДА С ПРИЛОЖЕНИЕ НА ГЕНЕТИЧНИ АЛГОРИТМИ

Иво Атанасов, Десислава Атанасова

Резюме: В настоящата статия са разгледани оптимизирането на режимите на рязане при струговане в CAD/CAM среда с приложение на генетични алгоритми. Разработен е приложен софтуер с възможност за вариационно задаване на параметрите на ограниченията при математичен модел от логаритмичен тип и характеристиките на прилагания за оптимизация генетичен алгоритъм.

Ключови думи: математичен модел, оптимизация на режими на рязане, CAD/CAM, генетични алгоритми.

1. Въведение

Правилният избор на режещи инструменти и оптимизацията на режимите на рязане е сложна технико-икономическа задача, която се явява важен етап от автоматизацията на проектирането на технологичните операции при механична обработка. Въпреки интензивното развитие на автоматизацията на технологичното проектиране, резервите за увеличаване на ефективността на технологичните операции не са изчерпани. Създадена е разработка, чрез която научно е изследван, алгоритмично и софтуерно реализиран подход за избор на режещи инструменти и оптимизация на режимите на рязане с генетични алгоритми при проектиране на технологичните операции за металорежещи машини с ЦПУ в среда CAD/CAM.

Анализът на възможностите и логиката на функциониране на CAD/CAM системите за конструктивно и технологично проектиране за машини с ЦПУ е довел до извода, че най-подходящо решение са генетичните алгоритми. Те се използват за избор на подходящ режещ инструмент и нелинейна оптимизация на параметрите на режимите на рязане за проектираната технологична операция. На тази основа са разработени алгоритмично и са реализирани два софтуерни пакета, работещи самостоятелно и в комбинация, като интелигентна технологична база знания на основата на избраната CAD/CAM взаимовръзка SolidWorks/FeatureCAM.

2. Обща постановка на задачата – оптимизиране на режимите на рязане при струговане

Определянето на оптимални режими на рязане се прилага при проектирането на технологичните процеси за механична обработка при универсални и цифрови металорежещи машини с ЦПУ [1].

Разработен е математичен модел [2], който се характеризира със следните важни параметри:

- налице е математичен модел, нелинеен тип;
- изведени са 11 технически ограничения от вида:

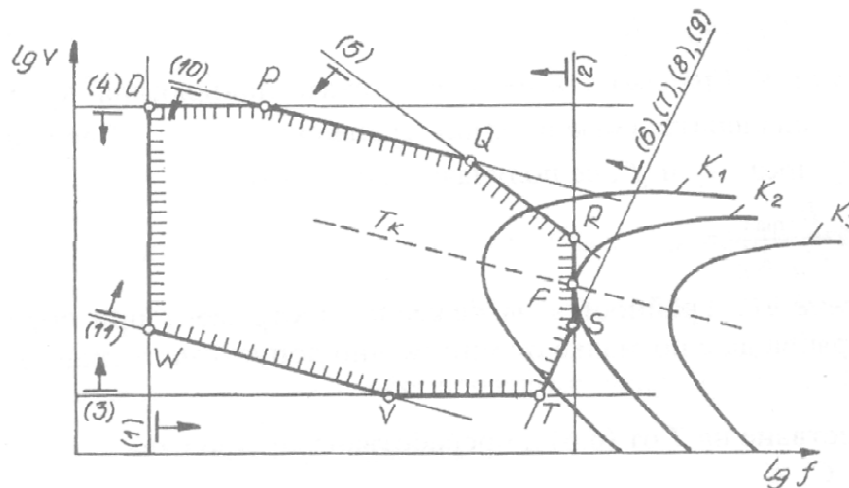
$$v_c^{a_{i1}} \cdot f^{a_{i2}} \begin{cases} \leq \\ > \end{cases} b_i, i \in [1..11] \quad (1)$$

- съществува зависимост на целевата функция (минимална технологична себестойност, изразена чрез управляващите параметри на математичния модел):

$$K = C_1 \cdot v_c^{-1} \cdot f^{-1} + C_2 \cdot v_c^{n_i-1} \cdot f^{y_i-1} \quad (2)$$

Така формулираният модел може да се представи геометрично и равнинно в логаритмична координатна система ($\lg v_c - \lg f$).

Съвкупността от общите за всички ограничения полуравнини определят областта на допустимите решения на задачата (многоъгълника WVTSRQPO – фиг.1.)



Фиг.1. Геометрична интерпретация на математичния модел [2]

Други възможни целеви функции за определяне на оптимални режими на рязане при струговане са:

- максимална технологична производителност Q;
- максимална относителна печалба P_o.

