

8-маъруза. Манипуляторларни кинематик таҳлили.

Мақсад: Магистрантларда манипуляторларни кинематик таҳлили координаталар системасини матрицалар усулида келтириш қоидаларини, билим ва кўникмаларни, шакллантириш асосий мақсаддир.

Режа:

1. Манипуляторларни кинематик таҳлили босқичлари ва масалалари.
2. Координаталарни қайта тузишни (келтиришни) матрицалар усули.
3. Манипулятор қисқичи тезлиги.

Адабиётлар.

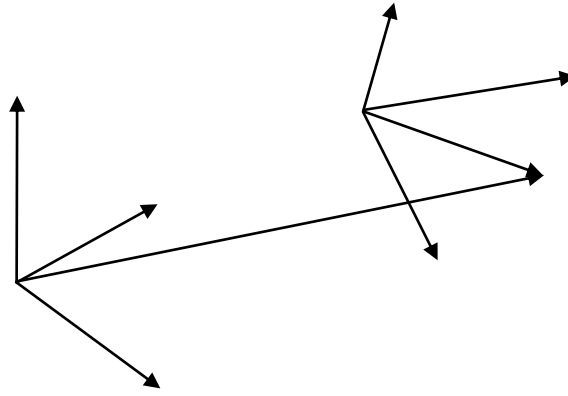
1. А. Ф. Шеглов «Основы робототехники» ТГТУ, 1996, 76...95 бетлар.
2. К. В. Фролов «Механизм ва машиналар назарияси», «Ўқитувчи», Тошкент, 1990, 330...333 бетлар.

1. Саноат роботларини лойихалашнинг барча босқичларида ва бошқариш жараёнида манипуляторларни кинематик ва динамик масалаларини ечишга тўғри келади. Умуман саноат роботларини динамик таҳлилида кинематик характеристикалардан фойдаланиш зарур бўлади. Шунинг учун дастлаб манипуляторларни кинематик таҳлили бажарилади. Саноат роботларини кинематик таҳлилида асосан бўғинларнинг ва технологик объектларни ўзаро ҳолатини, характерли нуқталарни тезлик ва тезланишларни аниқланади. Саноат роботларини кинематик таҳлилида **тўғри** ва **тесқари масалаларни** фарқ қилинади. **Тўғри масалада** ишчи органни, қисқични тегишли вазияти кинематик жуфтлардаги нисбий силжишларга қараб ҳисобланади. Яъни, тўғри масалада умумлашган координаталарни ўзаро чекланган ўзгаришларида роботни ишчи зонасини геометрик характеристикалари аниқланади.

Тесқари масалада қисқичнинг ҳолатига қараб умумлашган координата топилади. Бунда қисқичнинг $x(t)$, $y(t)$, $z(t)$ ҳаракат қонуни аниқланади. Шу асосда манипулятор бўғинлари, нуқталарини тезлик ва тезланишлари ҳам аниқланади.

Кинематик таҳлилни амалга ошириш учун дастлаб манипуляторнинг кинематик схемаси тузилади. Манипулятор кинематик схемасида бўғинларни геометрик ўлчамлари (масштабда), уларни тўрлари, кинематик жуфтлар сони ва синфлари кўрсатилади. Сўнгра, манипуляторни кўзғалувчанлик даражаси ва ҳаракатчанлиги аниқланади. Манипуляторни технологик параметрлари таҳлил қилинади.

2. Координаталарни қайта тузишда матрицалар усули кенг қўлланилади. Манипулятор қисқичини ҳолатини аниқлашда координаталарни қайта тузиш керак бўлади.



8.1-расм

Айтайлик Сж(Ож,Хж,Уж,Зж) координаталар системасида $\bar{\tau}_i$ вектори берилган бўлсин, уни координаталарини τ_i вектори билан $\bar{\tau}_i$ Сж(Ож,Хж,Уж,Зж) системада топиш керак бўлсин. (8.1-расм). $\bar{\tau}_i$ векторининг координаталарини τ_i вектори координаталари орқали ифодаласак.

$$\bar{\tau}_i = A s \bar{i} s j \bar{\tau}_j \quad (8.1)$$

бу ерда, $A s \bar{i} s j$ -Сж системадан Си системага ўтиш матрицаси.

Фазовий координаталарни қайта тузиш учун 4- тартибли матрицалардан $A s \bar{i} s j$ фойдаланилади. Вектор ёнашлиши қайси системадан қайсинисигача ўтишини кўрсатади. $A s \bar{i} s j$ матрицани юқори чап бурчаги бўйича 3-тартибли $B s i s j$ матрицани кўрайлик

$$B s \bar{i} s j = \begin{vmatrix} \cos(xi\hat{x}j) \cos(xi\hat{y}j) \cos(xi\hat{z}j) \\ \cos(yi\hat{x}j) \cos(xi\hat{y}j) \cos(xi\hat{z}j) \end{vmatrix} \quad (8.2)$$

Ушбу матрица элементлари янги Си системанинг бурчак косинуслари бўлса, ўқлари ески Сж системаниқидир. Бунда X ўқи 1, Y ўқи 2, Z ўқи 3 билан белгиланади. Масалан

$$a_{23} = \cos(yi, zi)$$

$A s \bar{i} s j$ матрицанинг a_{14} , a_{24} , a_{34} элементларини $a_{41}=a_{42}=a_{43}=0$ ва $a_{44}=1$ деб караймиз.

Матрицаларнинг каторини устунига кўпайтириш коидасидан \bar{r}_i вектори координаталари янги Си системада \bar{r}_j координаталари орқали олинади.

$$\begin{vmatrix} Xi \\ Yi \\ Zi \\ 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} Xj \\ Yj \\ Zj \\ 1 \end{vmatrix} \rightarrow \begin{cases} Xi = a_{11}Xj + a_{12}Yj + a_{13}Zj + a_{14} \\ Yi = a_{21}Xj + a_{22}Yj + a_{23}Zj + a_{24} \\ Zi = a_{31}Xj + a_{32}Yj + a_{33}Zj + a_{34} \end{cases} \quad (8.3)$$

3. Манипуляторнинг қисқичини С нуктаси тезлиги тегишли координата ўқларига туширилган проекциялар бўйича олинган ҳосилалар орқали аниқланади

$$V_x = \frac{dx}{dt} = \dot{x}; V_y = \frac{dy}{dt} = \dot{y}; V_z = \frac{dz}{dt} = \dot{z}$$

ёки, С нуктани абсолют тезлиги

$$V_C = \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2} \quad (8.4)$$

Худди шунингдек қисқичнинг С нуктасини абсолют тезланиши

$$a_c = \sqrt{\ddot{x}^2 + \ddot{y}^2 + \ddot{z}^2} \quad (8.5)$$

Лекин цилиндр, сферик ва ангуляр координаталар системасида ҳаракат қилувчи манипуляторлар қисқичларининг С нукталарини тезлик ва тезланишлари мураккаб функциялар орқали аниқланади.

Ўз-ўзини текшириш учун саволлар

1. Саноат роботларини кинематик таҳлилида қандай масалалар ҳал қилинади?
2. Координаталарни келтиришда матрицалар усулини тушинтириб беринг.
3. Манипуляторни кинематик таҳлилида тўғри масалани ечишга мисол келтиринг.
4. Матрицаларни ўзаро кўпайтиришни қандай амалга оширилади?
5. Бирорта манипулятор схемасини чизиб, кинематик таҳлил босқичларини кўрсатиб беринг.