

УДК 621.865.8

А.Г. Симоненко, С.В. Лапковський

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

Автоматизація синтезу конструкцій захватних пристроїв промислових роботів

Сучасний етап промислового виробництва характеризується нерівномірністю насичення рівнів автоматизації парка технологічного устаткування і автоматизації праці, переважанням в номенклатурі здебільшого виробів дрібносерійного виробництва, швидким моральним старінням традиційних систем автоматизації виробництва при тривалих термінах і високих витратах освоєння ними нової продукції і технології, принципово неможливістю використання традиційних засобів автоматизації технологічних операцій в дрібносерійному виробництві, необхідністю докорінної перебудови в організації виробництва при переході на нову продукцію.

Як показує досвід передових галузей нашої країни, вирішення задачі підвищення ефективності виробництва в умовах все більшої тенденції до зниження серійності і збільшення номенклатури виробів, що випускаються може бути забезпечено шляхом використання різних конструкцій ПР. Гнучкі РТС є комплексні об'єднання верстатів з ЧПУ, іншого технологічного устаткування і роботів, керованих мікропроцесорами, з системами автоматизованої підготовки виробництва. По відомостям корпорації АВВ, кожний 5-й робот оснащений схватом, тобто близько 20% всіх роботів.

Група ланок структури ПР, що забезпечують виконання операції захоплення і утримання об'єкту, контролю його властивостей і параметрів, а також, що здійснюють орієнтуючі і посадочні рухи, може бути віднесена до технологічних модулів ПР. Захват – це пристрій, який дозволяє утримувати об'єкт для проведення маніпуляцій. При конструюванні захватних пристроїв враховують форму і властивості об'єкту захоплення, умови протікання технологічного процесу і особливості вживаного технологічного оснащення, чим і обумовлено різноманіття існуючих захватних органів ПР. Найбільш важливими критеріями при оцінці вибору захватних органів є пристосованість до форми об'єкту захоплення, точність захоплення і сила захоплення.

Властивості матеріалу об'єкту впливають на вибір способу захоплення об'єкту, необхідний ступінь чутливості ЗП, можливості переорієнтації об'єктів в процесі їх захоплення і транспортування до технологічної позиції.

Рішення задачі вибору оптимальної конструкції ЗП неможливе без урахування чинників, пов'язаних з процесом захоплення і утримання об'єкту. Це, перш за все, фактори власне захоплення і утримання, а також поєднання процесу захоплення і утримання з виконанням якої-небудь допоміжної або основної технологічної операції, наприклад, комплектації, складання, зварювання, переорієнтації, контролю положення і форми. Такий підхід, що дозволяє сумістити контрольні, транспортні і основні переходи, сприяє оптимізації складу технічних засобів в робототехнічній системі і, в той же час, підвищує продуктивність складальних систем.

При вирішенні ряду технологічних завдань потрібно провести захоплення об'єкту по внутрішній або по зовнішній поверхні, а з урахуванням механічних властивостей об'єкту (не жорсткості, крихкості і інших) - з регульованим зусиллям затиску. Виходячи з цього виділені групи затискних і не затискних ЗП з наявністю управління процесом захоплення і утримання або без нього.

Вельми важливим чинником, пов'язаним з процесом захоплення і утримання об'єкту, є кінематика зв'язку ЗП - об'єкт. При взаємодії схвату з об'єктом довільної форми, закріпленим в нерухомому оснащенні, потрібно забезпечити податливість захоплення по шести напрямках: вздовж трьох взаємно перпендикулярних осей і навколо них. Проте це число може бути зменшено завдяки особливостям форми деталі і губок, умовам закріплення деталі і рухливості елементів оснащення.

Метою даної роботи є автоматизація вибору конструкцій захватних пристроїв промислових роботів в технологічному середовищі виробництва. Ця робота спонукає до потреби швидкого конструювання раціональних схватів спрощення проектування і візуалізації автоматизованої промислової складальних ліній. Модель відрізняється від існуючих схватів врахуванням центру мас деталі, мінімізуючи поза площиною моменту, доступність і надійність нестійкого положення.

Машинобудівне проектування стало однією з основних прикладних областей, що використовують можливості машинної графіки. Практично всі трудомісткі ручні операції проектувальника: створення основних видів деталі,

складального креслення, ізометрії, перетинів - виконуються з високої ефективністю автоматизованими комп'ютерними системами [5]. На споживчому ринку широке поширення одержали комерційні програмні продукти й системи, такі як Autocad, Syscad, Verscad, Robocad, P-Cad, Conception 3D [6], які можуть бути використані для автоматизації конструювання й технологічної підготовки виробництва машинобудівних деталей. Спеціалізовані системи складаються з декількох програмних модулів.

Модуль параметричного конструювання дозволяє використати техніку завдання параметрів проєктованого виробу, формувати каталоги уніфікованих стандартних і нормованих деталей. При формуванні таких каталогів конструктор може використати різні прийоми завдання параметрів виробу у явному або неявному виді. Звичайно передбачається можливість формувати таблиці параметрів конструйованих деталей. При цьому вибір відповідної деталі забезпечується вибором необхідного рядка сформованої таблиці. Модуль параметричного конструювання дозволяє забезпечувати параметризацію не тільки двомірних зображень, але й моделей виробів у тривимірному просторі.

