



Универзитет у Београду
Машински факултет

КАТЕДРА ЗА ПРОИЗВОДНО МАШИНСТВО

МАС
1.5.5.:

НУМЕРИЧКИ УПРАВЉАНЕ МЕРНЕ МАШИНЕ

АТ-08

АНАЛИЗА ПОСТАВЉАЊА МЕРНИХ ДЕЛОВА И КОНФИГУРИСАЊЕ МЕРНИХ СЕНЗОРА НА НУММ

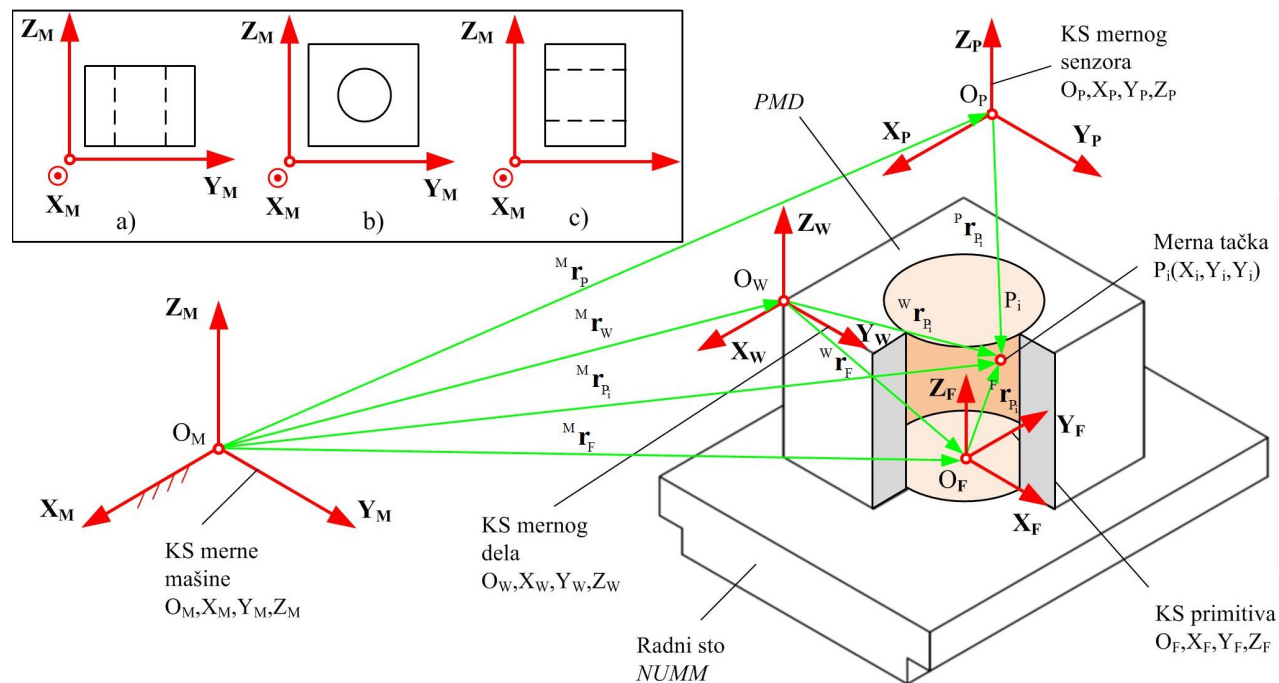
Ван. проф. др Славенко Стојадиновић

Analiza postavljanja

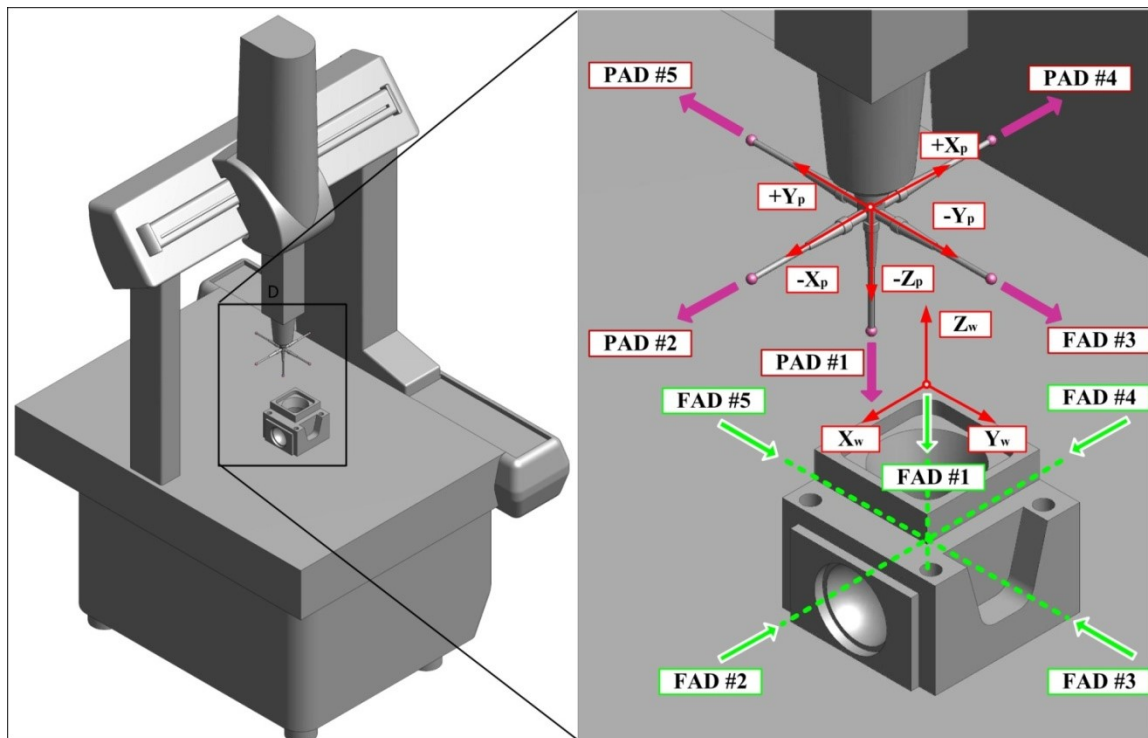
- Analiza postavljanja prizmatičnih mernih delova i konfigurisanje mernih pipaka se uglavnom integrišu u tzv. analizu pristupačnosti.
- Za svako postavljanje dela neophodno je sprovesti analizu pristupačnosti i na osnovu nje konfigurisati merne pipke.
- Analiza se najčešće bazira na pravcima pristupa koji odgovaraju vektoru primitiva, kao jednom od njegovih parametara. Za idealan prizmatičan deo čiji oblik odgovara kvadru, maksimalna broj postavljanja je šest.
- Analiza postavljanja ima cilj da zadovolji tehnološke uslove (merne baze itd.), minimalan broj postavljanja mernog dela, optimalnu konfiguraciju mernih pipaka.

Matematički model postavljanja

- Matematički model postavljanja je neophodno definisati kako bi se definisala opšta matrica postavljanja dela.
- Model je zasnovan na metrološkim i geometrijskim primitivima iz kojih se sastoji merni deo.



