

# PREHENSOARE ANTROPOMORFE PENTRU ROBOȚI PROPUSE DE ȘCOALA BRAȘOVEANĂ DE ROBOTICĂ

Prof. dr. ing. Ionel STAREȚU

Universitatea „Transilvania” din Brașov

**REZUMAT.** În această lucrare sunt prezentate principalele tipuri de prehensoare antropomorfe pentru roboți proiectate, și unele realizate practic, sub coordonarea autorului, în cadrul Școlii de Robotică de la Universitatea Transilvania din Brașov.

**Cuvinte cheie:** prehensor antropomorf, modul constructiv, reconfigurabilitate, deget, platformă-palmă.

**ABSTRACT.** This paper presents the main types of anthropomorphic grippers for robots, designed and some made practical, coordinated by the author in the School of Robotics at the Transilvania University of Brașov.

**Keywords:** anthropomorphic gripper, constructive module, reconfigurability, finger, platform-palm.

## 1. INTRODUCERE

La începutul anilor 1980 au demarat la Universitatea din Brașov, sub coordonarea prof. univ. dr. ing. Florea Dudiță, preocupările privind diversificarea și optimizarea mecanismelor roboților industriali. Una din direcțiile abordate a fost cea a sintezei structurale și optimizării constructive a mecanismelor de prehensiune pentru roboți, care a fost încredințată și a rămas până în prezent sub coordonarea autorului acestei lucrări. Toate aspectele abordate privind mecanismele de prehensiune pentru roboți, se pot grupa în trei mari capitole referitoare la: mecanismele de prehensiune cu bacuri, mecanismele de prehensiune tentaculare și mecanismele de prehensiune antropomorfe, care au ca model biomecanismul mâinii umane [1,2]. În lucrarea de față se prezintă succint rezultatele cele mai importante, concretizate în proiecte tehnice, proiecte CAD și prototipuri, referitoare la prehensoarele antropomorfe pentru roboți, care au ca parte constructivă principală un mecanism de prehensiune. Date despre aceste prehensoare mecanice, în unele cazuri amănunțite, au fost prezentate în mai multe lucrări, dar apreciem că și o astfel de prezentare a rezultatelor unei perioade îndelungate, care să evidențieze aproape toate variantele realizate, într-o prezentare succintă, este utilă specialiștilor interesați de această problemă, inclusiv prin aceea că unele din aceste prehensoare pot fi alternative viabile la variantele din străinătate, existente în prezent pe piață, însă la prețuri foarte mari și nu întotdeauna cu funcționalitate și fiabilitate ridicate. Prehensoarele antropomorfe mecanice pentru roboți se pot grupa în două mari categorii:

prehensoare antropomorfe clasice (nemodulare) și prehensoare antropomorfe modulare.

## 2. PREHENSOARE ANTROPOMORFE CLASICE(NEMODULARE)

Prehensoarele antropomorfe au ca principală caracteristică asemănarea cu mâna umană, astfel că în primul rând acestea trebuie să aibă două sau mai multe degete, fiecare cu două sau trei falange. În categoria prehensoarelor antropomorfe clasice se încadrează variantele care corespund criteriilor de mai sus și sunt singulare, una sau mai multe din componentele lor nu pot fi folosite fara modificari la obținerea unor variante derivate. Aceste prehensoare sunt proiectate pentru o situație bine definită și în situația realizării unei variante reale aceasta este unicat (evident se pot realiza mai multe exemplare identice).

### 2.1. Prehensor antropomorf cu două degete

Acest prim prehensor mecanic antropomorf este o soluție nouă, și este format din două degete identice, fiecare cu câte două falange (figura 1a,b). Bacurile de contact cu piesa prehenstată, atașate falangelor prin articulații sferice, se așează pe suprafața obiectului prehenstat, indiferent de geometria acestuia și cresc considerabil posibilitățile de prindere, transformând prehensorul relativ simplu într-unul competitiv. Acționarea ambelor degete, care au la bază mecanisme patrulatere antiparalelogram cu bare articulate, se realizează prin utilizarea unui singur motor electric [3].