Модель виробу, отримана на етапі конструювання, автоматично передається в підсистему технологічної підготовки виробництва. Підсистема технологічної підготовки дозволяє автоматизувати процеси підготовки стрічок для верстатів зі ЧПУ від 2,5 до 5 координат у різних технологіях. Існують програми, що забезпечують підготовку стрічок для верстатів зі ЧПУ для технології штамів, гостріння, свердління, фрезерування на 2,5 - 5 координатних верстатах, а також для інших технологій механооброблення. Настроювання на конкретний верстат здійснюється за допомогою підключення постпроцесора. Підсистема розрахунку по методу кінцевих елементів дозволяє розраховувати динамічні, статистичні, міцнісні характеристики спроектованих виробів, при цьому сітка для розрахунку по методу кінцевих елементів звичайно генерується автоматично. Такі спеціалізовані системи орієнтовані на автоматичне проведення всіх необхідних масоінерційних розрахунків деталей: центра ваги, обсягу, площі обсягу, моменту інерції, тощо. Комерційні програмні продукти орієнтовані на створення бібліотек елементів, з яких формуються деталі конкретного класу. Після розробки такої бібліотеки користувач може застосовувати її для компіювання з елементів бібліотеки деталей відповідного класу. Системи машинобудівного проєктування звичайно

реалізують на робочій станції, що використовує 486-й мікропроцесор або RISC-процесор і швидкісний дисплейний процесор, який має високу інтерактивність вироблених процедур (продуктивність близько 10 тисяч векторів у секунду).

Одержують усе більше широке поширення трансп'ютерні системи машинобудівного проектування [7] в конфігурації: будь-який персональний комп'ютер плюс трансп'ютерний продукт. Комп'ютер використовується тільки в якості інтерфейсу, тому його швидкодія зовсім не критична для забезпечення процесу проектування. Як в інших прикладних областях, так і в машинобудівному проектуванні бажана миттєвість побудови зображення. Реальний масштаб часу може бути досягнутий тільки при використанні дорогих апаратур, тому в практиці часто застосовується двоступінчастий процес проектування - відображення. На першому етапі конструктор оперує об'ємними примітивами, які відображаються не в природному напівтоновому виді, а у формі дротової моделі.

Контакти між деталлю та схватом моделюються в двох точках подібні «м'якому дотику» Nguyen [1]. Ці контакти можуть приводити в дію силу в середині конусу тертя в обох точках контакту і забезпечувати момент навколо осі схвату при підйомі деталі.

Всі схвати, що проектуються, розташовані в залежності від тертя або від моменту і визначають кількість цього критерію. Контакти вогнутих вершин бажані, тому що вони спричиняють опір ковзанню. Вогнуті вершини оброблюються за способом подібним до Markenskoff, Ni, і Papadimitriou [2] та Brost [3]. За цим методом конус тертя утворюється вогнутою вершиною, що дорівнює сумі Мінковського кутів тертя прилеглих кромek (рис.1). Кожна випукла вершина оброблюється як нескінченна кромка.

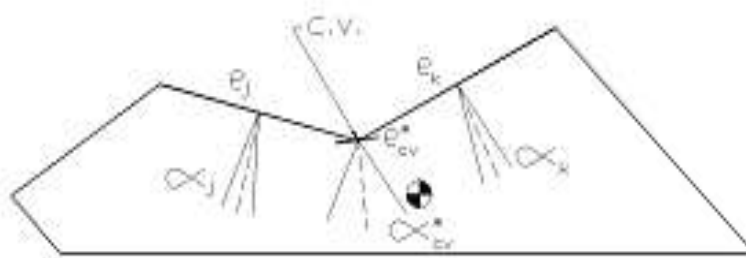


Рис. 1 Кромка e_{cv} і кут тертя випуклої вершини

Розглянемо 2 кромки деталі e_j і e_k . I - точка, отримана перетином цих кромок (рис. 1). Кут між кромками і зважувальною бісектрисою, побудованою з точки I :

$$\gamma_j = \left(\frac{\alpha_j}{\alpha_j + \alpha_k} \right) \beta_{j,k}, \quad (1)$$

Ми можемо параметризувати точки схвату відстанню від точки I вздовж ліній кромок. S_j та s_k - відстані вздовж кромок e_j та e_k відповідно.