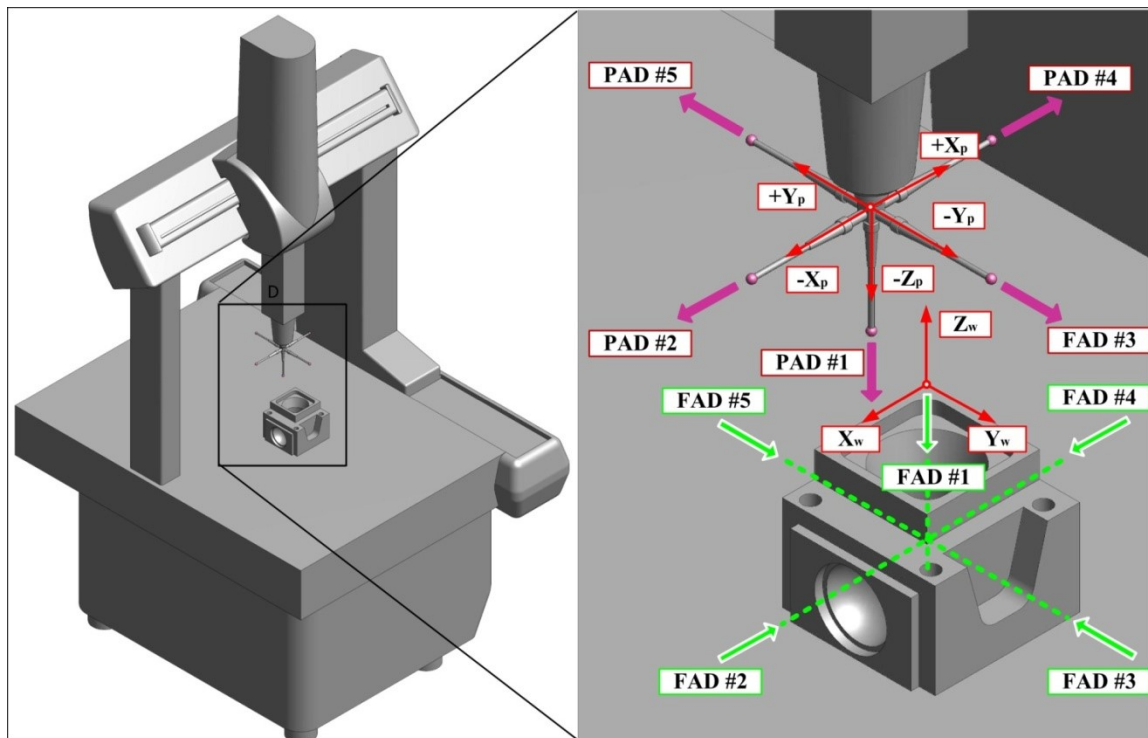
Pravci pristupa



Planiranje inspekcije prizmatičnih delova na *NUMM* u zavisnosti od broja, pozicije i orijentacije mernih pipaka postavljenih u merni senzor se uglavnom vrši iz tri međusobno ortogonalna pravca koji odgovaraju Dekartovom koordinatnom sistemu.

Iz navedena tri pravca mogu se izvesti pet mogućih smerova pristupa mernog pipka (*Probe Approach Direction (PAD)*), odnosno: PAD #1, PAD #2, PAD #3, PAD #4, i PAD #5.

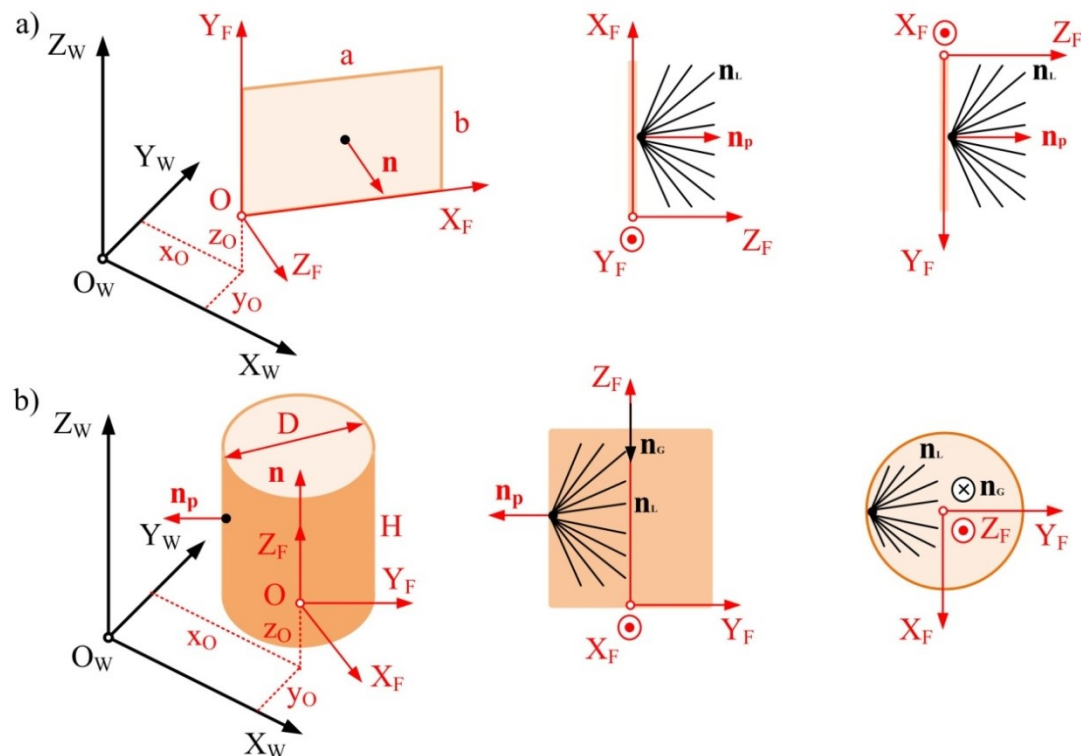
Pravci pristupa



Svaki od ovih smerova ima smer koji odgovara nekom od smerova koordinatnog sistema CMM, i to: PAD #1 odgovara smeru $-Z$, PAD #2 odgovara smeru $-X$, PAD #3 odgovara smeru $-Y$, PAD #4 odgovara smeru $+X$, PAD #5 odgovara smeru $+Y$.

Sa stanovista postavljanja definiše se pravac pristupa primitivu (*Feature Approach Direction (FAD)*) kao mogući pravac pristupa primitivu. Za njega važi da ima isti pravac kao PAD ali suprotan smer.

Pravci pristupa



Prema slici, na nivou jednog geometrijskog primitiva, PAD određuju vektori $\mathbf{n}_p$ i $\mathbf{n}$ ili $\mathbf{n}_G$.

Specijalan slučaj je kada se pravac vektora $\mathbf{n}$ ne poklapa ni sa jednim od navedenih PAD. Tada se kretanje mernog pipka razlaže na kretanje u dva PAD.

Matrica postavljanja dela

Na osnovu definisanih pravaca pristupa opšti oblik matrice postavljanja mernog dela je definisan kao,

$$S = [S_{ij}]_{m \times n} = S_{(i,j)} = S_{ij} \left((i,j) \in \{1,2,\dots,m\} \times \{1,2,\dots,n\} \right)$$

odnosno,

$$S = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \cdots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \cdots & s_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{m1} & s_{m2} & \cdots & s_{mn} \end{bmatrix}$$

gde je:

m – broj primitiva za inspekciju,

n=6 – broj mogućih pravaca postavljanja (pristupa) za model idealnog prizmatičnog dela.

