

FAKULTA MATEMATIKY FYZIKY A INFORMATIKY

Spektrálne mapovanie mikroskopických objektov

Zimný semester 2022/2023

Július Hamborský

Norbert Hašan

Steven Gavlák

Benjamín Dubovecký

Obsah

1.	Úvod.....	3
1.1	Predmet špecifikácie	3
1.2	Rozsah projektu a funkcie systému.....	3
1.3	Slovník pojmov, skratky	3
2	Všeobecný popis systému	4
2.1	Kontext systému	4
2.2	Funkcie systému.....	4
2.2.1	Kalibrácia spektrometra	4
2.2.2	Ovládanie kamery.....	4
2.2.3	Pohyb vzorky	4
2.2.4	Výstup systému	5
2.3	Charakteristika používateľov systému	5
2.4	Všeobecné obmedzenia predpoklady a závislosti	5
3	Konkrétne požiadavky	6
3.1	Funkčné požiadavky	6
3.1.1	Všeobecné požiadavky na prístup k aplikácii.....	6
3.1.2	Prístup k systému z pohľadu používateľa	6

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 užívateľov, ktorí prídu do kontaktu so spektrometrom.

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*)

2 Všeobecný popis systému

2.1 Kontext systému

Účelom systému je asistencia pri sledovaní, zanámenávaní, spracovaní a analýze dát spektra získané pomocou snímania spektrometrom. Systém zaregistuje pripojený spektrometer, dovoľí užívateľovi ho nakalibrovat' a zmeniť mu podľa potreby nastavenia. Systém ďalej umožní riadiť pohyb skúmanej vzorky v X a Y osi, čím používateľ získava možnosť zosnímania častí, resp. celého sledovaného prvku. Keďže sa v spektrometre nachádzajú 2 kamery: na snímanie spektra a na snímanie obrazu, tak výstupom bude okrem spektrálnej mapy aj vizuálny obraz nasnímaného objektu. Keďže sa snímanie robí po malých častiach, systém na záver snímania "poskladá" nasnímané obrazy do celku. Výstupom bude okrem spomínaného "obrázku" aj spektrálna mapa, teda výstupný obraz zachyteného svetla, ktorý bude vidieť na obrazovke vo forme farebného spektra alebo grafu, podľa ktorého bude vidieť rozloženie svetla na jeho farebné zložky podľa intenzity a vlnovej dĺžky. Systém tiež dovoľí nasnímané dáta vyfiltrovať podľa vlnovej dĺžky a tú farebnú zložku zobrazit' v 3D priestore (ako graf). Systém umožní ukladanie a načítavanie (a následnú prácu s nimi) nasnímaných obrázkov.

2.2 Funkcie systému

2.2.1 Kalibrácia spektrometra

Systém dovoľí používateľovi nakalibrovat' spektrometer. Kalibráciou sa rozumie, že určitým obrazovým pixelom v grafe farebného spektra sa priradia správne vlnové dĺžky. Užívateľ bude vedieť kalibrovat':

- Kalibrovat' podľa dodávateľom dodanými kalibračnými bodmi, načítané z textového súboru.
- Kalibrovat' podľa systémom vytvorením kalibračným textovým súborom. Vytvorí sa použitím zdrojom čiarového spektra, v ktorom sú vlnové dĺžky známe.

2.2.2 Ovládanie kamery

Systém dovoľí užívateľovi 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:

- nasnímanie jedného snímku
- nepretržité snímanie s nastavením odstupu medzi jednotlivými snímkami

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 kontroly, ktoré dovoľia užívateľovi hýbať s vzorkou po X a Y osi. Systém, teda dovolí automatické zosnímanie celej vzorky.

2.2.4 Výstup systému

Výstupom systému budú nasnímané snímky (spektrálna mapa alebo/aj obraz nasnímaného obrazu) konštantnej veľkosti, ktoré sa budú dať uložiť na lokálnom zariadení. Pri real time snímaní bude tiež možným výstupom aj 2D graf nasnímaných vlnových dĺžok. Takýto real time 2D graf sa bude dať viesť vykresliť aj pre jeden konkrétne skenovaný bod. Systém tiež má feature zhotovenia 3D zobrazenia (grafu) pre konkrétnu vlnovú dĺžku a jej intenzitu žiarenia. Systém tiež dovolí používateľovi vyfiltrovať dáta podľa oblasti spektra, ktoré bude chcieť zobraziť v grafe, nájsť maximálnu hodnotu v 2D grafe/najintenzívnejšieho svetlého bodu v 3D grafe či zvýraznenie hodnôt v 2D / bodov v 3D grafe, ktoré prekročili zadanú hodnotu.

