

Imitarea mișcărilor folosind robotul nao*

1st Ilie Ioan
1310B

Abstract—This document is a model and instructions for L^AT_EX. This and the IEEEtran.cls file define the components of your paper [title, text, heads, etc.]. *CRITICAL: Do Not Use Symbols, Special Characters, Footnotes, or Math in Paper Title or Abstract.

Index Terms—component, formatting, style, styling, insert

I. INTRODUCTION

II. STATE OF THE ART AND RELATED WORK

A. Related Work

Sistemul din referința numărul 7 își propune să echipeze robotul umanoid NAO cu capacitatea de a efectua gesturi comunicative expresive în timp ce spune o poveste. Corpul robotului este, prin urmare, principalul mediu prin care emoțiile sunt transmise.

Referință 8 propune un cadru de teleprezență emoțională pentru a transfera o voce emoțională în gesturi robot. Acest sistem poate transmite patru dintre emoțiile de baza: Fericire, tristete, furie și frica.

Referința 9 investighează, de asemenea, posturile emoționale pentru NAO, adică sunt create posturi dinamice ale corpului pentru a transmite emoții. Rezultatele arată că un robot ca NAO poate exprima în mod eficient emoțiile cu corpul său.

III. DESCRIEREA METODEI

Prin intermediul celor două programe, robotul va capta mișcările pe care utilizatorul le va face la un nivel destul de apropiat, ca după robotul să recreeze mișcările primite. Pentru acest lucru avem nevoie de 2 dispozitive: Robotul Nao și dispozitivul de captură Kinect. Chiar dacă avem aceste 2 dispozitive, cele două nu au cum să comunice între ele în mod uzual. De aceea prima implementare înainte de începerea programării robotului este de a crea acea conexiune.

A. Crearea conexiunii între robot și kinect

Ca să se creeze o conexiune va trebui să se realizeze o aplicație de tip WPF (Windows presentation foundation) care să se conecteze și să trimită datele la un broker MQTT. Dacă, după introducerea adresei IP informațiile transmise sunt OK, aplicația robotului va putea culege informațiile necesare, mai exact coordonatele necesare realizării mișcărilor.

B. Aplicația python a robotului

După realizarea clientului de conectare, va trebui să începem programarea robotului. Primul pas este calcularea coordonatelor articulațiilor în domeniul xyz. Pentru acest lucru va trebui aplicarea cinematicii inverse. Cinematica inversă este

procesul matematic de calculare a parametrilor variabili ai articulației necesari pentru a plasa capătul unui lanț cinematic, cum ar fi un manipulator robot sau scheletul unui personaj de animație, într-o anumită poziție și orientare în raport cu începutul lanțului. Având în vedere parametrii articulației, poziția și orientarea capătului lanțului, de exemplu mâna personajului sau a robotului, pot fi calculate în mod obișnuit direct utilizând mai multe aplicații ale formulelor trigonometrice, un proces cunoscut sub numele de cinematica înainte. Cu toate acestea, operația inversă este, în general, mult mai dificilă. Cinematica inversă este, de asemenea, utilizată pentru a recupera mișcările unui obiect în lume din alte date, cum ar fi un film al acestor mișcări, sau un film al lumii văzut de o cameră care face ea însăși aceste mișcări. Acest lucru se întâmplă, de exemplu, în cazul în care mișcările filmate ale unui actor uman trebuie să fie duplicate de un personaj animat.

a) *Maparea mișcărilor*: Pozițiile umărului, cotului și încheieturii mâinii sunt disponibile din datele de captură a mișcării, dar aceste poziții trebuie cartografiate pe dimensiunile robotului NAO. Un vector este considerat de la fiecare articulație la următoarea pe legăturile umane și robot, cum ar fi VF1 uman și VF3 robot. Ecuația de cartografiere este prezentată după cum urmează:

$$\frac{\vec{V}_{human_i}}{|\vec{V}_{human_i}|} = \frac{\vec{V}_{robot_i}}{|\vec{V}_{robot_i}|} \quad (1)$$
$$\vec{V}_{robot_i} = \frac{|\vec{V}_{robot_i}|}{|\vec{V}_{human_i}|} \vec{V}_{human_i}$$

Așa cum este descris în EQ. (1), prin egalizarea vectorilor unitate ai vectorului uman capturat și ai robotului, se derivă vectorul de mișcare mapat al robotului, care ar putea fi utilizat ca operație cinematică a robotului, care va fi descrisă în secțiunea următoare.

