

THEORETICAL RESEARCH ABOUT AUTOMATED SORTING SYSTEM FOR MECHANICAL PARTS

MIHALE Adrian-Petre

Facultatea de Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea: IAI, Anul de studii: 4,
e-mail: adrian_petre.mihale@stud.fiir.upb.ro

Conducător științific: Ș.l.dr.ing. **Sergiu NANU**

SUMMARY: The paper presents a research for improvement with automation of a sorting and orienting vibratory bowl feeder. In this paper is highlighted the importance and efficiency of orientation in order to prepare the parts for the sorting process. For their improvement it is studied the replacement of the mechanical devices, hard to build, with vision inspection and analyzing systems based on image processing in real time. For this, a software application is developed in Labview, which can recognize the orientation of a screw using NI Vision modules.

CUVINTE CHEIE: software, vibrație, orientare, analiza, imagini

1. Introducere

Una dintre problemele privind sistemele de sortare este reprezentată de orientarea componentelor în vederea sortării acestora.

Alimentatoarele vibratoare de tip bowl feeder sunt o metodă foarte utilă pentru transportarea și orientarea diferitelor părți și materiale în sistemul automat de asamblare. Acestea prezintă un dispozitiv, care este folosit pentru a alimenta componente, în timp real pentru asamblarea unei linii de producție industrială în scopul continuării prelucrării [1]. În general, alimentatoarele vibratoare sunt adaptate pentru aplicații specifice, iar noile modele se bazează pe modificările anterioare, întregul proces fiind condus în principal de criterii empirice [2].

Capacitatea de transfer a pieselor depinde de proporția de piese în direcția corectă scoase din cuvă într-o unitate de timp. În timpul procesului de transfer al pieselor, piesele se deplasează în interiorul cuvei (1) străbat structurile de orientare și ies având orientarea dorită. Piesele sunt împrăștiate la întâmplare în interiorul bolului (1) care este montat pe vibratorul superior (2). Prin inducție electromagnetică între bobina fixată pe vibratorul superior (2) și electromagnet (4), fixat pe vibratorul inferior (5), se asigură vibrația cuvei de sortare prin mișcări rotative în jurul axei verticale și mișcări înainte și înapoi după arcurile lamelare(3), astfel părțile sunt orientate într-o direcție specifică (vezi Fig. 1).

Funcționând sub influența vibrațiilor electromagnetului, sistemul mecanic poate oscila în multe frecvențe diferite în funcție de frecvența de intrare, de masa și rigiditatea sistemului, acestea făcând mișcarea pieselor în cuvă greu de prezis.

Pentru a observa comportamentul unei piese, se efectuează o analiză dinamică cu privire la un sistem de mișcare de referință legat de o întindere a pistei bolului și se analizează mișcarea piesei în raport cu acest

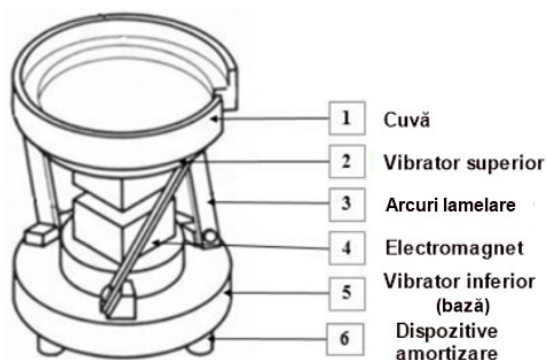


Fig. 1. Componente Alimentatorului cu vibrații de tip bowl feeder [3]

sistem în mișcare. Un sistem de referință fix, $X Y$, și un sistem de referință mobil, X_0, Y_0 legat de o întindere a pistei bolului (a se vedea Fig. 2).

