

AUTOMATION OF A GRAIN SAMPLING PROBE SYSTEM

BARBU Dan Cristian

Facultatea de Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea Informatică Aplicată în Inginerie Industrială,
Anul de studii: IV, e-mail: dan_cristian.barbu@stud.fir.upb.ro

Conducător științific: Prof. dr. ing. **Tom SAVU**

ABSTRACT: This paper provides information and analysis about a possible method of automation of a grain sampling probe system and future perspectives. The automation of this system is based on principles such as image acquisition, image processing algorithms, control/command of a mechanical arm. The automation of this type of system will have the benefit of saving the time necessary for an operator to control it, in order to support this statement, a simulation of an agricultural base was performed according to certain situations.

CUVINTE CHEIE: automation, image processing, grain sampling.

1. Introducere

Gestionarea atentă a cerealelor după recoltare este cel mai eficient mijloc de creștere a aprovizionării cu alimente din lume. Calitatea scăzută a cerealelor depozitate în vrac duce la scăderea valorii nutriționale și prezintă pericole pentru sănătatea umanității. [1]

Pentru a monitoriza calitatea cerealelor și pentru creșterea duratei de valabilitate a acestora este necesară o analiză a parametrilor acestora încă din momentul anterior depozitării. Parametrii de care se ține cont pentru depozitarea cerealelor sunt temperatura, umiditatea, masa hectolitrică, procent al corpurilor străine și alții parametri individuali în funcție de tipul de cereale. Această analiză se face prin extragerea unor probe din cantitatea totală de cereale, în bazele agricole și în unele ferme această extragere de probe, din auto-utilitățile folosite la transport, se face prin intermediul unei sonde de prelevare.

Evoluția continuă în domeniul sistemelor informatice are potențialul de a găsi soluții inovative în aproape fiecare domeniu al creației umane. În domeniul agriculturii aceste sisteme informatice pot aduce contribuții importante precum reducerea erorilor umane, reducerea timpilor necesari pentru realizarea unor operații dar și costurile din cadrul fermelor sau al bazelor agricole. [2]

2. Stadiul actual

În domeniul agriculturii timpul reprezintă o resursă foarte importantă, mai ales în perioada de recoltare a cerealelor deoarece schimbările impredictibile ale factorilor de mediu pot afecta calitatea cerealelor. Din păcate, fermierii își irosesc o bună parte din această resursă așteptând la cozi ce se formează la bazele agricole, unde aceștia vor descărca cerealele recoltate. În unele cazuri această așteptare poate dura chiar și 48 de ore.

Pentru a putea fluidiza traficul din bazele agricole este nevoie de implementarea unor soluții ce pot reduce timpii necesari pentru desfășurarea activităților importante, cum ar fi activitatea de extragere și analizare a probelor de cereale din auto-utilitățile fermierilor.

Activitatea precizată anterior se face prin intermediul unui sistem de prelevare de probe de cereale, în cele mai multe cazuri acest sistem este controlat manual de un operator. Folosirea resursei umane în această activitate poate avea dezavantaje deoarece este o sarcină repetitivă și monotona iar operatorul poate fi distras, se poate plictisi dar poate interveni și lipsa de experiență a acestuia. Dezavantajele menționate pot conduce la apariția erorilor umane dar și la durate mari de realizare a activității.

3. Cercetări privind implementarea unui sistem automatizat de prelevare a probelor de cereale

Fiind o sarcină repetitivă s-a luat în calcul înlocuirea resursei umane cu un sistem automatizat de prelevare. Pentru a putea cunoaște dacă implementarea unui astfel de sistem va ajuta la rezolvarea problemei prezentate a fost simulată o bază agricolă. Simularea s-a realizat cu ajutorul rețelelor Petri și software-ului de modelare și simulare Yasper.

În modelul de simulare au fost luate în calcul toate activitățile ce se petrec în interiorul unei baze agricole (completare documente, extragere probe, cântărire, deplasare către zonele de depozitare, descărcarea cerealelor, etc.), timpul necesar pentru realizarea activităților, programul bazei agricole, traseele posibile de deplasare ale auto-utilitatelor dar și probabilitățile deciziilor luate.

