

UDK:[004.932.2:633.85-157.63]:004.738.5

Originalni naučni rad
Original scientific paper
doi: 10.5937/PoljTeh2003044M

PRIMENA ANALIZE SLIKE ZA ODREĐIVANJE DIMENZIJA SEMENA ULJANE REPICE KORIŠĆENJEM IOT KONCEPTA

**Dušan Marković^{*1}, Ranko Koprivica¹, Biljana Veljković¹,
Dejan Vujičić², Uroš Pešović², Siniša Randić²**

¹*Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku*

²*Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet tehničkih nauka u Čačku*

Sažetak: U radu su analizirane geometrijske karakteristike semena, ujednačenost i površina poprečnog preseka semena uljane repice na osnovu koje je izračunat ekvivalentni prečnik. Poznavanje dimenzije semena je od značaja u semenskoj proizvodnji od setve, žetve, dorade, skladištenja do pakovanja semena. Utvrđivanje dimenzije semenke ručnom metodom je dosta spor proces tako da je cilj ovog rada bio prikaz jednog računarski podržanog uređaja koji sadrži kameru i može da fotografiše uzorke semena, a pri tome i da utvrdi dimenzije semenke programskom analizom slike. Predstavljeni uređaj je realizovan u skladu sa konceptom Interneta stvari (IoT) tako da ima mogućnost povezivanja na Internet i prosleđivanja slike, ili u drugoj varijanti može izvršiti direktno analizu slike i dalje da prosledi samo rezultate. Namena predstavljenog sistema za utvrđivanje veličine semena jeste da na brz i efikasan način korisnici dobiju prve rezultate koji će im pomoći u realizaciji daljih aktivnosti koji se tiču rada sa sitnim semenom.

Ključne reči: *analiza slike, seme uljane repice, IoT (Internet of Things), Raspberry Pi 3*

UVOD

Prikupljanje i obrada senzorskih podataka poslednjih godina omogućila je dosta prostora za efikasnije sprovođenja radnih aktivnosti. Sistemi zasnovani na procesuiranju senzorskih podataka mogu predstavljati značajnu pomoć ljudima u izvođenju radnih

^{*} Kontakt autor. E-mail adresa: dusan.markovic@kg.ac.rs

Rad je podržan od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije - Agronomski fakultet u Čačku, Univerzitet u Kragujevcu.

procesa na optimalan način, uz praćenje stanja i aktivnosti na osnovu kojih se mogu donositi zaključci koji dalje mogu unaprediti rezultate rada.

Prikupljanje senzorskih podataka je dosta olakšano primenom sistema sa bežičnim senzorskim mrežama dok je u poslednje vreme istaknut novi koncept poznat kao internet stvari ili IoT (Internet of Things). Na taj način, osim ljudima i računarski podržanim objektima (stvarima) je omogućeno povezivanje na Internet i razmena podataka preko mreže. Podaci dobijeni od strane senzora mogu se prenositi do udaljenih servera na Internetu, odnosno do Cloud platformi, gde podaci mogu biti lako dostupni za prikazivanje ili dalju obradu. Mogu se koristiti raznovrsni senzori za prikupljanje podataka, a među njih mogu se svrstati i kamere koje imaju posebno široku primenu kao posebni uređaji ili dodatni moduli pružajući sliku trenutnog stanja sa nadziranog mesta. Aplikacije koje se zasnivaju na analizi slike mogu biti od velike pomoći u oblasti poljoprivrede tako što se na osnovu otkrivenih karakteristika na slici, dobijenih automatskom analizom, mogu generisati nove informacije. Značaj i prednosti primene ovih aplikacija mogu se pronaći u istraživačkim radovima u domenu poljoprivrede, kao što su primeri: klasifikator paradajza na osnovu boje, veličine i težine [1], utvrđivanje površine i zapremine asimetričnih poljoprivrednih proizvoda [2], automatska identifikacija vizuelnih efekata koji ukazuju na bolesti biljaka [3], segmentacija relevantnih tekstura na slikama kao što je identifikacija biljaka i zemljišta [4] ili prepoznavanje useva i korova na osnovu analize slike u realnom vremenu [5].

