



# **Technická dokumentace pro funkční vzorek Zařízení pro digitalizaci specificky poškozených dokumentů**

---

Michal Hradiš

Tento dokument byl vytvořen s finanční podporou MK ČR v rámci programu NAKI II v projektu DG18P02OVV055 (Pokročilá extrakce a rozpoznávání obsahu tištěných a rukou psaných digitalizátů pro zvýšení jejich přístupnosti a využitelnosti).

**Číslo a název projektu:**

<b>DG18P02OVV055</b>	Pokročilá extrakce a rozpoznávání obsahu tištěných a rukou psaných digitalizátů pro zvýšení jejich přístupnosti a využitelnosti
----------------------	---

**Název a popis dílčího výstupu:**

<b>Technická dokumentace pro funkční vzorek Zařízení pro digitalizaci specificky poškozených dokumentů</b>
Ruční snímací zařízení využívající kalibrovanou dvojici kamer pro rekonstrukci povrchu dokumentů a podobných objektů, které není možné plně vyrovnat a snímat na standardních digitalizačních zařízeních.

**Jazyk dokumentu**

Čeština
---------

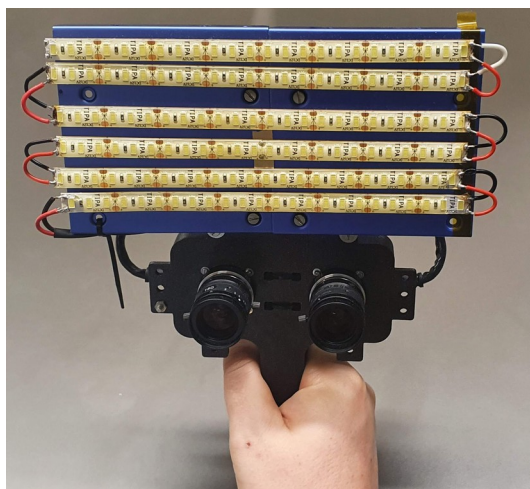
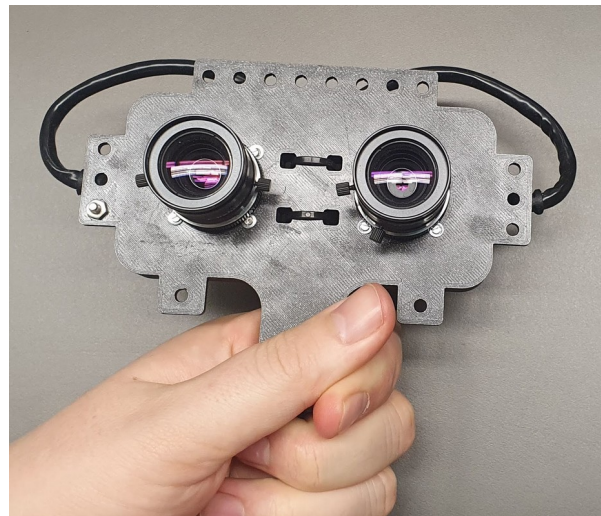
**Organizace a řešitel**

Vysoké učení technické v Brně	Doc. RNDr. PAVEL SMRŽ Ph.D.
-------------------------------	-----------------------------

## Popis

Funkční vzorek vznikl v projektu MK NAKI II - Pokročilá extrakce a rozpoznávání obsahu tištěných a rukou psaných digitalizátů pro zvýšení jejich přístupnosti a využitelnosti (DG18P02OVV055). Jedná se o ruční snímací zařízení využívající kalibrovanou dvojici kamer pro rekonstrukci povrchu dokumentů a podobných objektů, které není možné plně vyrovnat a snímat na standardních digitalizačních zařízeních.

Snímací zařízení je optimalizováno pro ruční snímání při 200 dpi. I s připojeným osvětlením má nízkou hmotnost, takže fyzicky nezatěžuje uživatele. Tělo zařízení bylo navrženo na míru a vytištěno na 3D tiskárně. Osvětlení je odpojitelné a není součástí umělohmotného výtisku kvůli odvodu tepla. Vyrobené zařízení je zobrazené na Obrázku 1.



