

Elemente de grafică pe calculator #14

Principii de animație

Noțiuni de cinematică

1) Poziția obiectelor - coordonatele punctelor exprimate într-un sistem de referință: de exemplu sistem cartezian 2D: $P1(x1,y1), \dots Pn(xn,yn)$.

2) Deplasarea (mișcarea) obiectelor:

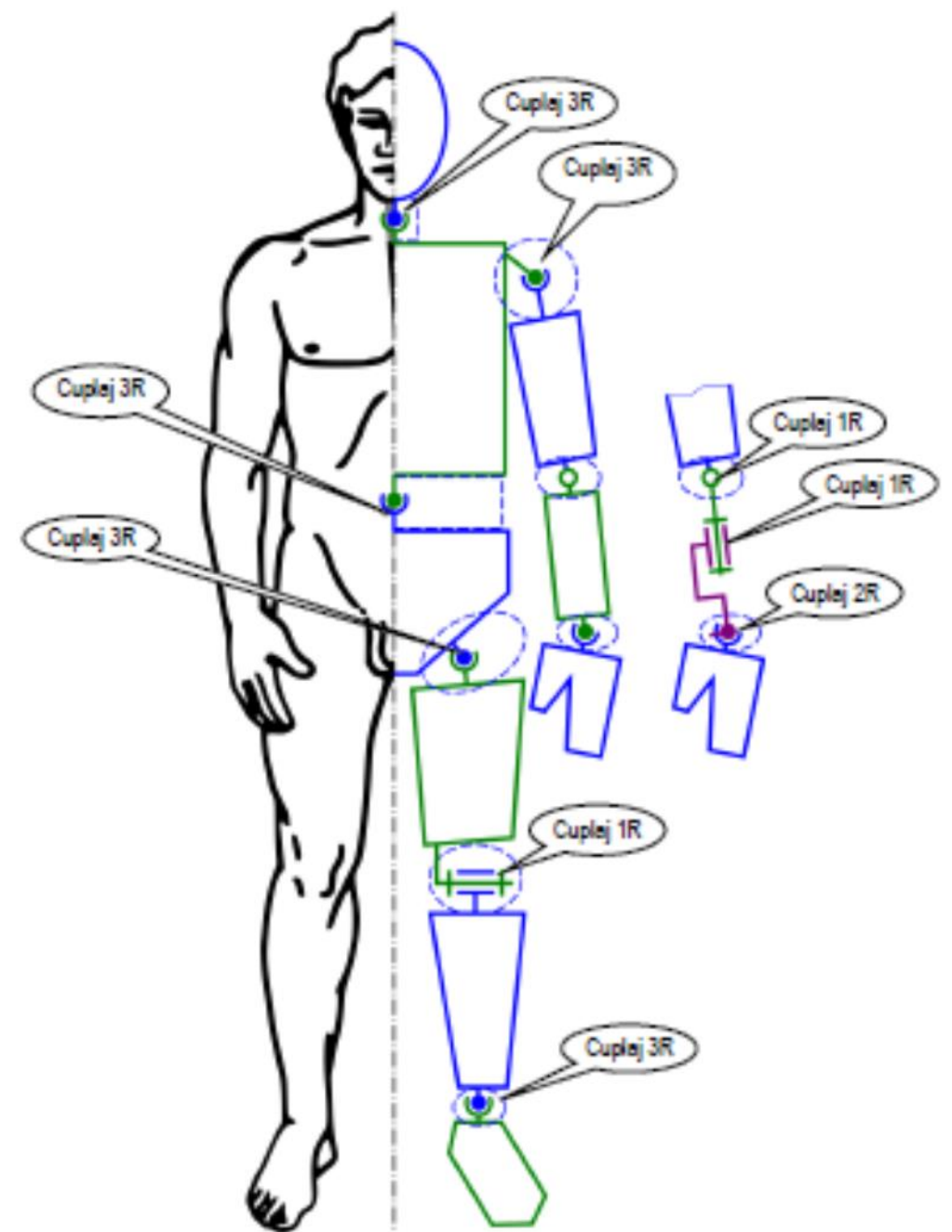
- variația poziției în timp = *viteza*: $Vx=dx/dt$, $Vy=dy/dt$, (derivata de ordinul 1 a spațiului),
- variația vitezei în timp = *acelerația*: $ax=dVx/dt$, $ay=dVy/dt$ (derivata de ordinul 1 a vitezei, respectiv derivata de ordinul 2 a spațiului)