Jedna od primera gde se može primeniti analizu slike je kod semena malih dimenzija tako da ih je teže ručno izmeriti za kratko vreme kao što je nadgledanje klijavosti semena koja pripadaju porodici kupusnjača (*Brassica*) [6]. U tu grupu sitnih semena spada seme uljane repice čije utvrđivanje karakteristika odnosno dimenzija predstavlja pokazni primer u ovom radu.

Ocena kvaliteta semenskog materijala je osnova za njegovu upotrebu, a vrši se na osnovu poznavanja fizičkih osobina semena svake partije. Dimenzije (veličina, krupnoća) i oblik su fizičke osobine neophodne da bi se seme opisalo. Semena poljoprivrednih kultura-biljaka imaju različite oblike i krupnoću. Vrednosti veličine-krupnoće semena i oblika se menjaju u zavisnosti od naslednih osobina sorti, agrotehničkih i agroekoloških uslova gajenja. Seme uljane repice ima loptasti oblik, tako da je u doradi semena vrlo lako i jednostavno izvršiti postupkom separacije-klasiranje semena po krupnoći pomoću rupa-otvora na sitima različitih dimenzija.

Tačno određivanje (merenje) dimenzija sitnih semena pomoću šublera je mukotrpan, vrlo spor i dugotrajan postupak. Zbog toga je postojala potreba da se pronađe drugačiji metod za lako i brzo utvrđivanje dimenzija svih semena, a posebno sitnih semena. I upravo zbog toga, cilj ovih istraživanja je da se predstavi jednostavan, brz i nedestruktivan metod za merenje dimenzija semena, posebno sitnog, korišćenjem digitalne obrade slike. Cilj ovog rada je prikaz IoT zasnovanog sistema koji bi mogao uslikati upravo seme uljane repice i sliku proslediti na Cloud platformu za dalju analizu ili u drugoj varijanti slika bi mogla biti analizirana blizu mesta merenja što bi odgovaralo konceptu Fog računarstva. Na taj način određeni nivo obrade bi mogao biti prenet sa Interneta na uređaj bliži mestu merenja pri čemu se izbegava prenos većeg obima podataka.

MATERIJAL I METODE RADA

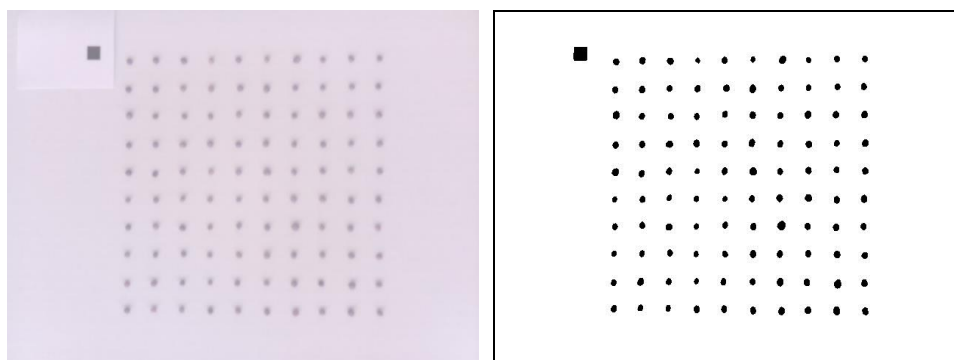
Za merenje dimenzija semena uljane repice korišćeno je neoštećeno, suvo, čisto seme bez prisustva stranih primesa sorti „Slavica”, „Jasna” i „Banačanka”.

Za potrebe eksperimenta implementirana je aplikacija za analizu slike zasnovana na IoT sistemu koji je realizovan sa Raspberry Pi 3 računarskom modulu sa priključenom odgovarajućom RPi kamerom. Pored mogućnosti prosleđivanja slike na Cloud platformu u ovoj varijanti analiza slike je vršena upravo na uređaju na mestu gde se vrši merenje.