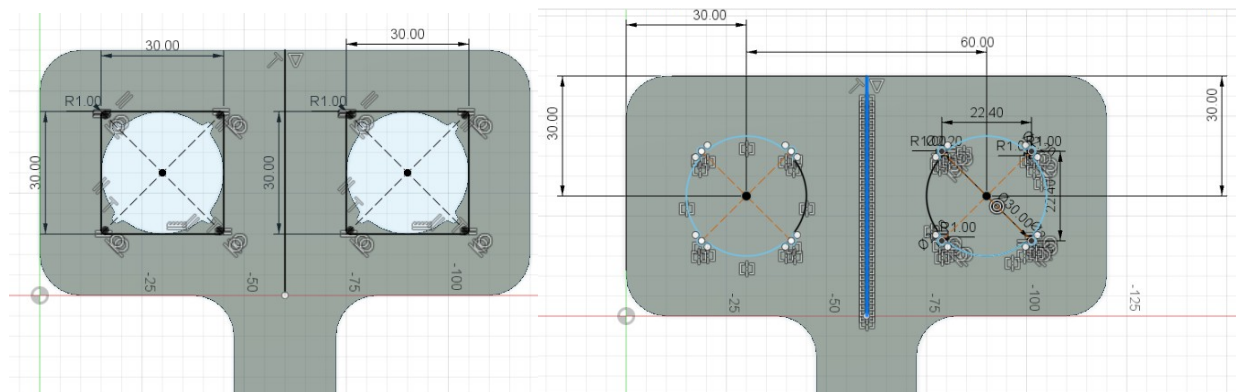
Obrázek 1: Podoba vyrobeného zařízení bez připevněného přísvitu, s přísvitem a při snímání se zapnutým přísvitem.

## Technická specifikace zařízení

Snímací zařízení je stereoskopická kamera, které umožňuje určovat přesnou 3D pozici snímaných povrchů na základě triangulace korespondujících bodů z obrazu obou kamer. U takového zařízení je potřeba zajistit rigidní spojení kamer a neměnné vlastnosti objektivů pro přesnou rekonstrukci povrchů. Zároveň je důležitý požadavek na rozlišení snímání povrchu, od čehož se odvíjí požadavky na zvolené kamery, objektivy a jejich vzájemnou pozici.

Rigidní ukotvení kamer bylo dosaženo vytištěním hlavy z PLA materiálu na tiskárně Prusa i3 MK3. Hlava má rozměry 120x60 mm a tloušťku 15 mm. Dostatečné množství materiálu a dostatečná tloušťka spolu s tuhostí PLA materiálu eliminují jakékoliv možnosti deformace hlavy při snímání.

Rozměry hlavy a umístění kamer jsou zobrazeny na obrázku 2.



Obrázek 2: Rozměry hlavy snímacího zařízení.

## Snímání

Jelikož cílem je umožnit snímání objektů při držení zařízení v ruce, přičemž dochází k neustálému pohybu, je nutné, aby bylo možné kamery přesně synchronizovat a aby disponovaly globální závěrkou. Z tohoto důvodu jsme zvolili 2MPx kamery Basler Dart daA1600-60u, které poskytují globální závěrku, umožňují aby jedna kamera sloužila jako hardware trigger pro druhou kameru, jsou dostupné za příznivou cenu a jsou dostupné bez krytu, což minimalizuje jejich váhu. Jedna kamera je barevná a je primárním zdrojem pro rekonstrukci textury povrchu. Druhá kamera je černobílá a slouží pouze k odhadu geometrie povrchu snímaného objektu

Cílem bylo umožnit snímání v rozlišení přibližně 200 dpi, což je 7.9 pixelů/mm, což znamená, že při horizontální rozlišení použitých kamer 1600 px by kamera měla snímat oblast o šířce 20 cm. Vzhledem k paralelnímu umístění kamer a jejich vzdálenosti 6 cm, se jejich zorná pole překrývají jen částečně a společně snímají v této konfiguraci oblast 14x15 cm (každá kamera snímá samostatně dalších 6cm, které jsou nevyužity). Při snímání v nižším rozlišení (z větší vzdálenosti), pak překryv roste. Tento návrh je kompromisem, kdy větší vzdálenost kamer umožňuje lépe odhadovat vzdálenost a tvar snímaného povrchu, ale klesá tak velikost efektivní snímané oblasti.