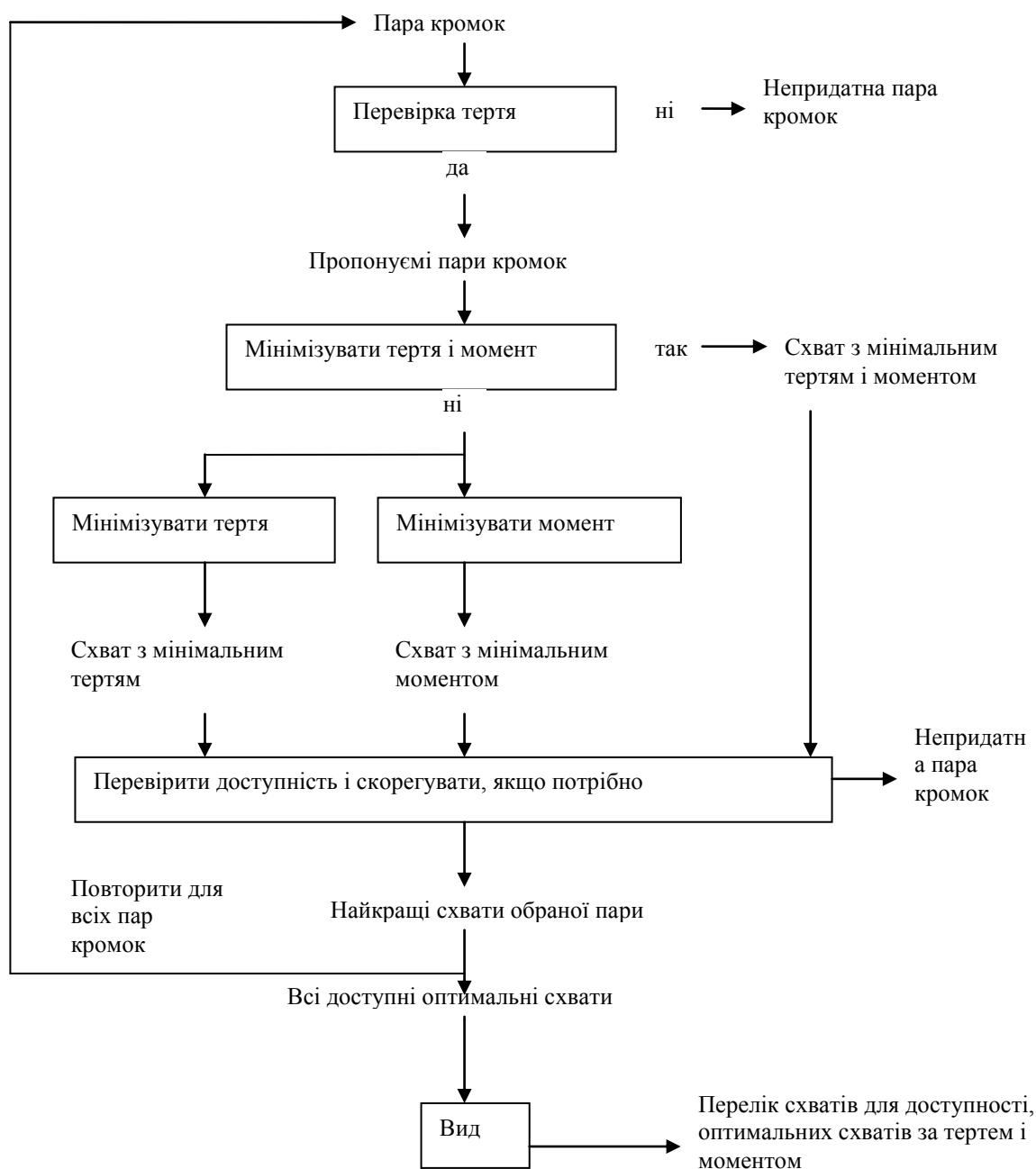


Рис.2. Блок-схема алгоритму

Наш алгоритм використовує основи геометрії та простих умовних вимірювань нескладного визначення точок схвату, узгоджених критеріїв.

Вкінці перевіряємо схват на доступність. Ми називаємо схват доступним, якщо обидві точки контакту досягаємо з нескінченності в приближеному напрямленні осі схвату. З цієї точки зору, може здатися простішим вилучити будь-який недоступний схват. Однак зазначимо, що може бути можливим порушення - схват субоптимальний, але доступний. В алгоритмі є порушення, - обирається найкращий доступний схват, якщо не знайдено оптимального.

Необхідно знову ділити нашу розробку на мінімізацію тертя і моменту схвату. Якщо схват не підходить доступності перевірки за мінімізацією моменту, то лише використовуємо момент оптимізації. Аналогічно для мінімізації тертя схвату.

Список використаних джерел

1. Промышленные роботы: Конструирование, управление, эксплуатация / Костюк В.И., Гавриш А.П., Ямпольский Л.С., Карлов А.Г // К. Вища шк. Головное издательство, 1985.- 359 с.
2. Промышленные роботы и их применение / Костюк В.И., Ямпольский Л.С., Карлов А.Г. //- К.: изд. „Знание” УССР, 1980.- 72 с.
3. Промышленные роботы в сборочном производстве/ Костюк В.И., Ямпольский Л.С., Иваненко И.Б. //- К.: Техніка, 1983.- 182 с.: ил.
4. Машиностроение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dlja-mashinostroitelja.info>
5. Тезисы докладов IV Всесоюзной конференции по проблемам машинной графики "Машинная графика'89".-Серпухов: НС по КП "Кибернетика", 1987.-195с.
6. Product Design & Development. -1989.-Vol. 44, N° 6.-123 p.
7. Transputer applications / Ed. by G. Harp.-London: Pitman, 1989.-273 p.