• Tipuri fundamentale de mișcări:

- **Translația (T)**: în spațiul cartezian 3D un obiect liber are 3 translații posibile -3T de-a lungul axelor de coordonate.
- **rotația (R)**: poziția = unghi θ , viteza unghiulară $\omega=d\theta/dt$, accelerația unghiulară $\epsilon=d\omega/dt$: în spațiul cartezian 3D un obiect liber are 3 rotații posibile -3R în jurul fiecărei axe de coordonate.

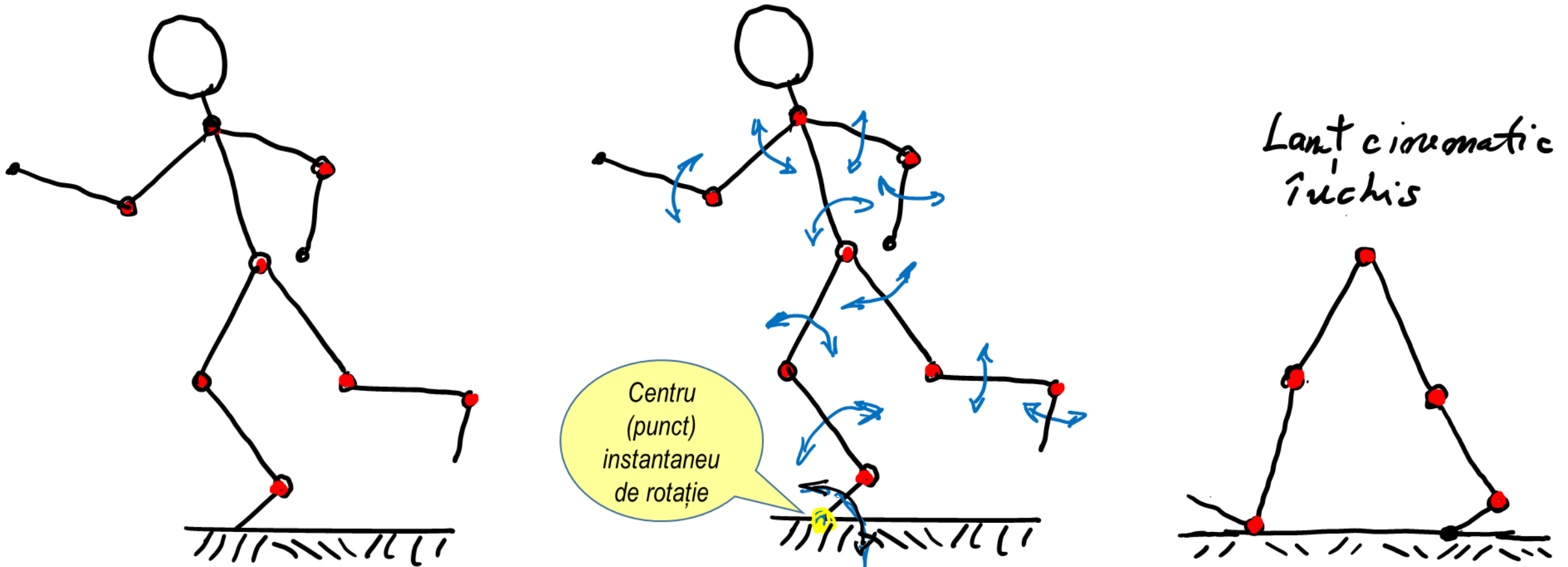
Structura cinematică: *elemente cuplate* între ele