2.3 Charakteristika používateľov systému

Systém bude definovať jeden typ používateľskej role. Tento typ používateľa, teda de facto každý používateľ systému, bude mať bez obmedzení prístup ku všetkým aspektom funkcionality, ktorý systém ponúka.

2.4 Všeobecné obmedzenia predpoklady a závislosti

Systém bude bežať na operačnej platforme Windows a bude písaný v programovacom jazyku Python.

3 Konkrétne požiadavky

3.1 Funkčné požiadavky

3.1.1 Všeobecné požiadavky na prístup k aplikácii

1. Desktopová aplikácia „.exe“, ktorá bude prístupná pre používateľov s prístupom ku hardvéru spektrometra
2. Aplikácia má byť podporovaná pre platformu Windows
3. Pre korektné fungovanie softvéru, 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.

3.1.2 Prístup k systému z pohľadu používateľa

1. Používateľ bude mať možnosť si vybrať kameru, ktoré budú slúžiť pre výstup do aplikácie

3.1.2.1 Ovládanie kamery

1. Program je responzívny pre udalosti pripojenia/odpojenia kamier
2. Program vie zistiť dobu expozície kamery
3. Ak sú kamery pripojené, po stlačení tlačidla „Spustiť“ program začne komunikovať so zvolenými kamerami
4. Proces snímania obrazu nie je časovo ohraničený
5. Proces snímania obrazu je možné kedykoľvek zastaviť tlačidlom „Ukončiť“
6. Používateľ môže nastaviť časový odstup medzi jednotlivými zábermi, pre potreby ohraničeného snímania
7. Aplikácia umožňuje meniť nastavenia kamier podľa potrieb používateľa
8. Aktuálne snímky z kamier je možné uložiť vo formáte „.png“ do aplikáciou predvoleného miesta na disku, alebo miesta zvoleného používateľom
9. V ohraničenom režime snímania obrazu je možné nastaviť, či sa všetky snímky načítané z kamery vo vhodnom intervale uložia do súboru
10. Snímky z kamery je možné opätovne načítať zo súboru a zobraziť v aplikácii
11. Aktuálne zobrazený graf (2D, 3D) je možné uložiť do súboru vo formáte „.png“
12. RGB hodnoty zobrazené v grafoch je možné zapísať do súboru vo formáte „.txt“

3.1.2.2 Ovládanie motorčiek

1. Aplikácia komunikuje s motorčkami pomocou „G-kódov“ ktoré sa posielajú na sériový port arduina ktore obsluhuje motorčeka
2. Používateľ je schopný riadiť pohyb motorčiek vo forme x,z súradníc
3. Používateľ môže zadať hodnoty súradníc pomocou kliknutia na prislúchajúci graf v aplikácii
4. Používateľ vie krokovať motorčeka pomocou posuvného okna, alebo stlačením kláves na klávesnici
5. Program zobrazuje aktuálne súradnice kde sa vzorka nachádza

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 akú vlnovú dĺžku chce graf vykresliť, systém potom vykreslí 3D graf, podobný výškovej mape, kde pre každý oskenovaný bod zobrazí intenzitu žiarenia pre zvolenú vlnovú dĺžku.
3. Zloženie snímky obrazu, okrem kamery, ktorá sníma optické spektrum sa na spektrometri nachádza aj kamera snímajúca skúmaný obraz, navrhnutý softvér by mal obraz poskladať a následne by sa mal dať zobrazit', popriprade uložiť.
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. Zobrazit' zmeny v spektre medzi nasnímaným obrázkom a referenčným obrázkom, tak že výsledný graf bude v podobe rozdielu nasnímaných hodnôt a hodnôt z grafu ref. snímky.
6. Zobrazenie nasnímaných dát by sa malo dať ovplyvniť
 - a) používateľ zadá interval, alebo nejakým scrollbarom nastaví oblasť spektra, ktorá bude vo výslednom grafe braná do úvahy, (zobrazenie len zelenej zložky svetla)
 - b) zmena jednotiek vo výstupe medzi pixelmi a nanometrami
 - c) nájdenie maximálnej hodnoty v 2D grafe/najintenzívnejšie svetlého bodu v 3D grafe
 - d) zvýraznenie hodnôt v 2D / bodov v 3D grafe, ktoré prekročili zadanú hodnotu

3.1.2.3 Kalibrácia spektrometra

1. Spektrometer možno kalibrovať využitím kalibračných bodov zo súboru (formát *.txt), cez ktoré program vypočíta parametre kalibračnej paraboly
2. Možnosť vytvoriť kalibračný súbor z predom známeho zdroja svetla, kde body kalibrácie sú z predošlého záznamu tohto zdroja svetla.