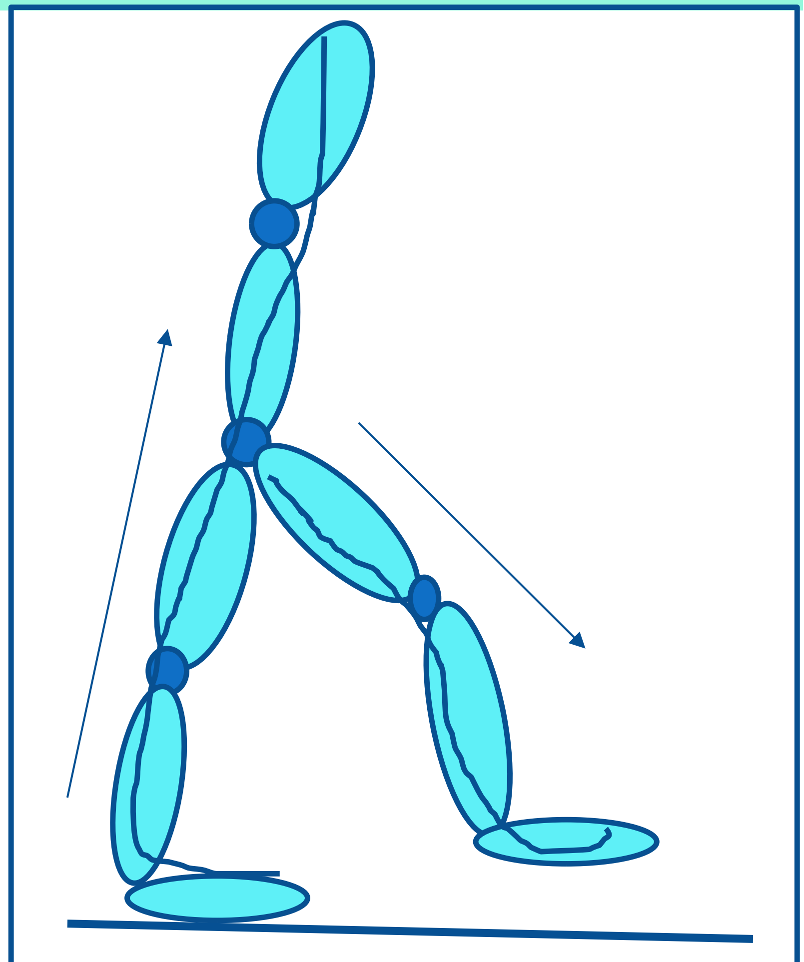
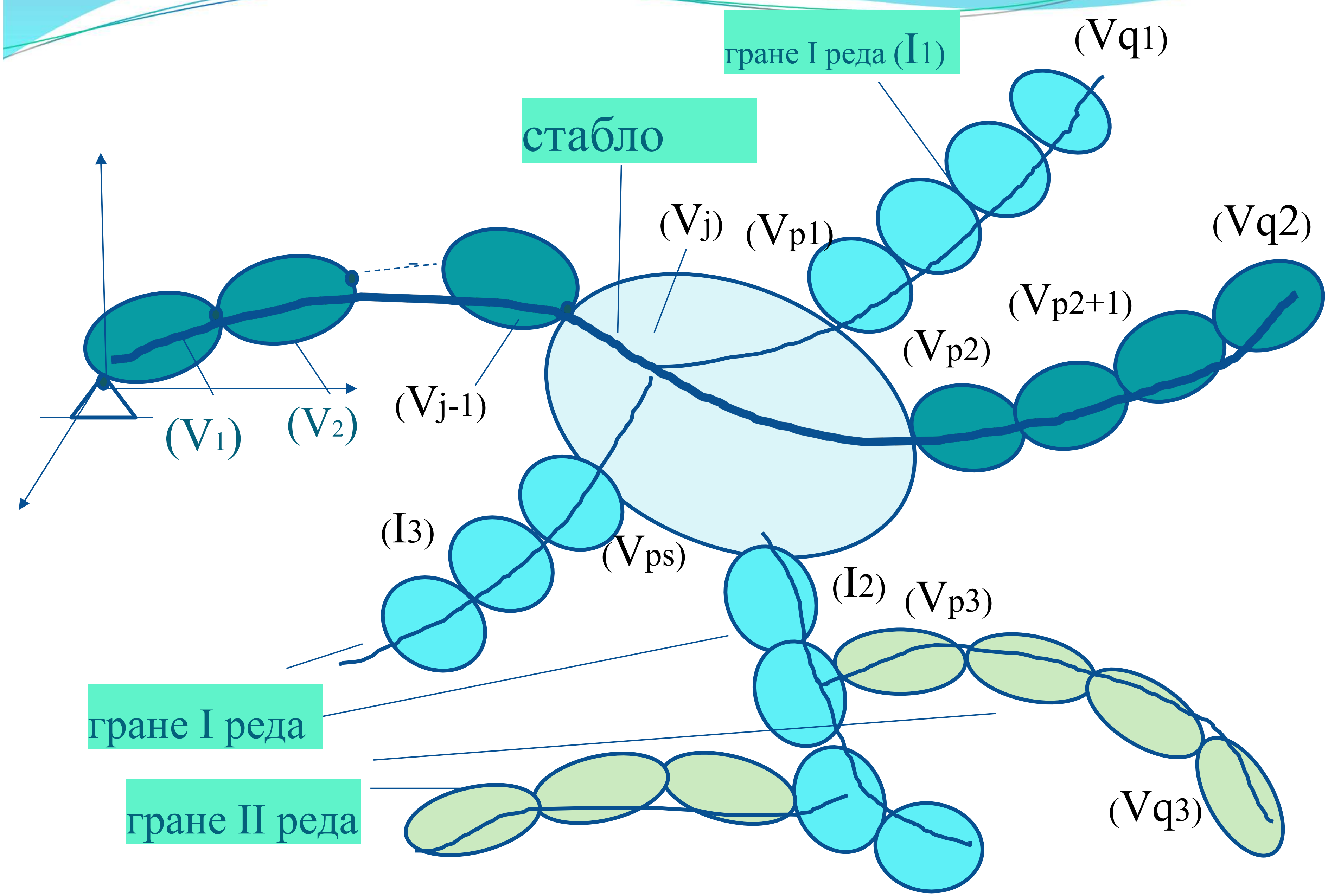
Роботски систем у облику кинематичког ланца са грањањем