- Elementele sunt *obiecte rigide*.
- Cuplajele sunt modele de *cuple cinematice*.
- Cuplele cinematice **anulează** o parte din *gradele de libertate* ale obiectelor conectate.
- Un obiect în mișcare liberă are 6 grade (posibile) de libertate: 3 translații și 3 rotații (3T3R) – în raport cu un sistem de referință cartezian tridimensional.
- Mișcările permise de un anumit cuplaj sunt considerate *grade de mobilitate*.
- Exemplu: O **cuplă 2R** **anulează 4 grade de libertate** (din cele 6 posibile), adică suprimă toate translațiile (3T) și o rotație (1R)



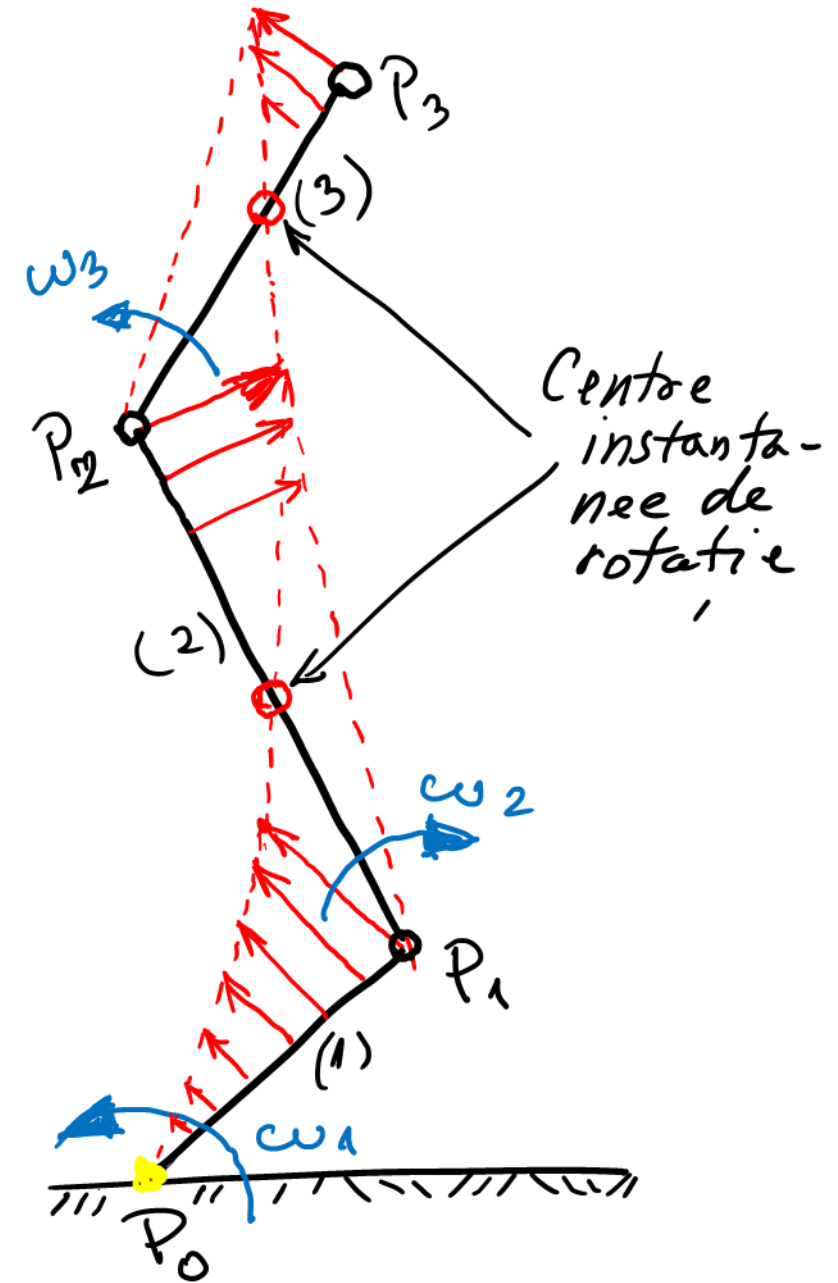
Silueta umană ca lanț cinematic

- Lanțurile cinematice pot fi închise sau deschise
- Fiecare element se mișcă potrivit gradului de mobilitate permis de cuplaj



