

УДК 621.757

ОПТИМІЗАЦІЯ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ГЕНЕРАЦІЇ ТРАЄКТОРІЇ В CAD/CAM СИСТЕМІ

Проскурєнко Д. М., Третьак О. В., Філіппова М. В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

E-mail: pdm-vp-pbf21@lil.kpi.ua, tov-vp-pbf21@lil.kpi.ua, m.filippova@kpi.ua

Оптимізація відіграє важливу роль у підготовці програм ЧПУ процесів обробки. Сучасна концепція CAD/CAM систем дозволяє оптимізувати процес за рядом критеріїв. Оптимізація може базуватися на заготовці. Заготовка у системі CAD/CAM поступово модифікується під час проєктування та моделювання процесу механічної обробки. Кожна наступна операція включає механічну обробку лише матеріалу, що залишився – усуваються зайві та неефективні рухи і дії. Потім система оптимізує стратегію обробки, враховуючи підрізання або зіткнення інструменту з заготовкою, або зіткнення з іншими компонентами в зоні обробки, або з іншими компонентами верстата з ЧПУ (стіл, заготовки, оправка тощо). Технологічні модулі передових CAD/CAM систем включають також широкий спектр можливих визначень форми інструменту, затискачів і оправки, а також інших компонентів обробного пристрою.

Комп'ютерна оптимізація процесів обробки (CAM – computer-aided production) використовує програмні додатки, де виконання зазвичай здійснюється за допомогою додаткових модулів (програм оптимізації). Вони дозволяють оптимізувати в процесі обробки, зокрема, траєкторії інструменту, параметри різання, програми ЧПУ тощо. Системи CAD/CAM, наприклад, дозволяють виконати аналіз розділу створеної програми ЧПУ та відобразити результати оптимізації [1]. Потім оптимізовану програму ЧПУ можна ретельно вивчити, окремі значення подачі чітко відображаються різними кольорами, з можливістю індивідуального аналізу цих сегментів траєкторії інструменту. Також можна створити таблиці із заощадженням часу, які показують вихідну довжину та час обробки до та після оптимізації. Використання оптимізаційного програмного забезпечення для обробки дозволяє досягти, перш за все, скорочення часу обробки, збільшення терміну роботи інструменту (довговічності), підвищення ефективності обробки, стабільності обробки тощо. З точки зору інтеграції програми оптимізації в САМ-систему, існуючі на даний момент програми оптимізації можна розділити на три основні групи. Окремі програми оптимізації (розроблені однією з мов програмування), спільні оптимізаційні програми (програма NC, створена в системі САМ, спочатку аналізується, а потім оптимізується), програми оптимізації, інтегровані в САМ-системи (включають додатковий або інтегрований модуль для оптимізації безпосередньо в САМ або CAD/CAM система) [2].

Створення модуля оптимізації як технологічного інструменту в рамках

CAD/CAM системи вимагає всебічних знань розробників. При створенні окремої програми оптимізації використовуються математичні методи визначення, наприклад, параметрів різання. Їхнім результатом є генеровані оптимізовані параметри різання або траєкторія інструменту, змінена в програмі ЧПУ або безпосередньо програмним забезпеченням для оптимізації, або вони повинні бути змінені користувачем вручну. Ці типи програмного забезпечення для оптимізації зазвичай застосовуються на робочих місцях університетів.

Щодо можливості оптимізації процесу фрезерування, експерименти локального процесу подрібнення проводили на 3 типах компонентів. Траєкторії інструментів для експериментальних компонентів були згенеровані в системі Creo CAD/CAM і включали використання локальних стратегій фрезерування, використовувалися поверхні з різними діаметрами заокруглення (рис. 1).

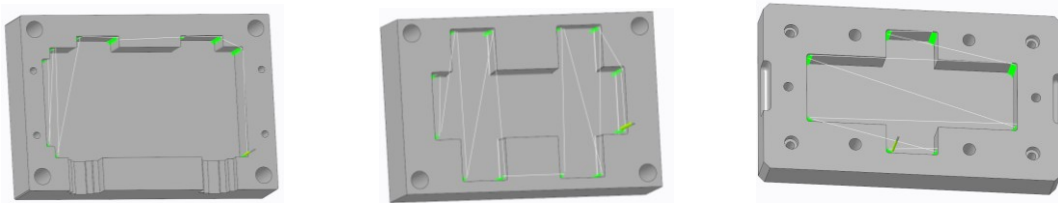


Рис. 1. Траєкторії інструментів для експериментальних компонентів, створених у Creo

На рис. 2 наведено простий приклад процесу оптимізації траєкторії інструменту з використанням послідовності локального фрезерування в системі CAD/CAM Creo, на рис. 2, а – оригінальний неоптимізований шлях інструменту; на рис. 2, б – той самий шлях інструменту, оптимізований за допомогою Toolpath Optimizer. Графічний перебіг процесу оптимізації на операції фрезерування показано на рис.3.