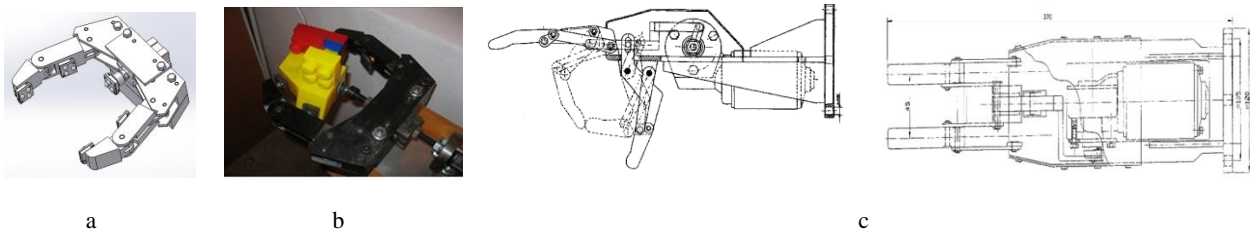


Fig. 1. Prehensur antropomorf cu două degete (proiectul CAD – a, și prototipul – b) și prehensur antropomorf cu trei degete (proiectul tehnic).

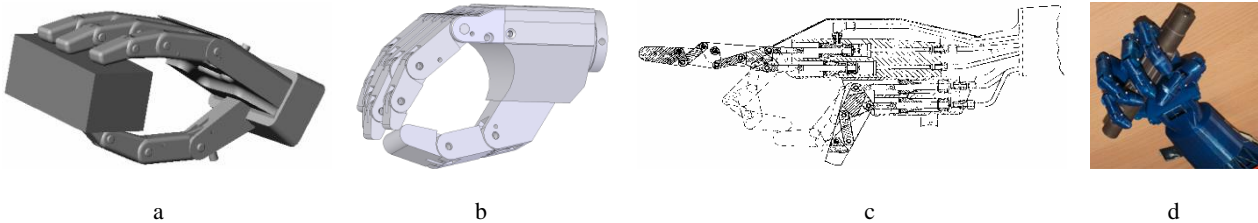


Fig. 2. Prehensur antropomorf cu patru degete (proiect CAD – a) și prehensoare antropomorfe cu cinci degete (proiect CAD – b, proiect tehnic – c și prototip – d).

## 2.2. Prehensur antropomorf cu trei degete

Prehensurul din figura 1c, este cu trei degete, fiecare cu câte două falange, acționate de un singur motor electric [1, 2, 4].

## 2.3. Prehensur antropomorf cu patru degete

Schema structurală a degetului prehensurului din figura 2a este obținută prin înserierea a două mecanisme patruletere antiparalelogram, iar acționarea fiecărui deget este realizată cu un motor pneumatic liniar, de tip FESTO [1, 2].

## 2.4. Prehensur antropomorf cu cinci degete

Prehensoarele cu cinci degete au fost proiectate, până în prezent, în 3 variante.

### 2.4.1. Varianta 1

La prima variantă (figura 2b), s-a respectat proporționalitatea cu mâna umană, inclusiv la lungimea degetelor, care au câte trei falange, fiecare fiind acționat de un motor liniar, amplasat în palmă. Prehensurul este dotat cu o flanșă care îi permite montarea ușoară pe un robot industrial [2].

### 2.4.2. Varianta 2

În cazul acestei variante (figura 2c), mecanismele degetelor, cu câte trei falange, sunt bimobile acționate de câte două motoare liniare hidraulice. Gradul mai mare de mobilitate permite o așezare mai bună a degetelor pe forma obiectului prehensat. Acționarea hidraulică asigură o forță mai mare de prehensiune și

de aceea se poate folosi la prehensura unor obiecte cu mase mai mari [2].

### 2.4.3. Varinata 3

Ultimul prehensur din această categorie este un prehensur cu degete cu câte trei falange, fiecare deget fiind acționat de un motor electric rotativ prin intermediul unui fir, care joacă rolul unui tendon. Prehensurul a fost realizat pe baza proiectului CAD prin prototipare 3D (figura 2d), și este comandat printr-o soluție în premieră internațională, cu senzorul Motion Leap, capabil să capteze mișcările degetelor unei mâini reale, care apoi procesate software ajung la prehensurul real[5].

## 3. PREHENSOARE ANTROPOMORFE MODULARE

Prehensoarele antropomorfe modulare sunt caracterizate de existența unor module constructive, care prin multiplicare și rearanjare permit obținerea mai multor variante. Aceste module sunt: degetul și platforma, cu rolul palmei mâinii umane. Platforma poate avea una sau mai multe variante.

### 3.1. Varianta 1

În figura 3a este arătată o familie de prehensoare modulare, cu două, trei și patru degete, cu câte trei falange, acționate cu câte un motor pneumatic liniar. Platforma cu rolul de palmă poate fi aceeași sau diferită: o variantă pentru două degete și o variantă pentru trei și patru degete [1, 2].

### 3.2. Varianta 2

#### 3.2.1. Cu trei degete

În cazul prehensoarelor modulare cu trei degete, mai întâi se evidențiază variantele posibile de dispunere relativă a degetelor (figura 3b), din care rezultă patru variante semnificative. Modulele constructive sunt: platforma-palma și degetul (figura 3c).