Raspberry Pi predstavlja računar koji karakterišu male dimenzije, značajna procesorska snaga, relativno niska cena i to sve na jednoj ploči (modulu) koji se na tržištu pojavio 2012. godine. Takođe sadrži više raznovrsnih interfejsa koji mu pružaju široke mogućnosti u povezivanju i interakciji sa drugim uređajima. Uz dodatak odgovarajućih perifernih jedinica može se koristiti kao standardni personalni računar, a sa omogućenim povezivanjem na Internet može biti korišćen kao nezavisan uređaj sa udaljenim pristupom od strane korisnika. Na mestu memorijskog diska koristi SD karticu, dok se kao operativni sistem može koristiti Raspberry Pi OS poznat pod nazivom Raspbian jedan od posebno konfigurisanih Linux operativnih sistema [7].

Raspberry Pi 3 predstavlja treću generaciju Raspberry Pi računara koji su realizovani u potpunosti na jednoj ploči. Raspberry Pi 3 model sadrži 64-bitni četvororezergarni mikroprocesor, radnu memoriju od 1 GB, komunikaciju sa bežičnom mrežom (Wireless) i Bluetooth 4.1, HDMI interfejs, četiri USB porta, slot za micro SD karticu, četrdeset pinova opšte namene, interfejs za kameru i kompozitni audio/video priključak [8]. Sa ovim modelom korišćena je Raspberry Pi kamera modul koja je zasnovana na Sony IMX219 senzoru.

Kućiče uređaja koje sadrži Raspberry Pi 3 i odgovarajuću RPi kameru postavljeno je na nosaču i može se ručno pomerati po vertikalnoj osi (gore-dole). Ispod kamere na postolju, donjem delu nosača, postavljena je kutija sa semenom. Zbog bolje preglednosti na podlozi se nalaze otvori za semenke pri čemu je formiran šablon od deset vrsta i deset kolona, pri čemu u svakom može da se umetne po jedna semenka, što znači da se u jednom posmatra uzorak do 100 semenki (Sl. 1). Određena količina semena, odabrana slučajnim uzorkom iz džaka, sipa se u kutiju sa otvorima i vrši njihov razmeštaj u postojeće otvore tako da se svaki otvor na kutiji popunjava sa pojedinačnom semenkom. Na kraju se višak semena odstrani sa podloge tako da za snimanje ostane 100 semenki.



Slika 1. Postavka 10 x 10 semenki

Figure 1. Layout of 10 x 10 seeds

Ceo postupak se zasniva na postavljanju semena na beloj podlozi uz postavku i referentnog objekata poznatih dimenzija koji je poslužio kao reper prilikom određivanja površina poprečnog preseka semenki, odnosno ekvivalentnog dijametra. Poznati objekat predstavlja kvadrat dimenzija 5 x 5 mm.

Na prvom mestu postavlja se referentni objekat na osnovu koga se računaju dimenzije ostalih objekata (Sl. 1). Pošto semenke nisu savršeno sfernog oblika, da bi se izvršilo uzorkovanje na efikasan način postojećim sistemom izvršene su određene aproksimacije. Semenke su postavljene tako da se posmatra površina njihovog poprečnog preseka i usvaja se da je to površina kruga na osnovu koga se računa aproksimativni, odnosno ekvivalentni prečnik semenke prema obrascu (1):

$$R_p = \sqrt{\frac{4 \cdot P_p}{\pi}} \quad (1)$$

pri čemu je P_p površina poprečnog preseka semenke dobijena kao površina konture u pikselima, a R_p prečnik semenke takođe izražen u pikselima.

Na osnovu referentnog objekta računa se vrednost koeficijenta K_p koji se koristi za pretvaranje vrednosti ekvivalentnog prečnika u milimetre (2):

$$R_m = K_p \cdot R_p \quad (2)$$

pri čemu je R_m upravo vrednost prečnika pojedinih semenki u milimetrima.

