

# АУТОМАТИЗАЦИЈА ПОКРЕТНЕ ТРАКЕ ЗА РАЗВРСТАВАЊЕ ПРОИЗВОДА НА ОСНОВУ СЕНЗОРА ЗА БОЈУ

Аутор: Маријана Милојевић  
Факултет техничких наука, Чачак  
Машинство и инжењерска информатика, 2021/2022.  
Marijana.milojevic@gmail.com  
Ментор рада: проф. Светислав Марковић

*Апстракт* - Овај рад ће детаљно размотрити компоненте система, укључујући сензоре за боју, моторе и Ардуино платформу, како би се боље разумела њихова улога и функционалност у аутоматизацији покретне траке за разврставање производа. Такође, истражиће се предности 5 оваквих система, као што су повећање ефикасности и смањење људске интервенције, као и могуће примене у различитим индустријским секторима.

*Кључнe речи* – Покретна трака, Ардуино, Сензори, Мотор.

## 1. УВОД

Покретне траке, као неизоставан део многих индустријских процеса, играју кључну улогу у олакшавању преноса материјала и производа с једног места на друго. Међутим, да би се постигла максимална ефикасност и продуктивност, покретне траке све више захтевају аутомеханизацију. Један од изазова који се често сусреће у индустријским постројењима је брзо и тачно разврставање производа на основу њихових карактеристика, као што је боја. Овај мастер рад истражује примену аутоматизације у процесу разврставања производа путем покретне траке која користи сензоре за боју. Овај рад се састоји из неколико целина кроз које ће се демонстрирати принцип рада покретне траке као и цео систем аутоматизације. Централни део овог система представља макета покретне траке, која симулира индустријски поступак разврставања. Поред тога, имплементираће се програми за управљање сензорима и моторима путем Ардуино платформе, чиме се омогућава висока прецизност и флексибилност у процесу разврставања.

## 2. ОПИС РАДА СИСТЕМА

Овај систем се састоји из неколико целина:

- Покретна трака са мотором
- Сензор за боју
- Ултразвучни сензор за даљину
- Серво мотор
- Ардуино
- Мотор драјвер

Први корак у операцији разврставања је постављање производа на почетак покретне траке, која се налази у кућишту (Слика 1.). Овде треба истакнути да производи могу имати различите облике и величине, али овај систем се фокусира исто тако на њихову боју као основни параметар раздвајања. Кључне компоненте система укључују ултразвучни сензор за даљину и сензоре за боју. Ултразвучни сензор за даљину детектује присуство производа на траци када измерена даљина постаје мања од четири сантиметра. Овај једноставан, али ефикасан начин детекције обезбеђује покретање одговарајућих операција. Када се производи поставе на траку и детектују се ултразвучним сензором, систем зауставља траку и омогућава сензорима за боју да скицирају површину сваког производа. Ови сензори непрестано сценирају производе док се они крећу траком, и сваки од њих преноси информације о боји производа централном рачунару. Централни рачунар, који користи Ардуино микроконтролере и алгоритме за обраду података, има кључну улогу у овом процесу. На основу калибрисаних вредности за сваку боју и користећи се алгоритмима за обраду података, рачунар одлучује у коју категорију производа спада на основу боје коју је детектовао. 7 Након успешно очитане боје, систем користи серво моторе за усмеравање производа ка одговарајућем складишту. Складиште је организовано тако да производи бележе присуство у различитим секцијама у зависности од њихове боје, буди то црвена, зелена или плава. Ово организовано размештање производа у складишту олакшава њихову каснију обраду и дистрибуцију. Систем се ослања на перманентни циклус: постављање производа на траку, детекцију присуства помоћу ултразвучног сензора, скицирање боје сензорима, обраду података, одлучивање о категоризацији, и физичко размештање у складиште. Овај поступак се без прекида понавља сваки пут када се нови производ појави испред сензора за даљину. На крају процеса разврставања, производи су сада груписани у одређена складишта.