Matricom (1) obuhvaćeni su svi primitive čija inspekcija se zahteva, pri čemu važi $s_{ij} \in \{0,1\}$. Dakle, matrica S ima oblik Bulove matrice za čije elemente važi:

- $s_{ij} = 1$ - primitivu se može pristupiti iz odgovarajućeg smera FAD,
- $s_{ij} = 0$ - primitivu se ne može pristupiti iz odgovarajućeg smera FAD.

Matrica konfigurisanja mernih pipaka

Opšti oblik matrice konfigurisanja mernih pipaka je definisan kao,

$$C = [C_{ij}]_{m \times e} = C_{(i,j)} = C_{ij} \left((i,j) \in \{1,2,\dots,m\} \times \{1,2,\dots,e\} \right)$$

odnosno,

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \cdots & c_{1e} \\ c_{21} & c_{22} & \cdots & c_{2e} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{m1} & c_{m2} & \cdots & c_{me} \end{bmatrix}$$

gde je:

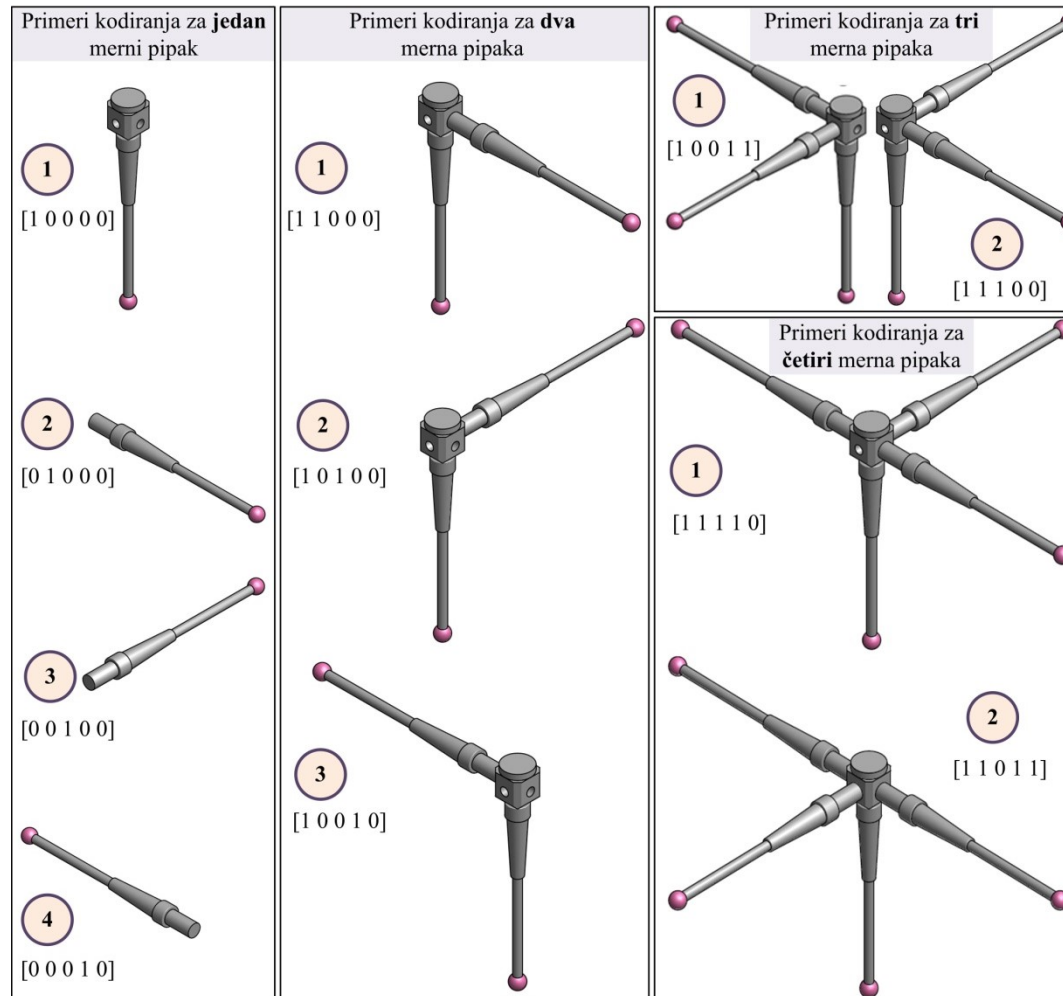
$e=(n-1)$ – ukupan broj mogućih konfiguracija.

Matricom C obuhvaćene su sve moguće konfiguracije pipaka, pri čemu važi $c_{ij} \in \{0,1\}$.

Dakle, matrica (2) ima oblik Bulove matrice za čije elemente važi:

- $c_{ij} = 1$ - pipak može izvršiti inspekciju iz odgovarajućeg smera PAD,
- $c_{ij} = 0$ - pipak ne može izvršiti inspekciju iz odgovarajućeg smera PAD.

Primeri kodiranja mernih pipaka



ПИТАЊА !?



Универзитет у Београду
Машински факултет

КАТЕДРА ЗА ПРОИЗВОДНО МАШИНСТВО

МАС
1.5.5.:

НУМЕРИЧКИ УПРАВЉАНЕ МЕРНЕ МАШИНЕ

АТ-09

СИМУЛАЦИЈА МЕРЕЊА НА МЕРНИМ МАШИНАМА

Ван. проф. др Славенко Стојадиновић

СИМУЛАЦИЈА МЕРЕЊА НА НУММ

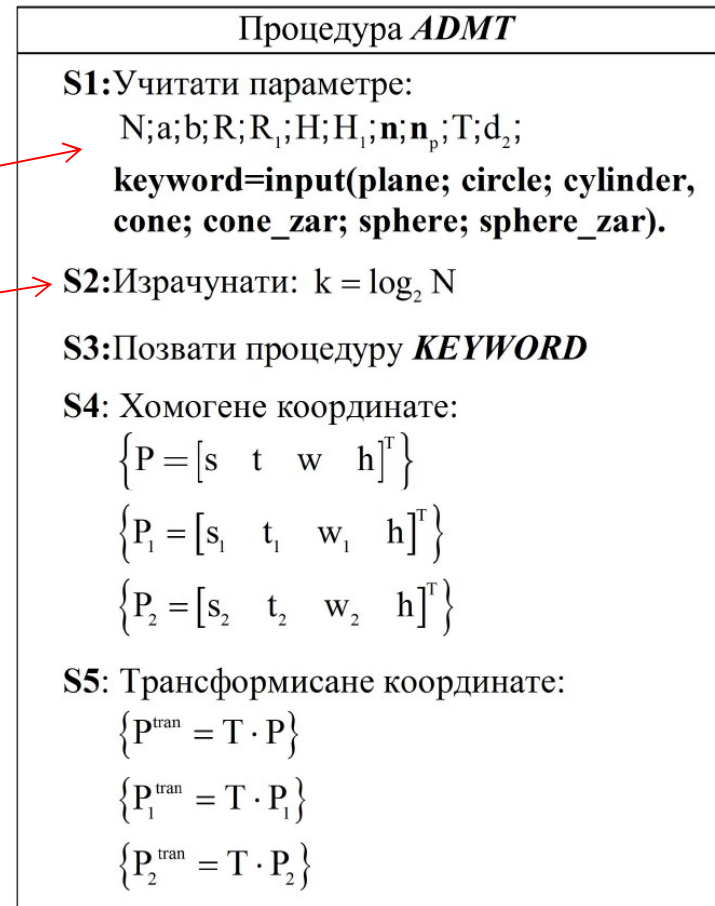
- У циљу верификације развијеног модела планирања инспекције призматичних делова на *NUMM* и симулације путање, ради визуелне провере колизије између мерног сензора и радног предмета, најпре је написан програм у *Matlab* софтверу.
- Један од главних циљева написаног програма је и генерисање:
 - мерног протокола и
 - листе управљачких података на излазу, а који се потом користе у процесу планирања експеримента и као улаз за експериментална мерења.