În figura 1 se observă modelul realizat în programul Yasper ce urmează a fi simulat.

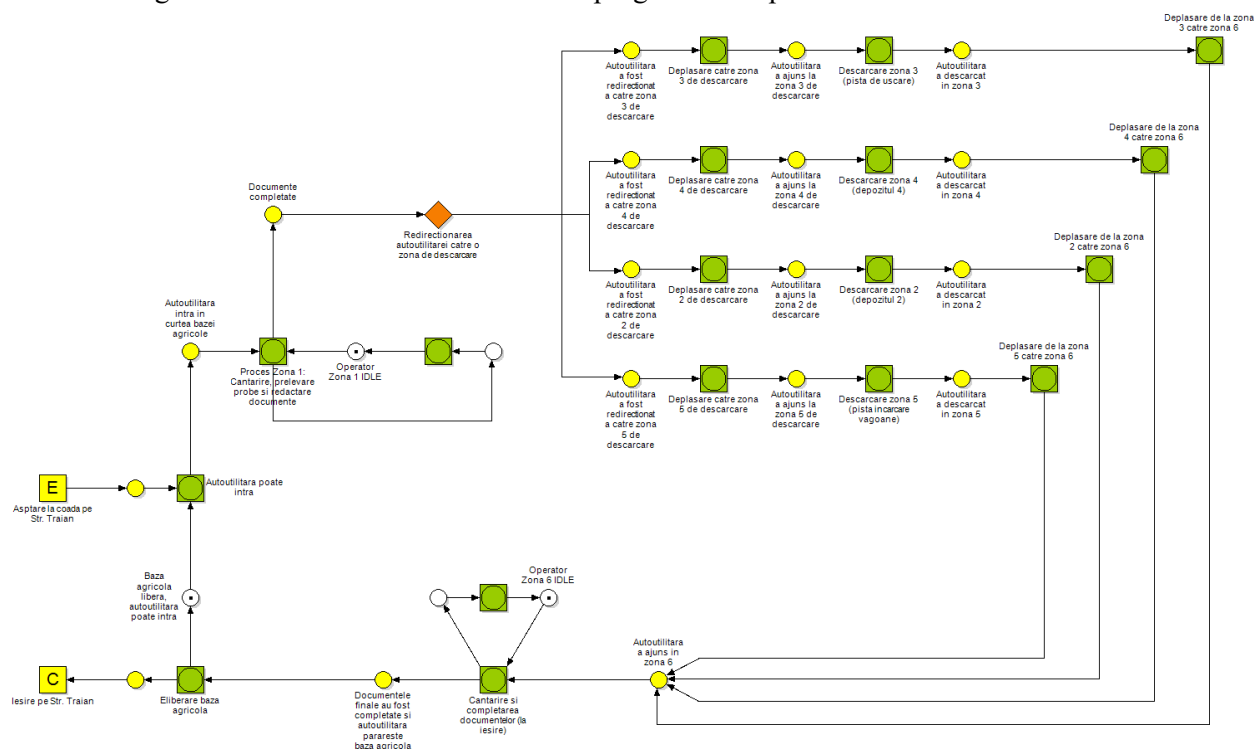


Fig. 1. Modelul bazei agricole în Yasper

Pentru a putea afla dacă soluția propusă aduce îmbunătățiri au fost simulate 2 cazuri, cazul 1 în care sistemul de prelevare este manevrat de un operator și cazul 2 în care se folosește un sistem automatizat de prelevare. Rezultate obținute în urma simulărilor sunt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1. Rezultatele simulării

Nr. simulare	Timpul simulării [s]	Nr. autoutilitare care au ajuns la baza agricolă	Nr. autoutilitare care au parcurs baza agricolă	
			Sistem cu operator	Sistem automatizat
Simulare 1	43 294	48	32	39
Simulare 2	43 572	48	32	39
Simulare 3	43 264	49	32	40
Simulare 4	43 222	49	31	39
Simulare 5	43 431	48	31	38
Media	43 358	48,4 ≈ 48	31,6 ≈ 32	39

Analizând rezultatele prezentate în tabel se poate observa că utilizarea unui sistem automatizat aduce o creștere a numărului de auto-utilitare ce parcurg baza agricolă. Se poate vedea că pe parcursul unei zile lucrătoare a existat o creștere cu aproximativ 22% a numărului de fermieri care au descărcat cerealele în baza agricolă.