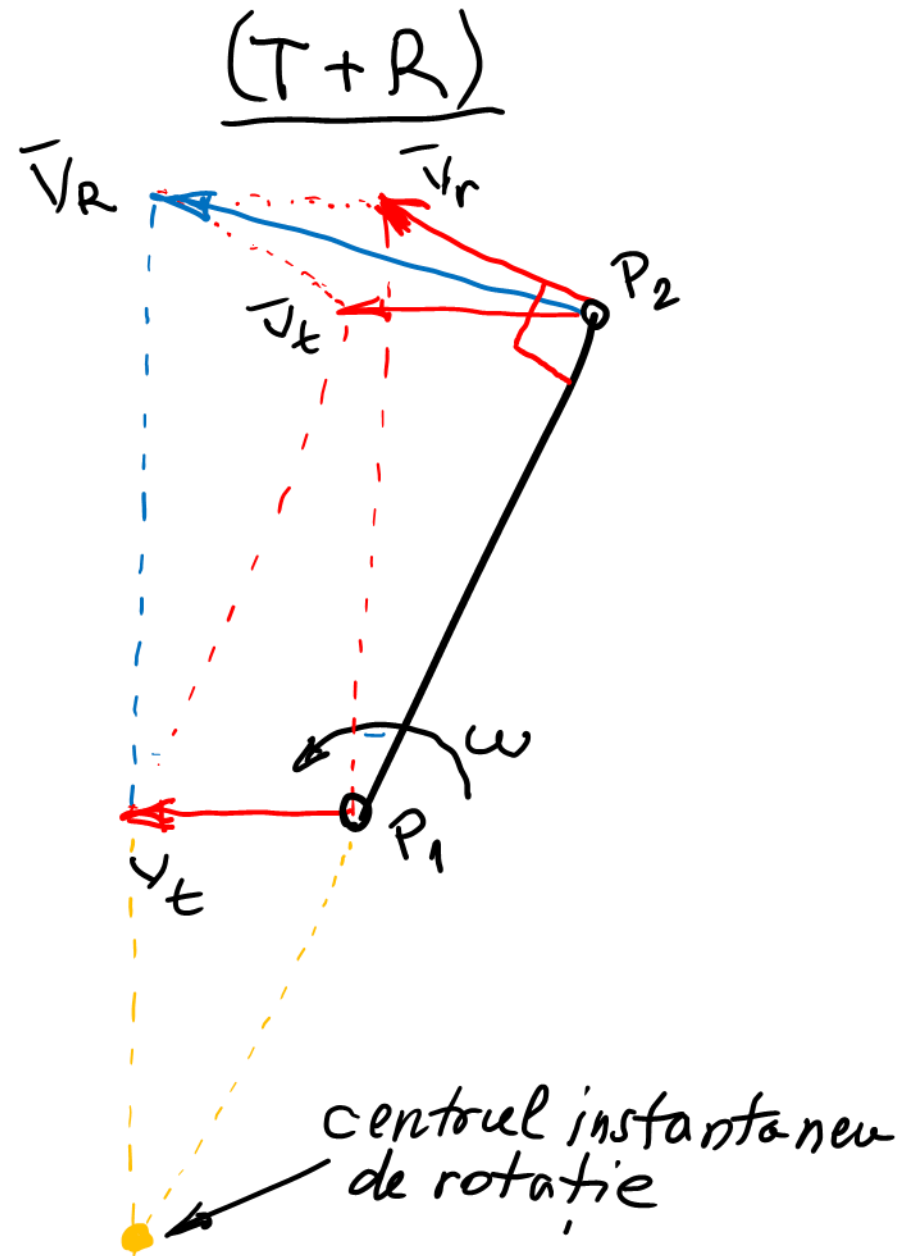
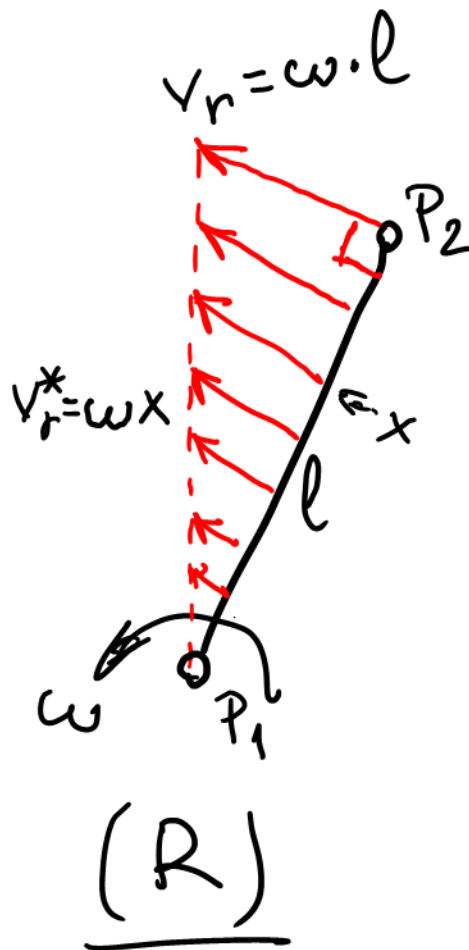