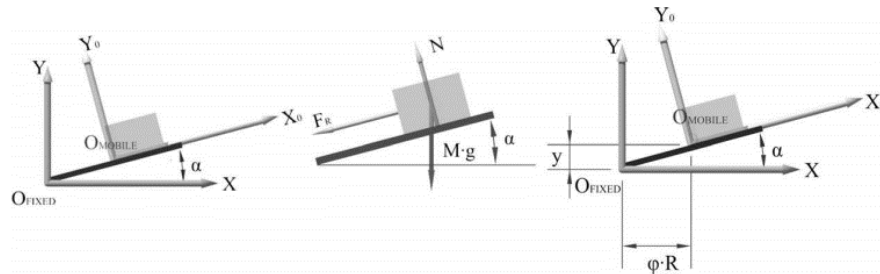


Fig. 2. Sistem de referință și forțele care acționează asupra unei părți și coordonatele originii sistemului în mișcare [4]

Ecuatii pentru determinarea mișcării piesei

$$M_P \cdot \ddot{x}_0 = F_f - M_P \cdot g \cdot \sin(\alpha) - M_P \cdot \ddot{O}_{mobile, X_0} \quad (1)$$

$$M_P \cdot \ddot{y}_0 = N - M_P \cdot g \cdot \cos(\alpha) - M_P \cdot \ddot{O}_{mobile, Y_0} \quad (2)$$

Termenul \ddot{O}_{mobil} reprezintă accelerarea originii coordonatelor din sistemul în mișcare observată de sistemul fix. Indicele arată faptul că acestea sunt descompuse în direcțiile X_0, Y_0 . Indicele P este introdus în masă pentru a indica piesa.

Pentru a proiecta un alimentator de piese este nevoie de cunoștințe legate de tendința părții de a cădea în diferite poziții totodată ținându-se cont de complexitatea alimentatorului, precum și de numărul de piese [5]. Odată cunoscută tendința de cadere a unei piese se pot concepe dispozitive de orientare mecanice pentru a obține piesa într-o anumită poziție constantă la ieșirea din alimentatorul de tip bowl feeder. Dispozitivele de orientare au rolul de a întoarce piesa înapoi la baza bolului atunci când orientarea nu este cea dorită. Acestea pot prezenta o eficiență scăzută din cauza impredictibilității mișcării pieselor. Acest lucru ducând la un număr mai scăzut de piese orientate la ieșirea din alimentatorul de tip bowl feeder într-o unitate de timp. (exemplu Fig. 3).

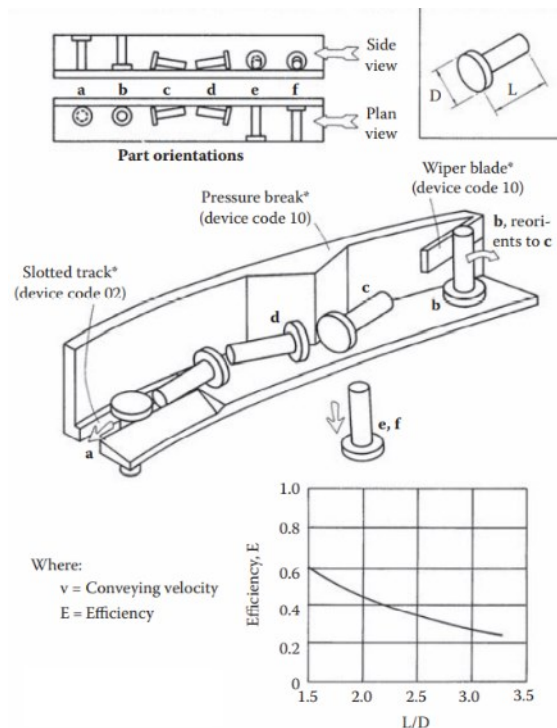


Fig. 3. Model orientare a unei piese de tip șurub [6]

2. Stadiul actual

Pentru a rezolva această problemă legată de eficiența orientării pieselor dar și datorită flexibilității oferite se propune o metodă de automatizare cu ajutorul unui sistem optic montat lângă sistemul de orientare (vezi Fig. 4).

Se propune conceperea unui program software pentru detectarea orientării unui șurub. Programul software a fost realizat cu ajutorul Aplicației Labview si a funcțiilor din biblioteca NI Vision. Prin procesare de imagini se dorește găsirea orientării șurubului in poziție verticală cu capul orientat către cameră. Acest lucru se realizează prin găsirea unei forme circulare sau a unui șablon in imaginea obținută in urma procesării. Daca in imagine nu se poate găsi o forma de tip cerc sau forma din șablon atunci se considera că obiectul din imagine nu este orientat corect.

