FAKULTA MATEMATIKY FYZIKY A INFORMATIKY UNIVERZITA KOMENSKÉHO

Softvér k optickému spektrometru s web kamerou

zimný semester 2017/2018

Radoslav Hečko  
Daniel Kisel  
Michal Singer  
Michal Plevka

**Obsah**

[1 Úvod 1](#_Toc496564715)

[**1.1** **Predmet špecifikácie** 1](#_Toc496564716)

[**1.2** **Rozsah projektu a funkcie systému** 1](#_Toc496564717)

[**1.3** **Slovník pojmov, skratky** 1](#_Toc496564718)

[**1.4** **Dôležité odkazy** 2](#_Toc496564719)

[2 Všeobecný opis aplikácie 3](#_Toc496564720)

[**2.1** **Kontext systému** 3](#_Toc496564721)

[**2.2** **Charakteristika používateľov** 3](#_Toc496564722)

[**2.3** **Funkcie aplikácie** 3](#_Toc496564723)

[2.3.1 Funkcie ovládania kamery 3](#_Toc496564724)

[2.3.2 Funkcie výstupu na obrazovku 3](#_Toc496564725)

[2.3.3 Funkcie kalibrácie spektrometra 4](#_Toc496564726)

[3. Konkrétne požiadavky 5](#_Toc496564727)

[**3.1** **Funkčné požiadavky** 5](#_Toc496564728)

[3.1.1 Všeobecné požiadavky na prístup k aplikácii 5](#_Toc496564729)

[3.1.2 Prístup k systému z pohľadu používateľa 5](#_Toc496564730)

[**3.1.2.1** **Ovládanie kamery** 5](#_Toc496564731)

[**3.1.2.2** **Výstup na obrazovku** 6](#_Toc496564732)

[**3.1.2.3** **Kalibrácia spektrometra** 7](#_Toc496564733)

# **Úvod**

## **Predmet špecifikácie**

Táto špecifikácia požiadaviek na softvér popisuje používateľské a funkčné požiadavky pre novú verziu softvéru k optickému spektrometru spoločnosti Kvant spol. s r. o.. Systém bude slúžiť najmä na ovládanie spektrometra a následné skúmanie spracovaného obrazu zosnímaného kamerou zabudovanou v prístroji. Tento dokument je určený všetkým ľuďom, ktorí s informačným systémom prídu do priameho alebo nepriameho kontaktu.

## **Rozsah projektu a funkcie systému**

Súčasná verzia systému poskytuje služby, akými sú spracovanie obrazu spektrometra do 2D grafickej podoby. Zobrazuje RGB zložky spracovaného obrazu, umožňuje vypĺňanie obrazu konkrétnou RGB zložkou a sledovanie priebehu intenzity. Obsahuje tiež možnosť zobrazenia polohy a hodnoty maxím, ktoré je možné priblížiť pre lepší detail. Tento systém je nevyhovujúci pre jeho slabú kompatibilitu a nedostatok funkcionality. Našou úlohou je vytvoriť nový systém, ktorý doplní pôvodnú funkcionalitu o nové možnosti, akými sú možnosti výberu kamery, ovládanie samotnej kamery a ukladanie aktuálneho záznamu z kamery. Medzi ďalšie možnosti systému patria spätná možnosť načítania súboru, jeho grafické vyjadrenie a možnosť aritmetických operácií (rozdiel, podiel) medzi zvolenými priebehmi.