Programski deo zadužen za analizu slike realizovan je u programskom jeziku Python. Nakon učitavanja slike programski se vrši pronalaženje kontura na slici shodno tamnijoj boji semena u odnosu na belu podlogu. Svaka od pronađenih kontura predstavlja po jedno seme, pri čemu se svaka od njih obeležava brojevima od 1 do 100 i za svaku se dobija površina poprečnog preseka, a odatle shodno obrascu (1) dobija se vrednost ekvivalentnog prečnika. Na osnovu dobijenih vrednosti za dijemetre semena može se utvrditi ujednačenost krupnoće semena, odnosno koji udeo od posmatranog semena ima određenu krupnoću.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Poznavanje fizičkih karakteristika semena je značajno u svim fazama proizvodnje od setve, žetve, dorade semena, čuvanja i pakovanja. U postupku dorade semena obavljaju se određene tehnološke operacije koje uključuju pored ostalog prečišćavanje semena i klasiranje po krupnoći. Najvažnije osobine klasiranja semena su: debljina, širina, dužina, struktura površine, poroznost, elastičnost i boja. Pored ovih osobina za doradu plodova loptastog oblika, kao što je seme uljane repice, bitan je i ekvivalentni prečnik semena. Na osnovu maksimalnog prečnika semena određuju se veličine otvora sita koja će se koristiti u toku dorade semena uljane repice.

Veličina i ujednačenost semena je važna za setvu, jer od nje zavisi norma setve odnosno količina semena potrebna po hektaru i dubina setve.

Veličina i oblik semena su bitni za konstrukciju mašina i opreme za odvajanje i klasiranje semena, kao i za predviđanje parametara u procesu sušenja [9], [10] i [11].

Pošto su u jednoj partiji semena različite krupnoće, moguće je, pri doradi semena za dobijanje različitih frakcija semena, u praksi postaviti dva sita različitih prečnika (minimalnog i maksimalno izmerenog prečnika semena).

Pored toga, poznavanje prečnika semena je važno i kod pripreme žitnih kombajna Zmaj 131, 132, 133, 134, 135 za žetvu uljane repice, pri čemu se podešava gornje sito i postavlja donje sito za uljanu repicu sa otvorima prečnika 2,5 mm. Krupnoća semena je važna osobina sa aspekta setve, sušenja, dorade i skladištenja semena uljane repice. Ujednačena veličina semena obezbeđuje kvalitetniji rad setvenog aparata i ravnomerniju dubinu setve. Krupno, dobro razvijeno seme poseduje veću količinu hranljivih materija što je garancija boljem nicanju i početnom razvoju mladih biljaka. Krupnije seme se sporije suši, zahteva veći prečnik sita i jaču vazдушnu struju.

Mehaničko odvajanje semena po frakcijama u laboratoriji sa sitima nije bilo dovoljno efikasno, jer su se frakcije razlikovale u veličini, pri čemu je svaka frakcija sadržala određeni broj semenki koje se preklapaju sa drugim frakcijama. Pristup prikazan u ovom radu predstavlja primenu analize slike u određivanju ekvivalentnog prečnika svake pojedinačne semenke.

Obrada, odnosno analiza slike je jednostavna, brza i neinvanzivna metoda u merenju ekvivalentnog prečnika, površine i zapremine semena [12]. Digitalna analiza slike može se koristiti pored utvrđivanja procene kvaliteta uljane repice, uključujući određivanje geometrijskih karakteristika, boje, površine semena, takođe i za identifikaciju nečistoće koju je teško odvojiti u procesu čišćenja [13] i za brojanje semenki [12] ili praćenje klijanja semena. Prikaz jednog takvog sistema koji može da vrši uzorkovanje putem slike sa mesta merenja predstavljen je u radu [8].



Slika 2. Numerisane semenke za koje se računa ekvivalentni dijametar

Figure 2. Marked seeds by numbers for which the equivalent diameter was calculated

Informacije o fizičkim i mehaničkim osobinama ratarskih useva su od suštinskog značaja za selekciju pri stvaranju novih sorti. U toku oplemenjivanja pri stvaranju novih sorti potrebno je kod velikog broja ljuski različitih linija utvrditi broj semena i za dalju selekciju odabrati linije sa većim brojem semena u ljuski.