- У циљу формирања диф. једначина кретања РС потребно је аутоматизовати тако што ћемо прво формирати структуру *тополошког дрвета* са правилном нумерацијом сегмената. Полази се од непокретног постоља и уочава низ сегмената који формирају „стабло“, после тога се формирају „прве гране“ тополошког дрвета а затим и „друге гране“ које су везане за прве гране. Поступак се наставља даље у зависности од сложености РС.



Пример човека при ходању


гране I реда (I1)
(Vq1)
стабло
(Vj)
(Vp1)
(Vq2)
(Vp2+1)
(Vp2)
(V1)
(V2)
(Vj-1)
(I3)
(Vps)
(I2)
(Vp3)
гране I реда
гране II реда
(Vq3)

- стабло

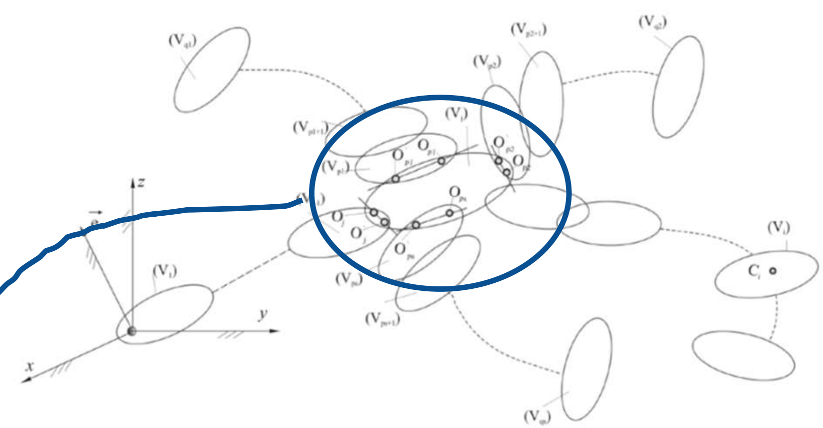
$(V_1)-(V_2)- \quad (V_j)-(V_{p2})- \longrightarrow (V_{q2}) \quad 1<q2$