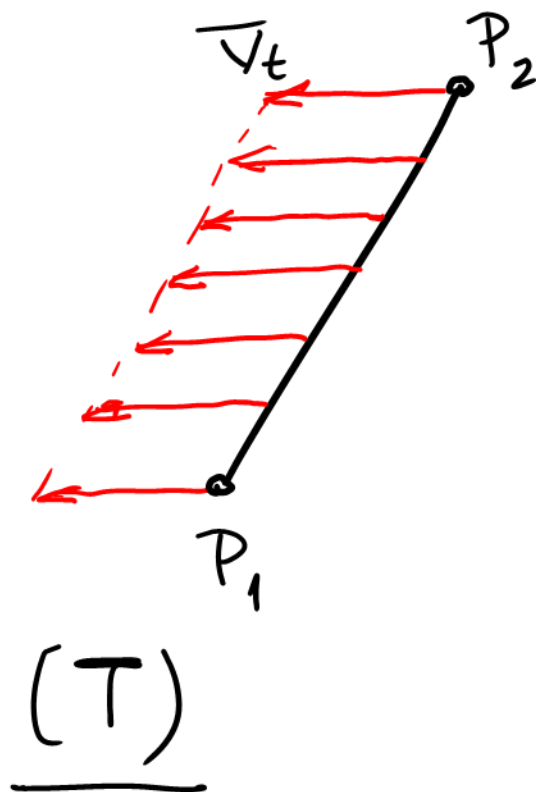
Cinematica inversă

