Концепция за проектиране на технологичната операция с генетични алгоритми в CAD/CAM среда

Иво Атанасов, Маргарита Теодосиева, Иван Колев

The idea for using genetic *algorithm in optimization of standard rotation symmetric geometry (in a CAD environment – SolidWorks) and multicriteria optimization of technological turning process (in a CAM environment – FeatureCAM) is described in the paper. It is a part of functionality of a complex software system for automated technological design: geometrical and technological processor.*

Key words: *Genetic Algorithm (GA), Intelligent CAM, Turning, API, CAD/CAM Systems, CNC programming,*

ВЪВЕДЕНИЕ

Технологичното проектиране по принцип се отличава с голям дял на субективно присъствие. Ето защо подход при автоматизацията и създаването на приложно програмно технологично осигуряване е диференциране на проблемите и задачите на такива, които изискват диалогова технологична намеса и такива, които могат да се алгоритмизират (респективно автоматизират) на дадено ниво. Разчита се винаги, че потребителят е технолог – програмист, който при диалог със системите ще приема правилни технологични решения, съобразявайки се с конкретните условия на вида на производство във фирмата, в която работи. Останалите решения, които се поддават на известна алгоритмизация, трябва да са с елемент на експертни системи, в които да е заложен опитът, знанията и достиженията до даден етап на развитие, в концентриран, лесно и удобно (програмно дружелюбно) приложим вид.

Развитието на изчислителната приложна техника осигурява в настояще време добра материална база на основата на внедряване на персоналните компютри, снабдени с добро налично програмно обезпечение. Този тип оборудване се развива особено интензивно, не само като базово програмно обезпечение (операционни системи, хардуерни възможности, бързина, минитюаризация), но и като периферално развитие. Дял имат и съвременните достижения на комуникацията – InterNET общуването и обмен на данни.

Целта на автоматизацията на технологичното проектиране е да се повиши качеството на самия процес, да се снижат разходите, да се съкратят сроковете за проектиране и от там сроковете за внедряване на изделието като цяло. На съвременния етап това се осъществява с различни по сложност, обхват и области на приложение системи за автоматизирано проектиране - CAD/CAM системи.

Технологичното проектиране включва в себе си:

- проектиране на технологичния маршрут за обработване на детайлите;
- проектиране на технологичните операции;
- разработване на управляващите програми за оборудване с ЦПУ.

Съществуват следните насоки за развитие на CAD/CAM системите [5,6,7,8,9]:

- приложение на изкуствения интелект (AI – Artifical Intelligence), с цел подпомагане на потребителя при задачи от тип прогнозиране, разпознаване на обекта, управление и самообучаващи се системи, но за съжаление на този етап има частични успехи;

- разработване на елементи от експертни системи (ES – Expert System). Това са системи с експертни знания, реализирани като база технологични умения и рационални подходи, систематизиращи опита на специалисти в дадена потребителска насока.

CAD/CAM системите имат типично модулна структура [8,9], ориентирана към потребителски функции, като работят в реално време в интерактивен (диалогов) режим. [7,8] Задачите, които те решават, изискват оптимизационни подходи и

решения, тъй като непрекъснато се търси ефект от намаляване на технологичната себестойност, увеличаване на производителността, обработване с оптимални режими на рязане, избор на подходящ режещ инструмент и др.

В последните години оптимизационните методи получиха силно развитие чрез методите, вдъхновени от Дарвиновата теория за еволюцията и използвани в разрастващата се област на приложение на изкуствения интелект. Тези методи са наречени с общото понятие – еволюционо програмиране и включват генетични алгоритми (GA), генетично програмиране, и др. По същество, генетичните алгоритми представляват вариант на стохастично търсене в лъч, при което новите състояния се генерират чрез комбиниране на двойки родителски състояния вместо чрез модифициране на текущото състояние.

Целта на настоящата статия е практическото приложение на генетичните алгоритми при автоматизираното проектиране на технологичните процеси за машини с ЦПУ в CAD/CAM среда.

ГЕНЕТИЧНИТЕ АЛГОРИТМИ КАТО ИНСТРУМЕНТАРИУМ ЗА ОПТИМИЗАЦИЯ

Генетичните алгоритми се основават на принципите на естествената еволюция – генетичното унаследяване и оцеляването на по-силния. Вложената в термина метафора е, че решаването на всяка задача по принцип може да се разглежда като процес на търсене в пространството на възможните решения. Тъй като обикновено се интересуваме от „добри" (най-добри) решения, можем да представим този процес като процес на еволюция (оптимизация), който протича по следния начин:

- генерира се множество от потенциални решения;
- всяко решение се оценява, за да се прецени колко добро е то;
- добрите решения може да се размножават помежду си;
- породеното поколение еволюира и се образува ново множество от потенциални решения;
- този цикъл продължава с надеждата, че размножаването на добри решения постепенно ще води до получаването на все по-добри и по-добри решения.