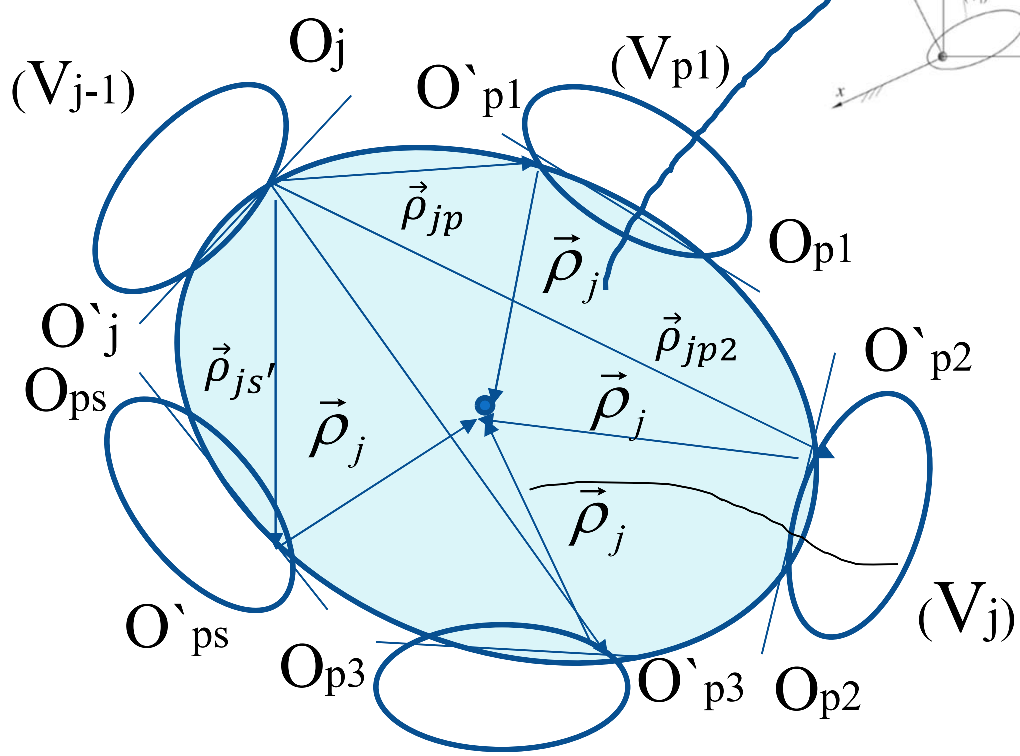
- Такође
- 1,2,3,...,j-1,j,p2,…,q2 Растући низ
- $j<p1<q1<p2<q2<\ldots<ps<qs$

Остали путеви формирају **гране**

$(V_{p1})-(V_{p1+1})-\ldots(V_{q1})-$ Грана реда I1

$(V_{p3})-\ldots(V_{q3})$ Грана реда II1





$$\begin{cases} \vec{\rho}_{jp1} = \overrightarrow{O_j O_{p1'}}, & \in (l1) \\ \vec{\rho}_{jp2} = \overrightarrow{O_j O_{p2'}}, & \in (l2) \\ \dots & \\ \vec{\rho}_{js'} = \overrightarrow{O_j O_{ps'}}, & \in (ls) \end{cases}$$

$$\vec{\rho}_{jpr} = \overrightarrow{O_j O_{pr'}}, \quad r = 1, 2, \dots, s$$

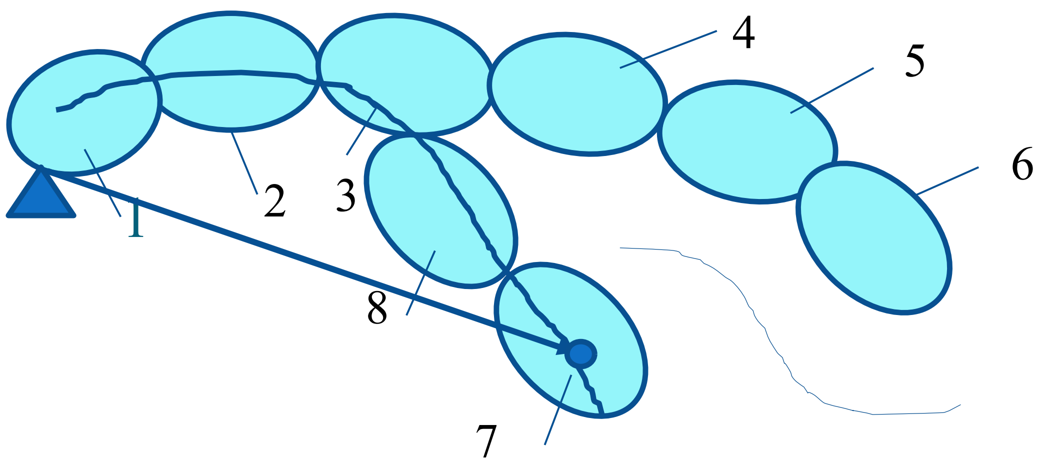
$\vec{\rho}_{jj}$ ово је „*наш вектор*“ ➡