Съотношението на скоростите на рязане, осигуряващи екстремни стойности на трите разглеждани целеви функции е: $v_{cQ} > v_{cP} > v_{cK}$.

3. Приложение на подхода оптимизация чрез генетичен алгоритъм от вида LGA

За така формулираната задача (оптимизиране на режимите на рязане при струговане с целева функция максимална технологична производителност) е най-подходящо да се използва генетичен алгоритъм от вида LGA [4], който се отличава със следните предимства:



- универсалност при решаване на многокритериални нелинейни оптимизационни задачи при ясен математичен модел и различни взаимно свързани целеви функции, които се явяват $K \rightarrow \min$, $Q \rightarrow \max$, $P_0 \rightarrow \max$;
- възможност за игнориране на противоречиви данни при пресмятанията;
- възможност за анализ на получените данни в текстов и графичен вид чрез вариране на входната информация на параметрите на генетичния алгоритъм при съобразяване с цитираните в глава 1 от авторите препоръчителни (насочващи) стойности от техни изследвания на подобни оптимизационни задачи;
- възможност за работа в реално време.

Основните характеристики на алгоритъм от вида LGA и неговите взаимни връзки са графично изобразени на фиг.2.



Фиг.2. Обобщена блок-схема на процеса за преработване на информацията в системата, реализираща генетичния алгоритъм

Насоченото търсене е основна характеристика за така нареченото „утаяване на решението” (намаляване на интензивността на пиковете за разсейване на решението), което гарантира на алгоритъма бързодействие и селектиране към допирната точка на целевата функция (функцията на жизненост) с областта на допустимите решения, определени от техническите ограничения.



4. Числов експеримент – входни данни и изходяща графична информация

Числен експеримент за оптимизация на режимите на рязане при механична обработка с използване на този продукт е направен за струговане [3] при следните данни:

- вид на прехода – чисто външно надлъжно струговане;
- обработваем материал – стомана 45 BDS 5785 с механични характеристики: $HB = 220$; $\sigma_B = 700$ МПа;
- данни за заготовката – диаметър $D_3 = 60$ mm и дължина $L = 215$ mm;
- параметри на прехода:
- дължина на рязане $l = 100$ mm;
- разходи за 1 минута работа на струг СТ161 – 0,5 лв/min;
- разход за инструмент $e = 6$ лв;
- време за смяна на ножа $t_{cm} = 0,5$ min;
- дълбочина на рязане $a_p = 1,5$ mm;
- грапавост на обработената повърхнина $Ra = 2,5$ μ m;
- данни за математически модел:

Технически ограничения:

- (1) $\rightarrow f \geq 0,01$;
- (2) $\rightarrow f \leq 0,14$;
- (3) $\rightarrow v_c \geq 40$;
- (4) $\rightarrow v_c \leq 250$;
- (5) $\rightarrow v_c^{0,8} \cdot f^{0,73} \leq P_{max} = 102$;
- (6) $\rightarrow v_c^{-0,1} \cdot f^{0,73} \leq Fc_{max} = 6,81$;
- (7) $\rightarrow v_c^{-0,3} \cdot f^{0,6} \leq Fp_{max} = \Delta_{max} = 6,81$;
- (8) $\rightarrow v_c^{-0,4} \cdot f^{0,5} \leq Ff_{max} = 1,22$;
- (9) $\rightarrow v_c^0 \cdot f \leq 0,14$;
- (10) $\rightarrow v_c \cdot f^{0,33} \leq 220$;
- (11) $\rightarrow v_c \cdot f^{0,33} \geq 114,09$;

Целева функция – технологична себестойност K:

$$K = 1,8885 \cdot v_c^{-1} \cdot f^{-1} + 2,88 \cdot 10^{-7} v_c^{2,03} \cdot f^{-0,545}$$