Първоначално алгоритъмът се стартира с множество от решения (представени от хромозоми), наречени популация. Решенията от една популация се вземат и използват от новата популация. Това е обосновано от идеята, че новата популация би трябвало да бъде по-добра от старата. Решенията, които са избрани да формират новата популация (потомство), се определят по тяхната жизнеспособност - по подходящите са с по-големи шансове за репродукция.

Това се повтаря докато се удовлетвори предварително зададено условие (например: постигне се екстремум на целева функция, наричана функция на жизненост).

Най-общо един базисен генетичен алгоритъм може да се представи по следния начин [4,5]:

1. [Старт] Генериране на случайна популация от n хромозоми (подходящи решения на проблема).
2. [Жизнеспособност] Изчисляване жизнеспособността f(x) на всеки хромозом n в популацията.
3. [Нова популация] Създаване на нова популация чрез повтаряне на следните стъпки докато новата популация бъде завършена.
   - 3.1. [Селекция] Избиране на два родителски хромозома от популацията съобразно тяхната жизнеспособност (по-добра жизнеспособност, по добри шансове за селекция).

3.2. [Кръстосване] С кръстосването вероятностно се кръстосват родителите за да формират новото поколение (деца). Ако не бъде извършено кръстосване, поколението е точно копие на родителите.

3.3. [Мутация] С мутацията вероятностно се мутира новото поколение на някое място (позиция в хромозомата).

4. [Приемане] Приемане на новото поколение за нова популация

5. [Заместване] Използване ново-генерираната популация за по-нататъшни изпълнение на алгоритъма.

6. [Проверка] Ако крайното условие е удовлетворено, спиране, и връщане на най-доброто решение в настоящата популация.

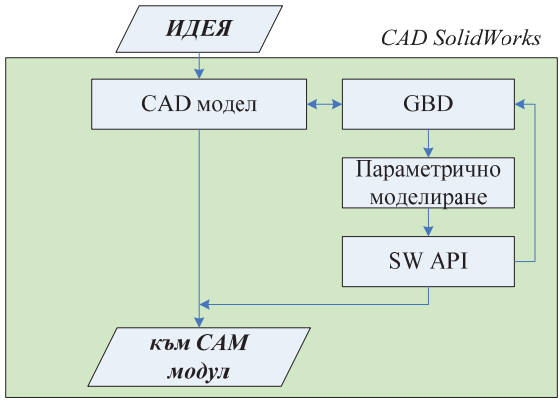
7. [Цикъл] Преход на стъпка 2.

Съществуват множество разработки, които използват генетичните алгоритми за решаване на проблеми в различни области [4,5]. Като най-добри варианти за оптимизационни решения се налагат малкия генетичен алгоритъм (little genetic algorithm - LGA) и опростения генетичен алгоритъм (simple genetic algorithm – SGA). Разбира се, те не определят решение за всички проблеми, а трябва да бъдат избирани и доразработвани, в зависимост от конкретния проблем, за чието решение се прилагат.

Генетичните алгоритми се използват при решаване на проблеми за оптимизация, машинно обучение и прости развиващите се (самообучаващи се) програми в сферата на изкуствения интелект. Предимство на GA е техния паралелизъм. Реално те са пътуване в пространството за търсене на състоянията с повече индивидуалност, което дава възможност те да са по-гъвкави при попадане в локален екстремум за разлика от някои други методи.

ПРАКТИЧЕСКО ПРИЛОЖЕНИЕ НА ГЕНЕТИЧНИТЕ АЛГОРИТМИ В CAD/CAM СРЕДА ЗА ПРОЕКТИРАНЕ НА ПАРАМЕТРИТЕ НА ТЕХНОЛОГИЧНАТА ОПЕРАЦИЯ

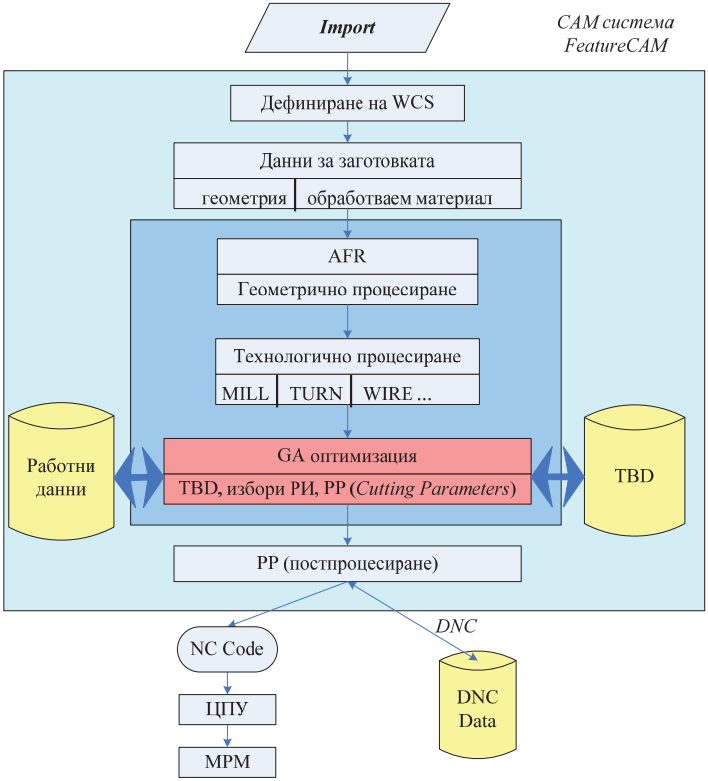
Едно реално приложение на GA в CAD/CAM системите SolidWorks/FeatureCAM е илюстрирано на фиг.1 и фиг 2.