- **Metoda cinematicii inverse** constă în acționarea unui lanț de obiecte interconectate, prin manipularea unui **obiect de control** de la extremitatea lanțului respectiv rezultând astfel poziția articulațiilor (legăturilor).
- Prin **metoda cinematicii directe**, în mod uzual se verifică rezultatul obținut, prin cunoașterea datelor punctelor de legătură (articulații) și determinarea poziției elementului final.



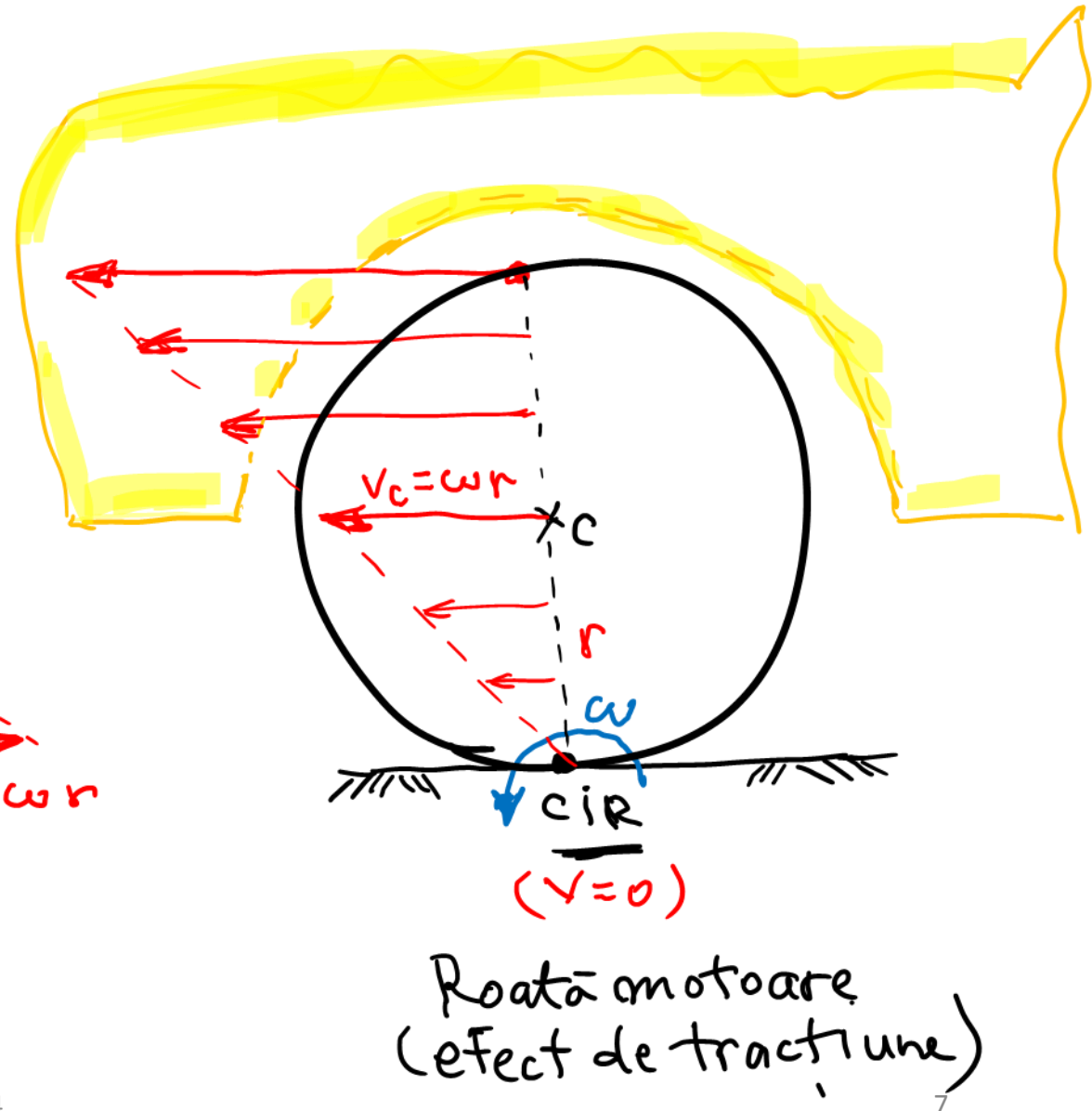
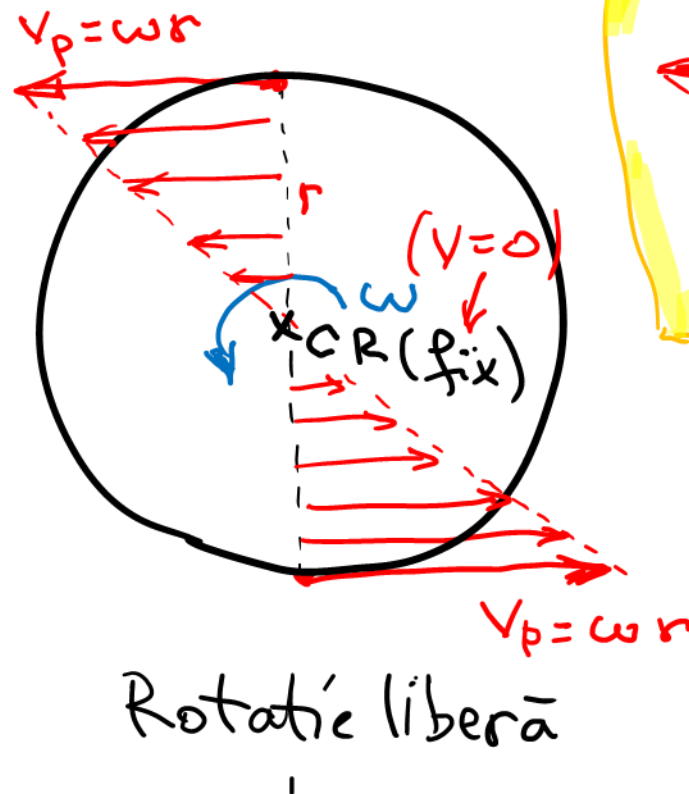
Distribuții de viteze