Pentru realizarea programului s-au avut in vedere urmatoarele(vezi Fig. 5):

- Obținerea imaginii in timp real cu ajutorul unei camere Web conectată prin USB la calculator si a funcțiilor IMAQ si IMAQdx;
- Opțiunea de captură a imaginii cu ajutorul unui buton si de a o salva intr-o locație aleasă din interfață;
- Procesarea imaginii cu ajutorul modului Vision Assistant;
- Aprinderea unui control LED de tip boolean atunci cand șurubul este orientat in poziția dorită;

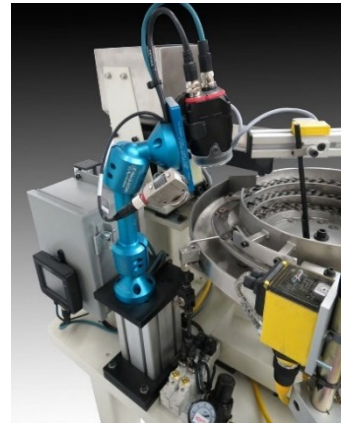


Fig. 4. Sistem optic pentru recunoașterea orientării pieselor [7]

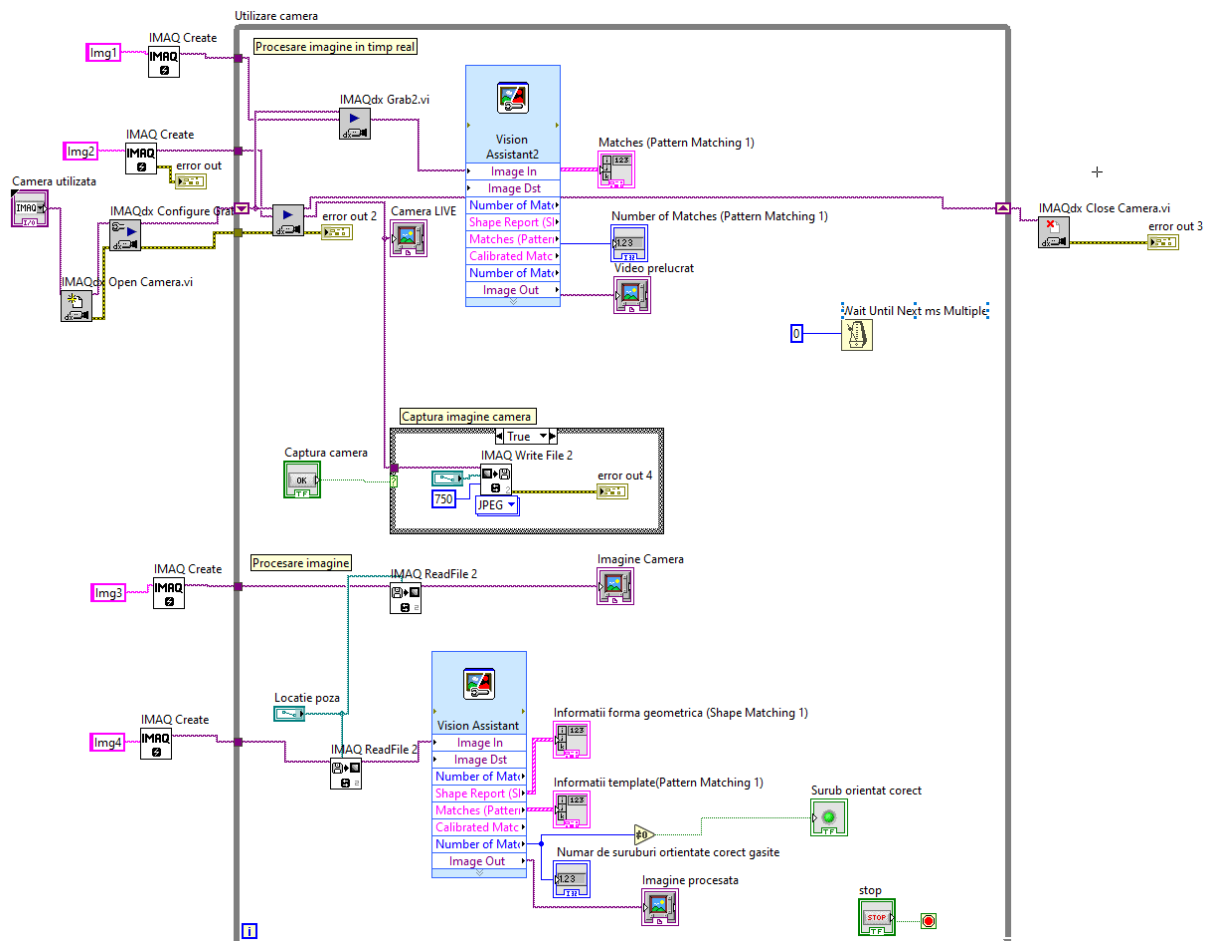


Fig. 5. Diagrama bloc a aplicației

Procesul de prelucrare digitala a imaginii se realizeaza prin aplicarea unor măști sau kernel de tip matrice peste matricile de pixeli ale imaginilor [8].

Etapele procesului de prelucrare a imaginii in NI Vision Assistant(vezi Fig. 6 si Fig. 7):

1. Preluarea imaginii cu ajutorul camerei