СИМУЛАЦИЈА МЕРЕЊА НА НУММ

- Симулација је развијена уз помоћ три алгоритма, и то:
 - алгоритама за дистрибуцију мерних тачака,
 - алгоритама за избегавање колизије,
 - алгоритама за планирање путање мерног сензора.

Алгоритам за дистрибуцију мерних тачака (ADMT)

- *ADMT* се састоји из пет корака:
 - *S1*,
 - *S2*,
 - *S3*,
 - *S4*,
 - *S5*.



Слика 6.1: Процедура *ADMT* дистрибуције мерних тачака

Алгоритам за дистрибуцију мерних тачака (ADMT)

- У кораку $S3$ израчунавају се координате тачака $P_i(s_i, t_i, w_i)$, $P_{i1}(s_{i1}, t_{i1}, w_{i1})$ и $P_{i2}(s_{i2}, t_{i2}, w_{i2})$, за различите примитиве кроз позивање следећа четири случаја кључних речи:
 - *case plane*,
 - *case circle*,
 - *case cilinder*, *case cone*, *case cone_zar*,
 - *case sphere*, *case sphere_zar*.

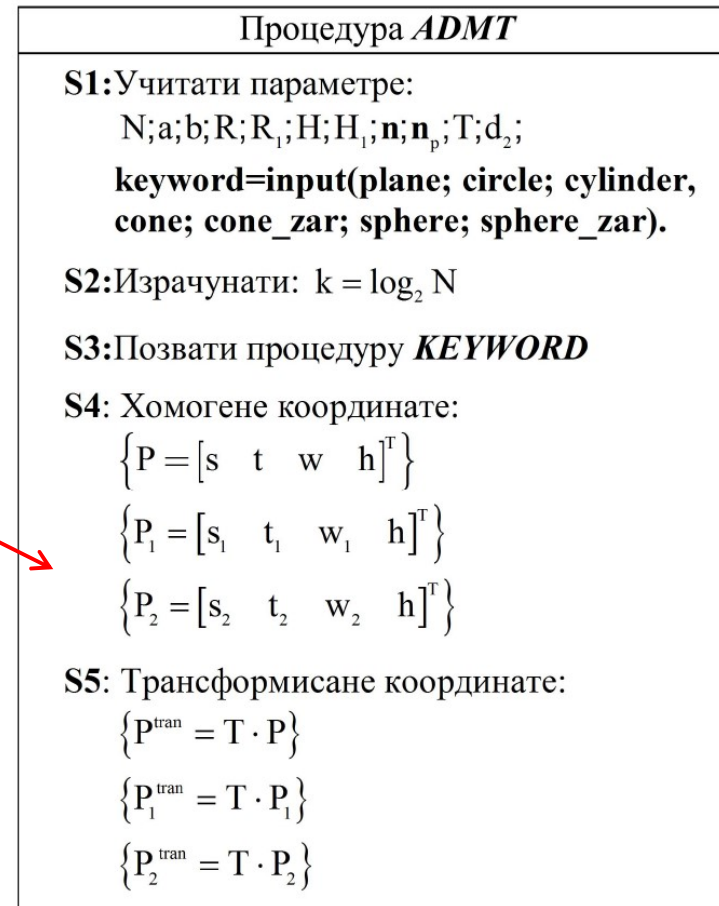
Алгоритам за дистрибуцију мерних тачака (ADMT)

Процедура
Switch keyword case plane P1: Израчунати: $\overrightarrow{PP_1} = \mathbf{n} \cdot \mathbf{d}_1$; $\overrightarrow{PP_2} = \mathbf{n} \cdot \mathbf{d}_2$ P2: For $(i = 0 : (N - 1)) \{h_i = i + (1 - i)\}$ for $(j = 0 : (k - 1)) \rightarrow$ $\left\{ \sum_{j=0}^{k-1} \left(\left[\frac{i}{2^j} \right] \text{Mod} 2 \right) \cdot 2^{-(j+1)} \right\}$ end Израчунати: s_i, t_i, w_i Поставити $(q = s, t, w)$ и $(\lambda = 1, 2)$ $\rightarrow \{q_{\lambda i} = \overrightarrow{PP_\lambda} \cdot \vec{i} + s_i\}$ end end

Процедура	KEYWORD
Switch keyword case plane P1: Израчунати: $\overrightarrow{PP_1} = \mathbf{n} \cdot \mathbf{d}_1$; $\overrightarrow{PP_2} = \mathbf{n} \cdot \mathbf{d}_2$ P2: For $(i = 0 : (N - 1)) \{h_i = i + (1 - i)\}$ for $(j = 0 : (k - 1)) \rightarrow$ $\left\{ \sum_{j=0}^{k-1} \left(\left[\frac{i}{2^j} \right] \text{Mod} 2 \right) \cdot 2^{-(j+1)} \right\}$ end Израчунати: s_i, t_i, w_i Поставити $(q = s, t, w)$ и $(\lambda = 1, 2)$ $\rightarrow \{q_{\lambda i} = \overrightarrow{PP_\lambda} \cdot \vec{i} + s_i\}$ end end case circle P1: For $(i = 0 : (N - 1)) \{h_i = i + (1 - i)\}$ Израчунати: s_i, t_i, w_i If $(\mathbf{n}_p \cdot \vec{i} = -1) \left\{ s_{si} = \frac{s_i}{R} \right\}$ $\left\{ t_{si} = \frac{t_i}{R} \right\} \left\{ w_{si} = \frac{w_i}{R} \right\}$ else $\left\{ s_{si} = -\frac{s_i}{R} \right\}$ $\left\{ t_{si} = -\frac{t_i}{R} \right\} \left\{ w_{si} = -\frac{w_i}{R} \right\}$ end Израчунати: $\{n_{pi} = [s_{si} \ t_{si} \ w_{si}]^T\}$ $\{\overrightarrow{PP_1} = \mathbf{n}_{pi} \cdot \mathbf{d}_1\} \{\overrightarrow{PP_2} = \mathbf{n}_{pi} \cdot \mathbf{d}_2\}$ Поставити $(q = s, t, w)$ и $(\lambda = 1, 2)$ $\rightarrow \{q_{\lambda i} = \overrightarrow{PP_\lambda} \cdot \vec{i} + s_i\}$ end end case cylinder case cone case cone_zar P1: For $(i = 0 : (N - 1)) \{h_i = i + (1 - i)\}$ for $(j = 0 : (k - 1))$ $\left\{ \sum_{j=0}^{k-1} \left(\left[\frac{i}{2^j} \right] \text{Mod} 2 \right) \cdot 2^{-(j+1)} \right\}$	end Израчунати: s_i, t_i, w_i $\{\vec{O_i} = [0 \ 0 \ w_i]\}$ If $(\mathbf{n}_p \cdot \vec{i} = -1)$ $\left\{ s_{si} = \frac{s_i}{R} \right\} \left\{ t_{si} = \frac{t_i}{R} \right\} \left\{ w_{si} = 0 \right\}$ else $\left\{ s_{si} = -\frac{s_i}{R} \right\} \left\{ t_{si} = -\frac{t_i}{R} \right\} \left\{ w_{si} = 0 \right\}$ end $\{n_{pi} = [s_{si} \ t_{si} \ w_{si}]^T\} \{\overrightarrow{PP_1} = \mathbf{n}_{pi} \cdot \mathbf{d}_1\}$ $\{\overrightarrow{PP_2} = \mathbf{n}_{pi} \cdot \mathbf{d}_2\}$ Поставити $(q = s, t, w)$ и $(\lambda = 1, 2)$ $\rightarrow \{q_{\lambda i} = \overrightarrow{PP_\lambda} \cdot \vec{i} + s_i\}$ end end case sphere case sphere_zar P1: For $(i = 0 : (N - 1)) \{h_i = i + (1 - i)\}$ for $(j = 0 : (k - 1))$ $\left\{ \sum_{j=0}^{k-1} \left(\left[\frac{i}{2^j} \right] \text{Mod} 2 \right) \cdot 2^{-(j+1)} \right\}$ end Израчунати: $s_i, t_i, w_i, \{\vec{O_i} = [0 \ 0 \ 0]\}$ If $(\mathbf{n}_p \cdot \vec{i} = -1)$ $\left\{ s_{si} = \frac{s_i}{R} \right\} \left\{ t_{si} = \frac{t_i}{R} \right\} \left\{ w_{si} = 0 \right\}$ else $\left\{ s_{si} = -\frac{s_i}{R} \right\} \left\{ t_{si} = -\frac{t_i}{R} \right\} \left\{ w_{si} = 0 \right\}$ end $\{n_{pi} = [s_{si} \ t_{si} \ w_{si}]^T\} \{\overrightarrow{PP_1} = \mathbf{n}_{pi} \cdot \mathbf{d}_1\}$ $\{\overrightarrow{PP_2} = \mathbf{n}_{pi} \cdot \mathbf{d}_2\}$ Поставити $(q = s, t, w)$ и $(\lambda = 1, 2)$ $\rightarrow \{q_{\lambda i} = \overrightarrow{PP_\lambda} \cdot \vec{i} + s_i\}$ end end