Zvolili jsme objektivy s ohniskovou vzdáleností 8mm, což při šířce čipu použitých kamer 7.2 mm odpovídá snímací vzdálenosti přibližně 20 cm od optického středu objektivů. Alternativně můžeme osadit zařízení objektivy s ohniskovou vzdáleností 16 mm, což umožní snímání při stejných vlastnostech na vzdálenost 40 cm, ale více se pak projevuje nestabilita kamery při držení v ruce. Záměna objektivů neovlivňuje jiné vlastnosti snímání.

Zařízení je osazeno 8mm objektivy Computar M0824-MPW2 s držákem typu C-Mount, které disponují minimálním geometrickým a chromatickým zkreslením, umožňují snímání od vzdálenosti 5 cm a umožňují aretovat clonu a zaostření, což je nutné pro neměnnost geometrických vlastností během snímání a zároveň váží každý poze 80 g. 16mm objektivy používáme Computar M1620-MPW2, které mají velmi podobné vlastnosti a váhu jen 56 g.

## Osvětlení

Při snímání je možné použít libovolný statický zdroj osvětlení (ideálně plošný a uniformní), ale to způsobuje problémy se zastíněním při snímání objektů na malou vzdálenost. Proto je možné přímo na zařízení připevnit přísvit.

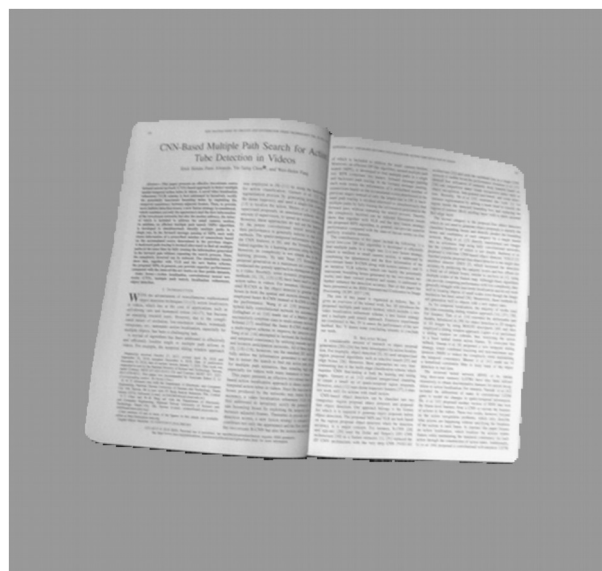
Zvolili jsme osvětlení na bázi LED světel s čipy 5630 s teplotou světla 6000 K a širokým barevným gamutem. Přísvit poskytuje rovnoměrné osvětlení a díky použitému stabilizovanému spínanému zdroji nijak neblíká. Při maximálním příkonu 30 W přísvit poskytuje dostatečnou intenzitu světla i pro snímání s krátkou dobou závěrky, nutné pro ostrý obraz při snímání z ruky.

## Použití

K zařízení je připravena aplikace, která poskytuje náhled během snímání, který poskytuje uživateli informaci o již nasnímané části objektu a po dokončení snímání exportuje výslednou rekonstrukci objektu a texturu jeho povrchu, která je hlavním výsledkem snímání a dále se ukládá a archivuje.

Software využívá sparse stereo matching na základě klíčových bodů obrazu pro sledování pohybu kamery a dense stereo matching pro rekonstrukci povrchu objektu. Kamery jsou připojeny přes USB 3.0 a pro komunikaci s nimi slouží Basler Pylon ovladačů a SKD.

Před prvním snímáním je potřeba zaostřit objektivy, nastavit clonu a aretovat nastavení. Poté je kamera kalibrována pomocí pevné destičky s kalibračním vzorem. Tuto kalibraci neprovádí uživatel, ale je třeba provést jen při výměně objektivů.



Obrázek 2: Náhled na rekonstruovaný dokument při snímání.

## Požadavky

Windows 10 nebo Ubuntu 18.04

Basler Pylon SDK and drivers

Python 3.6/3.7, numpy, opencv 3.4+, pypylon

2x USB 3 porty

## Využití

Zařízení je vhodné pro digitalizaci dokumentů, které není možné vyrovnat a snímat na standardních digitalizačních zařízeních.