Deci, utilizarea unui sistem automatizat de prelevare a probelor aduce o îmbunătățire notabilă a parametrilor discutați.

4. Descrierea sistemului automatizat

Componentele sistemului sunt prezentate în figura 2.

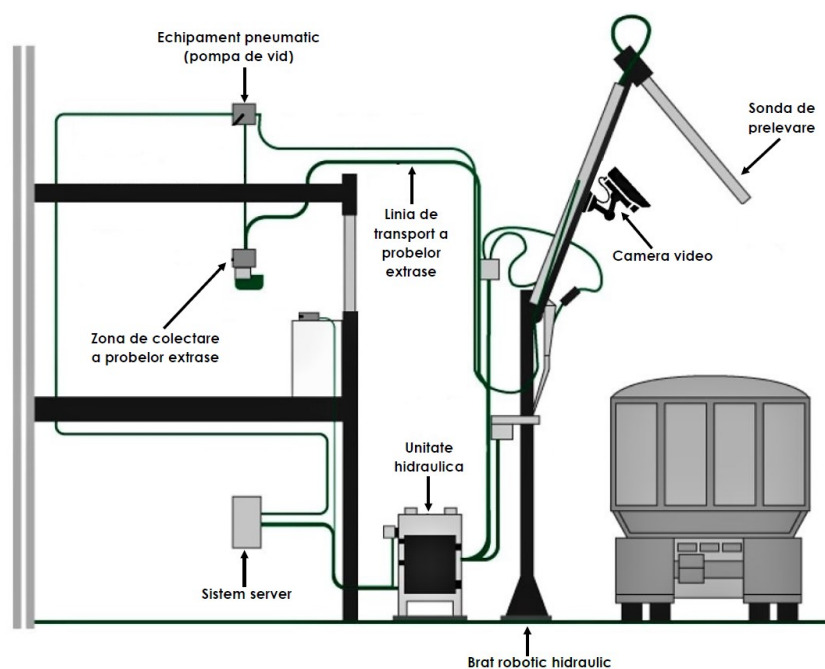


Fig. 2. Componentele sistemului [3]

Modul de funcționare a sistemului automatizat de prelevare a probelor de cereale este împărțit pe etape, după cum urmează:

- Autoutilitara staționează într-o zonă special amenajată;
- Camera video de pe brațul robotic furnizează imaginea cu întreaga suprafață a remorcii către sistemul server;
- Pe imaginile furnizate se aplică algoritmi de prelucrare de imagini pentru a se putea delimita conturul și dimensiunile remorcii;
- Se alege un set de puncte în interiorul conturului delimitat anterior;
- Brațul robotic hidraulic este direcționat către punctele respective;
- Cu ajutorul sistemului de prelevare (sondă + echipament pneumatic) se extrag probe de cereale din fiecare punct ales;
- Probele extrase sunt transportate către un echipament de analizare a acestora.

5. Cercetări privind dimensiunile și specificațiile unor componente din sistem

Pentru proiectarea sistemului și a aplicației sunt necesare informații despre potențialele dimensiuni ale modelului fizic. Primul pas în această etapă a fost de a afla dimensiunile zonei special amenajate în care auto-utilitara va staționa.

