

# LED BASED GOLDMANN PERIMETER

**Vladan Veselý**

Bachelor Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xvesel62@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Jaroslav Balogh

E-mail: balogh@phd.feec.vutbr.cz

**Abstract:** This paper deals with LED-based Goldmann Perimeter. The perimeter uses SWAP (Short wavelength automated perimetry). The core of the device, a microcontroller, is able to communicate with a computer and is connected using a serial port or a USB. The output of every examination is a display of a patient's visual field. This paper describes the design, construction and implementation of the perimeter, including the creation of the software.

**Keywords:** Perimetry, SWAP, AVR, C, LED, FOV

## 1. ÚVOD

V tomto článku je popsán návrh a konstrukce Goldmannova perimetru na bázi LED s využitím mikrokontroléru ATmega32.

Perimetr slouží k vyšetření zorného pole. Zorné pole je obraz, který je člověk schopen zaznamenat při fixaci oka na centrální bod. U zdravého jedince dosahuje zorné pole maximálního rozsahu okolo 60° nahoru, 70° dolů, 50° nazálně a 90° temporálně. Tento rozsah je závislý na jasu, sytosti a velikosti pozorované značky a současně na osvětlení pozadí. Zorné pole dosahuje největšího rozsahu pro bílou barvu, naopak nejmenší rozsah zorného pole vnímáme u vlnových délek světla zeleného a červeného.[3]

Dnešní počítačové perimetry využívají algoritmy založené na metodách SWAP (Short wavelength automated perimetry), FDT (Frequency doubling perimetry) nebo Flicker (blikající) perimetrii. Základem těchto vyšetřovacích technik jsou různé barvy světelných bodů nebo blikání v proměnných intervalech, které musí pacient zpozorovat.

Navržený přístroj je schopen bez přítomnosti zdravotnického personálu vyšetřit zorné pole člověka.

## 2. ZORNÉ POLE A METODA SWAP

Pro tento projekt byla zvolena vyšetřovací metoda SWAP (Short wavelength automated perimetry). Tato metoda je založená na měření citlivosti oka na světlo o krátkých vlnových délkách. V průběhu vyšetření jsou zobrazovány modré stimuly na žlutém pozadí o vlnové délce minimálně 530 nm při intenzitě 50 cd/m<sup>2</sup>. Modré body by měly mít vlnovou délku 425 – 455 nm a velikost 1,7°. Optimální délka světelného impulsu je asi 200 ms.[2]

Výhody metody SWAP spočívají hlavně v kvalitní detekci glaukomu. Uvádí se, že za pomoci SWAP odhalíme glaukom dokonce i o deset let dříve než za pomoci klasické počítačové bílo-bílé perimetrie.[2]

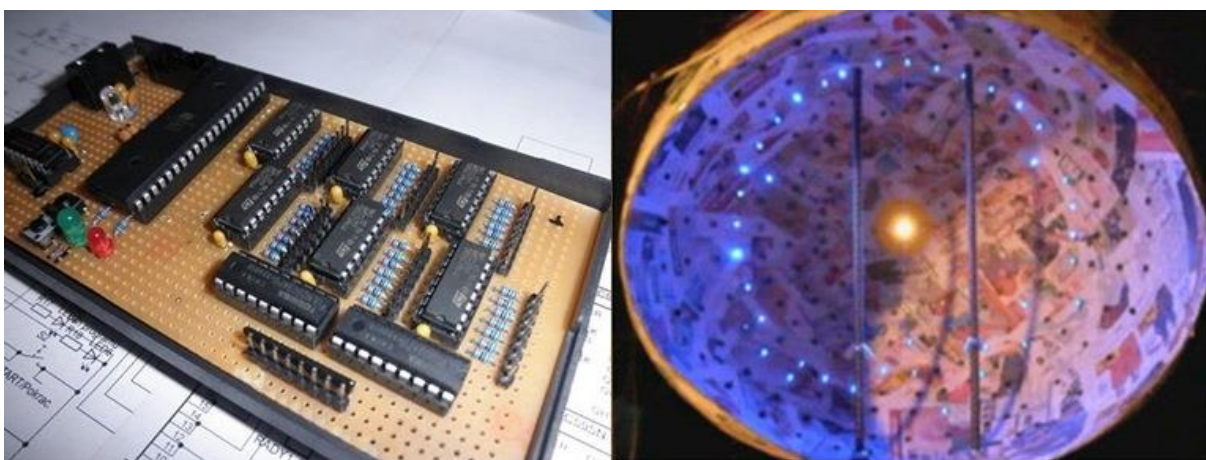
## 3. DESIGN ZAŘÍZENÍ

Na základě všech poznatků byla vytvořena matice modrých LED. Ty byly zapojeny tak, že jejich katody tvoří 8 prstenců. První prstenec je umístěn 15° od středu kopule, tj. 15° od centrálního bodu,

na který bude fixováno oko pacienta. Poslední prstenec je umístěn  $85^\circ$  od centrálního bodu. Sloupce (anody) jsou od sebe vzdáleny  $10^\circ$ . Vznikne tak matice  $36 \times 8$ . Jedinou výjimkou bylo omezení počtu diod v prvním nejmenším prstenci. Místo 36 diod je jich zde pouze 18. S využitím 5mm LED dosáhneme zobrazení bodů o velikosti  $1,15^\circ$ . Realizace kopule je zobrazena na obrázku 1 (vpravo). Pro správnou funkčnost přístroje je nutné rozmístit do okraje pláště žluté LED, které zajistí homogenní osvětlení celého povrchu kopule.

Zapojení přístroje je jednoduché, katody jsou za pomoci tranzistorů (2x ULN2803) spínány přímo z pinů mikrokontroléru. Anody LED jsou multiplexovány za pomoci obvodů 74HC595. Bylo by možné využít i jiné obvody řady 74HC, řešení s šesticí obvodů 74HC595 ale vyžaduje pouze 4 výstupní piny mikrokontroléru, jednotlivé obvody jsou zapojeny do série.

K mikrokontroléru jsou připojeny dvě stavové diody a tři tlačítka. Současně je připojen obvod MAX 232 pro sériovou komunikaci.



**Obrázek 1:** Zapojení přístroje na pájivém poli (vlevo), kopule perimetru (bez povrchové úpravy) při blikání náhodných efektů

#### 4. PROGRAMOVÉ ŘEŠENÍ

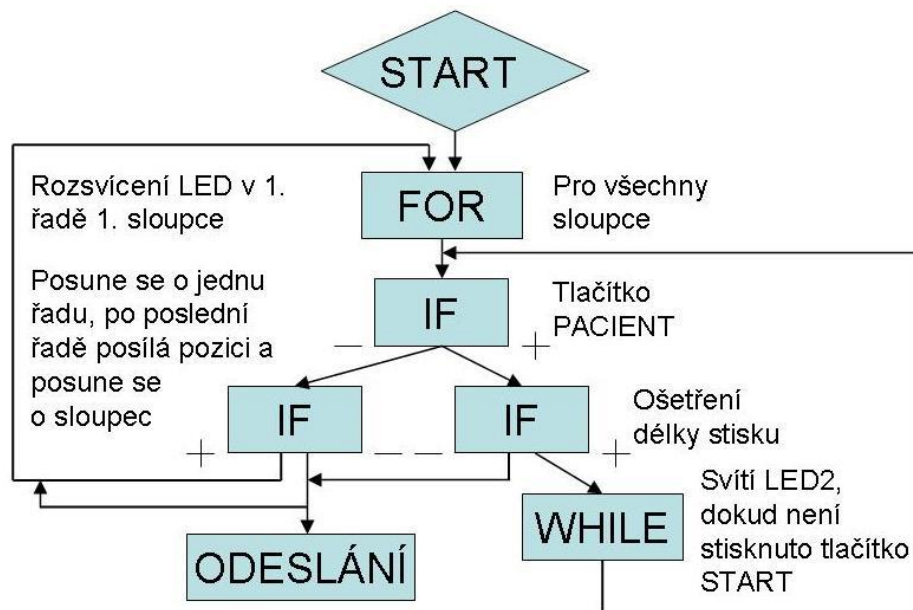
Součástí projektu je program pro mikrokontrolér i pro obslužný počítač.

Na obrázku 2 je zobrazen stručný vývojový diagram vyšetřovacího programu pro mikrokontrolér. Mikrokontrolér řídí samostatně celý průběh vyšetření. Počítač slouží pouze k nastavování základních parametrů vyšetření a k zobrazení naměřených dat.[4]

V obslužném programu na PC je možné měnit jas světelných bodů, dobu svícení bodu a dobu mezi rozsvícením sousedních bodů. Tyto údaje jsou vždy před startem prostřednictvím bitového rámce odeslány do mikrokontroléru. Po startu probíhá vyšetření nezávisle na PC. Mikrokontrolér samostatně rozsvěcuje body a při stisku patientského tlačítka odesílá polární souřadnice naposledy svítícího bodu. Všechny tyto souřadnice jsou postupně ukládány v počítači. Po skončení vyšetřování jsou všechny body zobrazeny a spojeny, vzniká mapa vidění.

Součástí programu pro mikrokontrolér je ošetření stisku tlačítka. V případě, že je tlačítko stisknuto příliš dlouho, rozsvítí se varovná LED a program je přerušen. Pokračování programu je možné po uvolnění patientského tlačítka a stisku tlačítka start.

Uživatelský program byl vytvořen v prostředí MATLAB. Pro programování mikrokontroléru byl využit program CodeVisionAVR. Vytvořený program byl do mikrokontroléru nahrán pomocí ISP programátoru STK200 a programu PonyProg. Propojení mikrokontroléru s PC je realizováno pomocí sériového portu. Pokud použijeme vhodný převodník, je možné připojit přístroj k PC za pomoci USB.



**Obrázek 2:** Zjednodušený vývojový diagram programu pro mikrokontrolér

## 5. ZÁVĚR

Byl sestaven perimetr využívající metodu SWAP. V kopuli o průměru 54cm je umístěno 270 modrých LED, k podsvícení pozadí slouží 30 žlutých LED. Ve středu kopule je umístěn bílý bod, který pacient v průběhu vyšetření okem fixuje.

V době psaní článku je doladován uživatelský program v prostředí MATLAB, program pro mikrokontrolér je funkční. Výstupem každého vyšetření bude mapa vidění s možností zobrazení několika rozsahů zorného pole pro různé intenzity jasu světelných bodů. Zobrazením těchto křivek (pomyslných vrstevnic) vznikne tzv. kopec vidění (hill of vision).

Vlastnosti perimetru budou nadále ověřovány a porovnávány s komerčně dostupnými přístroji. V budoucnosti by bylo možné vylepšit algoritmus programu pro vyšetřování, to znamená stanovit co nejefektivnější pořadí rozsvěcovaných bodů s využitím různého kontrastu bodů.

Použitý hardware nám umožňuje využít i body v plném barevném spektru (RGB). Realizace RGB perimetru by znamenala jednoduché ztrojení obvodů 74HC595, zřejmě bychom se ale potýkali se softwarově obtížným rozsvěcováním bodů při přesně daných vlnových délkách. Experimentální RGB verzi perimetru by proto bylo vhodné doplnit zpětnou kontrolou jasu a vlnové délky LED bodů.

## REFERENCE

- [1] VÁŇA, Vladimír. *Mikrokontroléry ATMEL AVR: programování v jazyce C: popis a práce ve vývojovém prostředí CodeVisionAVR C*. 1. vyd. Praha: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2003, 215 s. ISBN 80-730-0102-0.
- [2] THOMPSON, H. S. a M. WALL. *Imaging and perimetry society* [online]. 2013 [cit. 2013-10-22]. Dostupné z: <http://www.perimetry.org>
- [3] SYNEK, Svatopluk a Šárka SKORKOVSKÁ. *Fyziologie oka a vidění*. 1. vyd. Praha: Grada, 2004. ISBN 80-247-0786-1.
- [4] ATMEL Corporation. San Jose. ATmega32 datasheet. 2011. 345s.