

УДК 531.004

Ю.П. ЛЕЩЕНКО

Національний авіаційний університет, Україна

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ВИМІРЮВАЛЬНИМ РОБОТОМ

Наведено основні функції і особливості інтелектуальних систем управління вимірювальним роботом, склад системи управління і функціональні характеристики її елементів. Показані кінематична схема установки додаткових датчиків, кінематична схема розміщення додаткових датчиків вимірювального робота. Наведені основні функції інтелектуальної системи управління. Показано як ефективно вирахувати управління виконавчими приводами і зменшити обчислювальні ресурси. Таким чином, мова йтиме про інтелектуальну систему управління, яка здійснює налагодження, вибір режимів і траєкторій руху інструменту для окремих зон поверхні.

Ключові слова: інтелектуальна система управління, точність вимірювання, дані вимірювань, вимірювана поверхня, вимірювані точки, датчики вимірювання.

Постановка проблеми

Основними вимогами до управління технологічними системами, побудованими на рухомих стрижневих маніпуляторах, є, по-перше, забезпечення технологічних режимів для виконаної операції, точності і якості здобуття поверхні при її обробці і, по-друге, виконання вказаних вимог за наявності пружних деформацій виконавчих механізмів [1].

Це можливо лише в тому випадку, якщо працює система контролю технологічних параметрів, геометричних розмірів оброблюваної поверхні, положення виконавчих механізмів і пружних пересувань ланок маніпуляторів переміщення інструменту і виробу.

Вказані системи контролю оснащуються датчиками контролю положення ланок механізму, пружних переміщень, режимів обробки (датчики вимірювання сили різання, подачі, швидкості різання, зносу інструменту та ін.), якості оброблюваної поверхні і її геометричних розмірів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналіз останніх досліджень і публікацій показує, що система управління технологічною машиною в цілому представляє складну систему, здатну вирішувати окремі інтелектуальні завдання.

Система управління призначена для формування законів управління виконавчими приводами, обробки інформації систем контролю, задання траєкторії переміщення інструменту відносно оброблюваної деталі і забезпечення необхідних режимів обробки [2].

Основними функціями інтелектуальної системи управління є такі [3].

1. Опис поверхні, яку потрібно отримати після обробки на кожному переході, а також після остаточної обробки. Ця інформація зберігається у вигляді масиву опорних точок поверхні.

2. Формування траєкторії руху інструменту. Траєкторія розраховується виходячи з допусків, що знімаються, на кожному переході як безперервне переміщення рухливого тригранника в системі координат деталі.

3. Порівняння програмної траєкторії переміщення інструменту з реальним його положенням в системі координат деталі. На основі даного порівняння визначаються похибка лінійних і кутових координат.

4. Визначення реальних координат деталі. Оптична система контролю поверхні визначає реальні координати поверхні деталі в системі координат деталі.

Порівнюючи реальні координати з ідеальними, формується масив розподілу допуску по оброблюваній поверхні.

5. Другим функціональним призначенням оптичної системи контролю є визначення шорсткості обробленої поверхні і її розподіл. Залежно від дискретної градації рівня шорсткості формуються зони на поверхні із заданим рівнем мікронерівностей.

6. Вибір інформаційних датчиків контролю положення. Інформаційні датчики вибираються з сумарної кількості датчиків, що визначають переміщення ланок механізму паралельної структури.

Критерієм, за яким вибираються дані датчики, є мінімум похибки обчислення вихідної ланки при заданій похибці датчиків [4].

Постановка завдання

Метою є показати склад інтелектуальної системи управління вимірювальним роботом та функціональні характеристики елементів системи управління.

Основний матеріал досліджень

До складу системи управління входять окремі приводи, що представляють замкнуті по положенню спостерегаючі системи по кожній керованій координаті механізму.

Окрім цього, система управління в цілому також представляє спостерегаючу систему, в якій здійснюється порівняння програмного положення ріжучої кромки інструменту з реальним його положенням в системі координат деталі.

Для цих цілей застосовуються спеціальні математичні розрахунки, метою яких є знаходження параметрів, що забезпечують стійкість системи і необхідну точність.

Вирішення прямого і зворотного завдань кінематики рухливих стрижньових механізмів паралельної структури здійснюється з використанням додаткових датчиків.

Проте при цьому необхідно вирішувати задачу вибору групи датчиків для відповідної конфігурації механізму, які з найбільшою точністю визначають положення його вихідної ланки.

