

# GRID DETECTION FOR 3D RECONSTRUCTION

**Zbyněk Pouliček**

Bachelor Degree Programme (3), FIT BUT

E-mail: xpouli01@stud.fit.vutbr.cz

Supervised by: Michal Španěl

E-mail: spanel@fit.vutbr.cz

## ABSTRACT

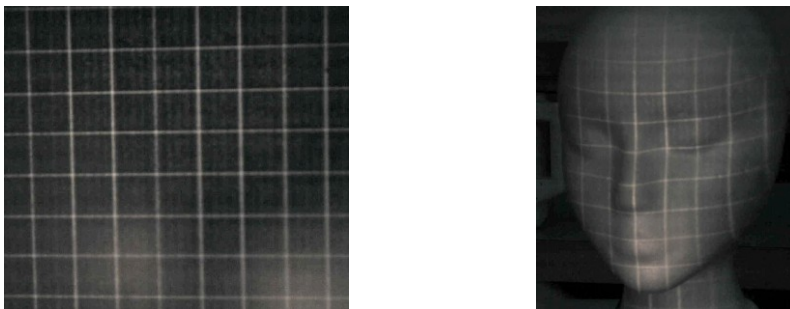
3D reconstruction is one of the most evolving segments of computer vision. There are lots of possibilities for use such as face recognition or biometrical data archiving. The aim of this document is to demonstrate one of the methods when the subject of reconstruction has a projected grid on itself.

## 1. ÚVOD

Dnes existuje celá řada metod 3D rekonstrukce. Některé využívají k rekonstrukci objektu specializovaná zařízení jako například 3D scanner a jiné rekonstruují obraz na základě jedné či více fotografií. Já jsem se zaměřil na rekonstrukci z jediného snímku, na němž je předmět s promítnutou pravidelnou mřížkou. Tento dokument se pak zabývá především detekcí promítnuté mřížky.

## 2. NÁVRH ALGORITMU

Pro zvolenou metodu 3D rekonstrukce jsou potřeba dva snímky – mřížka promítnutá na ploché stínítko a na rekonstruovaný předmět.



**Obrázek 1:** Snímky pro rekonstrukci

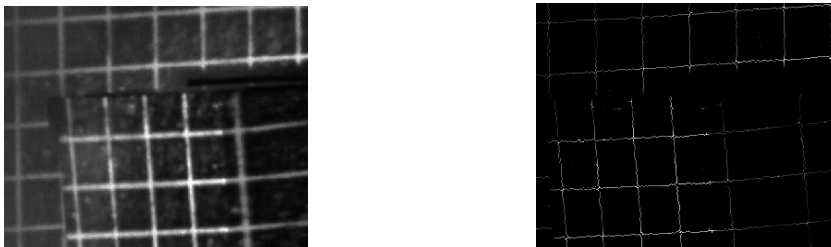
Celá funkčnost algoritmu se dá rozebrat do několika částí:

- Detekce promítnuté mřížky
- Lokalizace uzlových bodů
- Vytvoření sítě bodů

- Zjištění výchylek bodů promítnuté mřížky
- Sestavení polygonálního modelu

## 2.1. DETEKCE PROMÍTNUTÉ MŘÍŽKY V OBRAZE

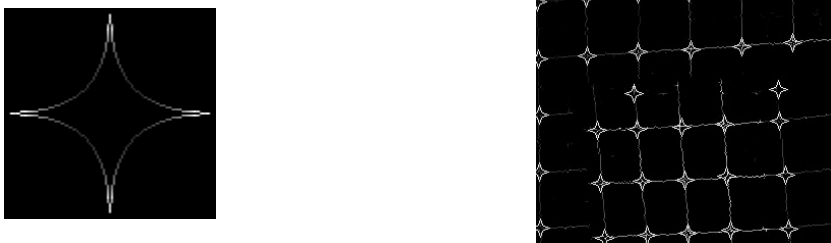
K úspěšné rekonstrukci objektu musíme lokalizovat promítnutou mřížku. K tomu slouží algoritmus, který projde obrázkem po sobě v horizontálním a vertikálním směru a pomocí metody non-maxima suppression označí nejjasnější oblasti (máme-li světlou mřížku).



Obrázek 2: Detekce mřížky.

## 2.2. LOKALIZACE UZLOVÝCH BODŮ

Uzlové body jsou hledány jako průsečíky nejméně tří přímek. Pro tento účel byl použit filtr s konvolučním jádrem ve tvaru obrysu hvězdy, který je definován upraveným midpoint algoritmem pro kružnici. Ten je dle testů nejdolnější vůči natočení a poruchám detekované mřížky. Jednotlivým bodům filtru jsou následně přiřazeny různé váhy. Směrem k vrcholům cípů jsou pak váhy bodů největší, naopak směrem ke středu hvězdy nejmenší.