- Translație (T)
- Rotație (R)
- Compunere (T+R)



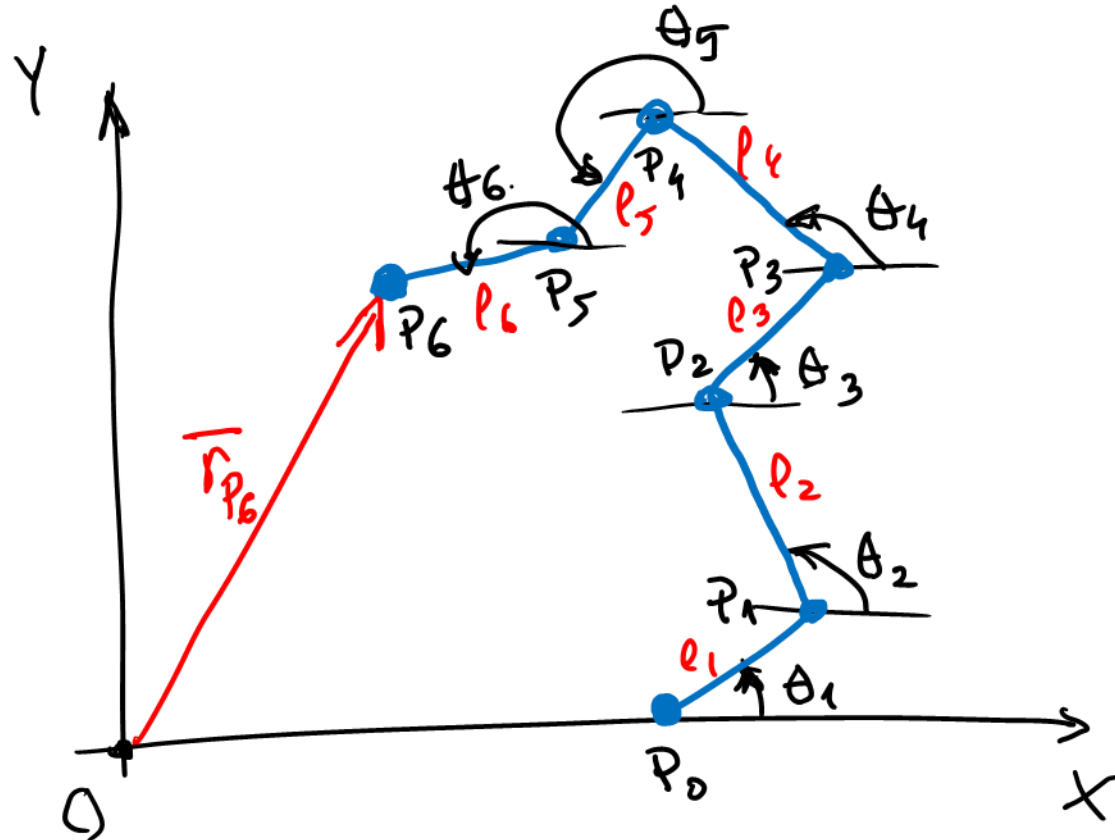
Obiecte de tip roată

- În contact cu solul *centrul de rotație* (CR) se mută în punctul de contact devenind *centru instantaneu de rotație* (CIR).
- CR și CIR au viteza liniară (de translație) zero.