Наприклад, два датчики (рис. 1), що мають однакову похибку визначення кутового положення $\Delta_1 = \Delta_2$, з різною точністю визначають лінійні переміщення у напрямі осі X. Датчик D_1 визначає значення X точніше, ніж D_2 , і $\Delta x_1 < \Delta x_2$. При іншому положенні точки і на площині значущість точності датчика може помінятися.

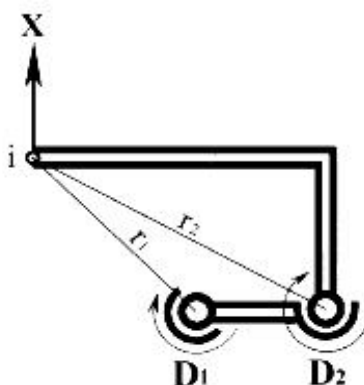


Рис. 1. Кінематична схема установки додаткових датчиків D_1 і D_2

Маніпулятор переміщення виробу спеціального робота для обробки пера лопаток (рис. 2) містить додаткові датчики.

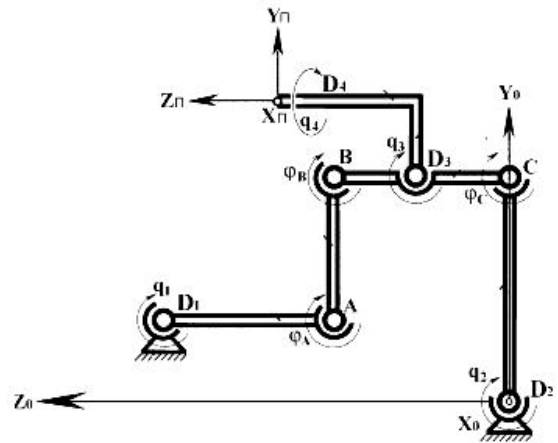


Рис. 2. Кінематична схема розташування додаткових датчиків робота

Даний маніпулятор має чотири керовані двигуни D_1, D_2, D_3, D_4 для переміщення вихідної ланки по чотирьох координатах: двом лінійним і двом кутовим. Окрім датчиків контролю кутів повороту двигунів q_1, q_2, q_3 і q_4 , в механізмі встановлені датчики виміри кутів взаємного положення ланок, розташовані в зчленуваннях $\varphi_A, \varphi_B, \varphi_C$.

Для визначення положення платформи робота відносно базової системи координат (XYZ) досить знати довжини всіх ланок і чотири кути повороту.

За наявності семи датчиків контролю кутового положення ланок потрібно знайти таке поєднання чотирьох з семи інформаційних кутів, яке забезпечить мінімальну похибку визначення координат вихідної ланки відносно базової системи координат.

Слід зазначити, що при обробці абразивним інструментом, який характеризується стабільним зніманням матеріалу в досить широкому діапазоні зміни притискуючого зусилля і подачі, можна отримувати високоточні геометричні розміри поверхні виробу при недостатній точності механізмів верстата.

Це можливо лише при високоточній системі контролю. В даному випадку інструмент знімає шар матеріалу, товщина якого менше допустимої похибки на остаточний розмір поверхні. Для реалізації даних можливостей в системі управління мають бути закладені інтелектуальні алгоритми вибору законів переміщення інструменту за інформацією системи контролю.

Система контролю оброблюваної поверхні видає інформацію про величину допуску і шорсткості поверхні. Розглянемо інтелектуальне завдання, що вирішується при ручному способі обробки лише людиною. Це вибір траєкторій відносного переміщення інструменту і оброблюваного виробу для різних зон, що задаються системою контролю поверхні. При цьому виділяються зони на оброблюваній поверхні з відповідною величиною допуску або шорсткості (рис. 3).