Слика 1- Кућиште

### 3. АРДУИНО

Ардуино је софтверско окружење које омогућава програмирање и управљање Ардуино микроконтролерима. Принцип рада темељи се на једноставном, отвореном хардверском и софтверском екосистему који омогућава електроничким ентузијастима, инжењерима и хобиистима да брзо развијају и прототипирају електроничке пројекте без потребе за дубоким разумевањем електронике или програмирања. Ардуина укључује следеће кораке:

Писање кода: Корисник користи Ардуино ИДЕ да напише програмски код у програмском језику Ц/Ц++. Овај код дефинише како ће се Ардуино понашати и извршавати одређене задатке.

- **Компајлирање:** Након што корисник напише код, Ардуино ИДЕ га компајлира у стројни језик који разуме Ардуино микроконтролер. Овај корак проверава да ли има грешака у коду.
- **Слање кода на Ардуино:** Када је код успешно компајлиран, корисник га може пренети (уpload) на Ардуино микроконтролер путем УСБ кабла. Ардуино ИДЕ користи посебан боотлоадер на микроконтролеру за ову сврху.
- **Извршавање кода:** Након што је код пренесен на Ардуино, микроконтролер га извршава. То значи да ће Ардуино обављати задатке које је корисник дефинисао у коду, као што су контрола светла, мотора, сензора и слично.
- **Праћење излаза:** Корисник може пратити излазне податке или стање Ардуино уређаја путем серијског монитора у Ардуино ИДЕ-у. Ово помаже у дебагирању и праћењу рада програма.

#### 3.1 Микроконтролер

Микроконтролер је – у суштини – мали рачунар на чипу. Он има све што субимали први кућни рачунари – па и више од тога. Има процесор, један или два килобајта РАМ меморије (меморије с насумичним приступом, енгл. рандомнаццесс мемору) за складиштење података, неколико килобајта ЕЕПРОМ или флеш меморије у којој се чувају ваши програми и има улазне и излазне пинове. Чип микроконтролера је црн правоугаони уређај са 28 пинова. Постављен је у утичницу са два реда отвора (енгл. дуал инлине соцкет, ДИЛ) тако да се може лако заменити. 28-пински чип микроконтролера који се користи на плочици Ардуино Уно јесте АТмега328. На слици 1-2 је блокдијаграм који приказује главне могућности овог уређаја.

#### 3.2 Типови Ардуино плоча

Доступне су различите врсте Ардуино плоча у зависности од различитих микроконтролера који се користе. Међутим, све Ардуино плоче имају једну заједничку ствар: програмирају се кроз Ардуино ИДЕ. Постоје различите врсте Ардуино плоча, а неке од најпознатијих укључују:

- **Ардуино Уно:** Ово је најпознатија и најчешће коришћена Ардуино плоча. Има АТмега328П микроконтролер, бројне дигиталне и аналогне пинове, те УСБ прикључак за програмирање.
- **Ардуино Мега:** Ова плоча има већи број пинова и више ресурса од Уно-а, што је чини одличним избором за пројекте који захтевају много И/О пинова.

- Ардуино Нано: Мања верзија Ардуино Уно-а, савршена за пројекте са ограниченим простором. Такође има УСБ прикључак.
- Ардуино Леонардо: Има АТмега32у4 микроконтролер са уграђеном подршком за УСБ, што га чини погодним за пројекте који захтевају тастатуру или миша.

### 3.3 Важност Ардуиноа

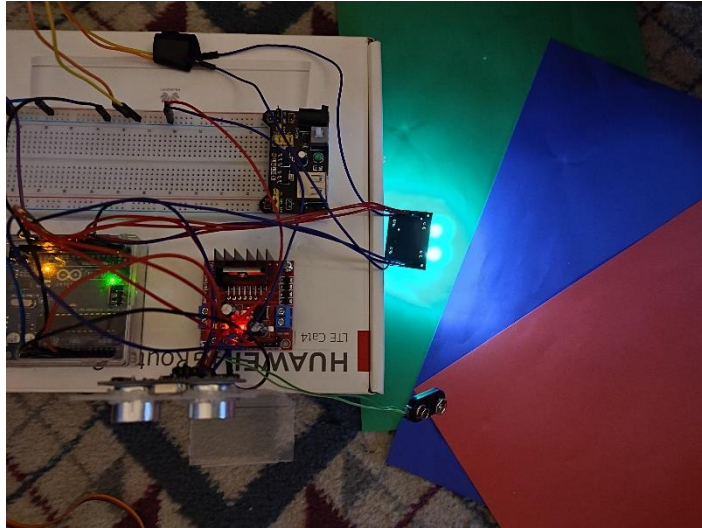
И ако неки од ових Ардуино пројеката могу изгледати безобзирно, технологија заправо се своди на бројне трендове који ће то учинити потенцијално важном силом у индустрији. " Интернет ствари " је популарна фраза која се користи у технолошкој заједници да би описала свакодневне предмете који су повезани на Интернет и могу дијелити информације. Паметни бројилци енергије су често коришћени примери, који би могли регулисати употребу уређаја како би се уштедела енергија. Многи сматрају да је Интернет ствари важан део лоосно дефинисаног појава под називом Веб 3.0. Такође, концепт свеобухватног рачунарства брзо постаје културна норма. Јавна перцепција и ниво комфора померају се у интеграцију технологије у ткиво свакодневног живота. Мала форма фактора Ардуино омогућава да се примјењује у свим врстама свакодневних предмета. Заправо, Ардуино ЛилуПад обликни фактор дозвољава носљиве Ардуино уређаје.

## 4. СЕНЗОРИ

У електроници, сензори су уређаји или модули или детектори или подсистеми који се користе за откривање и реаговање на електричне и оптичке сигнале. Сензори могу прикрити физичке величине као што су температура, влажност, брзина итд. у електрични сигнал и послати информације другим електронским уређајима као што је процесор. Сензори су класификовани у различите типове за мерење температуре, капацитивности, топлоте, отпора итд. То су сензор температуре, сензор близине, акцелерометар, сензор додира, сензор боје, сензор притиска, сензор светлости, ИР сензор, ултразвучни сензор, сензор влажности, и још много тога. Овај чланак у потпуности описује сензор боје.

### 4.1 ТЦС230 сензор за препознавање боја

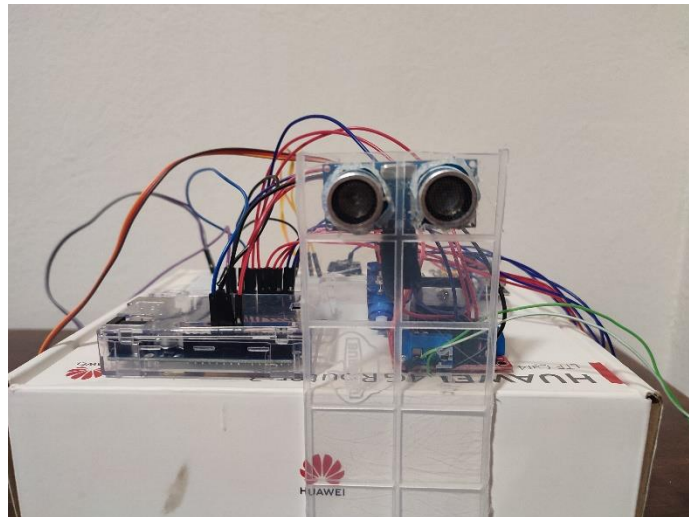
Ови сензори (Слика 2.) су фотоелектрични уређаји који могу да емитују светлост и детектују боју рефлектоване светлости од објекта. Ови сензори могу детектовати интензитет светлости рефлектоване од објекта и разликовати примарне боје попут црвене, плаве и зелене. Они се такође називају детекторима боја. Сензори боја могу осветлити објекат широком таласном дужином, односом светлости и одредити интензитет светлости примарних боја (црвене, плаве, зелене и беле). Однос интензитета светлости одређује количину светлости коју рефлектује и апсорбује објекат. Светлосни сензор ради тако што сија бело светло на објекат, а затим снима рефлектовану боју. Такође може да забележи интензитет рефлексије (осветљеност). Кроз филтере црвене, зелене и плаве боје фотодиода претвара количину светлости у струју. Конвертор затим претвара струју у напон који наш ардуино може да прочита.



Слика 2- Сензор 1 ТЦС230

#### 4.2 Ултразвучни сензор

Ултразвучни сензор (Слика 3.) је инструмент који мери растојање до објекта помоћу ултразвучних звучних таласа. Ултразвучни сензор користи претварач за слање и примање ултразвучних импулса који преносе информације о близини објекта. Звучни таласи високе фреквенције рефлектују се од граница да би произвели различите узорке одјека.



Слика 3- Ултразвучни сензор

### 4.3 Принцип рада

Ултразвучни сензори раде тако што емитују звучни талас на фреквенцији изнад опсега људског слуха. Претворник сензора служи као микрофон за примање и слање ултразвучног звука. Ултразвучни сензори, као и многи други, користе један претварач за слање импулса и примање еха. Сензор одређује удаљеност до циља мерењем временских интервала између слања и пријема ултразвучног импулса. Принцип рада овог модула је једноставан. Он шаље ултразвучни импулс на 40 кХз који путује кроз ваздух и ако постоји препрека или предмет, он ће се одбити назад до сензора. Израчунавањем времена путовања и брзине звука може се израчунати удаљеност.

## 5. СЕРВО МОТОР

Серво механизам је аутоматски управљачки систем који омогућава да излазна контролисана количина положаја, оријентације, стања, итд. објекта прати произвољну промену улазног циља (или задате вредности). Серво се углавном ослања на импулсе за позиционирање. У основи, може се схватити да када серво мотор прими и импулс, он ће ротирати за угао који одговара и импулсу како би постигао помак. Будући да сам серво мотор има функцију слања импулса, тако да сваки пут када серво мотор има функцију одашиљања импулса, ротирајући за угао, он ће послати одговарајући број импулса, тако да одјекује импулсе које прима серво мотор, или се назива затворена петља. На тај начин, систем ће знати колико је импулса послано серво мотору, а колико импулса је примљено у исто вријеме. На овај начин се ротација мотора може контролисати врло прецизно, како би се постигло прецизно позиционирање које може досећи 0.001 мм.

### 5.1 Towerпро СГ90

Замислите серво мотор као (серво) волан којим управља робот. Можемо му одредити тј задати угао, брзину окретања и акцелерацију. TowerПро СГ90 је врло мали, прецизни и повољни серво мотор.

*Карактеристике:*

- Називни напон: 3~6В
- Континуирана струја без оптерећења: 150мА +/- 10%
- Мин. Радна брзина (3В): 90+/- 10% РПМ
- Мин. Радна брзина (6В): 200+/- 10% о/мин
- Обртни момент: 0,15 Нм ~0,60 Нм
- Обртни момент (6В): 0,8 кг.см • Преносни однос: 1:48
- Димензије тела: 70 к 22 к 18 мм
- Дужина жице: 200 мм и 28 АВГ
- Тежина: 30,6 г
- Маса: 9г
- Димензије: 23 х 12 х 29 мм
- Температура: 0°С – 55°С

## 5.2 Мотор драјвер

Мотор драјвер је електронички уређај који се користи за контролу и управљање електричним моторима. Мотор драјвер има улогу да омогући прецизну контролу брзине, смера вртње и обртног момента електричног мотора. То је посебно важно у многим апликацијама, укључујући роботiku, ЦНЦ машине, 3Д принтере, аутомобилску индустрију и многе друге. Мотор драјвер обично ради у одређеном напонском опсегу. Важно је да се избор драјвера подудара с напонам који се користи за напајање мотора. Драјвери такође имају ограничење струјног оптерећења, што значи да могу контролисати моторе са одређеним максималним струјама. Ово је важно за заштиту мотора од преоптерећења. Већина мотор драјвера користи ПЊМ (Пулсе Њидтх Модулатион) за контролу брзине мотора. Ово значи да варира ширину пулса напајања мотора како би се постигла различита брзина вртње. Мотор драјвери често укључују заштитне функције као што су заштита од прегревања, заштита од кратког споја и заштита од преоптерећења како би се спречила оштећења мотора и самог драјвера. Обично имају интерфејсе за контролу, као што су пинови или комуникациони портови који омогућавају повезивање са микроконтролером или рачунаром. Ово омогућава корисницима да програмирају и управљају моторима путем софтверских команди. Постоје различити типови мотор драјвера, укључујући једносмјерне (ДЦ) драјвере, трофазне драјвере за кораке (степер моторс), и драјвере за једносмерне или трофазне моторне моделе. Сваки од њих се користи за различите врсте мотора и апликација.

## 7. ЗАКЉУЧАК

У овом мастер раду разматран је концепт покретних трака са аутоматским сортирањем робе помоћу сензора, истичући њихову значајну улогу у области аутоматизације и логистике. Сензори играју кључну ролу у овим системима, омогућавајући брзо и прецизно сортирање робе на основу параметара као што су удаљеност и боја. Користећи технологију као што је Arduino микроконтролер и алгоритме за обраду података, системи за аутоматско сортирање робе стварају ефикасне и аутоматизоване околности за производњу и логистику. Процес физичког разврставања робе, који укључује усмеравање и оријентацију робе ка одговарајућим локацијама на траки, такође игра кључну улогу у систему. Механички уређаји као што су серво мотори и роботи обезбеђују ефикасно физичко размештање робе. На крају, имплементација ових система доноси многе предности укључујући повећану ефикасност, смањење грешака и бржу обраду робе. Ова технологија има потенцијал да значајно унапреди индустријске операције и допринесе повећању ефикасности и конкурентности у савременим пословним окружењима.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Arduino официјална веб страница (<https://www.arduino.cc/>)
2. Adafruit (<https://www.adafruit.com/>)
3. Zhang, T., & Liu, Y. (2019). Machine vision-based color recognition and classification: a review. *IEEE Access*, 7, 122665-122682.
4. Sánchez, V., Cerrada, C., & Ortega, J. A. (2014). Industrial robots for handling, placing and orientation of parts. A survey. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 30(4), 360393.
5. Groover, M. P., Weiss, M. A., Naganathan, G. K., & Odrey, D. (2008). *Industrial robotics: Technology, programming, and applications*. Prentice Hall.
6. Shetty, D., & Rao, N. V. (2012). Automation and control of an industrial robotic system using Arduino for palletizing operations. In *2012 International Conference on Advances in Engineering, Science and Management* (pp. 152-156). IEEE. –
7. Huang, T. S., & Russell, R. A. (1997). Visual indexing by color histograms. In *International journal of computer vision*, 24(2), 231-257.
8. *Ultrasonic Sensors for Distance Measurement: A Guide to Selection and Application* by MaxBotix Inc.
9. *"Practical Arduino: Cool Projects for Open Source Hardware"* by Jonathan Oxer and Hugh Blemings
10. *"Color Sensing: Methods and Applications"* edited by Rastislav Lukac and Konstantinos N. Plataniotis
11. *"Ultrasonic Range Sensors in Robotics: From Fundamentals to Applications"* by László Kalmár-Nagy and Zoltán Benyó.