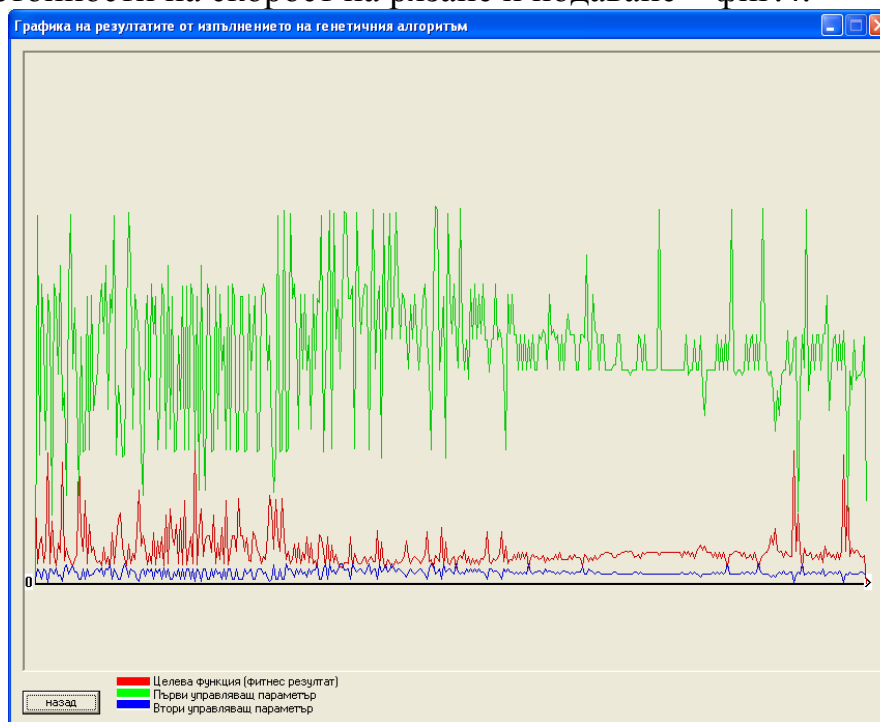
С така посочените стойности е извършен числовия експеримент в комбинация с група стойности на характеристиките на генетичен алгоритъм, които са следните:

- размер на популацията – 20;
- брой на неизвестните (управляващи параметри - v_c и f) – 2;
- дължина на подниза (дължина на низа за всяка една променлива) – 12;
- максимален брой генерации (за повторение на цикъла при генериране на решение) – 100;
- разделител на вероятностите (точка на разделяне за кръстосване) – 0,5;
- мутация (възможност за мутиране на решение с цел изследване на повече възможни решения) – 0,05;



- мащабираща константа – 1;
- елитизъм (опция за заместване на получен по-лош резултат с оптималния към даден момент).

Резултати: Резултатите от работата на системата, реализираща генетичния алгоритъм, по зададените входни данни и технически ограничения на математичния модел се съхраняват във файл. Графичната им интерпретация може да бъде видяна от потребителя на фиг.3., а получен краен резултат от оптимални стойности на скорост на рязане и подаване – фиг.4.



Фиг.3. Графична интерпретация на получените резултати (фитнес функцията, първи управляващ параметър – V_c и втори параметър – f)

V_c оптимално	168.4	m/min
f оптимално	0.14	mm/rev
K оптимално	0.1213	лв/бр.

OK Cancel

Фиг.4. Резултат от оптимизацията на режимите на рязане чрез приложение на LGA



5. Изводи

- Предложената комбинацията на генетичен алгоритъм с математичен модел за оптимизация на режимите на рязане осигурява работа с голям брой параметри с дискретни стойности;
- Разработеният софтуер дава възможност за вариантно задаване на параметрите на генетичния алгоритъм, в определени граници;
- При решаване на оптимизационната задача има възможност да се променя комбинацията от техническите ограничения чрез съответно отбелязване във входния диалогов екран на активните за варианта;
- Налице е проверка на различни варианти за установяване на взаимната връзка между параметрите на адаптирания генетичен алгоритъм с характеристиките на математичния модел;

Литература:

1. Колев И. Рязане на материалите, Печатна база на РУ “А.Кънчев”, 2009.
2. Велчев С. Рязане на металите, ВТУ, 1993, Русе, 318 с.
3. Колев И., Караколева С.Р. Приложение на програмния продукт MATLAB за оптимизация на режимите на рязане при механичната обработка, Научни трудове на РУ “А.Кънчев”-Русе, с.69-71, 2001.
4. Balic J. Intelligent CAD/CAM systems for CNC programming – an overview, Advances in Production Engineering & Management, Vol. 1, 13-22, 2006.

OPTIMIZATION OF TURNING CUTTING CONDITIONS IN CAD/CAM ENVIRONMENT USING GENETIC ALGORITHMS

Ivo Atanasov, Desislava Atanasova

Abstract: This paper discusses the optimization of cutting conditions on turning in CAD/CAM environment with application of genetic algorithms. Applied software system is designed with the ability for variational set of the limitation parameters of the mathematical model, logarithmic type, and characteristics of the genetic algorithm, applied for optimization.

Данни за авторите:

Иво Йорданов Атанасов, главен асистент, инж., катедра „ТММРМ” при МТФ, Русенски Университет, Р. България, Русе, ул. „Студентска” № 8, тел.: (082) 888 469, e-mail: iatanasov@uni-ruse.bg;

Десислава Стоянова Атанасова, доц, д-р, инж., катедра “ИИТ” при ФПНО, Русенски Университет, Р. България, Русе, ул. “Студентска” № 8, тел.: (082) 888 326, e-mail: datanasova@ami.uni-ruse.bg