Dimensiunile zonei de staționare vor avea ca și referință dimensiunile auto-utilitărelor folosite la transportul cerealelor. Conform unor standarde internaționale dimensiunile maxime ale unui autocamion sunt următoarele: lungime – 18.75m, lungimea remorcii – 13.6m, lățime – 2.55m și înălțime – 4m. [4]

Ținându-se cont de dimensiunile maxime ale unui autocamion s-a ajuns la următoarele dimensiuni pentru zona specială de staționare: lungime – 20m și lățime – 6m;

Având în vedere înălțimea maximă a unui autocamion (4m) se poate preciza că înălțimea brațului hidraulic poate avea orice înălțime mai mare decât valoarea de 4m, mai apoi s-a luat decizia ca înălțimea brațului hidraulic din sistem să fie de 6m.

Camera video ce folosește la achiziția de imagini în sistemul automatizat va trebui să aibă o poziție din care aceasta poate furniza imagini cu întreaga suprafață a zonei de staționare, respectiv întreaga suprafață a remorcii în care sunt transportate cerealele. Pentru a putea respecta această cerință s-a luat decizia de a monta camera video pe brațul robotic hidraulic la o înălțime de 5m.

Fiind știute dimensiunile brațului hidraulic și ale zonei de staționare au fost făcute cercetări pentru alegerea modelului de cameră video. Cu ajutorul calculatorului de distanță focală [5] s-au aflat specificațiile minime ale camerei video pentru a putea fi folosită în sistem, acestea fiind prezentate în figura 3.

Object size	20 m ▾
Image size	20,000 mm ▾
Object distance	5 m ▾
Magnification	1 ×
Focal length	2,500 mm ▾
Angle of view	126.87 deg ▾

Fig. 3. Specificațiile minime ale camerei video

6. Algoritmi de procesare a imaginii

Imaginile furnizate de camera video vor fi procesate prin intermediul unui algoritm realizat în software-ul NI Vision Assistant, folosirea acestui program are ca beneficiu principal transferul algoritmului către software-ul LabView unde mai apoi pot fi realizate conexiuni între partea de procesare de imagini cu partea de comandă și control a brațului hidraulic.

Au fost făcute multiple încercări cu metode diferite de prelucrare de imagini pentru a se găsi un algoritm funcțional pentru sistemul automatizat de prelevare. Prelucrările s-au făcut pe imagini cât mai apropiate de ce va furniza camera video într-un caz real.

S-a ajuns la un algoritm de prelucrare de imagini care constă în următoarele etape:

1. Trecerea din planul de culoare RGB în planul HSL – saturație;
2. Folosirea funcției Look Up Table (power) pentru a reduce contrastul imaginii în zonele întunecate ale acesteia;
3. Aplicarea operației de Threshold pentru a căuta în imagine elemente iluminate corespunzător;
4. Aplicarea unui filtru Median pentru a elimina zgomotul de fundal al imaginii;
5. Trecerea imaginii prin multiple operații de întregire a elementelor prezente în imagine, pas realizat cu ajutorul funcției Convex Hull;
6. Trecerea imaginii prin 2 filtre de netezire Low Pass, pas ce a dus la netezirea marginilor conturului;
7. Folosirea funcției Look Up Table (equalize) pentru readucerea imaginii în tonuri de gri;
8. Analizarea conturului rezultat și extragerea coordonatelor punctelor ce formează acel contur.

În figura 4 se pot observa etapele prin care imaginile sunt supuse și modul în care aceasta ajunge de la formă inițială la conturul dorit.