b) *Soluția cinematică geometrică inversă*: Scopul acestui pas constă în obținerea unghiurilor de articulații dorite pentru a genera un rol de imitare. Vectorii de mișcare mapați care au fost derivați în ultima secțiune sunt utilizați pentru abordarea cinematică inversă. Brațele robotului NAO au 5 DOF. Pentru a obține relația dintre legăturile succesive, se utilizează așa-numita convenție Denavit-Hartenberg (Dr). Există două tipuri de convenții Dr în funcție de etichetare și încadrare: Distal și proximal. Pentru a face acest lucru, mai întâi, cadrele de legătură trebuie atribuite pentru fiecare braț. În figurile 1 și 2, aceste cadre sunt descrise utilizând convenția distală Dr. Apoi, parametrii DH corespunzători trebuie obținuți din cadrele atribuite pe legături. Tabelele I și II reprezintă parametrii DH ai brațelor NAO-H25.

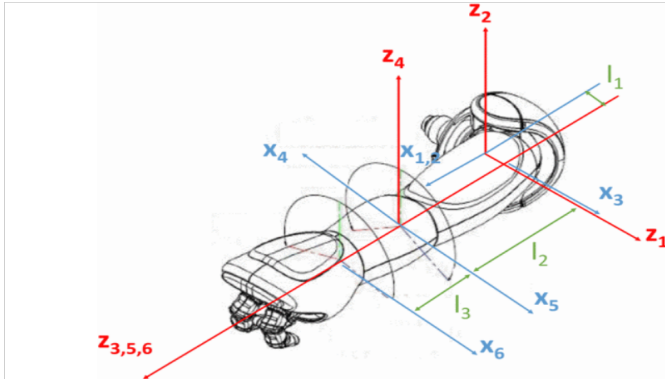


Fig. 1. Figura 1

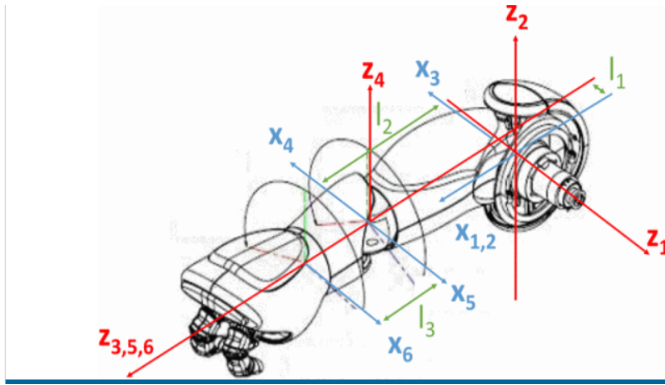


Fig. 2. Figura 2

În ceea ce privește formularea matematică a convenției DH, matricea Q_i și vectorul a_i reprezintă rotația relativă și poziția cadrului $i + 1$ în raport cu cadrul i :

$$Q_i = \begin{bmatrix} \cos\theta_i & -\cos\alpha_i \sin\theta_i & \sin\alpha_i \sin\theta_i \\ \sin\theta_i & \cos\alpha_i \cos\theta_i & -\sin\alpha_i \cos\theta_i \\ 0 & \sin\alpha_i & \cos\alpha_i \end{bmatrix}$$

$$a_i = \begin{bmatrix} a_i \cos\theta_i \\ a_i \sin\theta_i \\ b_i \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$[{}^1_6P]1 = a_1 + Q_1 a_2 + Q_1 Q_2 a_3 + Q_1 Q_3 Q_3 a_4 + Q_1 Q_2 Q_3 Q_4 a_5 \quad (3)$$

Ecuția (3) prezintă soluția cinematică înainte a brațului stâng. Ieșirea ecuației de mai sus este poziția cadrului 6 față de cadrul 1 exprimată în cadrul 1. După cum sa menționat mai sus, captura mișcării oferă pozițiile umărului, cotului și încheieturii mâinii. Conform lui Figs. 1 și 2, $[{}^1_5P]1$ descrie poziția cotului față de umăr, care este definită în cadrul umărului și poate fi exprimată matematic după cum urmează:

$$[{}^1_5P]1 = a_1 + Q_1 a_2 + Q_1 Q_2 a_3 + Q_1 Q_2 Q_s a_4$$

$$\begin{bmatrix} [{}^1_5P_x]1 \\ [{}^1_5P_y]1 \\ [{}^1_5P_z]1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_2 \cos\theta_1 \cos\theta_2 - l_1 \cos\theta_1 \sin\theta_2 \\ l_2 \sin\theta_1 \cos\theta_2 - l_1 \sin\theta_1 \sin\theta_2 \\ l_1 \cos\theta_2 + l_2 \sin\theta_2 \end{bmatrix} \quad (4)$$