Aceste prehensoare se pot diferenția și dacă sunt reconfigurabile discontinuu sau reconfigurabile continuu. Prehensoarele reconfigurabile discontinuu au variante constructive distincte, iar prehensoarele reconfigurabile continuu permit, printr-o mobilitate suplimentară a două sau mai multe degete, față de platformă, acoperirea mai multor situații de poziționare relativă a degetelor [6].

**a. Reconfigurabile discontinuu.** Cele patru variante ale prehensurului reconfigurabil cu trei degete sunt de tipul celor arătate în figura 4a. Pentru acest tip de prehensur se arată simularea funcțională în figura 4b, și prototipul realizat în figura 4c[2].

**b. Reconfigurabile continuu.** În acest caz s-a căutat o soluție care să permită deplasarea degetelor

laterale cu unghiul maxim posibil, pentru care s-a inclus un mecanism suplimentar. A fost necesară și modificarea platformei, care este arătată în figura 4d, degetul având aceeași formă [7]. În figura 4e este arătat ansamblul prehensurului în care se observă și mecanismul de deplasare a degetelor, prezentat și ca detaliu (figura 4f).

#### 3.2.2. Cu patru degete

Pentru obținerea celor cinci variante (figura 5a) a prehensurului cu reconfigurabilitate discontinuu, se folosește o platformă specifică (figura 5b) și același deget cu trei falange (figura 3c) [1, 2, 5]. Variantele CAD ale acestor cinci variante sunt de tipul celor din figura 5c, iar un exemplu de simularea funcțională cu o piesă prehensată este arătat în figura 5d. Și aceste prehensoare pot avea reconfigurabilitate continuă, dacă se introduc niște mecanisme suplimentare care să permită deplasarea degetelor, sau unor degete față de platformă, soluția fiind însă destul de complicată. Folosind aceleași module (figura 3c), cu modificări minime ale modulului platformei, se pot obține variantele de prehensoare antropomorfe cu două degete, cu cinci degete și chiar cu șase degete.

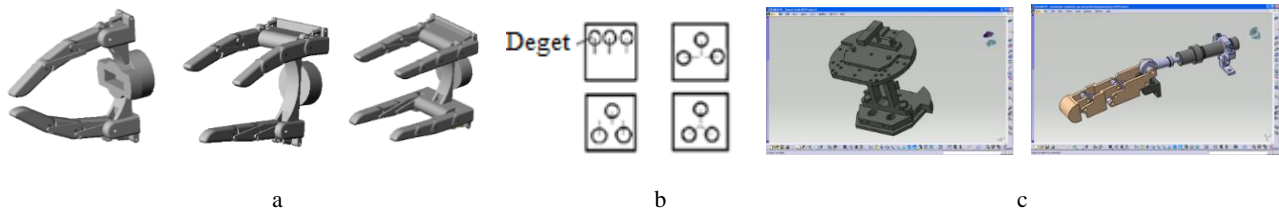


Fig. 3. Prehensoare antropomorfe modulare-varianta 1(proiecte CAD – a) și varianta 2: configurațiile semnificative a trei degete (b) și modulele: platforma-palma și degetul (c).

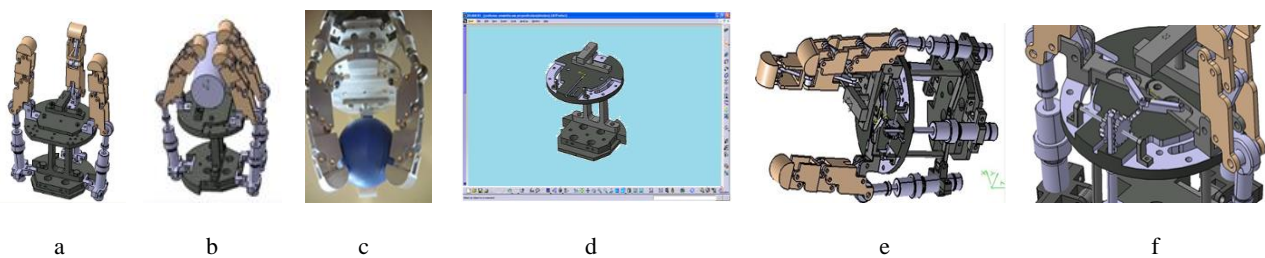


Fig. 4. Prehensurul cu reconfigurabilitate discontinuu (a, b, c) și cu reconfigurabilitate continuă medie: platforma (d), ansamblul (e) și detaliu mecanism de deplasare degete (f).