U laboratorijama se dimenzije svakog semena iz ljuske uljane repice sa jedne biljke utvrđivao ručnim merenjem pomoću šublera što zahteva mnogo vremena.

Prednost merenja dimenzija na bazi programske analize slike je u tome što je skraććen postupak i vreme trajanja za utvrđivanje dimenzije semena. Sva zrna sipaju se u posudu na čijoj se podlozi nalaze otvori manji od minimalnog prečnika semena uljane repice. Protresanjem posude semena samo delimično upadaju u otvore, pri čemu se ne vodi računa o njihovom položaju i mestu u njoj. Posuda se postavi ispod IoT uređaja koji sadrži kameru, pri čemu se za svega nekoliko sekundi uslikaju semena, odredi broj zrna, površinu poprečnog preseka, na osnovu toga i ekvivalentni prečnik, kao i ujednačenost po veličini semena uljane repice. Na ovaj način olakšan je mukotrpan posao ljudi u laboratorijama koji se odnosi na ručno merenje svake semenke. Umesto toga na ovaj način se za vrlo kratko vreme određuju dimenzije semena i uštedi se vreme što je važno pri merenju velikog broja uzoraka.

Ispitivanja semena su obavljena u tri ponavljanja za sve tri sorte. Svako seme je pojedinačno obeleženo (numerisano) i utvrđene su mu navedene veličine (Sl. 2).

U toku snimanja dobijaju se osnovni statistički podaci o ekvivalentnim dijametrima kod posmatranih uzoraka semena, kao što su aritmetička srednja vrednost, minimalna i maksimalna vrednost, medijana i standardna devijacija (Tab. 1).

Tabela 1. Izračunati podaci za vrednosti prečnika posmatranih uzoraka semena

Table 1. Calculated values of diameter for the observed seed samples

Dijametar <i>Diameter</i>	„Slavica”	„Jasna”	„Banačanka”
Srednja vrednost <i>Average value</i>	2,11	2,22	2,30
Minimum <i>Minimum</i>	1,46	1,57	1,70
Maksimum <i>Maximum</i>	2,84	2,69	3,14
Medijana <i>Median</i>	2,10	2,25	2,32
Standardna devijacija <i>Standard deviation</i>	0,240	0,240	0,243

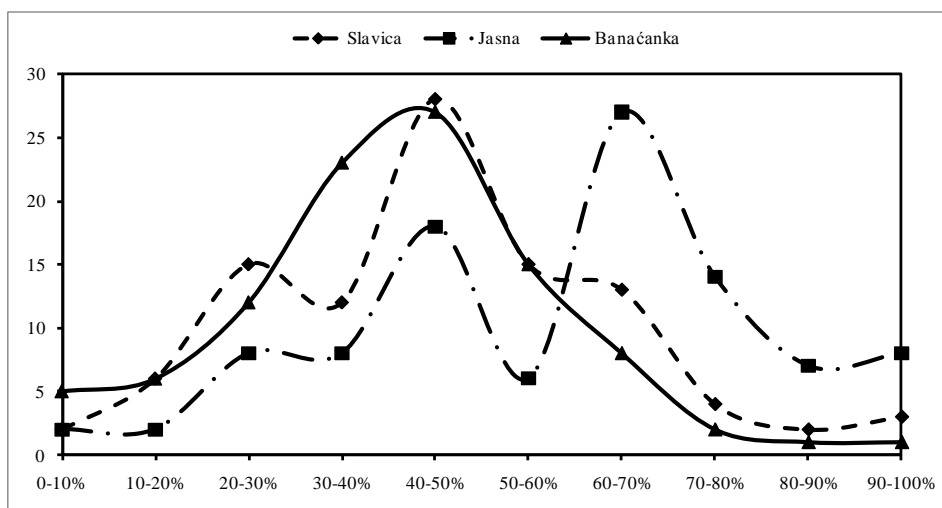
Na osnovu Tab. 1 vidi se da su aritmetičke srednje vrednosti izračunatih ekvivalentnih prečnika približno iste za posmatrane uzorke sve tri sorte, pri čemu se može uočiti da u trenutno posmatranim uzorcima sorta „Banačanka” ima za nijansu krupnije seme. Na osnovu vrednosti za medijanu može se videti da je raspodela krupnoće semena podjednaka u odnosu na opseg od minimalne do maksimalne vrednosti. Ako bi se posmatrao taj opseg i podelio na deset delova, raspodela semenki po krupnoći bi bila kao u Tab. 2. Može se uočiti da se najveći broj semenki nalazi u delu od 40-50% od opsega krupnoće za sorte „Slavica” i „Banačanka”, dok za sortu „Jasna” najveći broj semenki nalazi se u delu 60-70% od njenog opsega krupnoće.