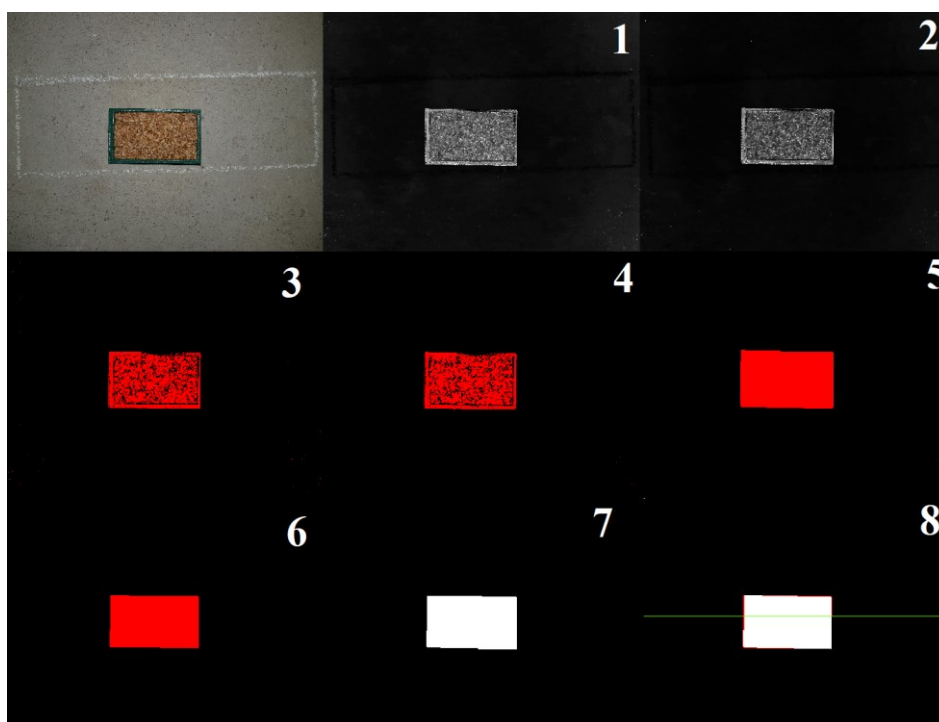


Fig. 4. Algoritmul de procesare al imaginilor

Încercând acest algoritm pe un eșantion de peste 50 de imagini diferite s-a ajuns la următoarele concluzii:

- Algoritmul are o rată de succes de peste 90%;
- Algoritmul nu funcționează în unele cazuri pe imagini slab iluminate și care conțin umbre, de aceea se recomandă utilizarea unor metode auxiliare de iluminat.

Pentru a putea susține afirmațiile de mai sus a fost adăugată figura 5 în care se pot observa diferite imagini inițiale și rezultatul final în urma aplicării algoritmului.

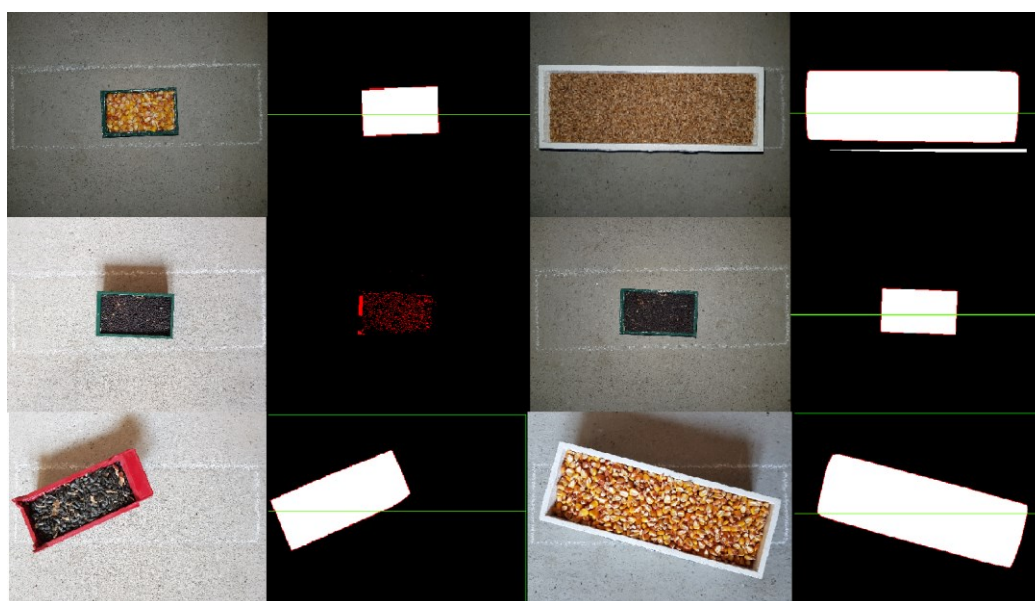


Fig. 5. Aplicarea algoritmului pe diferite imagini

Algoritmul realizat a fost exportat apoi în format specific LabView pentru a putea trasa exact conturul necesar pentru generarea unui set de puncte în interiorul acestuia, în figura 6 este afișat conturul desenat în LabView cu ajutorul funcției XY Graph.

