

# POSUDEK VEDOUCÍHO BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Student:** Marek Černý

**Název práce:** Differentiable Depth Estimation for Bin Picking

Student si vybral aktuální a komplikované téma rekonstrukce 3D hloubky ze dvou snímků scény pomocí hlubokých neuronových sítí. Výstup práce je určen pro řízení robota, který má sbírat typizované předměty z výrobního pásu. Tato specializace teoreticky umožňuje, aby se sítě adaptovaly na tento typ obrázků, a dosahovaly tak lepších výsledků než obecné metody.

Kladně hodnotím, jak se student zorientoval ve state-of-the-art článcích z posledních let a že se přesto odvážil navrhnout svou vlastní metodu. Dále oceňuji, že přemýšlel o tom, jak bude hodnotit výsledky. Realizoval dvě komplementární metody. První použila 3D rekonstrukční program COLMAP na obrázky skutečné scény viděné robotem. Druhá metoda fotorealisticky renderovala obrázky podobné těm, které viděl robot. Takto získaná data byla rozdělena na trénovací a testovací část.

Při závěrečném testování pak typicky vycházelo přes 80% rekonstruovaných 3D bodů povrchu s chybou určení polohy pod 2 mm v případě reálných dat (u renderovaných obrázků to bylo dokonce 85%). Vzdálenost kamery od předmětů přitom byla 20 cm a doba výpočtu okolo 1 s při rozlišení 2464\*2056. To je velmi dobrý výsledek, již téměř postačující k řízení výše zmíněného robota (snad kromě praktických požadavků na rychlost).

Práce je psaná anglicky, místy trochu kostrbatě, ale jazykově v zásadě srozumitelně.

Na práci je bohužel znát, že její textová část již vznikala ve značném spěchu. Například už nebyl čas hrát si s parametry zalamování odstavců v  $\text{\TeX}$ u, takže se tu a tam se vyskytují odstavce s přetečenými řádky označenými charakteristickým černým obdélníkem na konci.

Za největší nedostatek práce považuji malou čtivost a obtížnou pochopitelnost. Autor zvolil velmi formální způsob popisu, což by nebylo na škodu, kdyby byl zároveň rigorózní a úplný. Nicméně jím zvolené značení např. neuvádí, kolik kanálů zahrnuje konvoluční vrstva sítě a jakého typu jsou vstupy a výstupy (značně obecná definice 7 umožňuje provádět konvoluci nad dvourozměrným polem, jehož prvky jsou vektory reálných čísel - místo běžného násobení čísel se v konvoluci používá skalární součin vektorů).

Samotná síť je sice zobrazena na blokovém schematu na obrázku 3.2, to však dává jen globální představu o její architektuře. Podrobněji je popsána v textu, kde je její funkce definována rovnicemi (např. (3.1)), které používají např. již zmíněnou konvoluci a další operace. V rovnicích ovšem chybí informace o počtech kanálů a typech vstupů a výstupů, což znesnadňuje pochopení (i když snad jde dovodit z textu). Navíc je popis architektury sítě promíchán s popisem podobných řešení z literatury a autorovým zdůvodněním, proč zvolil ten který přístup. Pro čtenáře bez zkušeností s konvolučními sítěmi a zálibou v teorii kategorií bude text nejspíše neproniknutelný.

Přes tyto výhrady považuji práci za pozoruhodnou a značně přesahující obvyklé bakalářské práce jak rozsahem, tak i dosaženými výsledky.

**Navrhovaná známka:** Výborně

V Praze dne **26.8.2019**

David Klusáček