Tabela 2. Raspodela semenki po krupnoći na posmatranom uzorku od 100 semenki

Table 2. Seed size distribution on the observed sample of 100 seeds

Opseg krupnoće semena Seed size range	„Slavica”	„Jasna”	„Banaćanka”
0-10%	2	2	5
10-20%	6	2	6
20-30%	15	8	12
30-40%	12	8	23
40-50%	<u>28</u>	18	<u>27</u>
50-60%	15	6	15
60-70%	13	<u>27</u>	8
70-80%	4	14	2
80-90%	2	7	1
90-100%	3	8	1

Upravo vrednosti broja semenki razvrstani po krupnoći predstavljeni su na Graf. 1 i može se uočiti njihova raspodela na celom opsegu od minimalne do maksimalne vrednosti koja je izdeljena na deset delova. Pikovi na grafikonu ukazuju za koju krupnoću semena se nalazi najveći broj semenki na posmatranom uzorku.



Grafik 1. Prikaz raspodele broja semenki po krupnoći

Chart 1. Displayed distribution of the number of seeds by size

Celokupan prikaz dobijenih vrednosti za uzorke navedene tri sorte poslužio je kao pokazni primer. Akcenat je na mogućnosti primene jednog ovakvog uređaja, zasnovanog na konceptu Interneta stvari (IoT), na novim uzorcima tako da se na jedan dovoljno brz i efikasan način može uslikati seme i dobiti rezultati. U ovoj fazi nije bio fokus na detaljnim analizama svih fizičkih karakteristika semena već da se pomoću kamera modula i koncepta prenosa i analiza slike mogu dobiti prvi rezultati koji će pružiti pomoć u pravcu sprovođenja drugih aktivnosti pripreme i dorade semena.

ZAKLJUČAK

Digitalna analiza slike je korisna metoda za brzu obradu velikog broja uzoraka semena pri utvrđivanju veličine i ujednačenosti semena jedne partije. Oprema i softver potrebni za digitalnu analizu slike su relativno jeftini, a postupak jednostavan i brz, tako da veliki broj uzoraka može biti obrađen u jednom danu. Projektovanim uređajem moguće je odrediti dimenzije preko proračuna ekvivalentnog prečnika analizom slike. Sledeća faza bi podrazumevala dodavanje aparature uz pomoć koje bi se na isti način mogla uslikati semena sa većom rezolucijom kako bi se dobile i ostale fizičke osobine (srednji geometrijski prečnik, aritmetički prečnik, zapremine, površina, sferičnost, zaobljenost, boja i drugo).