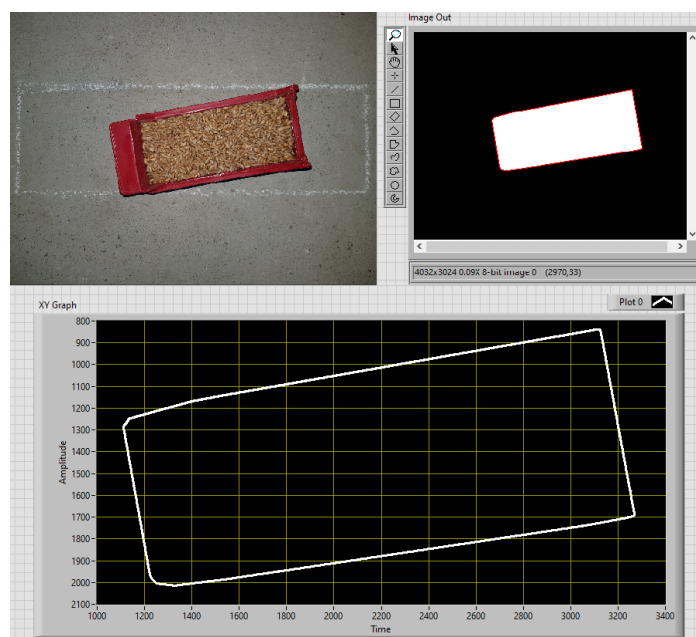


Fig. 6. Algoritmul exportat în LabView

7. Concluzii și dezvoltări ulterioare

S-a proiectat un algoritm de procesare a imaginilor care lucrează în situațiile care pot apărea în practică (remorci rotite, diverse condiții de iluminare) și care generează punctele de pe conturul remorcii. Pașii următori ce vor fi parcurși pentru proiectarea și modelarea sistemului sunt următorii:

- Dezvoltarea aplicației software pentru determinarea punctelor din colțurile remorcii;
- Dezvoltarea aplicației software pentru calculul coordonatelor punctelor de prelevare;
- Dezvoltarea aplicației software pentru calcul parametrilor de poziție ai sondei de prelevare (unghiul de rotație în jurul axei verticale și unghiul făcut de brațul orizontal cu brațul vertical);
- Realizarea unei simulări a funcționării sistemului;
- Realizarea unui program pentru subsistemul de comandă al sistemului.

8. Bibliografie

- [1]. Suresh Neethiraja, “Sensors for Grain Storage“, https://www.researchgate.net/publication/237671125_Sensors_for_Grain_Storage, [Accesat 12-05-2021].
- [2]. Anup Vibhute, “Application of Image Processing in Agriculture: A Survey“, https://www.researchgate.net/publication/253908767_Application_of_Image_Processing_in_Agriculture_A_Survey, [Accesat 12-05-2021].
- [3]. ***, “Guide to Taking a Representative Sample“, <https://www.grainscanada.gc.ca/en/grain-quality/sampling-grain/guide-taking-representative-sample/02-truck-probe-sampling.html>, [Accesat 12-05-2021].
- [4]. Alexandru Șerbuță, “Care sunt dimensiunile unui tir/camion?“, <https://www.constructosu.eu/care-sunt-dimensiunile-unui-tircamion/>, [Accesat 12-05-2021].
- [5]. Łucja Zaborowska, “Focal Length Calculator“, <https://www.omnicalculator.com/other/focal-length>, [Accesat 12-05-2021].