Bazele roboticii

Robotul reprezintă mijlocul mecatronic conceput în scopul manipulării automate a corpurilor sub controlul calculatorului electronic, pe baza unor programe software.

Dispozitivele de ghidare ale roboților seriali reprezintă mecanisme alcătuite dintr-un lanț cinematic etajat, în care fiecare element mobil este acționat controlat de câte o axă energetică. Cuplele cinematice conduse ale axelor energetice constituie în lanțul etajat al dispozitivului de ghidare cuple cinematice conducătoare.

Subsistemul dispozitivului de ghidare care realizează modificarea coordonatelor, în scopul deplasării punctului caracteristic pe traiectorie, se numește mecanism generator de traiectorie. Subsistemul dispozitivului de ghidare care realizează modificarea unghiurilor directoare, în scopul reorientării obiectului manipulat în punctele traiectoriei, se numește mecanism de orientare.

Se defineşte ca spaţiu de lucru entitatea geometrică care conţine mulţimea poziţiilor posibile ale punctului caracteristic. Spaţiul de lucru este delimitat de puncte, linii sau suprafeţe.

Mișcările mecanismului de orientare denumite după mișcările carpiene sunt mișcarea de rotație în jurul axei Ox denumită aducție-abducție, cea în jurul axei Oy, flexie-extensie și cea în jurul axei Oz, supinație-pronație, sau în conformitate cu mișcările unei nave pe mare, rotația în jurul axei Ox este denumită de Yaw, cea în jurul axei Oy, Pitch, iar cea în jurul axei Oz, Roll.

Relația generală a matricii de transformare a coordonatelor unui punct din sistemul de coordonate 2 în sistemul 0 conține o submatrice de poziționare și o submatrice de orientare:

$$\begin{bmatrix} {}^0x_M \\ {}^0y_M \\ {}^0z_M \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(x_0,x_2) & \cos(x_0,y_2) & \cos(x_0,z_2) & {}^0x_{O_2} \\ \cos(y_0,x_2) & \cos(y_0,y_2) & \cos(y_0,z_2) & {}^0y_{O_2} \\ \cos(z_0,x_2) & \cos(z_0,y_2) & \cos(z_0,z_2) & {}^0z_{O_2} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} {}^2x_M \\ {}^2y_M \\ {}^2z_M \\ 1 \end{bmatrix}$$

Analiza cinematică directă a unui robot serial având 6 elemente mobile impune cunoașterea pozițiilor relative ale elementelor dispozitivului de ghidare al robotului $q_j,\ j = 1,..6,$ determinarea matricii de transformare ${}^RT_{EF}$ și a poziției finale a efectorului final în raport cu baza robotului.

Analiza cinematică inversă a unui robot serial având 6 elemente mobile impune cunoașterea poziției finale a efectorului robotului, determinarea matricii de transformare ${}^RT_{EF}$ și a pozițiilor relative ale elementelor dispozitivului de ghidare $q_j,\ j = 1,..6.$

Calculul matricei de transformare a unui robot implică utilizarea convenției Denavit-Hartenberg pentru face transformarea de coordonate din sistemul $O_{i-1}X_{i-1}Y_{i-1}Z_{i-1}$ în $O_iX_iY_iZ_i$. Astfel, fiecărei cuple cinematice conducătoare i se atașează un sistem de referință astfel:

- Axa Z pe direcția de rotație/translație a cuplei cinematice;
- Axa X este paralelă cu normala comună între cele două axe O_{i-1} Z_{i-1} și O_i Z_i astfel încât $X_i=Z_i\times Z_{i-1}$. Dacă axele Z sunt paralele, d_i este un parametru liber;
- Axa Y se determină astfel încât OXYZ să fie un sistem de coordonate drept.

Transmisiile mecanice specifice construcției roboților industriali sunt: reductorul armonic, Reductorul cicloidal și cupla cinematică elicoidală de rostogolire.

Reductorul armonic transmite mișcarea de rotație și reduce foarte mult viteza unghiulară de rotație (raport de transmitere mare, în domeniul [30÷160]) având o singură treaptă de reducere a turației.

Avantajele acestui tip de reductor sunt:

- Joc de flanc nul, care asigură precizie cinematică mare;
- Rigiditate mare la torsiune;
- Gabarit redus;
- Întreținerea simplă;
- Compactitate și simplitate constructivă.

Acest tip de reductor se utilizează cu precădere în servo-motoare de curent continuu, fiind adecvat roboților cu sarcini utile mici și mijlocii.

Reductoarele cicloidale sunt mecanisme de transmitere a mișcării de rotație. Mișcarea de rotație de ieșire este redusă, cu un raport de transmitere mare, într-o singură treaptă. Reductorul funcționează fără jocuri mecanice, cu precizie cinematică mare.

Elementele principale ale reductorului sunt: arbore de intrare, discul cicloidal, excentric, coroană dințată, flanșa de ieșire.

Avantajele reductoarelor cicloidale sunt:

- Sarcina se repartizează pe cele trei discuri cicloidale și, la fiecare disc, pe cei aproximativ 50% din dinții angrenajului, dinți care sunt instantaneu în contact. În acest mod presiunea de contact dintre dinți scade, ceea ce asigură reductorului o rezistență mare la șocuri.
- Rigiditate mare la torsiune;
- Compactitate ridicată, gabarit mic, inerție mică, greutate specifică mică;
- Suportă porniri/opriri frecvente, reversări ale mișcărilor, capacitate mare de rezistență la supraîncărcări de scurtă durată;
- Randament ridicat;
- Durată de viață mare, întreținere simplă și ieftină.

Elementele componente ale transmisiei cu cuplă cinematică de rostogolire (șurub cu bile) sunt tijă și nucă filetată. Între suprafețele filetelor celor două elemente circulă prin rostogolire bile de rulment. Această mișcare relativă impune recircularea bilelor prin canalele speciale. Profilul filetat în tijă și nucă este semicircular. Astfel, frecarea de alunecare, dintre suprafețele filetelor la asamblarea uzuală șurub piuliță, este înlocuită cu frecarea de rostogolire dintre bile, suprafețele filetate și suprafețele interioare ale canalelor speciale. Numărul de bile depinde de diametrul acestora, lățimea nucii filetate și soluția de recirculare a bilelor prin transmisie. Soluția constructivă pentru această transmisie se poate împărți, în funcție de elementele de recirculare a bilelor, în transmisie cu tub de recirculare (la filetele cu un început) și cu piese de capăt cu canale de întoarcere a bilelor (la filetele cu mai multe începuturi).

Bibliografie:

1. S. Varga, I. Maniu, C. Rădulescu, V. Dolga, I. Bogdanov, V. Ciupe: Robotică. Sistemul Mecanic, Editura Politehnica, Timișoara, 2008.
2. E.-C. Lovasz, C. Rădulescu: Robotică avansată, Editura Politehnica, Timișoara, 2013.