Алгоритам за дистрибуцију мерних тачака (ADMT)

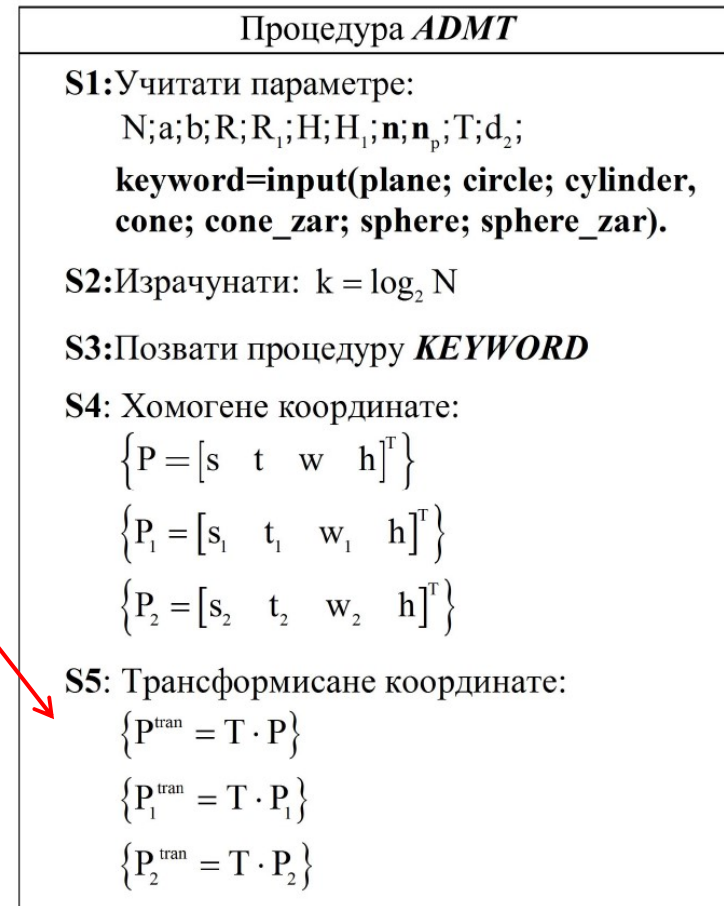
- У кораку S4 формирају се хомогене координате.
- Сва три скупа тачака се записују у матричном облику приказаном уз помоћ система матричних једначина



Слика 6.1: Процедура *ADMT* дистрибуције мерних тачака

Алгоритам за дистрибуцију мерних тачака (ADMT)

- Запис у хомогеним координатама омогућава да се множењем са матрицом T (са лева) изврши њихова трансформација из KS примитива (OF , XF , YF , ZF) у KS мерног дела (OW , XW , YW , ZW), што је учињено у кораку $S5$.



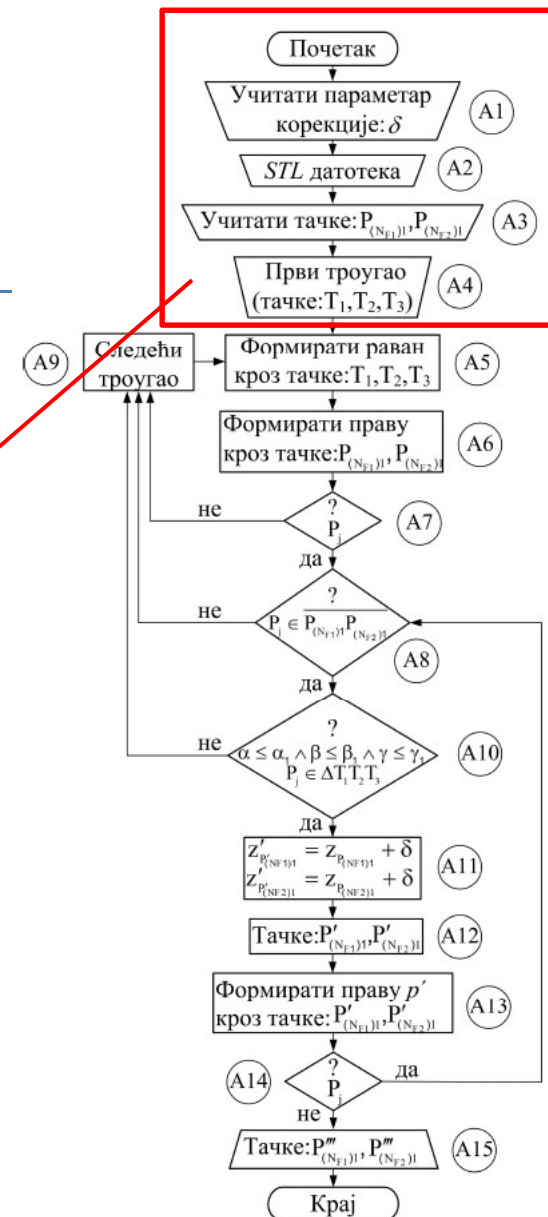
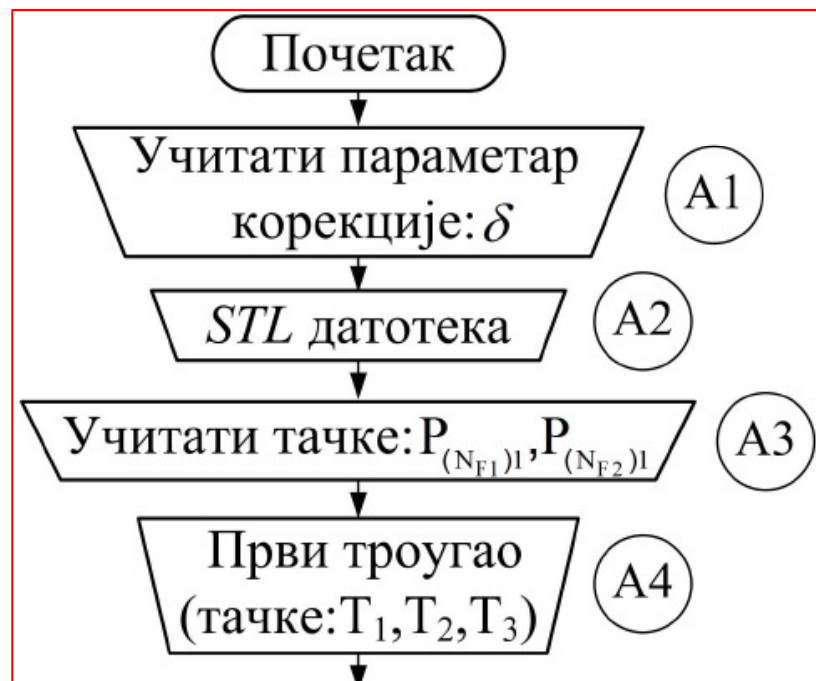
Слика 6.1: Процедура *ADMT* дистрибуције мерних тачака