$$j < p_1 < q_1 < p_2 < q_2 \dots < p_s < q_s$$

- Уводи се помоћни вектор η који води рачуна о сегментима који се налазе на уоченом путу $\{l\}$ стаблу или грани.

- Пример РС са 8 сегмената

- Треба одредити r_{c7}



Пут (V1),(V2),),(V3),),(V8), (V7),

- Помоћни вектор η

Бр. сег	1	2	3	4	5	6	7	8
η	1	1	1	0	0	0	1	1

- 1- сегмент је на путу 0- није на путу

$$\overrightarrow{OC}_i = \vec{r}_{Ci} = \sum_{k=1}^{i} \eta_{\kappa(i)} \left(\vec{\rho}_{kk} + \xi_k q^k \vec{e}_k \right) + \vec{\rho}_i$$

$$\overrightarrow{OC}_7 = \vec{r}_{C7} = 1 \cdot \left(\vec{\rho}_{11} + \xi_1 q^1 \vec{e}_1 \right) + 1 \cdot \left(\vec{\rho}_{22} + \xi_2 q^2 \vec{e}_2 \right) + 1 \cdot \left(\vec{\rho}_{33} + \xi_3 q^3 \vec{e}_3 \right) +$$

$$+ 1 \cdot \left(\vec{\rho}_{88} + \xi_8 q^8 \vec{e}_8 \right) + 1 \cdot \left(\vec{\rho}_{77} + \xi_7 q^7 \vec{e}_7 \right) \vec{\rho}_7$$

$$\vec{T}_{\alpha(i)} = \frac{\partial \vec{r}_{ci}}{\partial q^\alpha} = \begin{cases} \{ \eta_{\alpha(i)} \bar{\xi}_\alpha \vec{e}_\alpha \times \left(\sum_{i=1}^{n} \eta_{\alpha(i)} \left(\vec{\rho}_{kk} + \xi_k q^k \vec{e}_k \right) + \vec{\rho}_i \right) + \eta_{\alpha(i)} \xi_\alpha \vec{e}_\alpha & \forall \alpha \le i \\ 0 & \forall \alpha > i \end{cases}$$

- Овим вектором допуњени су претходни изрази који важе за РС отворени кинематички ланац без гранања

- Коефицијенти метричког тензора

$$a_{\alpha\beta(i)} = \sum_{i=1}^{n} m_i \left(\vec{T}_{\alpha(i)}\right)\left\{\vec{T}_{\beta(i)}\right\} + \sum_{i=1}^{n} \left(\eta_{\alpha(i)}\vec{\Omega}_{\alpha(i)}\right)\left[J_{Ci}\right]\left\{\eta_{\beta(i)}\vec{\Omega}_{\beta(i)}\right\}$$

- Кристоферов симбол 1 врсте

$$\vec{\Gamma}_{\alpha\beta,\gamma} = \sum_{i=1}^{n} m_i \eta_{i(\alpha)} \bar{\xi}_{\alpha} \left(\vec{e} \times \vec{T}_{\beta(i)}\right)\left\{\vec{T}_{\gamma(i)}\right\} + \sum_{i=1}^{n} \eta_{\alpha(i)}\eta_{\beta(i)}\eta_{\gamma(i)} \left(\vec{\Omega}_{\beta(i)} \times \vec{\Omega}_{\gamma(i)}\right)\left[\Pi_{Ci}\right]\left\{\vec{\Omega}_{\alpha(i)}\right\}$$

- Родригова матрица трансформације

$$\left[A_R^k\right] = [I] + \eta_{k(i)} \bar{\xi}_k \left[\left(1 - \cos q^k\right)\left[e_k^d\right]^2 + \sin q^k \left[e_k^d\right]\right]$$