Obrázek 3: Lokalizace uzlových bodů.

## 2.3. ZJIŠTĚNÍ PROPORCÍ PROMÍTNuté MŘÍŽKY

Především pro sestavení polygonálního modelu je třeba nalezené body nejprve uspořádat do pravoúhlé sítě. Toto provedeme nad mřížkou promítnutou na ploché stínítko. V reálném prostředí bohužel není zaručeno pořadí detekovaných bodů. Pro učení proporcí sítě potřebujeme tedy dvě množiny uzlů, a to nalezené průsečíky při průchodu obrázkem v horizontálním a vertikálním směru. Tyto dvě množiny pak společně definují uspořádání bodů v síti a tak i její proporce.

## 2.4. VYTVOŘENÍ SÍTĚ UZLOVÝCH BODŮ

Nyní je zapotřebí síť naplnit uzly. Problém je, že nevíme dopředu, kde v obrázku detekovaná mřížka začíná a kde končí. Uvědomme si, že předmět, na který je promítnuta, zabírá jen část celkového záběru kamery. Výpočet souřadnic bodů v síti se tak provede podle následujících vztahů:

$$a = \frac{-(x_i - x_0)}{x_p}, b = \frac{-(y_i - y_0)}{y_p} \quad (1)$$

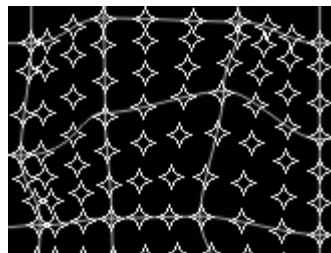
Kde  $a$ ,  $b$  jsou výsledné souřadnice,  $r$  je rozlišení sítě bodů,  $x_i$  a  $y_i$  jsou souřadnice přiřazeného bodu,  $x_0$ ,  $y_0$ , souřadnice prvního bodu a  $x_p$ ,  $y_p$  jsou po řadě průměrný rozestup sloupců a řádků sítě v pixelech.

## 2.5. ZJIŠTĚNÍ ODCHYLEK UZLOVÝCH BODŮ

V tuto chvíli máme k dispozici síť uzlových bodů mřížky promítnuté na ploché stínítko. Nyní je zapotřebí získat množinu uzlových bodů z obrázku s rekonstruovaným předmětem. K tomu se využije výše pospaný postup. Každý bod z této množiny je postupně přiřazen pozičně nejbližšímu bodu v síti uzlů. Dotyčnému uzlu jsou pak přiřazeny výchylky, o které se od daného bodu liší.

## 2.6. ZAPLNĚNÍ DĚR V SÍTI

Pokud se v dřívější části algoritmu nepodaří rozeznat všechny uzlové body nebo je zvoleno vyšší rozlišení, vzniknou v síti bodů prázdná místa, jimž nenáleží žádný uzlový bod. Tato místa je třeba zaplnit, aby bylo možné vytvořit rovnoměrný polygonální model. K tomu je využit algoritmus pro výpočet bodů interpolační křivky Catmull-Rom. Prázdná místa v síti bodů jsou interpolována postupně po řádcích a sloupcích. Aby se dosáhlo maximální přesnosti dopočítaných bodů, je každý bod konfrontován s rozpoznanou mřížkou a jeho souřadnice jsou popřípadě zkorigovány tak, aby dolehl na linii v mřížce.



**Obrázek 4:** Zaplnění děr v síti s korekcí polohy.

## 2.7. POLYGONÁLNÍ MODEL

Na základě znalosti výchylek jednotlivých uzlů, pozice kamery a zdroje promítané mřížky určíme výšku každého bodu. Pak už nic nebrání sestavení polygonálního modelu.

## 3. ZÁVĚR

Cílem je vytvořit algoritmus, jehož výstup může být dále využit např. pro rozpoznávání předmětů nebo uchování biometrických dat. Nyní již program umí vygenerovat polygonální model. Prozatím se metoda jeví jako velmi nepřesná, k jejímu zpřesnění a optimalizaci však bude směřovat další vývoj.

## LITERATURA

- [1] Kršek, P., Španěl, M.: Prezentace přednášek předmětu Základy počítačové grafiky, FIT VUT Brno
- [2] Intel OpenCV documentation, <http://opencvlibrary.sourceforge.net>