Алгоритам за избегавање колизије (AIK)

- Алгоритам за избегавање колизије је базиран на напред изложеном принципу избегавања колизије.
- Као што је речено принцип, па и сам *AIK* је заснован на:
 - *STL* моделу представљања геометрије *PD*,
 - његових толеранција,
 - координатама последње тачке $P(NF1)_1$ за инспекцију предходног примитива и,
 - координата прве тачке $P(NF2)_1$ за инспекцију наредног примитива.

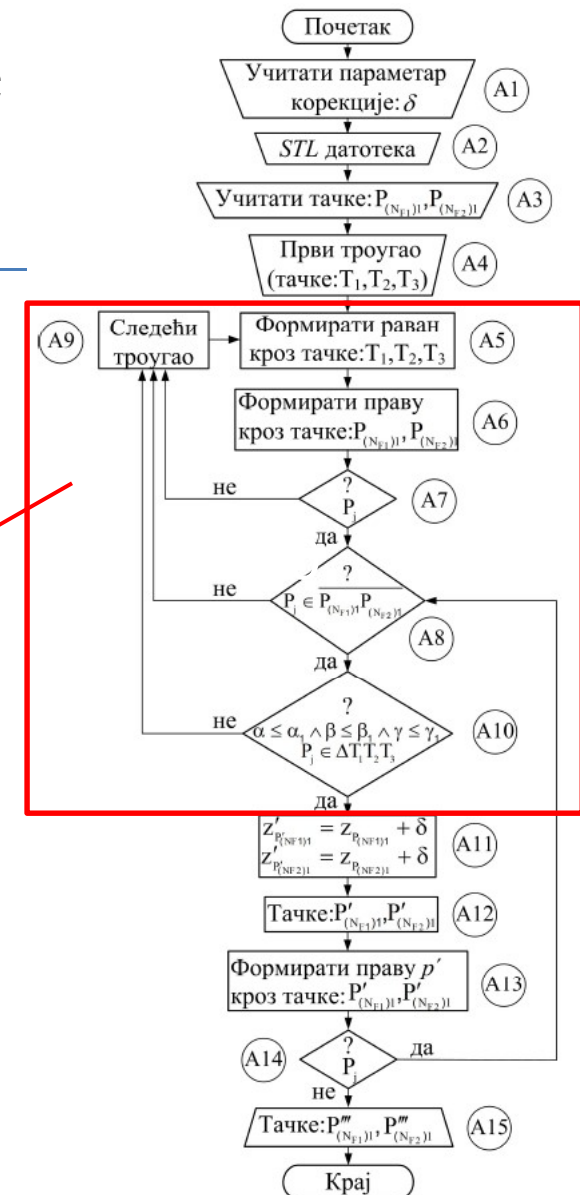
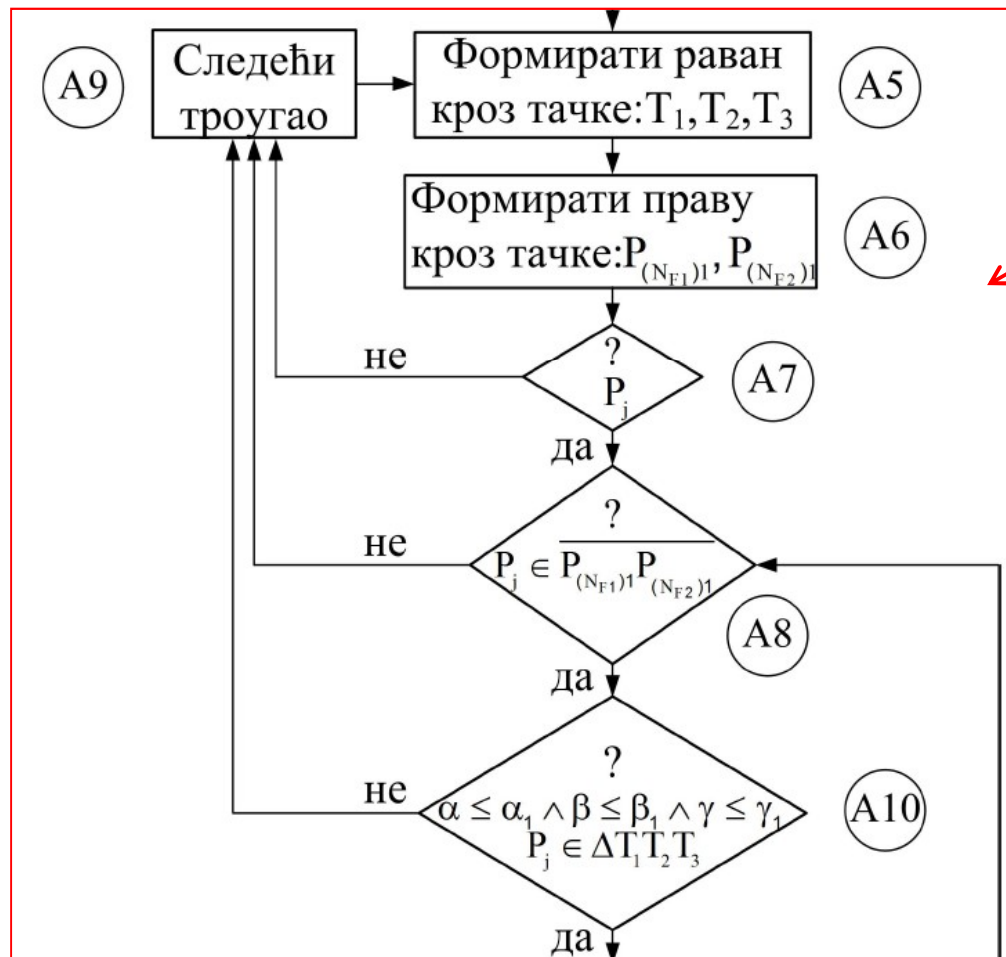
Алгоритам за избегавање колизије (АІК)

- АІК се састоји из петнаест корака.

