

# **ПОВЕЗИВАЊЕ РОБОТСКЕ И ЉУДСКЕ ШАКЕ CONNECTING ROBOTIC AND HUMAN HANDS**

**ВЕЉКО ИЂУШКИ    МИЛОШ МЕЂАВА    АЛЕКСЕЈ ГУДЕЉ**

3. и 4. разред Средње техничке школе Сомбор

## **МЕНТОРИ**

**МАРИЈАНА БОГДАНОВИЋ**

дипл. инж. електротехнике, СТШ Сомбор

**ГОРАН ОПСЕНИЦА**

инж. електронике и телекомуникација, Bosch Србија

## **1. РЕЗИМЕ**

Овде иде текст резимеа. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

## 2. ПРИНЦИП РАДА И ПРАКТИЧНА РЕАЛИЗАЦИЈА

### *Математички основи*

*Модел „Киндерица”*. Нек је  $x$  ортогонална пројекција врха прста на осу паралелну прсту када је опружен,  $\Delta l$  — промена дужине дела тетиве унутар прста,  $\phi_0$  — угао усека на прсту када је опружен, а  $\sigma_0 = \operatorname{tg} \frac{\phi_0}{2}$ . Врх прста роботске шаке креће се по закону (1).

$$x = 2l (2\tau^3 + \tau^2 - \tau) \quad (1)$$

$$\tau = \cos \left( \phi_0 - 2 \arctg \left( \sigma_0 - \frac{\Delta l}{6} \right) \right)$$

*Тријангулација тачке*. Нека је положај тачке у простору  $R$ , коју две камере у сопственим координатним системима виде као  $r_1$  и  $r_2$ . Нек су матрице камера  $P_1$  и  $P_2$ . Знајући  $r_1, r_2, P_1$  и  $P_2$ ,  $R$  се може наћи решавањем система једначина (2).

$$R \times P_1 r_1 = 0 \bigwedge R \times P_2 r_2 = 0 \quad (2)$$

### *Хардвер пројекта*

Пројекат је сегментован у две целине: систем  $\alpha$  и систем  $\omega$ . Систем  $\alpha$  бави се прихватам и обрадом података, а систем  $\omega$  извршним делом пројекта.

Систем  $\alpha$  чине IBM-PC-компатибилан рачунар и две веб-камере постављене у хоризонталној равни, тако да су им сопствене  $x$  осе ортогоналне, а сопствене  $y$  осе паралелне. За потребе фиксирања положаја камера израђен је нарочит сталак од картона.

Електрична шема система  $\omega$  може се видети на слици . Чине га роботска шака, серво мотори и платформа Arduino Uno.

Роботска шака јесте главна компонента система  $\omega$ . Израђен је од обликованог комада шперплоче, који чини основу шаке, и комада баштенског црева који одговарају људским прстима. Управљање прстима врши се танким синтетичким канапима — тетивама. Сваки прст има две тетиве, тј. два степена слободе кретања. Тренутно је у употреби само једна тетива по прсту, па се прсти крећу с једним степеном слободе.

Серво мотори омогућавају регулисано повлачење тетива. Користе се серво мотори

SG-5010 уграђени у подлактицу модела. За управљање моторима користи се микроконтролерска платформа Arduino Uno, која генерише одговарајуће PWM сигнале. Мотори се, због велике укупне снаге, напајају лабораторијским напајањем.

### *Софтвер пројекта*

Софтвер система  $\omega$  крајње је једноставан. Платформа Arduino Uno USB комуникацијом прима с рачунара поруке дужине 16 карактера (16B). Формат поруке је

$$\overline{A_1 A_2 A_3 B_1 B_2 B_3 C_1 C_2 C_3 D_1 D_2 D_3 E_1 E_2 E_3 N},$$

где је  $A_i$  репрезентација  $i$ -те цифре слева троцифрене декадне репрезентације броја  $A$  у коду ASCII,  $B_i$  — броја  $B$ , итд.  $N$  је знак кода ASCII за нови ред. Број  $A$  одговара палцу, број  $B$  кажипрсту итд. Када Arduino прими поруку, чува је у ниску предвиђену за ту намену, цепа је на трословне сегменте и одбацује знак за нови ред. Трословне сегменте потом тумачи као декадне бројеве те на основу њих генерише PWM сигнале за серво моторе прстију.

## **3. РЕЗУЛТАТ**

Направљен је функционалан модел леве шаке користећи шперплочу, баштенско цево, синтетички канап и серво моторе.

Модел шаке повезан је на платформу Arduino Uno и постигнуто нумеричко управљање моторима.

Успешно је спрегнут Arduino са рачунаром USB комуникацијом. Arduino исправно тумачи шаблонске поруке послате са рачунара.

Склопљен је систем камера које дају слике спремне за обраду. Извршена је калибрација камера, чиме су одређене матрице камера потребне за тријангулацију тачке.

Урађена је тријангулација тачака на тест-примеру.

## **4. ЗАКЉУЧАК**

До тренутка писања рада, циљ пројекта није испуњен. Ипак, савладан је велики део

изазова на том путу. Преостаје реализација анализе слика шаке и примена модела „Киндерица” на превођење координата прстију у управљачке сигнале.

План даљег рада подразумева пре свега сегментацију слике на основу боје, пројекцију прстију уз претпоставку да је раван длана фиксирана, фитовање модела „Киндерица” кроз мерења трајекторија прстију и примену фитоване функције на управљање прстима. Решавање тих проблема испуњава циљ пројекта. Након тога, рад се може побољшати увођењем технике издвајања обележја у анализу слике ради елиминације зависности од боје и анализом равни длана у циљу слободнијег постављања шаке пред камере. Проблем управљања с два степена слободе кретања прстију последњи је у низу будућих задатака.

## **5. ЗАХВАЛНИЦА**

Захваљујемо Денису Фаркашу, који је такође учествовао у изradi пројекта, на залагању и помоћи. Захваљујемо нашим менторима, Маријани Богдановић и Горану Опсеници, на стручном навођењу ка циљу пројекта и издвојеном времену. Захваљујемо Средњој техничкој школи на простору и материјалу за рад и свим нашим професорима који су имали разумевања за наше изостајање с наставе. Захваљујемо Милораду Недељкову на уступању веб-камера и Дејану Богдановићу за донацију серво мотора. Захваљујемо Лазару Добрићу на прослеђивању литературе за обраду слике применом техника машинског учења.

## **6. ЛИТЕРАТУРА И РЕФЕРЕНЦЕ**

[1] М. Марковић, Прва књига литературе, Издавач, Место, 1. издање, година.