

Vysoké učení technické v Brně

Fakulta informačních technologií



Senzory a měření

Varianta: Skript na kalibraci kamery

December 2021

Autor: Marek Imrich, ximric01@stud.fit.vutbr.cz

Abstrakt

Táto práca sa zaoberá vytvorením aplikácie s grafickým užívateľským rozhraním pre kalibráciu kamery, ktorá je vykonávaná na základe vopred nasnímaných obrázkov obsahujúcich šachovnicovú dosku, ktorej výstupom sú kalibračné parametre kamery. Taktiež výstup obsahuje korigované snímky, ktoré sú vytvorené z dodaných fotografií a následne upravené na základe týchto kalibračných dát.

Autor

Projekt vypracoval študent VUT FIT Marek Imrich.

Zdroj informácií

Informácie sú čerpané z výukových materiálov a voľne dostupných informácií, ktoré je možné dohľadať na webe. Prevažnú väčšinu z nich tvoria materiály obsiahnuté na stránkach [OpenCV - Open Source Computer Vision Library](#), ktoré taktiež poskytujú voľne šíriteľnú knižnicu pre počítačové videnie a strojové učenie.

Zadanie

Zadaním je vytvorenie aplikácie s grafickým užívateľským rozhraním, ktorá vykonáva kalibráciu kamery pomocou [OpenCV](#).

Vstupy

- Snímky, ktoré obsahujú kalibračnú šachovnicovú dosku, vytvorené pomocou kamery určenej na kalibráciu. Rôznorodosť a počet dodaných snímok ovplyvňujú presnosť výsledných kalibračných dát a je preto vhodné voliť snímky s čo najväčšími rozdielmi uhlov pohľadov prípadne aj vzdialeností, čo zabezpečí dostatočnú presnosť výsledných údajov. Tieto snímky sú aplikácii dodávané zo vstupu ako cesta k adresáru, ktorá tieto kalibračné fotky

obsahuje. Pre danú kalibráciu sú vyžadované snímky vo formáte „.png“ bližšie nešpecifikovaných rozmerov a charakteristík.

- Fotografia vyhotovená pomocou rovnakej kamery určená na úpravu, obsahujúca skreslenie tvarov a vzdialeností na nej sa nachádzajúcich objektov.
- Cesta k zložke, do ktorej budú uložené výstupy aplikácie.

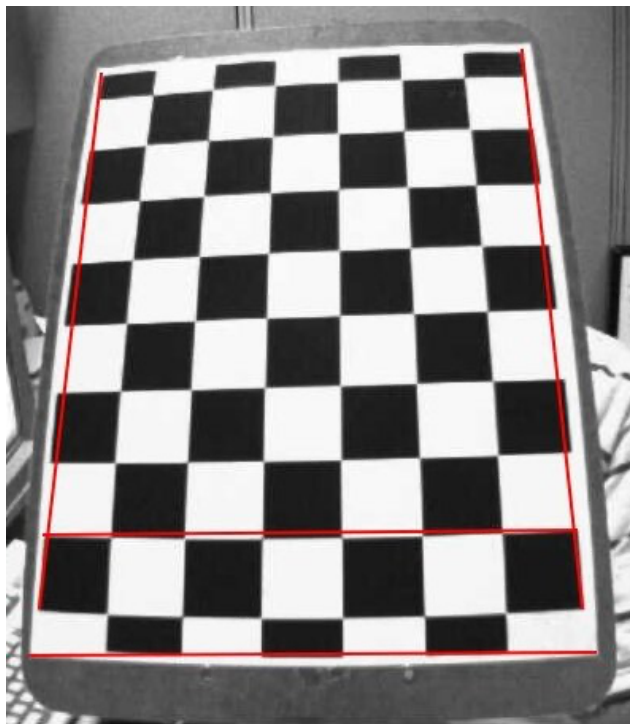
Výstupy

- Súbor obsahujúce kalibračné parametre, ktoré sú uložené v textových súboroch „*calibParams.xml*“ a „*calibParams.json*“. Tieto súbory obsahujú výstupné dáta kalibrácie, ktorými sú:
 - Camera matrix
 - Distortion coefficient
 - Rotation vectors
 - Translation vectors
 - Undistortion
 - Rectification
- Výsledné úpravou modifikované snímky „*uncroppedResult.png*“ a „*croppedResult.png*“. Ako z názvu vyplýva jedná sa o dve snímky poskytujúce demonštrácie dosiahnutých kalibráciou z ktorých prvá zobrazuje celú snímku obsahujúca aj neorezané skreslené okraje a druhá je presne orezaná na presne kalibrovanú časť.