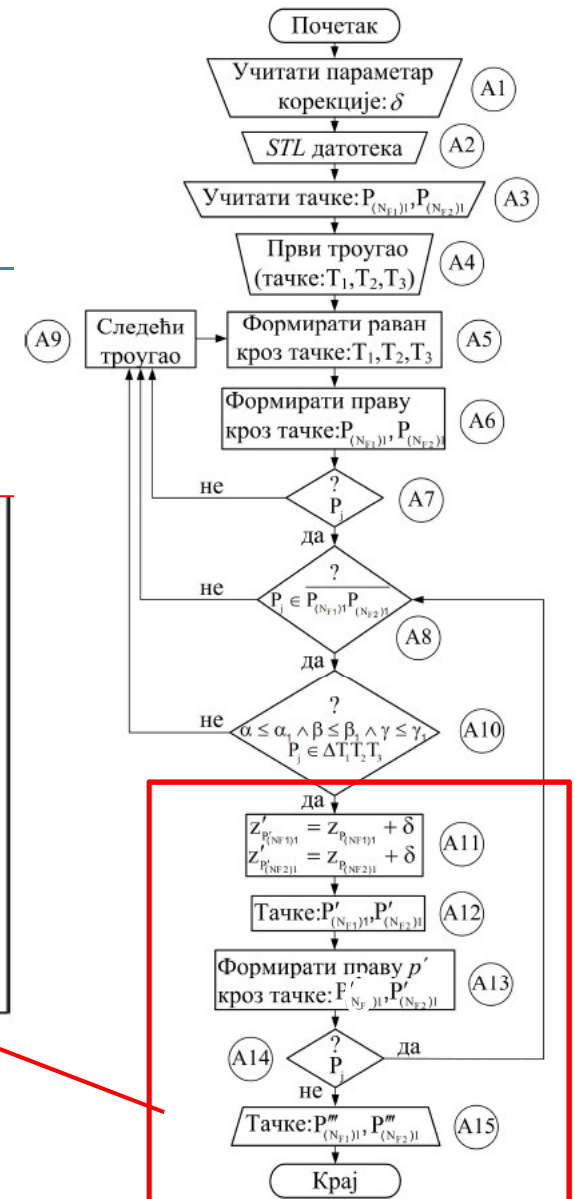
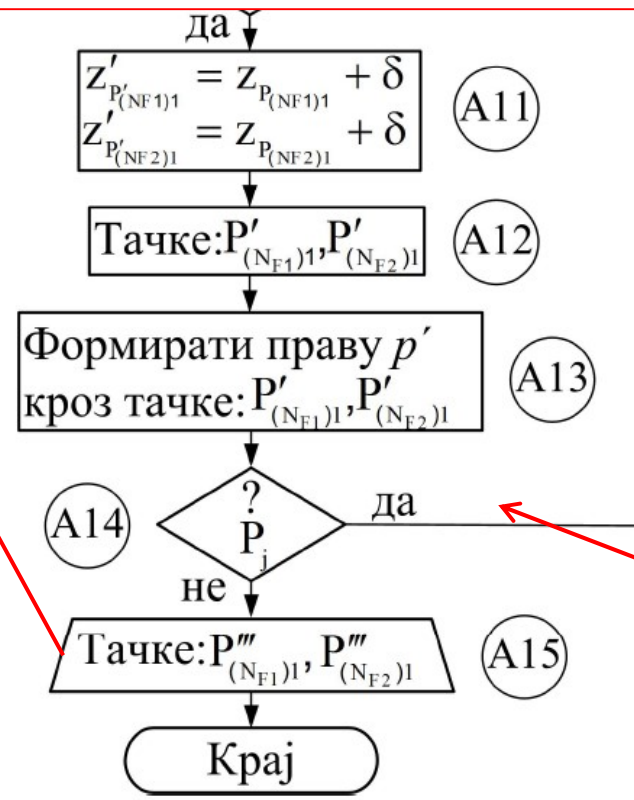


Слика 6.3: Алгоритам за избегавање колизије

Алгоритам за избегавање колизије (АИК)



Слика 6.3: Алгоритам за избегавање колизије



Слика 6.3: Алгоритам за избегавање колизије

Алгоритам за планирање путање мерног сензора (APP)

Процедура APP

S1: Учитати *ADMT* за *F1*:

$$\rightarrow (P^{\text{tran}})_{F1}, (P_1^{\text{tran}})_{F1}, (P_2^{\text{tran}})_{F1}$$

S2: Формирати:

$$S_{\text{mo}}^{F1} = \begin{bmatrix} (s_2)_{1j}^{F1} & (s_1)_{1j}^{F1} & (s)_{1j}^{F1} & (s_1)_{1j}^{F1} \end{bmatrix};$$

$$T_{\text{mo}}^{F1} = \begin{bmatrix} (t_2)_{2j}^{F1} & (t_1)_{2j}^{F1} & (t)_{2j}^{F1} & (s_1)_{2j}^{F1} \end{bmatrix};$$

$$W_{\text{mo}}^{F1} = \begin{bmatrix} (w_2)_{3j}^{F1} & (w_1)_{3j}^{F1} & (w)_{3j}^{F1} & (w_1)_{3j}^{F1} \end{bmatrix}, j = 1$$

S3: Учитати *ADMT* за *F2*:

$$\rightarrow (P^{\text{tran}})_{F2}, (P_1^{\text{tran}})_{F2}, (P_2^{\text{tran}})_{F2}$$

S4: Формирати:

$$S_{\text{mo}}^{F2} = \begin{bmatrix} (s_2)_{1j}^{F2} & (s_1)_{1j}^{F2} & (s)_{1j}^{F2} & (s_1)_{1j}^{F2} \end{bmatrix};$$

$$T_{\text{mo}}^{F2} = \begin{bmatrix} (t_2)_{2j}^{F2} & (t_1)_{2j}^{F2} & (t)_{2j}^{F2} & (s_1)_{2j}^{F2} \end{bmatrix};$$

$$W_{\text{mo}}^{F2} = \begin{bmatrix} (w_2)_{3j}^{F2} & (w_1)_{3j}^{F2} & (w)_{3j}^{F2} & (w_1)_{3j}^{F2} \end{bmatrix}, j = 1, 2, 3, \dots, N$$

Процедура APP

S1: Учитати *ADMT* за *F1*:

$$\rightarrow (P^{\text{tran}})_{F1}, (P_1^{\text{tran}})_{F1}, (P_2^{\text{tran}})_{F1}$$

S2: Формирати:

$$S_{\text{mo}}^{F1} = \begin{bmatrix} (s_2)_{1j}^{F1} & (s_1)_{1j}^{F1} & (s)_{1j}^{F1} & (s_1)_{1j}^{F1} \end{bmatrix};$$

$$T_{\text{mo}}^{F1} = \begin{bmatrix} (t_2)_{2j}^{F1} & (t_1)_{2j}^{F1} & (t)_{2j}^{F1} & (s_1)_{2j}^{F1} \end{bmatrix};$$

$$W_{\text{mo}}^{F1} = \begin{bmatrix} (w_2)_{3j}^{F1} & (w_1)_{3j}^{F1} & (w)_{3j}^{F1} & (w_1)_{3j}^{F1} \end{bmatrix}, j = 1, 2, 3, \dots, N$$