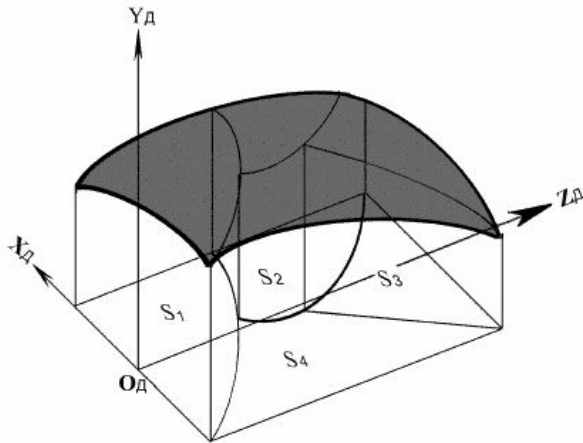


Рис. 3. Поверхня, що обробляється, де S_1, S_2, S_3 та S_4 – зони обробки

Потрібно провести аналіз кожної зони і вибрати для неї відповідну траєкторію переміщення інструменту і режими обробки. Аналіз зон включає: визначення її меж, вписування її в одну з фігур, що зберігаються в базі даних, вибір початкової точки руху інструменту і призначення траєкторії його руху.

Таким чином, потрібно вирішити завдання розпізнавання образу зони поверхні і вибрати варіанти обробки. Дану процедуру необхідно представити на мові формальної логіки. Розглянемо детермінований підхід.

Вважатимемо, що оптична система, обслідуючи всю поверхню із заданою дискретністю, формує координати зони S_i , в якій відхилення допуску або шорсткості лежать в межах заданої величини Δ_i . Кожна зона представляє масив точок поверхні, що характеризуються двома координатами $R_i = (x_i, z_i)$.

Третя координата може бути обчислена через дві відомі, оскільки поверхня вважається заданою і отже є залежність $y_i = F(x_i, z_i)$, що задається у вигляді сплайнів або двовимірних поліномів.

З метою скорочення об'єму інформації досить для кожної зони S_i зберігати лише координати її межі, оскільки координати і режими обробки внутрішніх точок повністю визначаються через координати межі.

Знаючи межі зони, потрібно віднести її до однієї з регулярних фігур, в яку вона вписується повністю з мінімальними відхиленнями.

Як регулярні фігури приймаються відомі геометричні фігури, в нашому випадку це коло і прямокутник. Близькість поверхонь оцінюватимемо по мінімуму площ $S_\phi - S_i = \min$, де S_ϕ – площа типової фігури, S_i – площа аналізованої зони.

Спочатку необхідно оптимальним чином вписати зону в кожен з типових фігур. Потім порівняти площі фігури з площею зони і зарахувати її до фігури, для якої різниця площ мінімальна. Зіставлення

зони поверхні з однією з фігур виконується по відстані між безліччю точок межі аналізованої зони і типової фігури. Спочатку визначаються координати центру зони як центру її тяжіння (рис. 4).

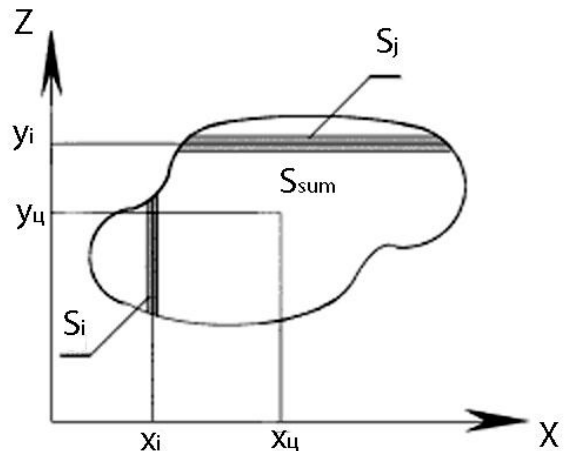


Рис. 4. Визначення координат центру однієї зони обробки

Координати X_ϕ, Y_ϕ приймаються за координати центру описаного кола. Радіус кола визначається як відстань до максимально віддаленої точки межі зони.

Для прямокутника координати X_ϕ, Y_ϕ також беруться за центр його тяжіння. Потрібно вписати аналізовану зону в типову поверхню з мінімальною площею (рис. 5).

Для цього здійснюється обертання прямокутника довкола точки з координатами X_ϕ, Y_ϕ і визначається дотикання, що стосується сторін ABCD з межею зони. Для прямої B точки зони лежать вище за цю пряму і точка дотику 2 повинна задовольняти рівнянню прямої.

Якщо припустити, що пряма B (рис. 5) описується рівнянням:

$$y_B = K_i X_B + b_i,$$

то для пошуку точок дотику 2 і 4 при фіксованому K_i змінюється $b_i = \text{var}$ і визначаються відстані від точок межі до прямої. У точці дотику відстань до прямої дорівнює 0.

Одночасно визначається рівняння перпендикуляра до прямої. Аналогічно визначаються точки дотику 1 і 3 з даною прямою.

