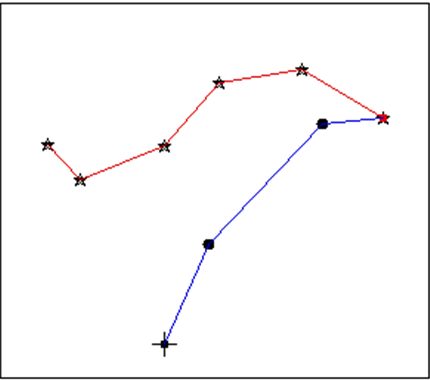


Плоский трехзвенный манипулятор Planar three-link manipulator

Задача.  
Схват плоского манипулятора должен проходить через заданные точки.Найти  
положения манипулятора.  
Решение.  
Аппроксимируем заданные точки непрерывной функцией-уравнениями прямых,  
соединяющих две соседние точки:

$$x_6 - \frac{y^P_i - y^P_{i-1}}{x^P_i - x^P_{i-1}} \cdot x_5 = 0$$



Размеры звеньев

L1:= 0.51            L2:= 0.6            L3:= 0.22

Заданные точки

xP:=(0.7938 0.5 0.2 0 -0.3 -0.42)<sup>T</sup>  
yP:=(0.8249 1 0.95 0.72 0.6 0.725)<sup>T</sup>

plotG(u , v , char , size , col):=  $\left\{ \begin{array}{l} n:=\text{length}(u) \\ \text{plot}:=\text{augment}(u_1 , v_1 , \text{char} , \text{size} , \text{col}) \\ \text{for } i \in 2 \dots n \\ \quad \text{plot}:=\text{stack}(\text{plot} , \text{augment}(u_i , v_i , \text{char} , \text{size} , \text{col})) \\ \text{plot} \end{array} \right.$

Δt:= 0.005    Шаг интегрирования

Координаты шарниров, когда схват находится в каждой заданной точке

X0:=  $\begin{pmatrix} 0.1651 & 0.3644 & 0.5756 & 0.8022 & 0.7938 & 0.8249 \\ 0.312 & 0.2525 & 0.3375 & 0.8528 & 0.5003 & 0.9998 \\ 0.2964 & 0.2774 & 0.0267 & 0.8175 & 0.2037 & 0.9472 \\ 0.2364 & 0.33 & -0.2166 & 0.729 & 0.002 & 0.7193 \\ 0.1046 & 0.3922 & -0.4908 & 0.4916 & -0.2965 & 0.5934 \end{pmatrix}$

Уравнения геометрических связей

$$f_1 := \left(x_1\right)^2 + \left(x_2\right)^2 - (L1)^2$$

$$f_2 := (x_4 - x_2)^2 + (x_3 - x_1)^2 - L_2^2$$

$$f_3 := (x_5 - x_3)^2 + (x_6 - x_4)^2 - L_3^2$$

$$f_4 = x_6 - \frac{y_{P_i} - y_{P_{i-1}}}{x_{P_i} - x_{P_{i-1}}} \cdot x_5 \quad \text{Уравнение прямой}$$

$$f_5 = x_4 \quad \text{Если фиксируется переменная } x_1$$

$$f_5 = x_2 \quad \text{Если фиксируется переменная } x_6$$

```

for i ∈ 2 .. rows(xP)
  "число шагов интегрирования"
  Ni-1 := trunc  $\left( \frac{\sqrt{(x_{P_i} - x_{P_{i-1}})^2 + (y_{P_i} - y_{P_{i-1}})^2}}{\Delta t} \right) + 14$ 
  "Уравнение прямой"
  f4 := x6 -  $\frac{y_{P_i} - y_{P_{i-1}}}{x_{P_i} - x_{P_{i-1}}} \cdot x_5$ 
  "Строка начальных координат"
  A1 i-1 := row(X0, i-1)
  "Верхняя строка матрицы координат"
  B2i-1 := A1 i-1
  for k ∈ 2 .. Ni-1
    "Изменение f5 в зависимости от"
    "четного или не четного k "
    if (-1)k = -1
      f5 := x2
    else
      f5 := x4
    "Считаем D методом новую строку координат,"
    "принимая предыдущую за строку начальных координат"
    "количество шагов интегрирования N=1"
    Ak i-1 := submatrix  $\left( D \left( A_{k-1 i-1}^T, 0, \Delta t, 1 \right), 2, 2, 2, \text{rows}(f)+2 \right)$ 
    "Помещаем новую строку в стек"
    B2i-1 := eval(stack(B2i-1, Ak i-1))
    "Условие достижения следующей точки"
    if col(B2i-1, 5)k ≥ xP_i
      s1i-1 k := k
    else
      s1i-1 k := 1
    N2i-1 := max(row(s1, i-1))
  B1i-1 := submatrix(B2i-1, 1, N2i-1, 1, 6)
B3 := eval(stack(B11, B12, B13, B14, B15))

```

$\tau := 0 \dots \text{rows}(B3) - 1$