S3: Учитати *ADMT* за *F2*:

$$\rightarrow (P^{\text{tran}})_{F2}, (P_1^{\text{tran}})_{F2}, (P_2^{\text{tran}})_{F2}$$

S4: Формирати:

$$S_{\text{mo}}^{F2} = \begin{bmatrix} (s_2)_{1j}^{F2} & (s_1)_{1j}^{F2} & (s)_{1j}^{F2} & (s_1)_{1j}^{F2} \end{bmatrix};$$

$$T_{\text{mo}}^{F2} = \begin{bmatrix} (t_2)_{2j}^{F2} & (t_1)_{2j}^{F2} & (t)_{2j}^{F2} & (s_1)_{2j}^{F2} \end{bmatrix};$$

$$W_{\text{mo}}^{F2} = \begin{bmatrix} (w_2)_{3j}^{F2} & (w_1)_{3j}^{F2} & (w)_{3j}^{F2} & (w_1)_{3j}^{F2} \end{bmatrix}, j = 1, 2, 3, \dots, N$$

S5: Учитати *AIK* за *F1-F2*:

$$\rightarrow P_{(N_{F1})}^{\text{tr}} = [s_{F1}^{\text{tr}} \quad t_{F1}^{\text{tr}} \quad w_{F1}^{\text{tr}}]; P_{(N_{F2})}^{\text{tr}} = [s_{F2}^{\text{tr}} \quad t_{F2}^{\text{tr}} \quad w_{F2}^{\text{tr}}]$$

S6: Формирати матрицу кретања:

$$M = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1\mu} \\ t_{21} & t_{22} & \dots & t_{2\mu} \\ w_{31} & w_{32} & \dots & w_{3\mu} \end{bmatrix}, \mu = 1, 2, 3, \dots, 2(j+1),$$

$$\text{за } \mu = 1, 2, 3, \dots, j \Rightarrow s_{1\mu} = s_{1j}^{F1}, t_{2\mu} = t_{2j}^{F1}, w_{3\mu} = w_{3j}^{F1},$$

$$\text{за } \mu = j+1 \Rightarrow s_{1\mu} = s_{F1}^{\text{tr}}, t_{2\mu} = t_{F1}^{\text{tr}}, w_{3\mu} = w_{F1}^{\text{tr}}; \mu = j+2 \Rightarrow s_{1\mu} = s_{F2}^{\text{tr}}, t_{2\mu} = t_{F2}^{\text{tr}}, w_{3\mu} = w_{F2}^{\text{tr}},$$

$$\text{за } \mu = (j+2), \dots, 2(j+1) \Rightarrow s_{1\mu} = s_{1j}^{F2}, t_{2\mu} = t_{2j}^{F2}, w_{3\mu} = w_{3j}^{F2}$$

Алгоритам за планирање путање мерног сензора (APP)

S5: Учитати *AIK* за *F1-F2*:

$$\rightarrow P_{(N_{F1})1}''' = [s_{F1}''' \quad t_{F1}''' \quad w_{F1}''']; P_{(N_{F2})1}''' = [s_{F2}''' \quad t_{F2}''' \quad w_{F2}''']$$

S6: Формирати матрицу кретања:

$$M = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1\mu} \\ t_{21} & t_{22} & \dots & t_{2\mu} \\ w_{31} & w_{32} & \dots & w_{3\mu} \end{bmatrix}, \mu = 1, 2, 3, \dots, 2(j+1),$$

$$\text{за } \mu = 1, 2, 3, \dots, j \Rightarrow s_{1\mu} = s_{1j}^{F1}; t_{2\mu} = t_{2j}^{F1}; w_{3\mu} = w_{3j}^{F1},$$

$$\text{за } \mu = j+1 \Rightarrow s_{1\mu} = s_{F1}'''; t_{2\mu} = t_{F1}'''; w_{3\mu} = w_{F1}'''; \mu = j+2 \Rightarrow s_{1\mu} = s_{F2}'''; t_{2\mu} = t_{F2}'''; w_{3\mu} = w_{F2}''',$$

$$\text{за } \mu = (j+2), \dots, 2(j+1) \Rightarrow s_{1\mu} = s_{1j}^{F2}; t_{2\mu} = t_{2j}^{F2}; w_{3\mu} = w_{3j}^{F2}$$

Процедура *APP*

S1: Учитати *ADMT* за *F1*:

$$\rightarrow (P_{F1}^{tran}), (P_{F1}^{tran}), (P_{F1}^{tran})$$

S2: Формирати:

$$S_{mo}^{F1} = [s_{1j}^{F1} \quad s_{1j}^{F1} \quad s_{1j}^{F1} \quad s_{1j}^{F1}];$$

$$T_{mo}^{F1} = [t_{2j}^{F1} \quad t_{2j}^{F1} \quad t_{2j}^{F1} \quad t_{2j}^{F1}];$$

$$W_{mo}^{F1} = [w_{3j}^{F1} \quad w_{3j}^{F1} \quad w_{3j}^{F1} \quad w_{3j}^{F1}], j = 1, 2, 3, \dots, N$$

S3: Учитати *ADMT* за *F2*:

$$\rightarrow (P_{F2}^{tran}), (P_{F2}^{tran}), (P_{F2}^{tran})$$

S4: Формирати:

$$S_{mo}^{F2} = [s_{1j}^{F2} \quad s_{1j}^{F2} \quad s_{1j}^{F2} \quad s_{1j}^{F2}];$$

$$T_{mo}^{F2} = [t_{2j}^{F2} \quad t_{2j}^{F2} \quad t_{2j}^{F2} \quad t_{2j}^{F2}];$$

$$W_{mo}^{F2} = [w_{3j}^{F2} \quad w_{3j}^{F2} \quad w_{3j}^{F2} \quad w_{3j}^{F2}], j = 1, 2, 3, \dots, N$$

S5: Учитати *AIK* за *F1-F2*:

$$\rightarrow P_{(N_{F1})1}''' = [s_{F1}''' \quad t_{F1}''' \quad w_{F1}''']; P_{(N_{F2})1}''' = [s_{F2}''' \quad t_{F2}''' \quad w_{F2}''']$$

S6: Формирати матрицу кретања:

$$M = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1\mu} \\ t_{21} & t_{22} & \dots & t_{2\mu} \\ w_{31} & w_{32} & \dots & w_{3\mu} \end{bmatrix}, \mu = 1, 2, 3, \dots, 2(j+1),$$

$$\text{за } \mu = 1, 2, 3, \dots, j \Rightarrow s_{1\mu} = s_{1j}^{F1}; t_{2\mu} = t_{2j}^{F1}; w_{3\mu} = w_{3j}^{F1},$$

$$\text{за } \mu = j+1 \Rightarrow s_{1\mu} = s_{F1}'''; t_{2\mu} = t_{F1}'''; w_{3\mu} = w_{F1}'''; \mu = j+2 \Rightarrow s_{1\mu} = s_{F2}'''; t_{2\mu} = t_{F2}'''; w_{3\mu} = w_{F2}''',$$

$$\text{за } \mu = (j+2), \dots, 2(j+1) \Rightarrow s_{1\mu} = s_{1j}^{F2}; t_{2\mu} = t_{2j}^{F2}; w_{3\mu} = w_{3j}^{F2}$$

ПИТАЊА !?