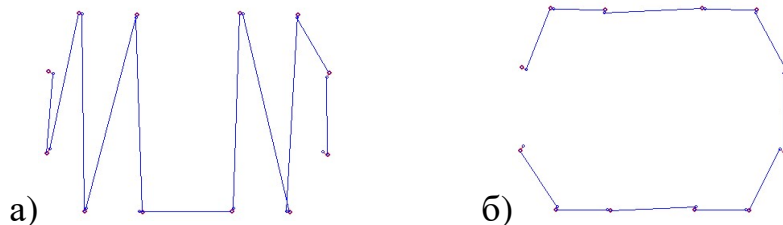


Рис. 2. Приклад процесу оптимізації траєкторії інструменту: а) локального фрезерування, створеного системою Creo; б) оптимізований шлях інструменту, створений програмою Toolpath Optimizer

Процес оптимізації в «Оптимізаторі траєкторії» починається з підтвердження послідовності вибору. Його графічний потік показано на двох вкладках (рис. 3). Один показує найкращий шлях на кожному етапі еволюційного процесу (довжина шляху), а інший надає графічну інформацію про еволюційний процес (процес GA). Довжина контуру графічно відображає початкову довжину траєкторії інструменту, згенеровану з файлу даних CL (Length init), і нову оптимізовану довжину шляху (Length new), згенеровану GA. Коли еволюційний процес завершено, можна порівняти довжину нового та вихідного шляху, порівняти оптимізований шлях (рис. 3), вирішити, чи відповідає результат вимогам, чи повторити еволюційний процес.

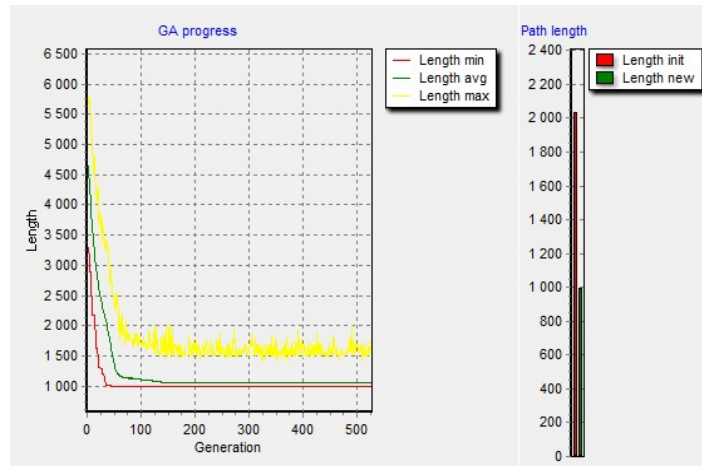


Рис. 3. Графічний потік процесу оптимізації на операції фрезерування

Щоб успішно вирішити проблему оптимізації, необхідно знати методи оптимізації та правильно вибрати методи, які хочемо застосувати для вирішення задачі. Хоча деякі методи за своїми робочими процесами схожі один на одного, вони можуть не однаково підходити для вирішення поставленого завдання. Неправильне використання методу може знизити отриманий ефект від його роботи, може призвести навіть до отримання помилкових результатів. Більшість поширених систем САМ і САД/САМ не використовують жодної методики оптимізації або використовують якусь методику на основі лінійної математики для вирішення цього завдання через час обчислень. Завдяки своїй ефективності ГА може вирішити зазначені проблеми за кілька хвилин замість тривалого часу (години, дні) з дуже хорошим результатом. Генетичний алгоритм, який складає ядро Toolpath Optimizer, виявився високоефективним засобом оптимізації.

Цей модуль оптимізації можна використовувати як напряму, так і легко модифікувати відповідно до вимог користувачів. Наприклад, можна змінити модуль введення та виведення даних, який у даному випадку працює тільки з полем даних CL САД/САМ системи Creo. Експерименти були створені для оптимізації процесів локального фрезерування. Результат можна вважати дуже задовільним для процесу фрезерування. Результати цих експериментів показують, що генетичні алгоритми є простим та ефективним методом вирішення складних оптимізаційних задач. З практичної точки зору, додаток Toolpath Optimizer можна використовувати на етапі підготовки до виробництва з метою підвищення продуктивності та зниження витрат виробництва.

Ключові слова: генерація, оптимізація, траєкторія.

Література

- [1] N. Náprstková, “Students Connecting to Production Problems Resolutions in CAD/CAM Area”, in *9TH International Scientific Conference: Engineering for Rural Development*. 310-314 (2010)
- [2] M. Sága, M. Vaško, N. Čuboňová, W. Piekarska, *Optimisation algorithms in mechanical engineering applications*. Harlow: Pearson (2016).