LITERATURA

- [1] Clement, J., Novas, N., Gazquez, J.A., Manzano-Agugliaro, F. 2012. High speed intelligent classifier of tomatoes by colour, size and weight. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 10 (2): 314-325.
- [2] Sabliov, C.M., Boldor, D., Keener, K.M., Farkas B.E. 2002. IMAGE PROCESSING METHOD TO DETERMINE SURFACE AREA AND VOLUME OF AXI-SYMMETRIC AGRICULTURAL PRODUCTS. *International Journal of Food Properties*. 5 (3): 641-653.
- [3] Camargo, A., Smith, J.S. 2009. An image-processing based algorithm to automatically identify plant disease visual symptoms. *Biosystems Engineering*. 102 (1): 9-21.
- [4] Guijarro, M., Pajares, G., Riomoros, I., Herrera, P.J., Burgos-Artizzu, X.P., Ribeiro, A. 2011. Automatic segmentation of relevant textures in agricultural images. *Computers and Electronics in Agriculture*. 75 (1): 75-83.
- [5] Burgos-Artizzu, X.P., Ribeiro, A., Guijarro, M., Pajares, G. 2011. Real-time image processing for crop/weed discrimination in maize fields. *Computers and Electronics in Agriculture*. 75 (2): 337-346.
- [6] Dell' Aquila, A. 2009. Digital imaging information technology applied to seed germination testing. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 29: 213-221.
- [7] Vujović, V., Maksimović, M. 2014. Raspberry Pi as a Wireless Sensor Node: Performances and Constraints. Objavljeno u: *2014 37th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*, pp. 1247-1252. Opatija, Hrvatska.
- [8] Pagnutti, M.A., Ryan, R.E., Cazenavette, G.J., Gold, M.J., Harlan, R., Leggett, E., Pagnutti, J.F. 2017. Laying the foundation to use Raspberry Pi 3 V2 camera module imagery for scientific and engineering purposes. *Journal of Electronic Imaging*. 26 (1) 013014: 1-13.

- [9] Koprivica, R., Turan, J., Veljković, B., Radivojević, D., Bokan, N., Đurović, D., Đokić, D., Balalić, I. 2018. Physical properties of oil rapeseed kernels at different moisture content and varieties. Objavljeno u: Proceedings 46th International Symposium: Actual tasks on agricultural engineering ATAЕ, pp.397-405, Opatija, Croatia.
- [10] Đokić, D., Stanisavljević, R., Terzić, D., Marković, J., Radivojević, G., Anđelković, B., Barać, S. 2012. Primena različitih tehnoloških procesa u doradi semena crvene deteline. *Poljoprivredna tehnika*, 3: 1-10.
- [11] Babić, M., Babić, Lj. 2007. Fizičke osobine poljoprivrednih materijala. *Autorizovana predavanja*. Poljoprivredni fakultet, NoviSad.
- [12] Firatligil-Durmuş, E., Šárka, E., Bubník, Z. 2008. Image vision technology for the characterisation of shape and geometrical properties of two varieties of lentil grown in Turkey. *Czech Journal of Food Sciences*, 26:109-116.
- [13] Tanska, M., Rotkiewicz, D., Kozirok, W., Konopka, I. 2005. Measurement of the geometrical features and surface color of rapeseeds using digital image analysis. *Food Research International*, 38 (7): 741-750.

APPLICATION OF IMAGE ANALYSIS FOR DETERMINATION OF RAPESEED DIMENSIONS USING IOT CONCEPT

Dušan Marković¹, Ranko Koprivica¹, Biljana Veljković¹,
Dejan Vujičić², Uroš Pešović², Siniša Randić²

¹University of Kragujevac, Faculty of Agronomy in Čačak,

²University of Kragujevac, Faculty of Technical Sciences in Čačak

Abstract: The paper analyzes the geometric characteristics of seeds, uniformity and cross-sectional area of rapeseed, on the basis of which the equivalent diameter was calculated. Knowing the dimensions of seeds is important in seed production from sowing, harvesting, processing, and storage, to seed packaging. Manual determination of the dimensions of seeds is a rather slow process, so the aim of this work was to show a computer-aided device that contains a camera and can take seed samples, while determining the dimensions of seeds by program image analysis. Presented device is realized in accordance with the concept of the Internet of Things (IoT) so it has the ability to connect to the Internet and forward the image, or in another variant can directly perform the image analysis and further forward the results only. The purpose of the presented system for determining the size of seeds is providing a fast and efficient way for users to get the first results that will help them in the implementation of further activities related to working with small seeds.

Key words: image analysis, rapeseed, IoT (Internet of Things), Raspberry Pi 3

Prijavljen: 27.07.2020.
Submitted:
Ispravljen: 28.09.2020.
Revised:
Prihvaćen: 29.09.2020.
Accepted: