

FAKULTA MATEMATIKY FYZIKY A INFORMATIKY

Dokumentácia

Spektrálne mapovanie mikroskopických objektov

Zimný semester 2022/2023

Július Hamborský

Norbert Hašan

Steven Gavlák

Obsah

Obsah	2
Katalóg požiadaviek	4
1. Úvod	4
1.1 Predmet špecifikácie	4
1.2 Rozsah projektu a funkcie systému	5
1.3 Slovník pojmov, skratky	5
2 Všeobecný popis systému	5
2.1 Kontext systému	5
2.2 Funkcie systému	5
2.2.1 Kalibrácia spektrometra	5
2.2.2 Ovládanie kamery	5
2.2.3 Pohyb vzorky	6
2.3 Charakteristika používateľov systému	6
2.4 Všeobecné obmedzenia predpoklady a závislosti	6
3 Konkrétne požiadavky	7
3.1 Funkčné požiadavky	7
3.1.1 Všeobecné požiadavky na prístup k aplikácii	7
3.1.2 Prístup k systému z pohľadu používateľa	7
3.1.2.1 Ovládanie kamery	7
3.1.2.2 Ovládanie motorčekov	7
3.1.2.3 Výstup na obrazovku	7
3.1.2.3 Kalibrácia spektrometra	8
Návrh	9
Úvod	9
Zameranie	9
Špecifikácia vonkajších interfejsov	9

Formát súborov	10
Kalibračný súbor	10
Snímok zo spektrometra	11
Snímok zo obrazovej kamery	11
Obrázok grafu	12
Návrh používateľského rozhrania	12
Hlavný náhľad	12
Zobrazenie v časti nastavenia	13
Zobrazenie nastavení kamier	13
Zobrazenie kalibrácie	14
Zobrazenie funkcie v grafe	14
Zobrazenie 3D	15
UML Diagramy	16
Component diagram	16
Class diagram	17
Stavový diagram pre entitu Measurement.	18
Moduly	18
Plán implementácie:	19
Testovacie scenáre	20
Testovacie scenáre funkčnosti kamery	20
Testovacie scenáre import/export	20
Testovacie scenáre ovládanie grafu	21
Testovacie scenáre kalibrácie spektrometra	22
Testovacie scenáre pohybu motorčekov	23

Katalóg požiadaviek

1. Úvod

1.1 Predmet špecifikácie

Špecifikácia softvérových požiadaviek popisuje požiadavky zadávateľa k softvéru pre riadenie spektrometra od Dr. Pavla Vojteka. Špecifikácia popisuje ovládanie spektrometra, skúmanie spracovaného obrazu a spracovanie dát. Katalóg požiadaviek slúži pre všetkých stakeholderov, ktorí prídu do kontaktu so spektrometrom. Tento katalóg je záväzná dohoda medzi tímom a zadávateľom.

1.2 Rozsah projektu a funkcie systému

Momentálne navrhovaná verzia systému umožňuje spracovanie obrazu spektrometra do 2D a 3D grafu a následnú prácu s ním, sledovať RGB zložku a sledovať jej intenzitu, v systéme je možné nastaviť snímacie zariadenie, jej ovládanie a pohyb, ale aj spätne načítať obraz a čítať z neho.

1.3 Slovník pojmov, skratky

spektrometer - zariadenie, ktoré meria intenzitu vlnovej dĺžky rozloženého svetla vďaka difrakcii na mriežke

spektrum - súbor monochromatických optických žiarení, ktoré sú charakterizované frekvenciou a intenzitou a sú obsiahnuté v žiarení uvažovaného zdroja žiarenia

intenzita - miera rozloženia energie žiarenia do jednotlivých častí spektra

RGB - je aditívny farebný model, pri ktorom svetlo želanej farby vzniká zmiešaním červeného, zeleného a modrého svetla vhodnej intenzity. *Základné* alebo *primárne* farebné zložky sú: červená (**R** z angl. *Red*), zelená (**G** z angl. *Green*) a modrá (**B** z angl. *Blue*)

spekrálna mapa - zobrazenie intenzít žiarenia skenovaného priestoru (podobná výškovej mape)

kalibračná parabola - polynóm, za pomoci ktorého sa dajú prepočítať pixely na nanometre

voliteľná požiadavka - požiadavka, ktorá bude impelmentovaná iba v prípade dostatočných ľudských a časových zdrojov

súradnicová sústava: štrbina mriežky je rovnobežná s y-ovou osou, krokový motor sa pohybuje iba v x-ovej osi

2 Všeobecný popis systému

2.1 Kontext systému

Cieľom systému je asistencia pri sledovaní, zaznamenávaní, spracovaní a analýze dát spektra získaných pomocou snímania spektrometrom. Systém umožní ukladanie a načítanie (a následnú prácu s nimi) nasnímaných obrázkov a spektroskopických dát.

2.2 Funkcie systému

2.2.1 Kalibrácia spektrometra

Systém zaregistruje pripojený spektrometer, dovolí používateľovi ho nakalibrovať. Kalibráciou sa rozumie, že určitým obrazovým pixelom v grafe farebného spektra sa priradia správne vlnové dĺžky. Používateľ bude vedieť kalibrovať:

- Kalibrovať podľa dodávateľom dodanými kalibračnými bodmi, načítanie z textového súboru.
- Priamo z aplikácie, upraviť načítané kalibračné body, alebo zadať vlastné.

Po nakalibrovani má používateľ možnosť zobrazit' kalibračný graf.

2.2.2 Ovládanie kamery

Systém dovolí používateľovi vybrať si kameru, ktorú chce využiť na snímanie. Na GUI sa zobrazí okno s obsahom čo daná kamera sníma. Snímanie sa samozrejme bude dať zapnúť resp. vypnúť.

Snímať kamerou sa bude dať:

- statický režim, keď je snímanie zastavené, ostane zobrazený a zároveň aj bude spracovaný posledný nasnímaný snímok.

Výstupom kamery bude obraz konštantnej veľkosti. Ďalším nastavením výstupného obrazu je integračná/expozičná doba.

2.2.3 Pohyb vzorky

Systém dovolí pohyb snímanej vzorky pomocou krokových motorčekov. Na GUI sa zobrazia riadiace prvky, ktoré dovoľia používateľovi manuálne hýbať so vzorkou po X osi. Dĺžka jedného kroku je dohodnutá na 0.01 mm.

2.2.4 Výstup systému

Keďže sa v spektrometri nachádzajú 2 kamery: na snímanie spektra a na snímanie obrazu, tak výstupom systému bude okrem spektrálnej mapy aj vizuálny obraz nasnímaného objektu. Tieto nasnímané snímky (spektrálna mapa alebo/aj obraz nasnímaného obrazu) budú konštantnej veľkosti. Systém umožní riadiť pohyb skúmanej vzorky v X osi, čím používateľ získava možnosť snímania nastavenej časti sledovaného prvku. Pri real time snímaní bude tiež možným výstupom aj 2D graf priemeru nasnímaných vlnových dĺžok z celej štrbiny (na x osi sú vlnové dĺžky alebo pixely - zvolí užívateľ, na y sú intenzity). Takýto real time 2D graf sa bude dať vedieť nakresliť aj pre jeden konkrétne skenovaný bod (jeden bod zo štrbiny). Systém tiež má feature zhotovenia 3D zobrazenia (grafu) pre konkrétny pixel obrazu a jeho intenzitu žiarenia (jedno snímanie sa premietne ak tak, že na x osi sú pixle zo zvoleného stĺpca, na y osi je intenzita a na osi z sú ďalšie snímania, odstupňované s pribúdajúcim časom). Systém tiež dovolí používateľovi odfiltrovať dáta podľa oblasti spektra, ktoré bude chcieť zobrazit' v grafe (na x osi 2D grafu bude len určitý

interval vlnových dĺžok alebo pixlov), nájdenie maximálnej hodnoty v 2D grafe, či zvýraznenie hodnôt v 2D, ktoré prekročili zadanú hodnotu.

2.3 Charakteristika používateľov systému

Systém bude definovať jeden typ používateľskej roly. Tento typ používateľa, teda de facto každý používateľ systému, bude mať neobmedzený prístup ku všetkým aspektom funkcionality, ktoré systém ponúka.

2.4 Všeobecné obmedzenia predpoklady a závislosti

Systém bude bežať na operačnej platforme Windows a bude napísaný v programovacom jazyku Python. Bude tiež potrebné mať nainštalované knižnice OpenCV, Pillow, Matplotlib, Scipy, Pyserial a Tkinter.

3 Konkrétne požiadavky

Voliteľné požiadavky sú označené *.

3.1 Funkčné požiadavky

3.1.1 Všeobecné požiadavky na prístup k aplikácii

1. Aplikácia bude vo forme desktopovej pythonovskej aplikácie, ktorá bude prístupná pre používateľov s prístupom ku hardvéru spektrometra.
2. Aplikácia má byť podporovaná pre platformu Windows.
3. Pre korektné fungovanie softvéru v nanometroch, je potrebná kalibrácia, pomocou bodov uvedených na konkrétnom zariadení spektrometra, alebo v súbore s kalibračnými bodmi, ktoré aplikácia načíta, či inými, korektnými, ručne zadanými hodnotami. (pozri 3.1.2.3)

3.1.2 Prístup k systému z pohľadu používateľa

1. Používateľ bude mať možnosť si vybrať 2 kamery zo všetkých momentálne pripojených kamier, ktoré budú slúžiť pre vstup do aplikácie
2. Ak používateľ spustí snímanie bez zvolenia kamery, systém automaticky vyberie 1. možnú kameru a použije ju ako spektrometer, druhú kameru potom môže zvoliť používateľ.

3.1.2.1 Ovládanie kamery

1. Ak sú kamery pripojené, po stlačení tlačidla na spustenie kamery program začne komunikovať so zvolenými kamerami za účelom merania.
2. Proces snímania obrazu nie je časovo ohraničený, meranie beží až do ručného zastavenia.
3. Proces snímania obrazu je možné kedykoľvek zastaviť tlačidlom ukončiť
4. Meranie ukladá iba po stlačení určeného tlačidla.
5. Aplikácia umožňuje meniť nastavenia kamier podľa potrieb používateľa - môže zmeniť iba expozičnú dobu kamery.
6. Ak chce používateľ uložiť či už obraz kamery alebo spektrometra, pri zvolení tejto činnosti korešpondujúcej akcii, sa ho aplikácia spýta kam chce uložiť daný súbor vo formáte “.png”
7. Snímky z kamery je možné opätovne načítať zo súboru a zobrazíť v aplikácii
8. Aktuálne zobrazený graf (2D) je možné uložiť do súboru vo formáte “.png”

3.1.2.2 Ovládanie motorčekov

1. Aplikácia komunikuje s motorčekmi pomocou „G-kódov“ ktoré sa posielajú na sériový port Arduina, ktoré obsluhuje motorčeky.
2. Používateľ je schopný riadiť pohyb motorčekov vo forme x súradnice a ktoré sa hýbu 0.01mm krokmi.
3. Používateľ vie krokovat' motorčeky pomocou scrollbaru, alebo zadaním hodnoty do textového poľa.

3.1.2.3 Výstup na obrazovku

1. Pri snímaní v reálnom čase bude možné sledovať 2D graf, kde sa zobrazia vlnové dĺžky, ktoré spektrometer nasnímal, os X zodpovedá vlnovej dĺžke a os Y intenzite žiarenia.
2. Zhotovenie 3D grafu - používateľ si zvolí, pre aké pixely chce graf vykresliť, systém potom vykreslí 2D graf, podobný výškovej mape, kde pre každý oskenovaný bod sa v priestore zobrazí intenzita žiarenia pre zvolenú vlnovú dĺžku.
3. Po kliknutí na tlačidlo sa graf z 2D ako je uvedené v 3.1.2.3.2 prekreslí do ilúzie 3D grafu pod zadaným uhlom
4. Vytvorenie 2D grafu pre konkrétny skenovaný bod, podobne ako pri sledovaní v reálnom čase, bude možné nechať tento graf aj podrobne vykresliť, na ktorom os X zodpovedá vlnovej dĺžke a os Y intenzite žiarenia, (a je vyfarbený farbou zodpovedajúcou vlnovej dĺžke*), šírka tejto snímky má byť konštantných 1280px nezávislo od použitého snímacieho zariadenia.
5. Zobrazíť zmeny v spektre medzi nasnímaním obrázkom a referenčným obrázkom, tak že výsledný graf bude v podobe rozdielu/podielu nasnímaných hodnôt a hodnôt z grafu ref. snímky.
6. Zobrazenie nasnímaných dát by sa malo dať ovplyvniť
 - a) používateľ zadá interval a nastaví oblasť spektra, ktorá bude vo výslednom grafe braná do úvahy, (zobrazenie len zelenej zložky svetla)
 - b) zmena jednotiek vo výstupe medzi pixelmi a manometrami
 - c) nájdenie lokálnych maxím, kde sa dá nastaviť ich minimálny rozdiel na x a aj y osi
 - d) vykonať rozdiel od referenčného snímku
 - e) vykonať podiel od referenčného snímku

3.1.2.3 Kalibrácia spektrometra

1. Spektrometer možno kalibrovať využitím kalibračných bodov zo súboru (formát *.txt), cez ktoré program nastaví parametre kalibračnej paraboly a to tak, že v každom riadku bude prvý stĺpec na ktorom pixeli, z pevných 1280 a druhý stĺpec vlnová dĺžka na ňom,
2. Možnosť nastaviť kalibračné body priamo v aplikácii, v textovom poli je buď defaultná kalibrácia, alebo tá ktorá bola naposledy načítaná a používateľ môže meniť riadky podľa potreby zvyšok funkcionality je totožný s bodom 3.1.2.3.1.

Návrh

Úvod

Dokument slúži ako detailný návrh informačného systému . Obsahuje informácie potrebné na pochopenie jej funkcionality spôsob implementácie systému. Dokument je primárne určený pre vývojárov. Tento dokument obsahuje všetky požiadavky z katalógu požiadaviek

Zameranie

Pre prácu s týmto dokumentom sa predpokladá predošlá znalosť dokumentu katalógu požiadaviek a jeho obsahu . Tento dokument spracováva požiadavky z Katalógu požiadaviek a poskytuje podrobný návrh ich implementácie. V dokumente sú uvedené využité technológie v systéme, špecifikácie vonkajších interfaceov, formáty súborov používané systémom, návrh používateľského rozhrania, state a class UML diagram, moduly a plán implementácie.

Špecifikácia vonkajších interfejsov

Aplikácie je napísaná v jazyku Python. Bude nainštalovaná na lokálnom Windows počítači používateľa a bude komunikovať pripojenými kamerami spektrometa a krokovými motorčekmi. Kamery sú pripojené cez rozhranie USB 2.0 a komunikujú s nimi cez driver. Aplikácia komunikuje s kamerami pomocou knižnice openCV. S krokovými motorčekmi sa bude komunikovať cez sériový port pomocou pythonovskej knižnice pySerial. Aplikácia bude spracovávať dáta z kamery a zobrazovať ich ako vizuálny obraz resp. ich využívať ako vstupy do grafov. Kamera bude kalibrovaná pomocou kalibračného súboru v „txt“ formáte. Výstupnými súbormi budú grafy a spektrálna mapa v „png“ formátoch.

Využité technológie:

Python – programovací jazyk v ktorom je program napísaný.

Tkinter – pythonovská knižnica na vytváranie GUI

Matplotlib – pythonovská knižnica na vytváranie vizualizácie dát (grafy)

openCV (cv2) – pythonovská knižnica na prácu s kamerami

pySerial – pythonovská knižnica na komunikáciu so seriovým portom

scipy – pythonovská knižnica používaná na vedecké či technické výpočty. Okrem iného obsahuje modely pre optimalizáciu.

numpy – pythonovská knižnica na prácu s vektormi, maticami či viacrozmernými poľami. Okrem iného ponúka rôzne matematické funkcie.

Idelib - python package implementuje aplikáciu idle.

os – pythonovsky modul na používanie funkcií závislých od operačného systému

datetime - pythonovsky modul na prácu s dátumom a časom

time - pythonovsky modul na prácu s dátumom a časom

threading – pythonovsky modul na prácu s threadmi

Formát súborov

Kalibračný súbor

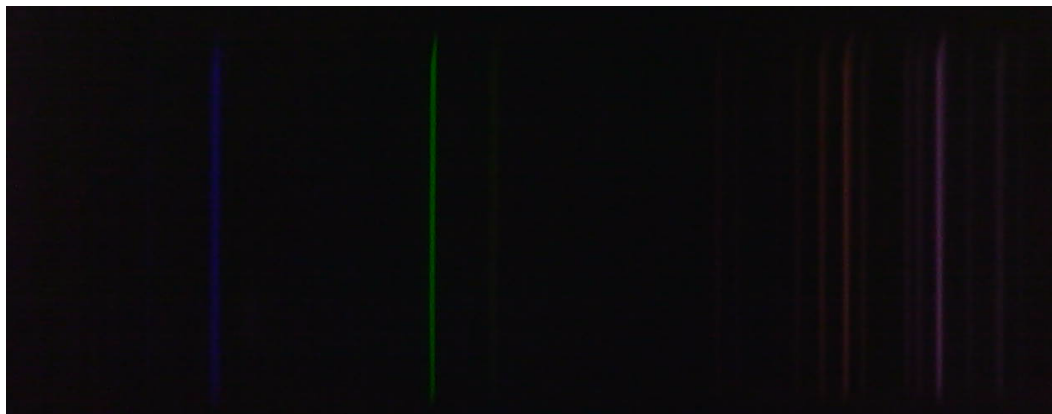
Je to dvojstĺpcový súbor v „txt“ formáte, kde v riadku nachádza dvojica hodnôt. V prvom stĺpci sa nachádzajú číselné hodnoty v pixeloch. V druhom stĺpci sa nachádza vlnová dĺžka, ktorá danému pixelu prislúcha. Medzi hodnotami v riadku sa nachádza medzera. Kalibračný súbor sa dá importovať a exportovať.

177	404.6565
257	435.8335
517	546.075
858	696.7352
881	706.9167
929	727.4940
954	738.6014
983	751.6721
1012	763.7208
1032	772.5887
1084	795.0362
1098	801.6990
1124	811.5311
1159	826.6794
1220	852.3783

Príklad kalibračného súboru.

Snímok zo spektrometra

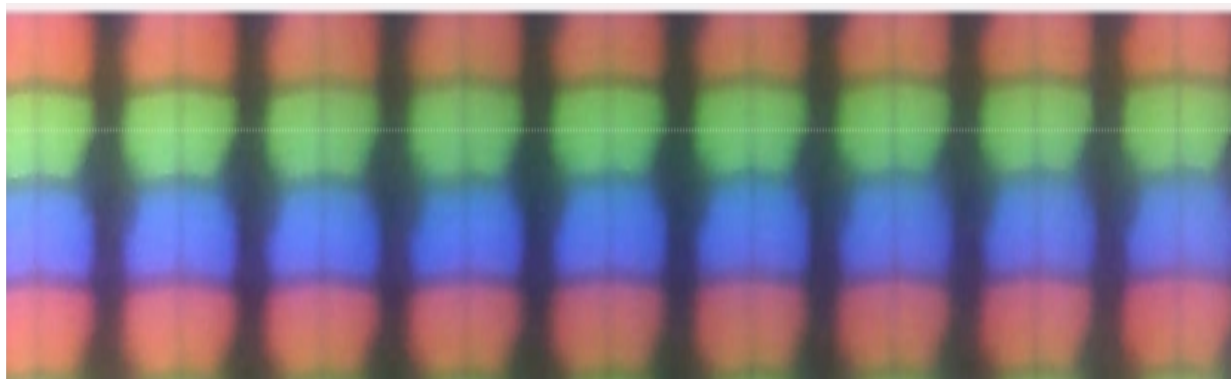
Snímky nasnímané spektrometrom sa exportujú vo formáte „png“ do používateľom zvoleného priečinka. Snímka zo spektrometra sa dá importovať na následnú prácu s ním.



Príklad snímky zo spektrometra.

Snímok zo obrazovej kamery

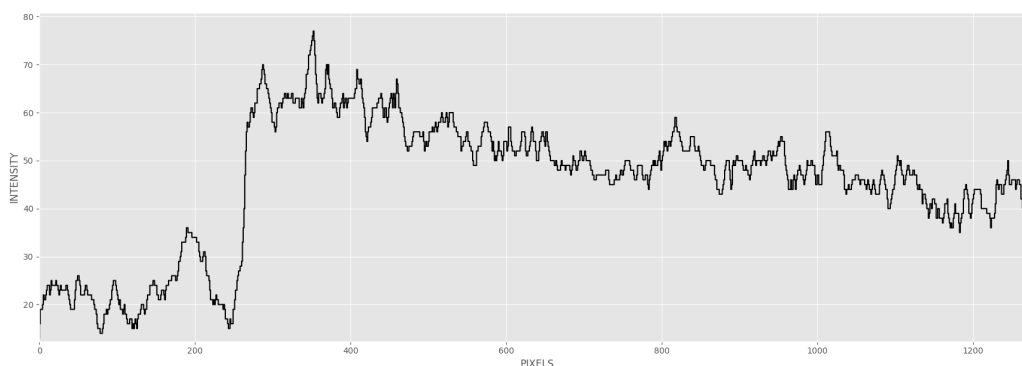
Snímky nasnímané obrazovou kamerou sa exportujú vo formáte „png“ do používateľom zvoleného priečinka. Snímka slúži najmä na zlepšenie orientácie v naskenovanej ploche.



Príklad snímky z obrazovej kamery.

Obrázok grafu

Obráz grafu sa exportujú vo formáte „png“ do používateľom zvoleného priečinka.

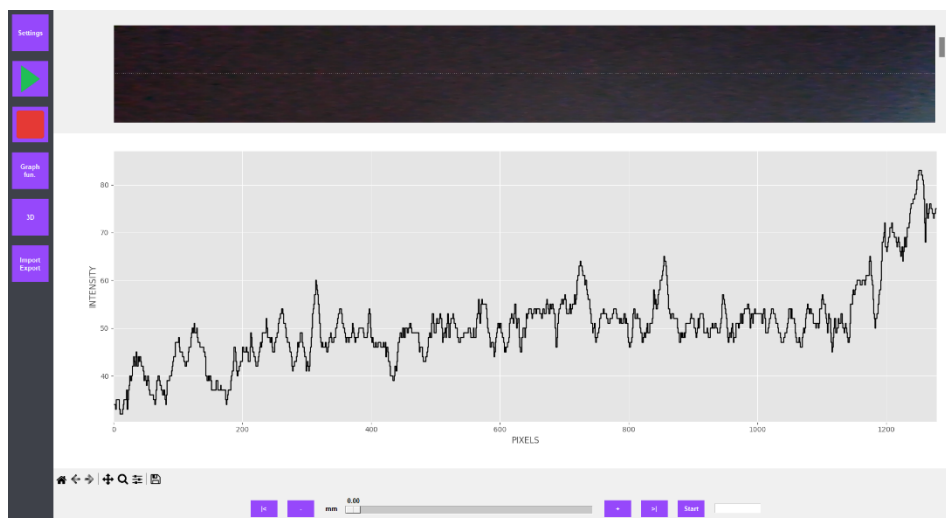


Príklad obrázku grafu.

Návrh používateľského rozhrania

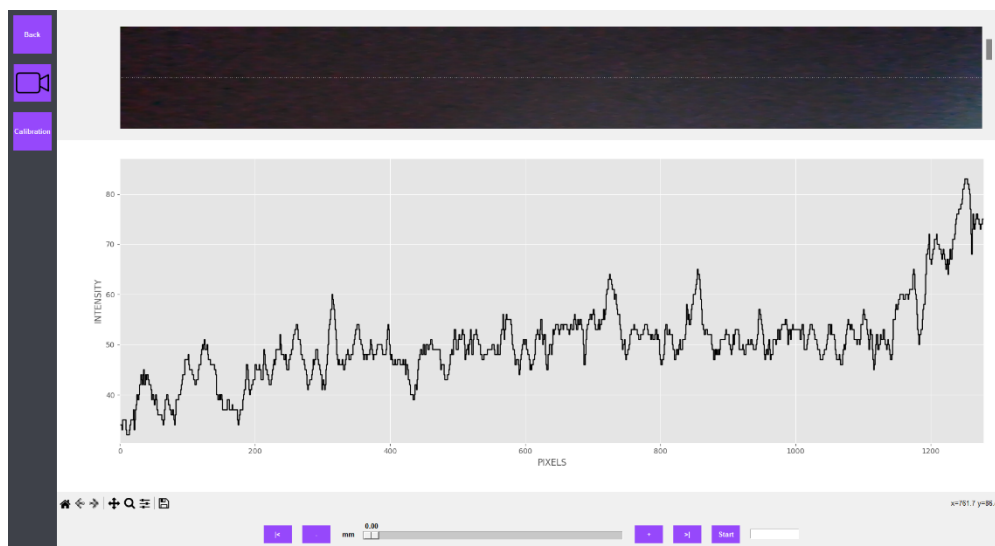
Hlavný náhľad

Hlavný náhľad sa zobrazí pri spustení aplikácie. Po stlačení tlačidla na play sa zobrazí záber z kamery 0 (spektrometra) a zobrazí sa graf s hodnotami intenzity vlnových dĺžok z aktuálneho snímaného záberu. Na ľavom okraji sa nachádza navigácia s možnosťami: Settings, Play, Stop, Graph fun., 3D a Import Export. Na spodku sa nachádzajú kontroly ku kontrole pohybu motorčekov. Tlačidlá Play/Stop naštartujú resp. zastavujú snímanie. Tlačidlo Settings rozbaľuje panel nastavení pre kameru a kalibráciu. Tlačidlá Graph fun., 3D, Import Export po stlačení zobrazia popup menu s ďalšími nastaveniami/funkcionalitou.



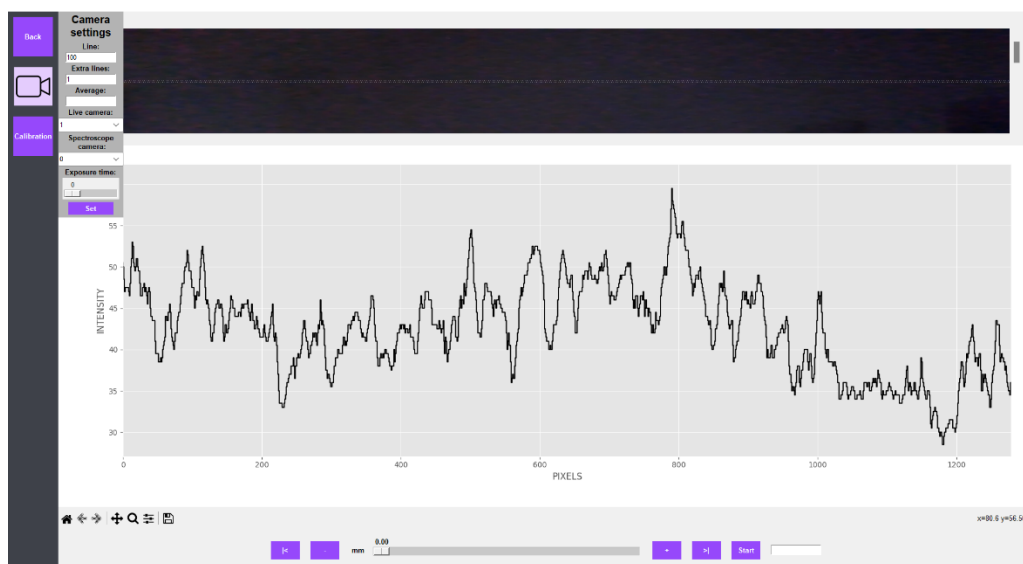
Zobrazenie v časti nastavenia

Z časti nastavenia sa dá vrátiť späť po kliknutí na Back. Táto časť slúži ako podnavigácia pre zoskupenie všetkých nastavení a to pre kameru a kalibráciu.



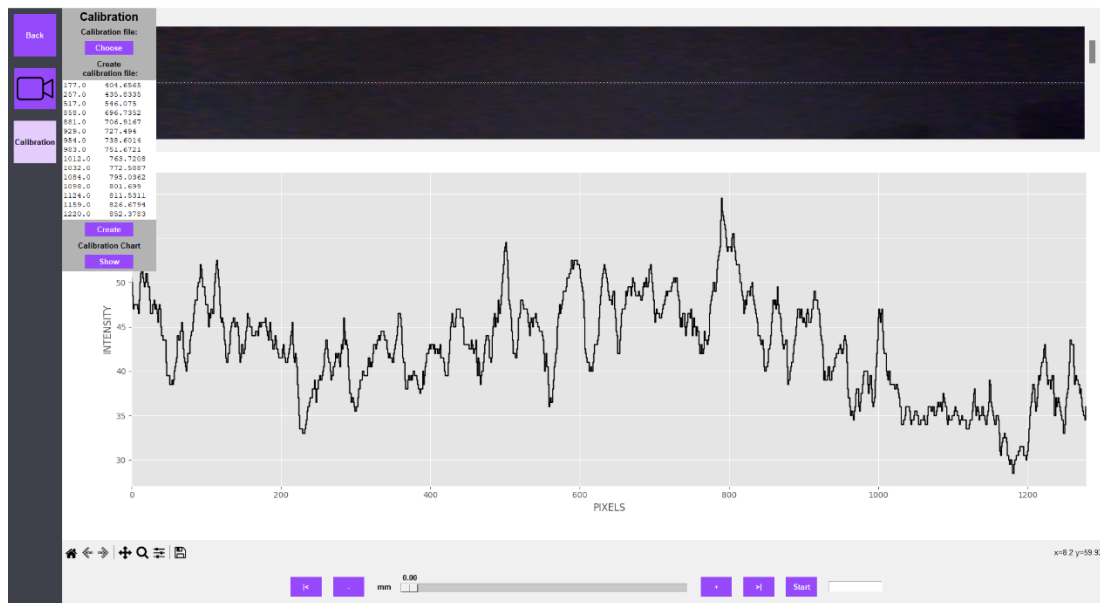
Zobrazenie nastavení kamier

Používateľ má v tomto zobrazení možnosť vybrať snímajúci riadok kamery zadaním hodnoty do poľa Line. Pole Extra lines dovoľuje používateľovi nastaviť koľko riadkov nad a pod vybraným riadkom sa budú brať pri snímaní v úvahu. Live camera combobox vylisťuje IDčka detekovaných kamier a pri seľecnutí ju nastaví ako „Live kameru“ a zobrazí snímánie obrazu v popup okne. Spectroscopy camera combobox robí takmer to isté, akurát zvolenú kameru nastaví ako spektro kameru a zobrazí jej obraz do hlavného nadhľadu. Exposure time scale nastavuje expozičnú dobu nastavenú spektro kameru.



Zobrazenie kalibrácie

Používateľovi sa v Create calibration file textovom okne automaticky načíta obsah kalibračného súboru dodaného s programom. Tlačidlo Choose otvorí okno na hľadanie kalibračného súboru. V prípade nájdenia kalibračného súboru a potvrdenia výberu, obsah vybraného súboru sa nakopíruje do textového okna. Tlačidlo Create kalibruje spektrometer a tlačidlo Show zobrazí popup window s kalibračným grafom.



Zobrazenie funkcie v grafe

Používateľovi sa v Graph fun. zobrazujú nastavenia ohľadne grafu. Text input Peak min y nastavuje minimálnu výšku (intenzitu) peakov v grafe ktoré sa zobrazia. Text input Peak min y difference nastavuje aký musí byť minimálny rozdiel (intenzity) medzi 2 peakmi aby sa zobrazili v grafe. Text input Peak min x difference nastavuje aký musí byť minimálny rozdiel medzi 2 peakmi aby sa zobrazili v grafe. Global peak checkbox nastavuje či sa má zobrazovať globálny peak. Tlačidlo set reference image nastavuje aktuálny snímok ako referenčný. Divide from reference image a subtract from reference image potom vykonajú zmieňované operácie nad aktuálnym snímkom a referenčným snímok, ktoré sa prejaví aj potom v grafe. Radiobuttony px a nm nastavujú v akých jednotkách sa pracuje v grafe. Checkboxy red, green, blue a max nastavujú ktoré vlnové dĺžky sa majú zobrazovať v grafe.

Settings

Graph fun.

3D

Import Export

Measurement

Peak min y:

Peak min y difference:

Peak min x difference:

Set

Show

Global peak:

Reference image:

Set

Divide from reference image:

Set

Subtract from reference image:

Set

From:

To:

Scale

px

nm

red

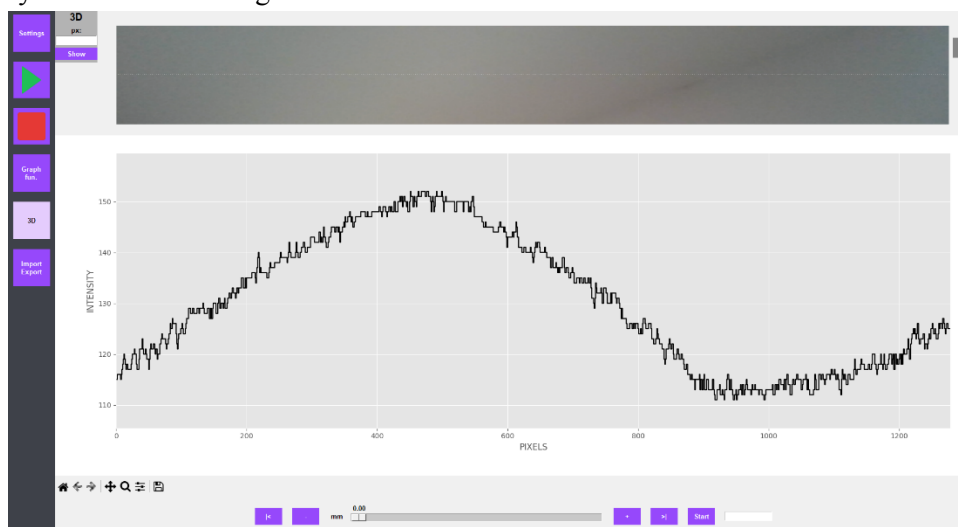
green

blue

☒ max

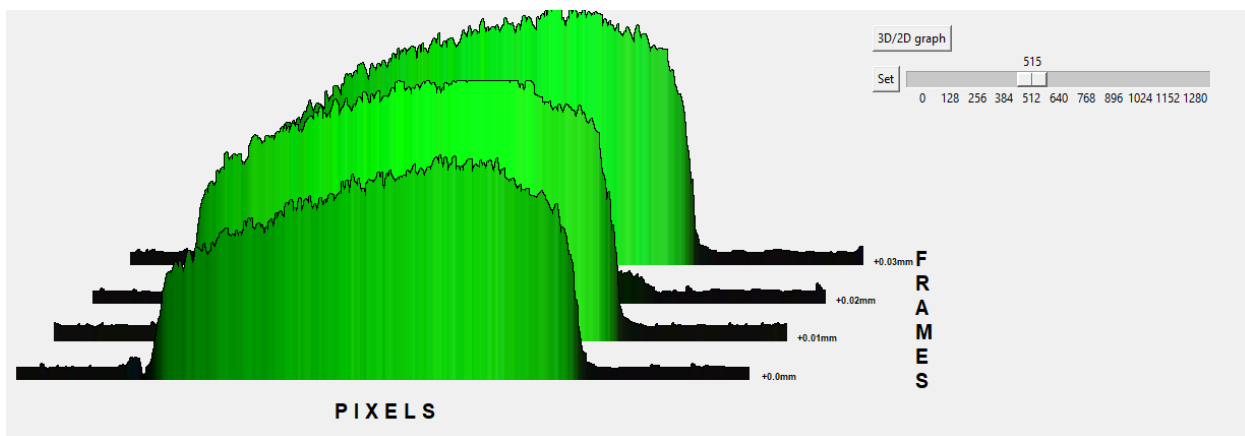
Zobrazenie 3D

Text input px: nastavuje pre ktorý pixel sa vyhotoví 3D graf z posledného skenu. Show zobrazí vyskakovacie okno s grafom.





Z režimu 2D sa dá prepnúť do režimu 3D za pomoci tlačidla 2D/3D graph, ktoré funguje ako switch medzi režimami. Po kliknutí na tlačidlo set sa nastaví px, ktorý je braný zo skenu do úvahy.



Z režimu 3D sa dá prepnúť do 2D podobne ako z 2D do 3D a tlačidlo set má rovnakú úlohu pre oba režimy.

Zobrazenie Import Export

Tlačidlo Camera spectral image dovoľí používateľovi importovať snímok spektrometra vo formáte *.jpg *.jpeg *.png *.bmp. Snímok sa zobrazí do hlavného nadhľadu a graf sa updatne podľa snímka. Tlačidlo Measurment series umožní používateľovi importovať sériu snímkov na následné vykreslenie v 3D grafe. Tlačidlá Graph Image, Camera spectral Image, Camera Image dovoľí používateľovi exportovať graf, snímok zo spektrálnej kamery resp. snímok z „obrazovej“ kamery ako „.png“ file. Tlačidlo Calibration chart umožňuje používateľovi exportovať kalibračné body ako .txt súbor.

Import

Camera spectral image:

Choose

Measurement series:

Choose

Export

Graph image:

Export

Camera spectral image:

Export

Camera image:

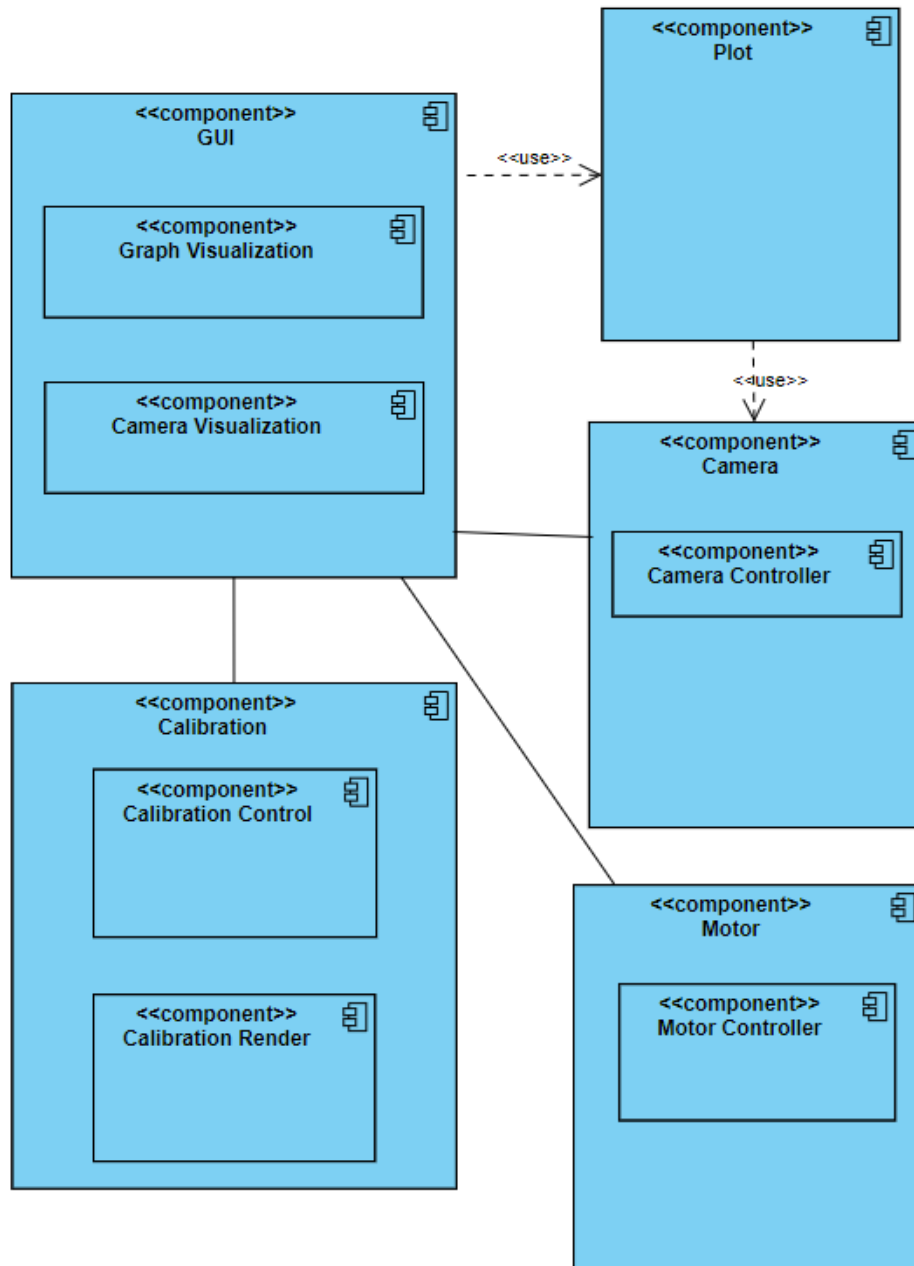
Export

Calibration chart:

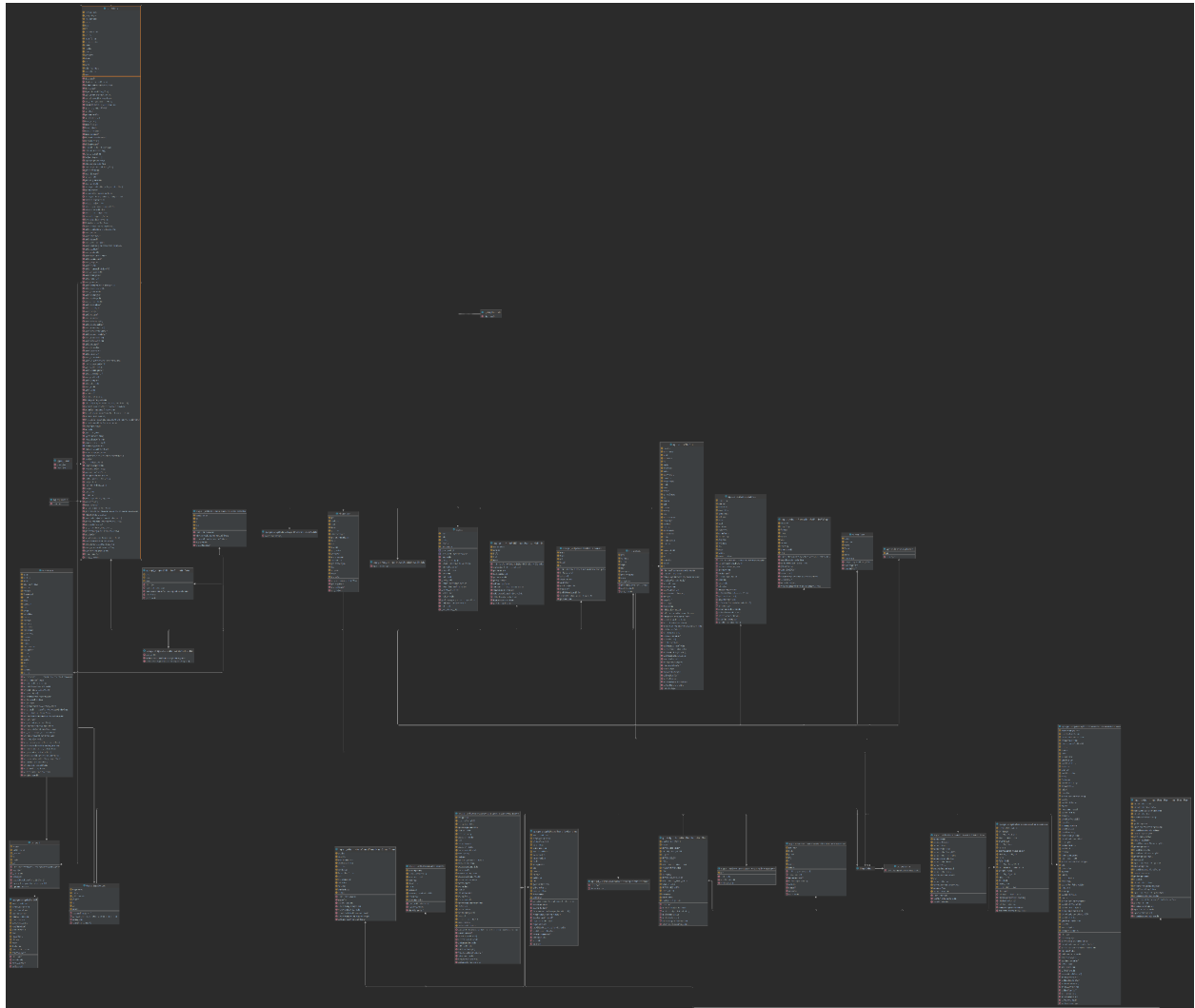
Export

UML Diagrammy

Component diagram



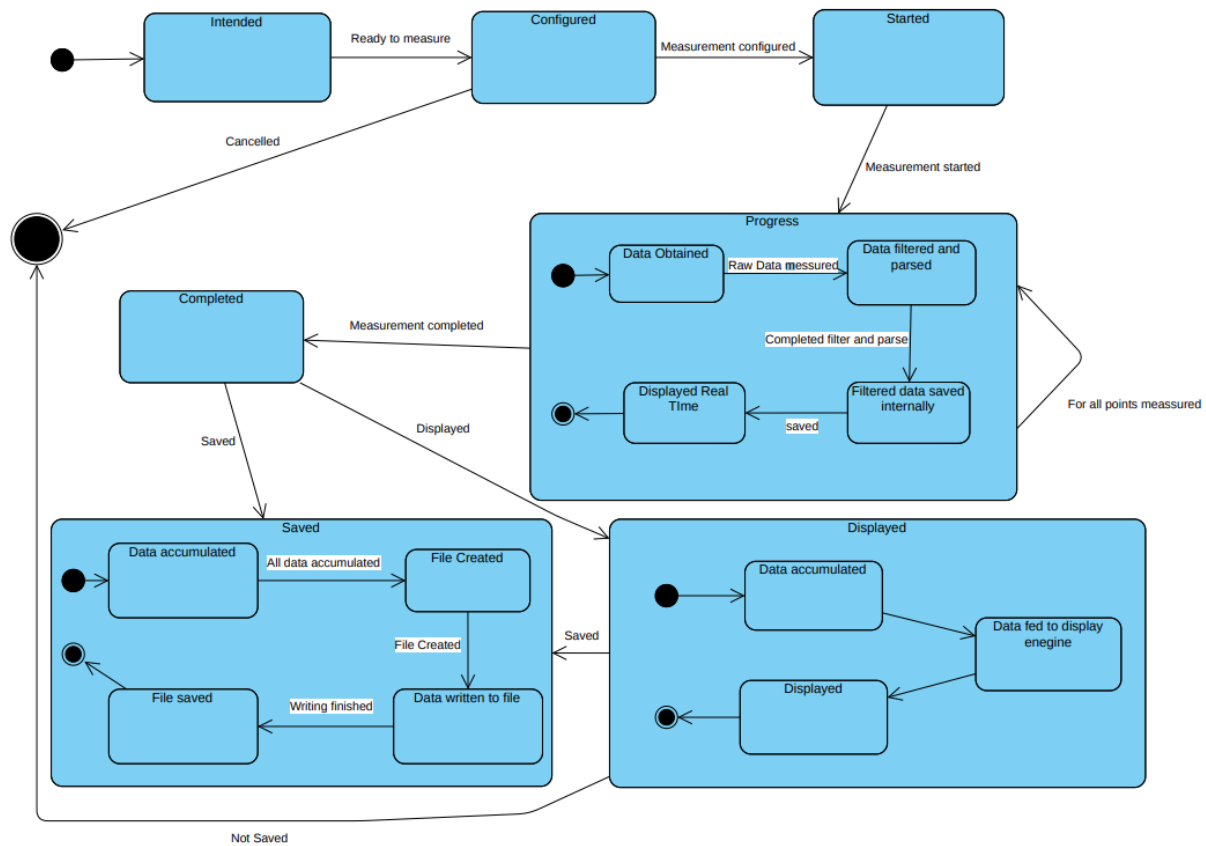
Class diagram



Stavový diagram pre entitu Measurement.

Visual Paradigm Online Free Edition

State diagram for: Measurement



Moduly

Camera Modul: Enkapsulujú celkovú funkčnosť spájanú s kamerou.

- Inicializácia kamery
- Výber kamery
- Získavanie dát z kamery
- Nastavenia kamere
- Vykresľovanie obrazu na canvas

Motor Controller Module: Enkapsulujú celkovú funkčnosť spájanú s motorčekom.

- Inicializácia komunikácie cez sériový port
- Posielanie príkazov na pohyb pomocou "g kodov"

Calibration Control Module:

- zodpovedá za vykonanie metód triedy Calibration, tak aby sa dáta nastavili správne
- obsahuje metódy na nastavenie kalibrácie z txt súboru a z textového poľa

Calibration Module:

- drží dáta potrebné na kalibráciu, samotný kalibračný modul
- dokáže čítať txt súbor, a vytvoriť z neho kalibračný modul
- dokáže uložiť kalibráciu do .txt súboru
- prepočítava model

Calibration Render Modul:

- na základe modelu z kalibrácie a pola px a nm vykreslí kalibračnú parabolu
- 1. graf -px 2. graf ich zobrazenie do nm
- je možné si obrázok grafu nechať exportovať

GUI Modul:

- zodpovedný za zobrazovanie dát a interakciu užívateľa s funkčnými prvkami programu.
- spravovanie menu a nastavenia ostatných modulov

Plot Modul:

- zodpovedá za spracovanie dát pre vizualizáciu grafu
- reguluje funkcie kamier pre požiadavky merania

Plán implementácie:

- Dohodnutie a vyjasnenie si implementačných otázok
- Naprogramovanie prvej verzie GUI prostredia
- Naprogramovať modul na prácu s kamerami:
 - o Funkcionalita výberu kamier
 - o Funkcionalita získavania dát z kamery
 - o Funkcionalita zobrazovania dát a jej prepojenie s tkinterom.
 - o Funkcionalita nastavovania potrebných nastavení kamere
- Naprogramovať modul na spracovanie dát a vykresľovanie grafov
- Naprogramovať funkcionality kalibrácie spektrometra
- Naprogramovať modul na prácu s motorčekom
 - o Funkcionalita pripojenia a následnou komunikáciou so sériovým portom
 - o Funkcionalita odosielania príkazov na pohyb motorčekov a jej prepojenie s tkinterom.
- Nadviazať funkcionality snímanie kamier/vykresľovanie grafov aby pracovali pri krokoch motorčekov
- Naprogramovať modul na zber dát a vykresľovanie 3D grafu
- Naprogramovanie funkcionality exportovania súborov a importovania súborov
- Prepojenie jednotlivých modulov tak aby pracovali spolu ako mali
- Testovanie aplikácie a prekonzultovanie so zadávateľom
- Zpracujú sa prípadne pripomienky.

Testovacie scenáre

Testovacie scenáre funkčnosti kamery

Akcia: Používateľ stlačí play.

Reakcia: Používateľovi sa zobrazí v hlavnom nadhľade záber z kamery s indexom 0.

Akcia: Používateľ stlačí stop.

Reakcia: Snímanie obrazu sa zastaví.

Akcia: Používateľ klikne na tlačidlo Camera Settings

Reakcia: Používateľovi sa zobrazí okno s nastaveniami kamery.

Akcia: Používateľ vyberie iný index z Spectroscope camera comboboxu.

Reakcia: Používateľovi sa zobrazí obraz zo zvolenej kamery do hlavného nadhľadu.

Akcia: Používateľ vyberie index z Live camera comboboxu.

Reakcia: Používateľovi vyskočí modálne okno so záberom z vybranej kamery.

Testovacie scenáre import/export

Akcia: Používateľ stlačí tlačidlo Camera spectral image Choose.

Reakcia: Používateľovi sa zobrazí okno s file explorerom. Po vybratí a potvrdení výberu sa mu v okne v hlavnom nadhľade ukáže vybratá snímka.

Akcia: Používateľ stlačí tlačidlo Measurements series Choose.

Reakcia: Používateľovi sa zobrazí okno s file explorerom. Po vybratí série obrázkov a potvrdení výberu sa mu výber zapamätá.

Akcia: Používateľ stlačí tlačidlo Graph image Export.

Reakcia: Používateľovi sa zobrazí okno s file explorerom s možnosťou uložiť graf ako “png” file. Po potvrdení sa file uloží na zadané miesto.

Akcia: Používateľ stlačí tlačidlo Camera spectral image Export.

Reakcia: Používateľovi sa zobrazí okno s file explorerom s možnosťou uložiť snímku zo Spectroscope kamery ako “png” file. Po potvrdení sa file uloží na zadané miesto.

Akcia: Používateľ stlačí tlačidlo Camera image Export.

Reakcia: Používateľovi sa zobrazí okno s file explorerom s možnosťou uložiť snímku zo “obrazovej kamery” ako “png” file. Po potvrdení sa file uloží na zadané miesto.

Akcia: Používateľ stlačí tlačidlo Calibration chart Export.

Reakcia: Používateľovi sa zobrazí okno s file explorerom s možnosťou uložiť kalibračnú tabuľku ako “.txt” súbor.

Testovacie scenáre ovládanie grafu

Akcia: Používateľ klikne na tlačidlo Graph fun.

Reakcia: Používateľovi sa zobrazí menu s funkciami grafu.

Akcia: Používateľ nastaví peak min y, na hodnotu, od ktorej sa budú zobrazovať vrcholy vyššie ako zvolená hodnota.

Reakcia: Na grafe sa zvýrazia body prevyšujúce zvolenú hodnotu.

Akcia: Používateľ nastaví peak min y difference na hodnotu, od ktorej sa susediace peaky musia líšiť v y-ovej súradnici, aby boli považované za peak

Reakcia: Ak sa susediace peaky nelíšia o zadanú hodnotu v y, považujú sa za jeden peak, prednastavená hodnota sa zmení na používateľom zvolenú.

Akcia: Používateľ nastaví peak min x na hodnotu, od ktorej sa susediace peaky musia líšiť v x-ovej súradnici, aby boli považované za peak.

Reakcia: Ak sa susediace peaky nelíšia o zadanú hodnotu v x, považujú sa za jeden peak, prednastavená hodnota sa zmení na používateľom zvolenú.

Akcia: Používateľ zaškrtnie tickbox na Global peak.

Reakcia: Na grafe sa zobrazuje globálne maximum.

Akcia: Používateľ zvolí zobrazenie dát v nm.

Reakcia: Graf zobrazuje dáta v nm.

Akcia: Používateľ klikne na nastavenie referenčnej snímky.

Reakcia: Aktuálne maximálne dáta v čase zakliknutia z grafu sa uložia.

Akcia: Používateľ zvolí režim substrakcie.

Reakcia: Na grafe sa zobrazujú dáta po odčítaní BGR zložiek aktuálnej a referenčnej snímky.

Akcia: Používateľ zvolí režim delenia.

Reakcia: Na grafe sa zobrazujú dáta po delení BGR zložiek aktuálnej a referenčnej snímky.

Akcia: Používateľ otvorí menu 3D, a zvolí vlnovú dĺžku ktorú chce skúmať. Do úvahy sa bude brať posledné skenovanie.

Reakcia: Vytvorí sa nové okno, kde sa vykreslí sa spektrálna mapa a button na prepínanie medzi 2D/3D režimom.

Testovacie scenáre kalibrácie spektrometra

Akcia: Používateľ klikne v menu na tlačidlo "Calibration".

Reakcia: Používateľovi sa zobrazí menu s možnosťami kalibrácie spektrometra.

Akcia: Používateľ klikne na tlačidlo výberu súboru “Choose”.

Reakcia: Používateľovi sa zobrazí okno, v ktorom má možnosť prehľadávať súbory a následného výberu kalibračného súboru. Pri zvolení prebehne kalibrácia a načíta sa aj do textového okna na možnú následnú zmenu.

Akcia: Používateľ klikne tlačidlo “Create”.

Reakcia: Program vypočíta parameter kalibračnej paraboly a kalibruje spektrometer na základe dát z textového okna aplikácie.

Akcia: Používateľ klikne tlačidlo “Show”.

Reakcia: Vytvorí sa okno zobrazujúce kalibračnú parabolu.

Testovacie scenáre pohybu motorčekov

Akcia: Používateľ stlačí tlačidlo krok doprava (+).

Reakcia: Motorčeky sa posunú o 0.01mm doprava v x osi.

Akcia: Používateľ stlačí tlačidlo krok doľava (-).

Reakcia: Motorčeky sa posunú o 0.01mm doľava v x osi.

Akcia: Používateľ natiahne scrollbar s hodnotou dĺžky o koľko sa chce pohnúť a stlačí tlačidlo pohni (>|).

Reakcia: Motorčeky urobia x počet 0.01mm krokov, aby sa o zadanú dĺžku posunuli doprava.

Akcia: Používateľ stlačí tlačidlo naspäť (<|).

Reakcia: Motorčeky sa posunú naspäť na počiatočný bod x osi.

Akcia: Používateľ zadá číselnú hodnotu do input boxu a stlačí štart.

Reakcia: Motorčeky urobia zadaný počet 0.01mm krokov doprava.