Rezolvarea lanțurilor cinematice

- Cinematica inversă = determinarea coordonatelor de poziție ale articulațiilor.
- *Metoda contururilor* = **proiecția** lanțului cinematic pe axele sistemului de coordonate de referință.



Metoda contururilor

- Sistem neliniar de ecuații nedeterminat (2 ecuații și mai mult de 2 necunoscute (unghiurile articulațiilor)).
- Sistemul poate avea mai multe soluții în funcție de fixarea parametrilor
- l_1, \dots, l_n – dimensiuni cunoscute, unghiurile θ_i – fixate prin cuple motoare, x_p, y_p – necunoscute (rezultate)

$$\begin{cases} x_p = l_1 \cos \theta_1 + l_2 \cos \theta_2 + l_3 \cos \theta_3 + \dots + l_n \cos \theta_n \\ y_p = l_1 \sin \theta_1 + l_2 \sin \theta_2 + l_3 \sin \theta_3 + \dots + l_n \sin \theta_n \end{cases}$$

Principii ale animației

<https://www.youtube.com/watch?v=uDqjIdl4bF4>

The 12 Principles of Animation

- | | |
|---|---------------------|
| 1) Squash and Stretch | 7) Arc |
| 2) Anticipation | 8) Secondary Action |
| 3) Staging | 9) Timing |
| 4) Straight Ahead Action and Pose to Pose | 10) Exaggeration |
| 5) Follow Through and Overlapping Action | 11) Solid drawing |
| 6) Slow In and Slow Out | 12) Appeal |

<https://www.youtube.com/watch?v=uDgJldI4bF4>

- **Turtire si intindere** → deformarea realista a obiectelor
- **Anticiparea** (pregatirea pentru miscarea urmatoare) → animatie realista
- **Inscenarea** (compozitia scenelor) → crearea contextelor si a scenariilor sugestive
- **Actiunea directa si “poza cu poza”** → doua tehnici utilizate pentru scene impredictibile (de exemplu o miscare neregulata a unui character, o flacara, explozie, imprstiere, etc), respectiv pentru miscari predictibile (mersul normal, sarituri, cand de regula obiectele isi pastreaza marimea in planul de miscare).
- **Miscarea continuata si actiuni suprapuse** → animatie realista prin miscarea simultana a unor elemente respectand principiile dinamicii.
- **Incepe incet si termina incet** → cinematica normal a oricarei deplasari
- **Arcuri** → Miscari ale unor elemente ca si cum ar fi actionate de elemente elastic cu miscare tipice regulate (de ex mersul, figuri de dans, manevre tipice).
- **Actiuni secundare** → miscari complementare ale unor elemente cinematice ale aceluasi character (animatie expresiva, realista). Exista miscarea primara si una sau mai multe miscari secundare.
- **Sincronizarea/temporizarea** → tine de framing, numarul de imagini intermediare alocate caracterelor care se misca in general cu viteza diferita.
- **Exagerarea** → amplificarea dinamicii pentru a crea perceptia dinamicii caracterelor din scenele de animatie.
- **Desenarea cu corpuri solide** → alcatuirea caracterelor din parti componente in forma de corpuri solide regulate.
- **Recursul (appeal)** → realizarea desenelor dinamice prin varietatea formelor facand recurs la o forma de baza a caracterului, controland proportiile si pastrand simplitatea caracterelor (fara a le incrca cu detalii excesive).