Дана процедура повторюється при повороті прямих на кут 180° із заданою дискретністю ($K_i = \text{var}$), і для кожного прямокутника визначається його площа. Як прямокутник, в який вписується аналізована зона, приймається прямокутник, що має мінімальну площу. Потім визначається різниця між площею аналізованої зони і площами описаного кола і прямокутника. Фігура, для якої різниця площ найменша, приймається як найбільш близька по своїй конфігурації до аналізованої зони.

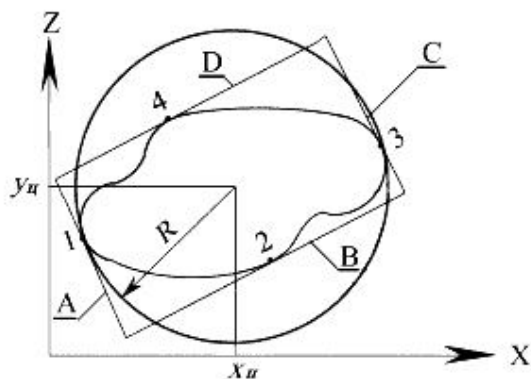


Рис. 5. Включення аналізованої зони в типову поверхню

Висновки

В даний час найпоширенішим елементом інтелектуальної системи управління є вбудована оптична система контролю.

Вбудована оптична система контролю поверхні дозволяє оперативно змінювати траєкторію відносного переміщення інструменту і виробу.

Поступила в редакцію 25.04.2013, рассмотрена на редколлегии 17.06.2013

Рецензент: д-р техн. наук, проф., зав. каф. В.П. Квасніков, Національний авіаційний університет, Київ.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМ РОБОТОМ

Ю.П. Лещенко

Приведены основные функции и особенности интеллектуальных систем управления измерительным роботом, состав системы управления и функциональные характеристики ее элементов. Показаны кинематическая схема установки дополнительных датчиков, кинематическая схема размещения дополнительных датчиков измерительного робота. Приведены основные функции интеллектуальной системы управления. Показано как эффективно высчитать управление исполнительными приводами и уменьшить вычислительные ресурсы. Таким образом, речь будет идти об интеллектуальной системе управления, которая осуществляет налаживание, выбор режимов и траекторий движения инструмента для отдельных зон поверхности.

Ключевые слова: интеллектуальная система управления, точность измерения, данные измерений, измеряемая поверхность, измеряемые точки, датчики измерения.

INTELLECTUAL CONTROL SYSTEM BY MEASURING ROBOT

Ju.P. Leschenko

Basic functions and features of intellectual control system by a measuring robot, composition of control system and functional descriptions of its elements are resulted. The kinematics chart of setting of additional sensors, kinematics chart of placing of additional sensors of measuring robot, is rotined. The basic functions of intellectual control system are resulted. It is rotined how effectively to calculate a management executive drives and decrease calculable resources. Thus, speech will go about intellectual control system, which carries out adjusting, choice of the modes and trajectories of motion of instrument for the separate areas of surface.

Key words: intellectual control system, measuring exactness, information of measurings, measureable surface, measureable points, measuring sensors.

Лещенко Юлія Павлівна – аспірант Національного авіаційного університету, Київ, Україна, e-mail: ulial@inbox.ru.

Система контролю обробленої поверхні дає інформацію про топологію розподілу допуску по всій обробленій поверхні і формує зони з різною величиною допуску і шорсткості, а це дозволяє планувати переміщення інструменту, змінюючи закон його руху залежно від обробленої зони. Таким чином, йдеться про інтелектуальну систему управління, яка здійснює налаштування, вибір режимів і траєкторій руху інструменту для окремих зон поверхні.

Література

1. Ямпольский, Л.С. Управление дискретными процессами в ГПС [Текст] / Л.С. Ямпольский, З. Банашак, К. Хасегава. – К.: Техника, 1992. – 251 с.
2. Башмаков, А.И. Интеллектуальные информационные системы [Текст] / А.И. Башмаков, И.А. Башмаков. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 303 с.
4. Макаров, И.М. Робототехника. История и перспективы [Текст] / И.М. Макаров, Ю.И. Топчиев. – М.: Наука, 2003. – 350 с.
5. Люггер, Д. Искусственный интеллект [Текст] / Д. Люггер. – М.: Мир, 2003. – 690 с.