2. Extragerea planului de culoare RGB pentru culoarea albastră
3. Aplicarea unui prag pentru culoarea gri
 - Pentru această etapă se extrag din histograma iamginii valorile cuprinse intre 100 si 255
4. Eliminarea zgomotului
 - Se folosesc funcțiile Advantaged Morphology prin care se elimină obiectele de dimensiuni mici si obiectele care au margini
 - Se umplu micile spații din interiorul obiectelor cu contur închis
5. Egalizarea imaginii
6. Recunoașterea formei circulare pe imaginea procesată
7. Recunoaștere cu ajutorul unui șablon ales

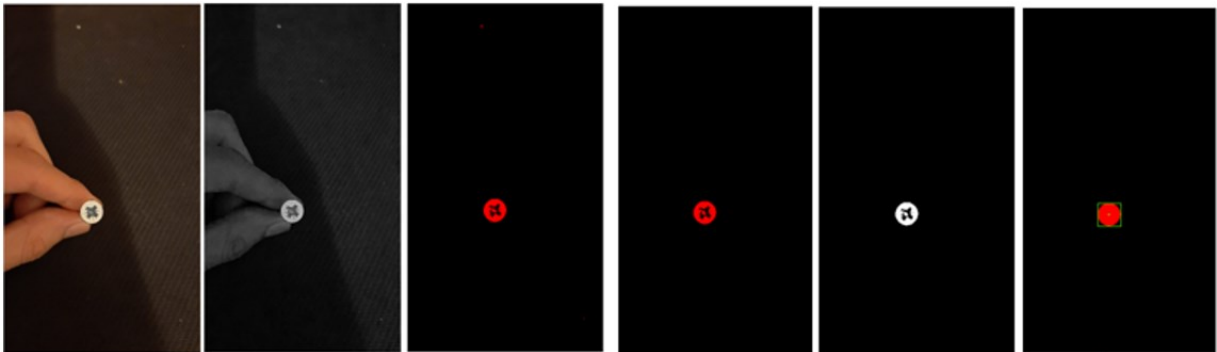


Fig. 6. Etape procesare imagine(de la stânga la dreapta)



Fig. 7. Etapele procesului de prelucrare a imaginii din Vision Assistant

3. Interfața aplicației

Interfața prezintă utilizatorului informații precum: imaginea originală, imaginea procesată, opțiunea de captură ecran, informații privind forma circulară găsită(exemplu Fig. 8 si Fig. 9).