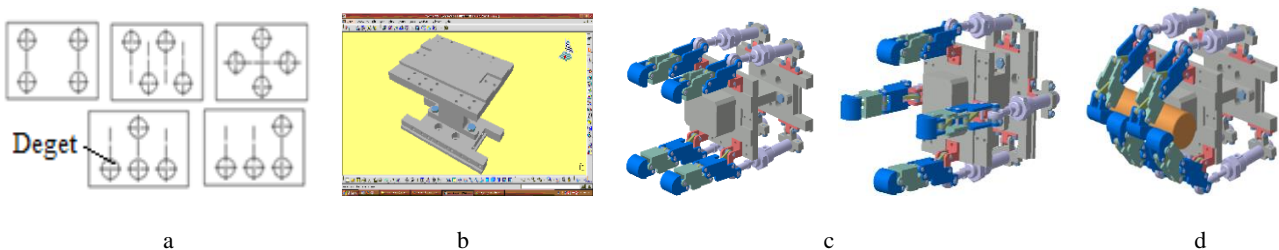


Fig. 5. Configurațiile degetelor la prehensurul modular cu patru degete (a), platforma (b), proiecte CAD (c) și simularea funcționării (d).

## 4. CONCLUZII

Ca și concluzii ce se pot formula în baza celor prezentate în această lucrare se poate susține că: prehensoarele antropomorfe mecanice pentru roboți sunt o alternativă viabilă la alte tipuri de prehensoare mecanice (cu bacuri, tentaculare) folosite la roboți, deoarece pot prelua piese de forme și dimensiuni variate; datorită evoluțiilor la nivel constructiv, dar și la nivel de software aceste prehensoare devin din ce în ce mai competitive din perspectiva costurilor; iar în viitorul apropiat roboții industriali în mare parte vor fi dotați cu prehensoare antropomorfe pentru operațiile de transfer și montaj a pieselor medii și mici de forme și dimensiuni variate, iar roboții umanoizi vor fi dotați cu prehensoare antropomorfe, înrudite cu primele, din ce în ce mai performante, ceea ce justifică continuarea cercetărilor pentru optimizarea constructivă și funcțională a acestor tipuri de prehensoare.

## BIBLIOGRAFIE

- [1] Starețu, I., *Sisteme de prehensiune*, Editura Lux Libris, Brașov, prima ediție 1996, a doua ediție dezvoltată substanțial 2010.
- [2] Starețu, I., *Gripping systems*, Derc Publishing House, Tewksbury, Massachusetts, USA, 2011.
- [3] Bolboe, M., Starețu, I., Alexandru, P., *Experimental Results Regarding an Anthropomorphic Original Gripper with Two-Finger Tests during Grasping Objects with Varied Shapes*, Journal of Mechanics Engineering and Automation, 33(4), 2014, pp. 234-241.
- [4] Starețu, A.I., *Modular anthropomorphic grippers – structural synthesis, analysis and design*, Military Technical Courier, Vol. LXIII, no.2, April-June 2015, Belgrade, Serbia, pp. 30-46.
- [5] Starețu, I., Moldovan, C., *Leap Motion Device Used to Control a Real Anthropomorphic Gripper*, International Journal of Advanced Robotic Systems, Volume: 13, Article Number: 113, Published: Jun 6 2016.
- [6] Starețu, I., Jitariu, S., *Reconfigurable Anthropomorphic Gripper with Three Fingers: Synthesis, Analysis, and Simulation*, Applied Mechanics and Materials, Vol 762, 2015, pp. 75-82.
- [7] Jitariu, S., Starețu, I., *Gripper with Average Continuous Reconfigurability for Industrial Robots*, Applied Mechanics and Materials, Vol 811, 2015, pp. 279-283.

### Despre autor

Prof. dr. ing. Eur Ing **Ionel STAREȚU**  
Universitatea „Transilvania” din Brașov

Este absolvent al Facultății TCM a Universității „Transilvania” din Brașov (1983) și *Doctor Inginer* în specializare Roboți Industriali din 1995. Specializări în :Tribologie ( Universitatea Transilvania-1990), Robotique et Productique (INSTN din Saclay, Franța-1992/1993), etc. A publicat: 6 cărți, 5 lucrări didactice și peste 200 de articole științifice în țară și în străinătate. Este autor sau coautor la 11 brevete de invenție. Este președintele Filialei Brașov a Societății Române de Robotică, vicepreședinte al Sucursalei AGIR Brașov, membru ARoTMM și expert în Robotică al Societății Academice din România-SAR, membru CRIFȘT - Academia Română. Este conducător de doctorat în domeniul *Ingineriei Industriale*. E-mail: [staretu@unitbv.ro](mailto:staretu@unitbv.ro)