## **Slovník pojmov, skratky**

|  |  |
| --- | --- |
| spektrometer | Zariadenie založené na princípe rozkladu svetla pri difrakcii na mriežke a následnom spracovaní obrazu zosnímaného bežnou webkamerou zabudovanou v prístroji. |
| spektrum | Súbor monochromatických optických žiarení, ktoré sú charakterizované frekvenciou a intenzitou a sú obsiahnuté v žiarení uvažovaného zdroja žiarenia. |
| intenzita | Intenzita je mierou rozloženia energie žiarenia do častí spektra. |
| RGB zložka | RGB je aditívny farebný model, pri ktorom svetlo želanej farby vzniká zmiešaním červeného, zeleného a modrého svetla vhodnej intenzity. |
| integračná doba | Je to parameter, prístupný v riadiči kamery, ktorým sa určuje akú dlhú dobu má kamera akumulovať náboj vytváraný dopadajúcim svetlom. Po jej uplynutí nastáva vyčítavanie hodnoty náboja zmeneného na výstupné napätie. |
| obrazové body | Jednotky kalibrácie (vlnová dĺžka v nm, vlnočet v cm-1). |

## **Dôležité odkazy**

* Existujúci systém spoločnosti Kvant spol. s.r.o. dodaný Dr. Vojtekom <https://drive.google.com/open?id=0BxdQ-lRd7usscjkzemRULUpLMnc>
* Existujúci systém Dr. Vojteka napísaný vo Visual Basicu
* Databáza spektroskopických dát   
  <https://www.nist.gov/>

# **Všeobecný opis aplikácie**

## **Kontext systému**

Aplikácia bude slúžiť na spracovanie a analyzovanie svetla pomocou kamery spektrometra. Používateľ pripojí kameru, ktorú aplikácia rozpozná ako pripojené zariadenie. Nakalibruje ju na správne hodnoty. Nastaví si rôzne parametre výstupného obrazu a jeho snímania podľa svojich potrieb. Keď používateľ spustí nahrávanie, kamera začne produkovať 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. Taktiež si bude môcť na grafe zobraziť rôzne úseky spektra a jeho maximá pre jeho podrobnejšiu analýzu. Dostupné bude aj vykonávanie rôznych aritmetických operácií medzi nasnímanými obrázkami, ktoré slúžia k nájdeniu rozdielov/zmien (v čom sú odlišné). Nasnímané obrázky sa budú dať lokálne uložiť, prípadne načítať do aplikácie a následne s nimi pracovať.

## **Charakteristika používateľov**

Aplikáciu bude využívať jeden typ používateľov. Všetci používatelia majú rovnaké právomoci a možnosti z hľadiska funkcionality systému bez nutnosti registrácie alebo prihlasovania.

Používatelia budú môcť používať pripojenú kameru (spektrometer) v aplikácii a pracovať s ňou. Na základe výstupu z kamery im systém umožní analyzovať spracovaný obraz vo forme grafického zobrazenia nameraného spektra.

## **Funkcie aplikácie**

### **Funkcie ovládania kamery**

Ak budú k počítaču pripojené viaceré kamery, tak používateľ si bude môcť v aplikácii v zozname pripojených kamerových zariadení vybrať, ktorú kameru chce použiť na snímanie. Snímanie kamery bude môcť spustiť, alebo po spustení zastaviť. Snímanie kamerou bude mať dva módy:

1. nasnímanie iba jedného snímku,
2. nepretržité snímanie s nastavením odstupu medzi jednotlivými snímkami.

Rozmery výstupného obrazu kamery budú konštantné. Ďalším nastavením výstupného obrazu je integračná/expozičná doba, pomocou ktorej si používateľ nastaví čas, počas ktorého dopadá svetlo na fotocitlivý materiál v spektrometri.

### **Funkcie výstupu na obrazovku**

Nasnímané zábery sa budú dať lokálne uložiť vo formáte „.png“, alebo „.txt”, či už manuálne cez možnosť „uložiť”, alebo ukladať snímky automaticky počas snímania spektrometra. Miesto uloženia a názov si používateľ vyberie sám, alebo si nastaví predvolené hodnoty. Možnosť načítať lokálny „.png”, alebo „.txt” súbor do aplikácie a zobraziť ho graficky.