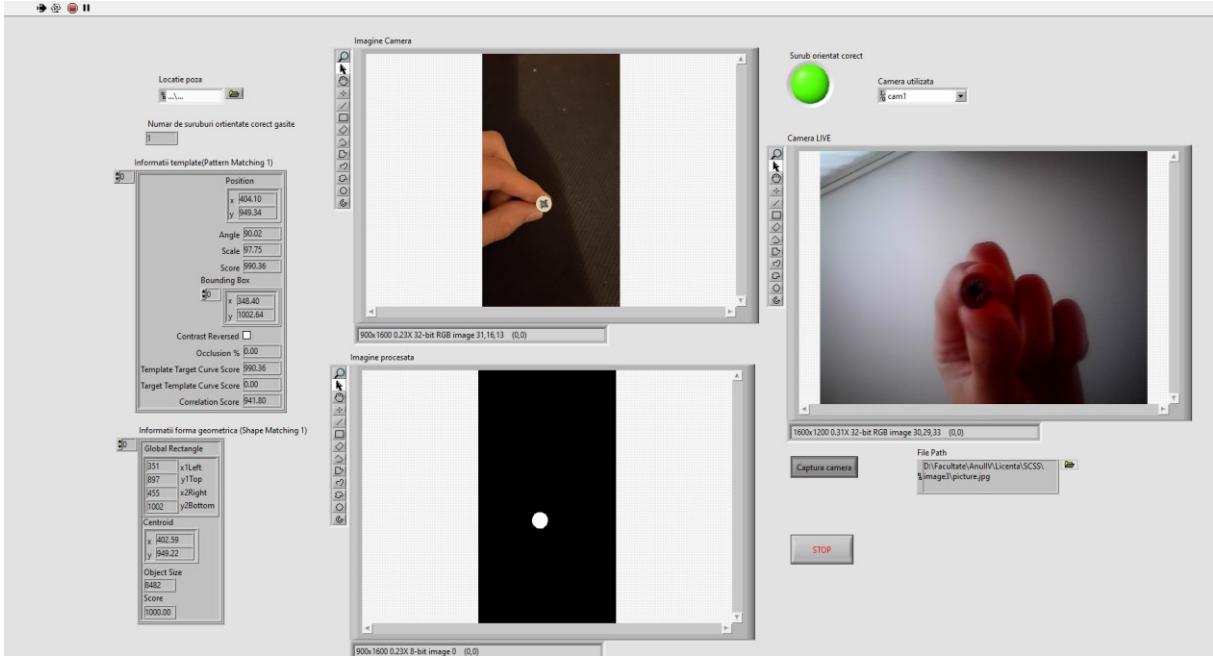


Fig. 8. Panou frontal si analiză imagine ce prezintă un șurub orientat corect

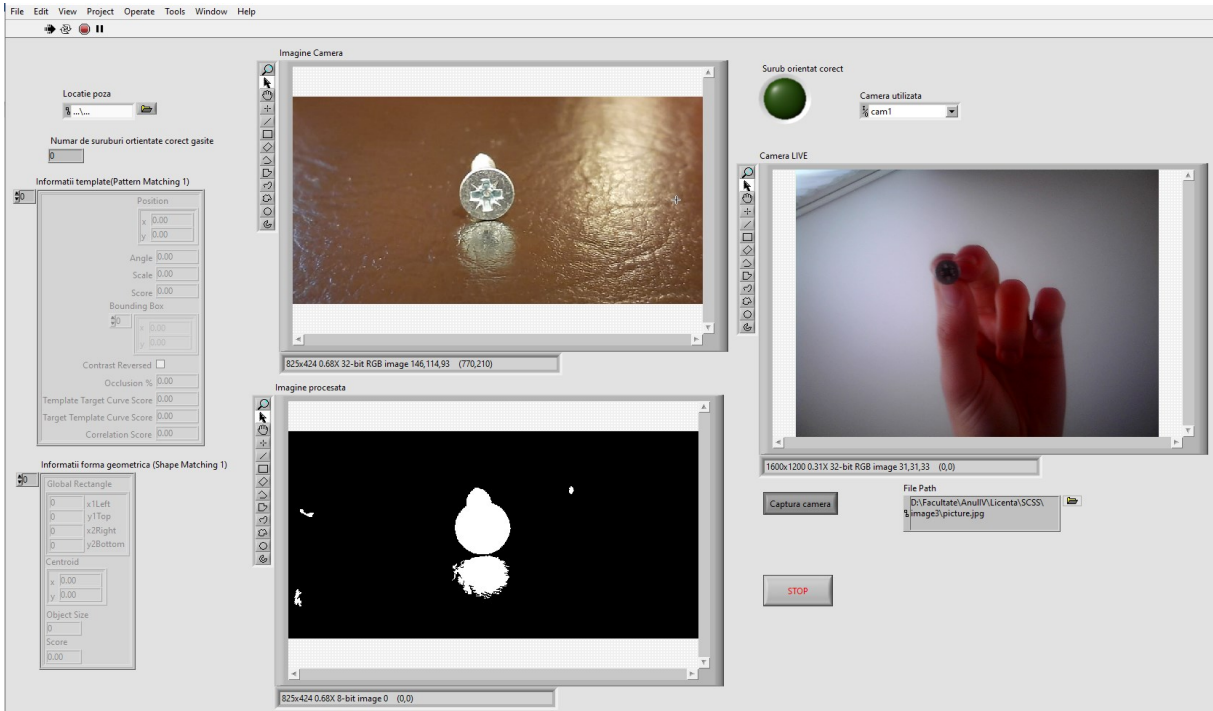


Fig. 9. Panou frontal si analiză imagine ce prezintă un șurub orientat incorect

4. Concluzii

In această lucrare se prezintă o metodă de recunoaștere video cu ajutorul unei aplicații software pentru verificarea orientării unei piese de tip șurub. Aplicația permite recunoașterea capului unui șurub și aprinderea unui LED atunci când acesta este detectat. Formele sunt detectate corespunzător atunci când fundalul este unul întunecat iar imaginea este clară. Totodată se încearcă achiziția în timp real a imaginii unei camere WEB conectate prin USB în vederea detectării orientării obiectelor. În viitor se propune îmbunătățirea procesului de prelucrare a imaginii pentru a permite detectarea obiectelor pentru orice fundal și în timp real. De asemenea programul software poate fi îmbunătățit prin adăugarea de noi funcții precum numărarea obiectelor sau corelarea programului cu un dispozitiv pentru împingerea automată a obiectelor atunci când piesa nu este orientată corespunzător.

5. Bibliografie

- [1]. Prof. S.B. Pawar , Shubham G Dake , Archana J Gadkari , Ranjit D Kumbhar(2018), A Detail Review on Vibratory Bowl Feeder, IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering, 2278-1684, ISSN: 2320-334X