Partea stângă a EQ. (4) datele de captură a mișcării sunt furnizate după cum urmează:

$$\vec{V}_{robot1} = [{}^1_5P]1 \quad (5)$$

$$\vec{V}_{robot2} = [{}^5_6P]1$$

Partea dreaptă a EQ. (5) este extras din soluția cinematică înainte. Astfel, prin egalizarea a două laturi ale ecuațiilor de mai sus și prin aplicarea unor calcule geometrice, θ_2 și θ_1 pot fi calculate în mod explicit după cum urmează:

$$\theta_2 = \arcsin\left(\frac{[{}^1_5P_z]1}{\sqrt{l_1^2 + l_2^2}}\right) + \arctan\left(-\frac{l_1}{l_2}\right) \quad (6)$$

$$\theta_1 = \arctan\left(\frac{[{}^1_5P_x]1}{l_2 \cos\theta_2 - l_1 \sin\theta_2}, \frac{[{}^1_5P_y]1}{l_2 \cos\theta_2 - l_1 \sin\theta_2}\right) \quad (7)$$

După cum se poate observa din cele de mai sus, atunci când $\theta_2 = \arctan(l_2/l_1) = \arctan(7) = 81,86^\circ$ numitorul EQ. (7) dispare ceea ce duce la degenerarea formulării și nici o soluție pentru θ_1 . Datorită interferențelor mecanice ale robotului NAO, θ_2 este limitat mecanic la 76° , astfel încât această configurație poate fi ignorată. La acest pas, trebuie să se găsească θ_3 și θ_4 . $[{}^5_6P]1$ reprezintă poziția încheieturii mâinii față de cot, care este definită în cadrul umărului. Această poziție este disponibilă din datele de captură a mișcării.

$$[{}^5_6P]1 = Q_1 Q_2 Q_3 Q_4 a_5 \quad (8)$$

IV. PRELIMINARY RESULTS

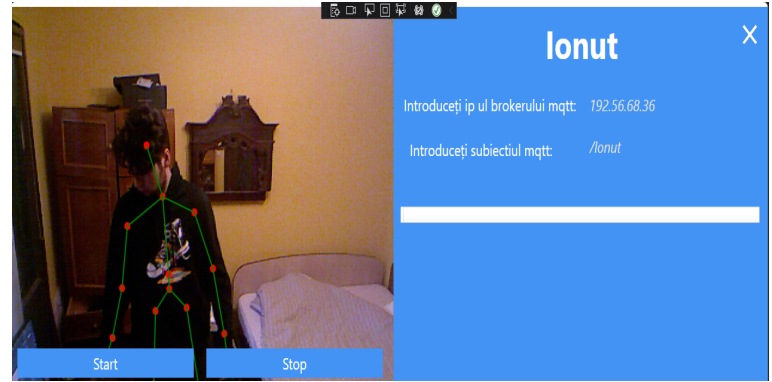


Fig. 3. Poza rulare

V. PRELIMINARY CONCLUSION

În concluzie, am reușit să realizez crearea clientului și conectarea camerei kinect către laptop, precum și aparatura scheletului format prin calculul articulațiilor. În viitor voi începe aplicația robotului în python 2.7, precum și înregistrarea clipului cu imitarea mișcărilor mele de către robotul NAO.

VI.

REFERENCES

- [1] <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7886806>
- [2] <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7097245>
- [3] <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6359088>
- [4] <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6359088>

- [5] <https://www.mdpi.com/2079-9292/9/6/971>
- [6] <https://link.springer.com/article/10.1007/s12369-017-0417-8>
- [7] <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6100857>
- [8] <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6100891>
- [9] <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/1957656.1957692>

IEEE conference templates contain guidance text for composing and formatting conference papers. Please ensure that all template text is removed from your conference paper prior to submission to the conference. Failure to remove the template text from your paper may result in your paper not being published.