Kalibrácia a jej princípy

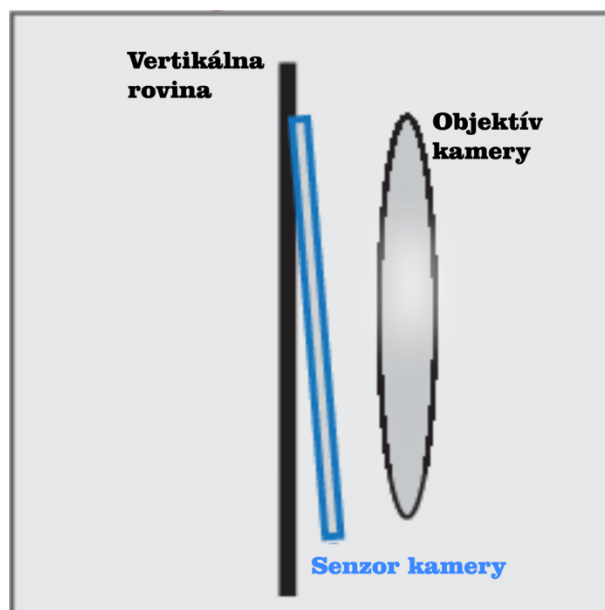
Niektoré kamery spôsobujú značné skreslenie obrázkov. Ide najmä o dva hlavné druhy skreslenia, ktorými sú radiálne a tangenciálne. Radiálne skreslenie spôsobuje, že rovné čiary sa zdajú byť zakrivené. Toto skreslenie je tým väčšie, čím sú body vzdialenejšie od stredu obrazu. Nižšie je napríklad zobrazený jeden obrázok, na ktorom sú dva okraje šachovnice označené červenými čiarami. Môžete však vidieť, že

okraj šachovnice nie je rovný a nezhoduje sa s červenou čiarou. Všetky očakávané rovné čiary sú vyduté.



Zdroj: https://docs.opencv.org/4.x/calib_radial.jpg

Tangenciálne skreslenie zase nastáva vtedy, keď šošovka s rovinou obrazu nie sú rovnobežné. Nasledujúci obrázok zobrazuje to, ako k tomuto skresleniu dochádza.



Proces kalibrácie kamery

Kalibráciou kamery sa nazýva proces výpočtu parametrov kamery. Proces kalibrácie kamery vo všeobecnosti používa obrázky 3D objektu s geometrickým vzorom napr. šachovnicou. Tento vzor sa taktiež nazýva aj kalibračná mriežka. 3D súradnice vzoru sú prispôbované na 2D body obrazu. Korešpondencie medzi týmito bodmi sa používajú na riešenie sústavy rovníc. Ak poznáme projekčnú maticu, parametre kalibrácie možno získať pozorovaním vzťahov medzi projekčnou maticou a parametrami kamery.

Ide teda o proces odhadu parametrov, keďže máme všetky informácie (parametre alebo koeficienty) o kamere potrebné na určenie presného vzťahu medzi 3D bodom v reálnom svete a jeho zodpovedajúcou 2D projekciou pixelov v obraze zachytenom touto kalibrovanou kamerou. Implicitnou kalibráciou je proces nájdania projekčnej matice bez explicitného výpočtu jej fyzikálnych parametrov.

Realizácia

Pred samotnou realizáciou programovej časti, boli vyhotovené snímky šachovnicovej dosky 10 x 7 z viacerých uhlov pohľadu pri zmene vzdialeností pre dosiahnutie, čo najpresnejších výsledkov kalibrácie.

Samotná aplikácia bola implementovaná pomocou skriptovacieho jazyka [Python 3.9.8](#), ktorá využíva voľne dostupnú knižnicu [OpenCV](#). Ďalej je táto aplikácia závislá na moduloch [os](#) a [sys](#), ktoré sú využívané najmä na načítanie vstupných argumentov a prácu s adresármi a súbormi. Ďalšou potrebnou knižnicou je knižnica [numpy](#) využívaná na prácu s poľami a maticami. Taktiež bola použitá knižnica [gooey](#), ktorá poskytuje funkcie k tvorbe užívateľského rozhrania. Jej zdrojový kód je uložený v súbore „CamCalib.py“.

Adresárová štruktúra odovzdaného programu

Odovzdaný archív *ximric01.zip* obsahuje zložku s názvom CameraCalibrator v ktorej sa ďalej nachádzajú tieto zložky:

- source
 - *CamCalib.py* – skript obsahujúci implementáciu programu
 - *test.png* – testovacia snímka ktorá bola použitá k demonštrácii kalibrácie
- documetation
 - *Dokumentácia.pdf*
- chessBoardPics
 - Jednotlivé kalibračné snímky vo formáte **.png*
- output
 - *calibParams.json*
 - *calibParams.xml*
 - *croppedResult.png*
 - *uncroppedResult.png*

Spustenie programu

Spustenie programu prebieha z príkazovej riadky pomocou príkazu:

```
python3 CamCalib.py
```

Záver

Program obsahuje všetky potrebné funkcionality opísané v zadaní a je teda plne funkčný. Presnosť výstupných kalibračných dát je však závislá od počtu a rozličnosti dodávaných fotografií obsahujúcich šachovnicovú dosku. Treba taktiež brať v úvahu fakt, že ich rôznorodosť má zásadný vplyv na presnosť a teda menej záberov zachytávajúcich túto kalibračnú dosku z viacerých uhlov má oveľa priaznivejší dopad na presnosť kalibračných dát ako mnoho záberov, ktoré sú však vykonané z totožného alebo len mierne pozmeneného uhla pohľadu.

Referencie

[1] *Open Source Computer Vision Library*

<https://opencv.org/>

[2] *Python 3.9.8*

<https://www.python.org/downloads/release/python-398/>

[3] Modul *os*

<https://docs.python.org/3/library/os.html>

[4] Modul *sys*

<https://docs.python.org/3/library/sys.html>

[5] Knižnica *numpy*

<https://numpy.org>

[6] Knižnica *gooey*

<https://pypi.org/project/Gooey/>