

Algoritm

```

F(fx, fy, Nr, NrG, tlim, lim, p) :=
    pos ← p
     $\begin{pmatrix} N \\ M \end{pmatrix} \leftarrow \text{Nr}$ 
     $\begin{pmatrix} t0 \\ tf \end{pmatrix} \leftarrow \text{tlim}$ 
     $\begin{pmatrix} xlimstg \\ xlimdr \\ ylimjos \\ ylimsus \end{pmatrix} \leftarrow \text{lim}$ 
     $\begin{pmatrix} pasx \\ pasy \end{pmatrix} \leftarrow \begin{pmatrix} \frac{xlimdr - xlimstg}{N} \\ \frac{ylimsus - ylimjos}{M} \end{pmatrix}$ 
    k ← 0
    for i ∈ 0..N
        xlim ← xlimstg + i · pasx
        for j ∈ 0..M
            ylim ← ylimjos + j · pasy
             $\begin{pmatrix} xlimv_k \\ ylimv_k \end{pmatrix} \leftarrow \begin{pmatrix} xlim \\ ylim \end{pmatrix}$ 
             $D(t, p) \leftarrow \begin{pmatrix} fx(p_0, p_1, t, pos) \\ fy(p_0, p_1, t, pos) \end{pmatrix}$ 
             $L \leftarrow RKadapt\left[\begin{pmatrix} xlimv_k \\ ylimv_k \end{pmatrix}, t0, tf, NrG, D\right]$ 
            if j = 0 ∧ i = 0
                 $t \leftarrow L^{(0)}$ 
                 $x \leftarrow L^{(1)}$ 
                 $y \leftarrow L^{(2)}$ 
            otherwise
                 $t \leftarrow augment(t, L^{(0)})$ 
                 $x \leftarrow augment(x, L^{(1)})$ 
                 $y \leftarrow augment(y, L^{(2)})$ 
            k ← k + 1
    (t x y xlimv ylimv)T
    
```

Note Algoritm

- N și M reprezintă numărul de puncte de pe axa x și y pentru calcul ecuațiilor diferențiale iar pas este distanța cea mai mică între două puncte și determină precizia de reprezentare a traiectoriei
- $t0$ și tf sunt timpii, inițial și final între care evoluează sistemul dinamic
- $xlimstg$, ..sunt limitele din spațiul fazelor pentru stările inițiale ale sistemului
- $xlim$ și $ylim$ sunt variabile cu contor, ce realizează rețeaua de puncte de unde pleacă traiectoriile, iar $xlimv$ și $ylimv$ sunt vectorii ce rețin valorile punctelor
- cele doua funcții D și L dau ca rezultat geometric, o curbă, care este soluție a sistemului pentru un anumit punct din rețeaua de puncte inițiale
- $RKadapt$ este funcția predefinită din *Mathcad* pentru rezolvarea sistemului de ecuații diferențiale folosind metoda *Runge Kutta*, $p0$ și $p1$ fiind variabile ce lucrează în interiorul funcției iar t fiind variabilă contor

Note Algorithm

- N și M reprezintă numărul de puncte de pe axa x și y pentru calcul ecuațiilor diferențiale iar pas este este distanța cea mai mica între două puncte și determină precizia de reprezentare a traiectoriei
- t_0 și t_f sunt timpii, inițial și final între care evoluează sistemul dinamic
- $xlimstg$, ..sunt limitele din spațiul fazelor pentru stările inițiale ale sistemului
- $xlim$ și $ylim$ sunt variabile cu contor, ce realizează rețeaua de puncte de unde pleacă traiectoriile, iar $xlimv$ și $ylimv$ sunt vectorii ce rețin valorile punctelor
- cele doua funcții D și L dau ca rezultat geometric, o curbă, care este soluție a sistemului pentru un anumit punct din rețeaua de puncte inițiale
- $RKadapt$ este funcția predefinită din *Mathcad* pentru rezolvarea sistemului de ecuații diferențiale folosind metoda *Runge Kutta*, p_0 și p_1 fiind variabile ce lucrează în interiorul funcției iar t fiind variabilă contor

Funcții

$$f_x(x, y, t, p) := \begin{cases} -y + x \cdot (1 - x^2) & \text{if } p = 1 \\ y \cdot (1 - x^2 - y^2) & \text{if } p = 2 \\ -y + x \cdot (1 - x^2) & \text{if } p = 3 \\ -x + y^3 & \text{if } p = 4 \\ -y + x \cdot (1 - x^2) & \text{if } p = 5 \\ \cos(y) & \text{if } p = 6 \\ x \cdot (y^2 - x^2 - 1) & \text{if } p = 7 \\ \sin(x) & \text{if } p = 8 \\ \sin(x + y) & \text{if } p = 9 \\ \sin\left(\frac{x \cdot y}{y + 1}\right) & \text{if } p = 10 \\ \sin(x)^2 & \text{if } p = 11 \\ \sin(y^2 + x \cdot y + x^2) & \text{if } p = 12 \\ \sin(2y) - \cos(2x) & \text{if } p = 13 \\ \cos(x)^2 - \sin(y) + 1 & \text{if } p = 14 \\ \frac{x}{e^{\sin(y)}} & \text{if } p = 15 \\ \sin(x - y) & \text{if } p = 16 \end{cases}$$

$$f_y(x, y, t, p) := \begin{cases} x + y \cdot (1 - x^2 - y^2) & \text{if } p = 1 \\ -x + x^3 & \text{if } p = 2 \\ -x + x^3 & \text{if } p = 3 \\ x + y \cdot (1 - x^2 - y^2) & \text{if } p = 4 \\ x + y \cdot (1 + x^2 - y^2) & \text{if } p = 5 \\ \sin(x) & \text{if } p = 6 \\ y \cdot (x^2 - y^2 - 1) & \text{if } p = 7 \\ \cos(x \cdot y) & \text{if } p = 8 \\ \sin(x) - \cos(y) & \text{if } p = 9 \\ \cos(x) & \text{if } p = 10 \\ 1 - \cos(y) & \text{if } p = 11 \\ \cos(y^2 + x \cdot y + x^2) & \text{if } p = 12 \\ \sin(2x) + \cos(2y) & \text{if } p = 13 \\ \sin(y)^2 - \cos(x) + 1 & \text{if } p = 14 \\ \frac{y}{e^{\sin(x)}} & \text{if } p = 15 \\ \sin(x)^3 - \cos(y)^3 & \text{if } p = 16 \end{cases}$$