- [2]. Emiliano Mucchi , Raffaele Di Gregorio, Giorgio Dalpiaz(2013), Elastodynamic analysis of vibratory bowl feeders: Modeling and experimental validation, Ferrara, Mechanism and Machine Theory, Volumul 60, pg. 60-72
- [3]. Giang-Nam Le , Van-Mui Nguyen, Anh-Tu Dang(2019), A METHOD TO DESIGN VIBRATORY BOWL FEEDER BY USING FEM MODAL ANALYSIS, Ha Noi, Vietnam Journal of Science and Technology 57
- [4]. A. Vilán Vilán, A. Segade Robleda, P.J. García Nieto, C. Casqueiro Placer(2009), Approximation to the dynamics of transported parts in a vibratory bowl feeder, Mechanism and Machine Theory 44
- [5]. Abigail Santos Cordero, ANALYZING THE PARTS BEHAVIOR IN A VIBRATORY BOWL FEEDER TO PREDICT THE DYNAMIC PROBABILITY PROFILE, Puerto Rico, ISBN: 00681-9045
- [6]. Geoffrey Boothroyd (2005), Assembly Automation and Product Design Second Edition, Wakefield, Editura Taylor & Francis Group, ISBN: 1-57444-643-6
- [7]. <https://performancefeeders.com/custom-applications/vibratory-feeder-with-integrated-vision-system-oriens-parts-based-on-internal-features>, dată accesare: 12.05.2021, ora: 17:00
- [8]. Anamaria Radoi, Curs Analiza și prelucrarea imaginilor, Facultatea de Inginerie Industrială și Robotică

6. Notății

Următoarele simboluri sunt utilizate în cadrul lucrării:

O, O_{mobil} = Originea sistemului fix și originea sistemului mobil

X_0, Y_0 = Coordonatele de referință ale sistemului mobil

X, Y = Coordonatele de referință ale sistemului fix

F_f = Forță frecare [N]

g = Accelerația gravitațională [m/s^2] (9.81 m/s^2)