Vo výstupnom obraze sa bude dať vybrať jeden, alebo viac riadkov a stĺpcov, v ktorom chce používateľ detailnejšie analyzovať farebné spektrum a jeho intenzitu. Taktiež si bude môcť vybrať vo výstupnom obraze riadky a graficky ich znázorniť do jedného grafu. V grafe bude dostupný „zoom” (lupa), pomocou ktorého sa bude dať farebné spektrum zobrazené v grafe priblížiť a následne oddialiť. Krivka grafu (a jeho vnútro) snímaného svetla sa bude dať vyplniť jeho farebným spektrom. V grafe bude možnosť zobraziť maximá snímaného svetla, ich polohy, hodnoty a prípadne ich uložiť do „.txt” súboru. Aplikácia bude obsahovať funkciu na robenie aritmetických operácií (rozdiel, podiel) medzi nasnímanými obrázkami, číže medzi pixelmi dvoch obrázkov sa vykoná aritmetická operácia a vznikne nová výsledná snímka.

### **Funkcie kalibrácie spektrometra**

Aplikácia umožní používateľovi nakalibrovať spektrometer na správne hodnoty. Kalibrácia spočíva v tom, že určitým obrazovým bodom (pixelom) v grafe farebného spektra sa priradia správne vlnové dĺžky a tým sa spektrometer nakalibruje.

Kalibrovať môžeme niekoľkými spôsobmi a to buď:

1. od výrobcu dodanými kalibračnými bodmi, ručne vloženými, alebo načítanými z „.txt“ súboru
2. vlastná kalibrácia kalibračným zdrojom čiarového spektra (Hg výbojka, ..), ktorého vlnové dĺžky sú známe, programové vytvorenie kalibračného „.txt“ súboru

# 

# **Konkrétne požiadavky**

## **Funkčné požiadavky**

### **Všeobecné požiadavky na prístup k aplikácii**

1. Jedná sa o desktopovú „.exe” aplikáciu, ktorá bude prístupná pre používateľov s príslušným hardvérovým zariadením spektrometra.
2. Aplikácia má byť spustiteľná pod platformou 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.

### **Prístup k systému z pohľadu používateľa**

1. Používateľ bude mať k dispozícií okno, kde si bude môcť zvoliť kameru spektrometra, ktorá bude používaná ako vstupné zariadenie na získavanie snímok do aplikácie.
2. Ak je pripojená jediná kamera, je zvolená automaticky.

#### **Ovládanie kamery**

1. Program dokáže rozoznať pripojenie a odpojenie kamery a tento stav nejaký spôsobom vizualizuje na obrazovke.
2. Program vie zistiť expozičnú dobu kamery.
3. Ak je kamera pripojená, po stlačení tlačidla „Spustiť” program začne komunikovať s pripojenou, zvolenou kamerou, od ktorej začne získavať nasnímané dáta.
4. Proces snímania obrazu z kamery pokračuje neohraničene, ale je možné ho kedykoľvek zastaviť tlačidlom „Ukončiť”.
5. Používateľ môže obmedziť neohraničené snímanie obrazu z kamery zadaním počtu snímkov, ktoré sa majú z kamery načítať.
6. Pre možnosť ohraničeného snímania obrazu môže používateľ nastaviť časový odstup medzi jednotlivými zábermi.
7. V aplikácií si bude môcť používateľ prispôsobiť nastavenia kamery podľa vlastných potrieb, ktoré mu umožnia zoptimalizovať snímky získavané z kamery, napríklad už spomenutou integračnou dobou - akumulácie náboja, čo je parameter, prístupný v driveri ku kamere, ktorým sa určuje akú dlhú dobu má kamera akumulovať náboj vytváraný dopadajúcim svetlom. Po jej uplynutí nastáva vyčítavanie hodnoty náboja zmeneného na výstupné napätie ( ďalšie funkcie v časti i) ).
8. Aktuálna snímka z kamery spektrometra sa dá uložiť vo formáte: „.png“; na ručne zadané / programovo predvolené miesto na disku.
9. V ohraničenom režime snímania obrazu je možné zvoliť, či sa všetky snímky načítané z kamery vo vhodnom intervale majú ukladať do súboru.
10. Snímky z kamery uložené do súboru je možné neskôr znovu načítať a zobraziť v aplikácii.
11. Aktuálne zobrazený spektroskopický dvojrozmerný graf je možné zapísať do súboru „.png“
12. RGB hodnoty zobrazené v grafe je možné zapísať do súboru vo formáte „.txt“;