Фиг.1. Създаване на CAD модел, натрупване на геометрична база данни, приложение на GA чрез инструментариума API

Идеята тук е създаването на 3D CAD модела да се каталогизира в геометрична база данни (GBD), която чрез възможностите на параметричното моделиране на CAD средата SolidWorks да стане потребителска, за дадени производствени

условия. [2] Чрез вграденият програмен инструментариум (SW API) на база на приложение на GA се конфигурират гама детайли, сходни и типоразмерни по принципа на типовите и груповите технологични процеси.



Фиг.2. Процес на преработване на информацията в CAM среда

Основното е комбинирането на идеята на CAM системата FeatureCAM за автоматизирано технологично разпознаване (AFR) на входящата геометрия на детайла [1,3]. Целта е автоматизирано проектиране на съдържанието на технологичната операция с приложението на GA оптимизацията, изразяваща се в:

- създаване на технологична база данни (TBD);
- обмен на информация чрез междинна база „работни данни";
- функционираща подсистема за автоматизиран избор на параметрите на режещия инструмент;
- автоматизирано пресмятане на режимите на рязане чрез GA оптимизация по критерий минимална технологична себестойност.

Използувайки тази идея са решени следните задачи:

■ разработена е структура на генетичен алгоритъм на база на типа LGA за определяне на оптимални режими на рязане;

■ създадена е подсистема за автоматизиран избор на режещ инструмент (пластина и държач) "CoroChose" от отворен тип;

- разработена е геометрична база от данни (GBD) с приложение на генетичните алгиритми, базирани на типа SGA;
- създадена е ефективно функционираща технологична база знания (TBD) с генетично базиран модел;
- разработен е макроапарат за автоматизирано конструктивно CAD и технологично CAM проектиране, работещо с приложение на вградения програмен инструментариум API за CAD/CAM комбинацията SolidWorks /FeatureCAM;
- разработен е метод за приложно CAD/CAM моделиране и типово технологично и параметрично проектиране на струговата обработка на детайли.

ИЗВОДИ

Приложението на генетичните алгоритми при проектиране на съдържанието на технологичната операция в CAD/CAM среда за машини с ЦПУ е модерен и ефективен подход, целящ повишаване качеството и намаляване себестойността на произвежданите детайли чрез оптимизация. Отделните решени задачи могат да се обединят в единна програмна разработка на модулен принцип като мониторна система в помощ на технолога – програмист.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Атанасов И. CAD/CAM системи – ръководство за упражнения, Русенски университет, WEB и CD, http://ecet.ecs.ru.acad.bg/elsenew/, 2008.

[2] Каравасилев О. и др. SolidWorks – разширени възможности: учебник, ТехноЛогика ЕООД, София, 2008.

[3] Каравасилев О., Кр.Василев, И.Атанасов – FeatureCAM – учебно пособие, ТехноЛогика ЕООД, София, 2009.

[4] Balic J. Contribution to Integrated Manufacturing, DAAAM International Publishing series – Manufacturing technology, Editor: B. Katalinic, Vienna, 1999.

[5] Balic J., F.Cus Intelligent modeling in manufacturing, Journal AMME, University of Maribor, Slovenia, vol.24, issue 1, sept., 2007.

[6] Brezocnic M. and J.Balic: Comparison of Genetic Programming with Genetic Algorithm, In: Proceeding of 3- rd International Conference: Design to manufacture in Modern Industry, A. Jezernik and B. Dolsak (eds.), Portoroz, Slovenia, 1997.

[7] Chang C., NC-machine Programming and Software Design, Prentice – Hall, 1985.

[8] McMahon C., CAD/CAM – from Principles to Practics, Addison - Wesley, 1993.

[9] Raphael B. and I.F.C. Smith Fundamentals of Computer- Aided Engineering, Swiss Federal Institute of Technology (EPFL), Lausanne, Switzerland, Wiley, 2003.

За контакти:

Гл.ас.инж. Иво Атанасов, Катедра "ТММРМ", Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 469, e-mail: iatanasov@uni-ruse.bg

Проф. д-р инж. Маргарита Теодосиева, Катедра "Информатика и информационни технологии", Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 490, e-mail: mteodosieva@ami.uni-ruse.bg

Проф. д-р инж. Иван Колев, Катедра "ТММРМ", Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 544, e-mail: kolev@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран