

REALIZACIJA PAMETNE KLOPKE ZA PRAĆENJE BROJA INSEKATA U POLJU

REALIZATION OF SMART TRAP FOR MONITORING NUMBER OF INSECTS IN THE FIELD

Ivan Hrubik, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – Primenjena elektronika

Kratak sadržaj – U ovom radu predstavljen je razvoj uređaja za praćenje broja odraslih jedinki raznih insekata u polju (voćnjaku ili vinogradu). Uređaj se postavlja u odgovarajuće feromonske klopke. Glavni delovi uređaja su solarno napajanje, kontroler, kamera i GSM/GPRS modem. Dobijene slike lepljive ploče iz klopke sa kamere šalju se na server gde se vrši dalja obrada.

Ključne reči: Insekti, feromonska klopka, kamera, solarno napajanje, server.

Abstract – This paper presents the development of a system for monitoring number of insects in the field (orchard or vineyard). The device is installed in appropriate pheromone traps. Main parts of the device are solar power supply, controller, camera and GSM/GPRS modem. Photos of the sticky plate from trap taken by camera are sent to server where further processing is done.

Keywords: Insects, pheromone trap, camera, solar power supply, server.

1. UVOD

Svetska populacija raste iz dana u dan i stoga konstantno raste i potreba za hranom. Jedno od rešenja ovog problema jeste povećanje poljoprivredne proizvodnje. Tržište hrane zahteva proizvode najvišeg kvaliteta, sa smanjenim hemijskim ostacima. Najefikasniji način da se to ostvari jeste smanjenje gubitaka koje nanose štetočine. Aktivnost štetočina izaziva smanjenje prinosa, promenu kvaliteta proizvoda kao i generalno smanjenje produktivnosti uzgoja. Praćenjem razvoja odraslih insekata zaprašivanje insekticidima ograničava se na vreme sazrevanja odraslih jedinki, što smanjuje upotrebu i troškove insekticida kao i količinu insekticida u ubranim usevima.

Vodenje terenskih podataka može biti pravi izazov koji može rezultirati greškama i donošenjem loših odluka. Praćenje brojnog stanja insekata vrši se brojanjem uhvaćenih, odnosno, zalepljenih jedinki u feromonskoj klopki. Feromonske klopke su zamke u kojima se hvataju odrasli mužjaci određenih vrsta insekata privučeni feromonom (supstanca koja se koristi za komunikaciju među jedinkama iste vrste) koji se onda zalepe na lepljivu površinu unutar zamke.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Vladimir Rajs, docent.

Zbog ovih razloga javlja se potreba za projektovanjem uređaja koji bi automatski pravio snimke sa terena i slao ih do korisnika. Snimci mogu biti sačuvani na serveru, gde bi bili obrađeni i pomoću pametnog alata bi insekti bili prebrojani. Takođe, snimci se uvek mogu proveriti od strane relevantnih stručnjaka.

2. ANALIZA PROBLEMA

Glavni zadatak ovog uređaja je da se primenom modernih tehnologija pruža poljoprivrednom proizvođaču lako dostupna informacija od značaja. Zahtevi koji se postavljaju pri projektovanju jednog ovakvog uređaja uglavnom su diktirani samom primenom istog.

Drugim rečima, s obzirom na to da se uređaj montira na polju potrebna je mogućnost funkcionisanja u širokom opsegu temperatura i pod uticajem različitih vremenskih uslova. Takođe, jedna od najbitnijih stvari jeste da sam uređaj mora biti potpuno neinvazivan, odnosno, da ni na koji način ne utiče na okolinu.

Bitna stavka jeste i autonomnost, odnosno, samostalno napajanje uređaja. Na slici 2.1 prikazana je idejna šema uređaja.



Slika 2.1: Idejna šema uređaja

3. POSTOJEĆA REŠENJA

Projektovanjem ovakvog tipa uređaja rešavamo problem sastavljen od nekoliko celina sa više ili manje stepena slobode u izboru. U zavisnosti od vrste insekta koja se nadgleda uređajem postoje različite klopke sa različitim načinom zavaravanja – prizivanja insekata u klopku, odnosno, različitim feromonom. Dakle, tipom klopke i korišćenim feromon biramo koji tip insekta pratimo. Feromonska delta klopka je najčešći izbor za ovakav način praćenja insekata. Na slici 3.1 prikazana je klopka.



Slika 3.1: Feromonska pametna klopka

Postoje već gotova rešenja sličnih uređaja, koji služe za praćenje broja odraslih jedinki insekata, na stranom tržištu od kojih su detaljnije proučavana ova dva:

- iMetos iScout firme Pessl iz Austrije
- Trapview firme EDOS iz Slovenije

Oba uređaja su kombinacija hardverskog i softverskog rešenja za daljinsko praćenje broja različitih poljoprivrednih i industrijskih insekata. U zavisnosti od korišćene klopke i feromona različiti insekti se mogu pratiti. Kod oba uređaja možemo izdvojiti ove celine:

- Glavna jedinica – unutar vodootpornog kućišta smešteni su kontroler, GSM/GPRS modem i kamera,
- Napajanje – solarni panel sa pratećom punjivom baterijom i kontrolera punjenja,
- Feromonska klopka – slična kao na prethodno prikazanoj slici.

Fotografije ulovljenih (zalepljenih) insekata iz feromonske klopke šalju se jednom dnevno u predodređenom vremenskom trenutku. Oba uređaja imaju dovoljno dobru obradu podataka na prijemnoj strani gde su insekti prebrojani i gde se skupljaju informacije od značaja krajnjem korisniku. Mesečni troškovi samog uređaja ogledaju se u potrošenom internet saobraćaju. U tom pogledu prvi uređaj ima veću potrošnju, zbog većeg kvaliteta slike više podataka se prenese – pošalje na server.

Zbog nedostatka dobavljača pomenutih uređaja kao i nepostojanja sličnih rešenja u našoj državi došlo je do potrebe za projektovanjem uređaja.

4. ELEKTRONSKI SISTEM

Fizički deo uređaja čini feromonska klopka, nosač, kućište i elektronski sklop. Tip feromonske klopke je u suštini isti kao prethodno prikazan. Nosač je stub na

kojem je montiran solarni panel i kućište baterije, najčešće to bude već postojeći stub u polju. Najvažnija osobina kućišta baterije i elektronskog sklopa je da mora biti vodootporna. Koriste se kutije sa IP68 zaštitom.

Elektronski sklop je glavni deo uređaja. Možemo ga podeliti na četiri celine:

- Napajanje
- Kontroler
- Modem
- Kamera

Deo koji napaja uređaj sastoji se iz solarnog panela, punjive olovne baterije i solarnog kontrolera punjenja. Solarni panel snage 20W korišćen je za testiranje rada uređaja. Punjiva olovna baterija napona 12V i kapaciteta 9Ah je upotrebljena. Solarni kontroler punjenja proizvođača Phocos kontroliše punjenje baterije i detektuje eventualni nizak napon baterije te je na taj način štiti od potpunog pražnjenja.

Dve celine elektronskog sklopa zajedno se nalaze na glavnoj ploči, to su kontroler i modem. Glavna ploča predstavlja centralni deo uređaja koji izvršava glavni algoritam, odnosno, prikuplja podatke od kamere i šalje i na udaljenu lokaciju putem GPRS protokola. Na slici 4.1 prikazan je izgled glavne ploče.



Slika 4.1: Glavna ploča

Centar sistema za prikupljanje podataka predstavlja mikrokontroler PIC24FJ256GA106 sa svojim integrisanim blokovima za komunikaciju sa perifernim uređajima. Mikrokontroler je izrađen u CMOS tehnologiji sa ugrađenom programskom memorijom i memorijom za podatke. Pored velike brzine rada, ovaj mikrokontroler je izabran i zbog njegovih ostalih performansi, pre svega postojanja dovoljnog broja serijskih portova za komunikaciju sa kamerom i GSM/GPRS modemom kao i za potrebe razvoja uređaja i rešavanju problema u procesu istog (eng. *debugging*).

GSM/GPRS modem korišćen za prenos podataka je proizvođača Telit. Telit GE864-GPS modem namenjen je korišćenju u bežičnim industrijskim aplikacijama. Malih je dimenzija, lagan i lak za integraciju. Ima malu potrošnju i prošireni opseg radne temperature (od -20°C do +70°C) što ga čini dobrim rešenjem za primenu u ovakvom tipu uređaja.

Pored kontrolera i modema na glavnoj pločici smešten je i stabilizator napona. Stabilizator napona sprečava da

dnevne fluktuacije napona baterije utiču na rad samog uređaja, takođe i filtrira napon i obezbeđuje potrebne nivoe napona za kontroler, modem i kameru. Ulazni napon može biti od 6V do 36V DC.

Deo uređaja koji prikuplja podatke je kamera. Korišćena je μ CAM OV528 kamera. Zbog jednostavnosti rada sa njom, a ipak dovoljnog kvaliteta izabrana je kao optimalno rešenje. Komunikacija kamere i kontrolera je uspostavljena preko serijske komunikacije (UART - universal asynchronous receiver-transmitter). Na slici 4.2 prikazana je kamera.



Slika 4.2: Kamera

5. PROGRAMSKA PODRŠKA

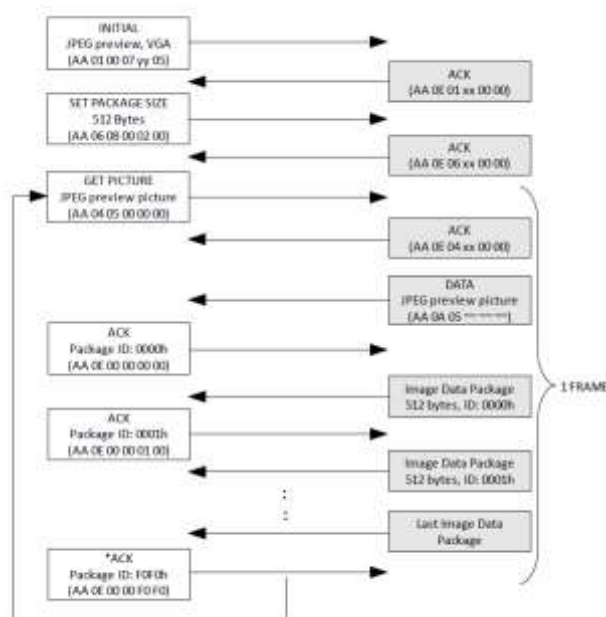
Za potrebe funkcionisanja uređaja razvijena su dva programska koda, jedan za kontroler, a drugi za Telit modem.

Kod za kontroler pisan je u C programskom jeziku prilagođenom za rad sa mikrokontrolerima. Pre početka izvršavanja glavnog dela koda podešavaju se serijski portovi. Koriste se tri serijska porta, jedan za komunikaciju sa kamerom, drugi za komunikaciju sa modemom i treći za *debug*. U kodu razlikujemo 3 stanja:

- IDLE
- TAKING PICTURE
- FORWARDING PICTURE

U *IDLE* stanju kontroler je u stanju štednje energije i praktično se ništa ne izvršava. Iz *IDLE* stanja pokreće ga modem i zadaje mu komandu da počne komunikaciju sa kamerom. Drugo stanje – *TAKING PICTURE* predstavlja deo koda u kom kontroler komunicira sa kamerom i setom komandi podešava parametre slike. Na svaku naredbu kamera vraća *ACK* kao informaciju da je prepoznala komandu. Nakon setovanja potrebnih parametara sledi preuzimanje slike sa kamere. Slika se šalje u paketima, unapred određene veličine. Prilikom preuzimanja slike sa kamere paralelno se izvršava i treća radnja, odnosno slanje slike na modem. Zbog veličine slike istu nije moguće sačuvati na kontroler, koji ima malo memorije, već se paketi prosleđuju modemom, tamo spajaju i skladište u memoriju. Kad se završi preuzimanje i prosleđivanje slike kontroler naredi kameri da se

isključi, javi modemom da je završio transfer slike i opet prelazi u stanje *IDLE*. Na slici 5.1 prikazan je primer seta komandi kojima kontroler komunicira sa kamerom.



Slika 5.1: Komunikacija između kontrolera i kamere

Kod za modem pisan je u Python programskom jeziku. Modem preko serijske komunikacije razmenjuje podatke i komande sa kontrolerom.

Za normalan rad modema potrebno je staviti SIM karticu u slot za SIM karticu koji se nalazi sa donje strane glavne ploče. Modem je otključan za sve operatere i može da se koristi SIM kartica bilo kog operatera u svetu. Nakon stavljanja SIM kartice potrebno je SMS porukama podesiti APN za operatera koji se koristi. Nakon početnih podešavanja, provere da li je antena dobro postavljena i provere da li na lokaciji postoji pokrivenost signalom mobilnog operatera koji se koristi modem se automatski povezuje na mrežu kad je u modu pune funkcionalnosti.

Kod za modem ima 4 stanja:

- IDLE
- START
- DOWNLOADING PICTURE
- UPLOADING PICTURE

U *IDLE* stanju modem je režimu štednje energije. Nakon određenog vremenskog perioda (60 minuta) modem se pokrene iz *IDLE* stanja, poveže se na mrežu i pri tome dobije od mreže trenutno vreme. Ako je vreme za slikanje (svakog dana u 14h) prelazi u drugo stanje, a ako nije vreme za slikanje vrati se u *IDLE* stanje 60 minuta. Kad dođe vreme za slikanje (14h) modem prelazi u stanje *START* i šalje kontroleru komandu za pokretanje i sam modem prelazi u mod pune funkcionalnosti. Nakon slanja komande kontroleru modem čeka da kontroler i kamera završe razmenu komandi. Kontroler nakon toga javlja modemom da je spreman za slanje slike i modem prelazi u stanje *DOWNLOADING PICTURE*. U ovom stanju paketi slike se slažu u niz jedan za drugim. Svaki paket ima svoje zaglavlje u kojem je naznačeno koji je to po redu paket. Pri slaganju paketa u niz to zaglavlje je potrebno

ukloniti. Nakon preuzimanja svih paketa zatvara se komunikacija prema kontroleru i modem prelazi u stanje *UPLOADING PICTURE*. Četvrto stanje predstavlja slanje slike na server preko GPRS protokola. Otvori se konekcija i slika se pošalje na željeni server. Nakon potvrde sa servera da su podaci uspešno primljeni konekcija se zatvara, završava se ciklus i modem prelazi u stanje *IDLE*.

Slika u ovom delu obrade je niz heksadecimalnih cifara. Heksadecimalni zapis slike se na serveru pretvara u sliku, koja može vizuelno da se prestavi, pomoću programa koji je deo obrade podataka na serverskoj strani.

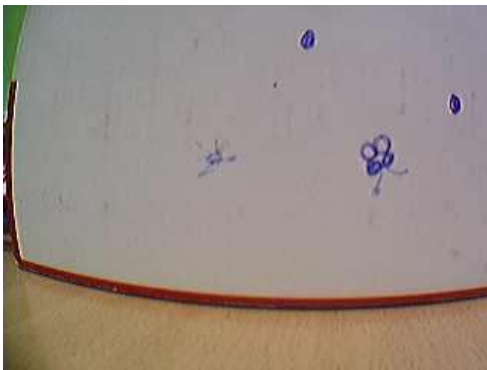
6. TESTIRANJE

Projektovan i realizovan uređaj je na kraju testiran. Prilikom testiranja slike veličine oko 20 KB su stizale do servera bez grešaka i gubljenja podataka.

Na slici 6.1 prikazan je deo heksadecimalnog zapisa podataka slike, a na slici 6.2 prikazana je dobijena slika uz tog zapisa.

```
FFD8FFE00114AA444000102030405060708090A0B0C0D0E0F101112131415161718191A1B1C1D1E1F2021222324252627282930313233343536373839404142434445464748495051525354555657585960616263646566676869707172737475767778798081828384858687888990919293949596979899A0A1A2A3A4A5A6A7A8A9B0B1B2B3B4B5B6B7B8B9C0C1C2C3C4C5C6C7C8C9D0D1D2D3D4D5D6D7D8D9E0E1E2E3E4E5E6E7E8E9F0F1F2F3F4F5F6F7F8F9
...
FFD8FFE00114AA444000102030405060708090A0B0C0D0E0F101112131415161718191A1B1C1D1E1F2021222324252627282930313233343536373839404142434445464748495051525354555657585960616263646566676869707172737475767778798081828384858687888990919293949596979899A0A1A2A3A4A5A6A7A8A9B0B1B2B3B4B5B6B7B8B9C0C1C2C3C4C5C6C7C8C9D0D1D2D3D4D5D6D7D8D9E0E1E2E3E4E5E6E7E8E9F0F1F2F3F4F5F6F7F8F9
```

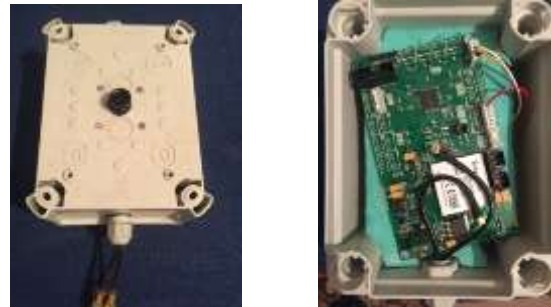
Slika 6.1: Heksadecimalni zapis podataka koji su stigli na server



Slika 6.2: Slika tokom testiranja

U programu može da se podesi vreme slanja podataka (slika), takođe i broj ponavljanja dnevno. Slanje slike traje 2-3 minuta i tada je potrošnja energije najveća, oko 400mA sa napajanjem 12V. Ostatak vremena uređaj je u stanju uštede energije i potrošnja drastično opadne, pa baterija stigne da se dopuni do sledećeg ciklusa.

Na slici 6.3 prikazan je uređaj upakovan u kućište. Na prvom delu slike može se uočiti donji deo kućišta i kamera, a na drugom delu vidi se glavna ploča.



Slika 6.3: Uređaj za praćenje broja insekata u polju

7. ZAKLJUČAK

Problem definisan projektnim zadatkom je uspešno rešen i dobijena slika omogućuje korisniku da odradi potrebno prebrojavanje insekata koji bi se našli na klopci.

Unapređenje uređaja odnosilo bi se na korišćenje kvalitetnije kamere – veća rezolucija i bolji kvalitet slike. Veći kvalitet slike povećao bi i količinu podataka koji se šalju te bi to zahtevalo korišćenje novijeg modema koji ima 3G ili 4G mogućnosti radi bržeg slanja podataka.

8. LITERATURA

- [1] Microchip, PIC24FJ256GA106, dostupno na: <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/394556/MICROCHIP/PIC24FJ256GA.html> - 15.09.2018.
- [2] 4D System, uCAM III, dostupno na : https://www.4dsystems.com.au/productpages/uCAM-III/downloads/uCAM-III_datasheet_R_1_0.pdf - 15.09.2018.
- [3] Telit, GE864-GPS, dostupno na: <https://www.telit.com/m2m-iot-products/cellular-modules/standard-industrial-grade/ge864ge865-series/#ge864> - 15.09.2018.
- [4] Prof.E.D.Morgan, Feromoni, dostupno na: <http://www.znanje.rs/35.html?FEROMONI> - 15.09.2018.
- [5] EFOS d.o.o., Trapview, dostupno na: <http://www.trapview.com/en> - 15.09.2018.
- [6] Pessl Instruments GmbH, iMETOS iSCOUT, dostupno na: <http://metos.at/home/iscout/> - 15.09.2018.

Kratka biografija:



Ivan Hrubik rođen je u Novom Sadu 1991. god. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Primenjene elektronika odbranio je 2015.god. Oblasni interesovanja su mu embeded sistemi, obrada signala, primenjena elektronika i IoT.