#### **Výstup na obrazovku**

1. V grafickom prostredí aplikácie sa bude nachádzať snímka z kamery, alebo uloženého záznamu spektrometra v počítači a k nej príslušný 2-rozmerný graf jednotlivých RGB zložiek nasnímaného svetla, kde na X-ovej osi bude vlnová dĺžka a na Y-ovej osi bude jej intenzita.
2. Šírka snímky z kamery zobrazenej v aplikácií, ktorá je pod dvojrozmerným grafom RGB zložiek snímky, má mať pevný rozmer a to pri rôznych kamerách rovnaký (1280px) a výška má mať nastaviteľný rozmer.
3. Používateľ si bude môcť upraviť režim zobrazenia nasnímaných dát, ktoré budú mať vplyv na výsledný graf, ku ktorým mu pomôžu funkcie ako:

* možnosť výberu špecifickej oblasti spektra v grafe , kde namiesto celej snímky bude na výstupnom grafe braná do úvahy a zobrazovaná len užívateľom zvolená časť (napr. zobrazenie len červenej zložky svetla v grafe) určená intervalom vlnových dĺžok
* približovanie ( zoom ) - funkcia, ktorá umožní používateľovi zväčšiť ( priblížiť ) časť spektra, alebo sa vrátiť späť na celé spektrum
* funkcia na zobrazovanie maximálnej hodnoty v grafe (lokálne / globálne maximum),
* funkcia na zobrazenie hodnôt, ktoré presiahnu konkrétnu ručne zadanú hodnotu, tzn. na výstupnom RGB grafe sa zvýraznia hodnoty (napr. čiernou bodkou, alebo sa zobrazí ich hodnota vedľa vrcholu v grafe,...), ktoré tieto podmienky spĺňajú.
* prepínanie medzi režimom zobrazenia kamerou nasnímanej snímky v pixeloch / nanometroch, kde štandardný režim zobrazovania obrázka v pixeloch je pomocou výpočtov funkcie prevedený na nanometre

1. Pod graf umiestniť okno so zvoleným výrezom záznamu kamery (čo pomôže pri orientácií sa v snímke pri zoome).
2. Používateľ si má mať možnosť zo snímky z kamery zvoliť riadky a stĺpce z ktorých sa mu na grafe zobrazia namiesto RGB zložiek celej snímky iba spriemerované hodnoty RGB zložiek zvolených riadkov a stĺpcov, tzn. podiel súčtu RGB zložiek bodov (pixelov) vo zvolených riadkoch a stĺpcoch, počtom daných riadkov a stĺpcov.
3. Možnosť zobrazenia zmeny v spektre pomocou rozdielu spektrometrom nasnímaného statického obrázku a referenčnej snímky, kde na výstupnom grafe budú výsledné hodnoty rozdielu RGB zložiek, tzn., že od hodnoty RGB každého bodu (pixelu) nasnímaného statického obrázka sa odpočíta hodnota každého bodu referenčnej snímky.

#### **Kalibrácia spektrometra**

1. Pomocou kalibračných bodov načítaných z dvojrozmerného „.txt“ súboru / ručne vložených, program vypočíta parametre kalibračnej paraboly (jej grafické zobrazenie) použitím metódy najmenších štvorcov, cez ktorú sa obrazovým bodom záznamu priradia jednotky kalibrácie (vlnová dĺžka).
2. možnosť vytvorenia kalibračného súboru zo záznamu spektra predom známeho zdroja svetla, tzn. vytvorenie dvojrozmerného „.txt“ súboru, kde budú body kalibrácie (jednotlivé pixely, ktorým je priradená vlnová dĺžka). Dané hodnoty je možno skontrolovať a porovnať pomocou tabuliek na internete, kde sú zaznamenané hodnoty niektorých zdrojov svetla, a zistiť tak presnosť kalibrácie.