

# Bin picking

Bohumil Velen

Faculty of Mechanical Engineering, Brno University of Technology  
Institute of Automation and Computer Science  
Technická 2896/2, Brno 616 69, Czech Republic  
209493@vutbr.cz

*Abstrakt: Tato seminární práci se zabývá problémem bin picking, kde díly, které vyndáváme z kontejneru jsou chaoticky rozmístěny. O vybrání dílu z kontejneru se stará 3D skener a průmyslový robot. Tato technologie má nahradit stereotypní práci v průmyslu.*

*Klíčová slova: Bin picking, 3D skener, stereo kamera, strukturované světlo, laserová triangulce, robotická ramena*

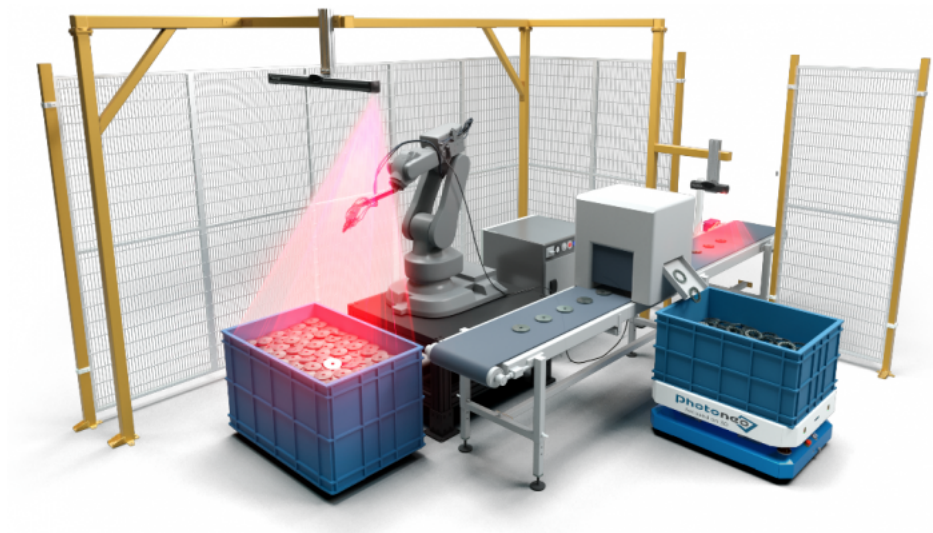
## 1 Úvod

Bin picking je aplikace založena na dvou technologiích: strojové vidění a na práci s robotem. Spojení těchto dvou technologií umožňuje vyndávání dílů, které jsou uspořádány chaoticky. Díly jsou automaticky vyndávány pomocí robotického ramene, které dostává informace získané ze strojového vidění. Strojové vidění rozpoznává polohu jednotlivých dílů uvnitř kontejneru. Navíc určuje, který díl je nejvhodnější vytáhnout, čímž optimalizuje celý proces. Pozice dílu je určena v 3D prostoru, tudíž jsme schopni robotickým ramenem zachytit díl skoro v každé pozici. [1]

Proces bin pickingu má následující kroky:

- Vyhledání a identifikace dílu v kontejneru. Nalezení polohy a orientace.
- Rozpoznání vzdálenosti dílu a výpočet optimální trajektorie ve 3D prostoru.
- Uchopení dílu pomocí chapadla, případně přísavky.
- Vyjmutí z kontejneru a umístění na zvolenou polohu.

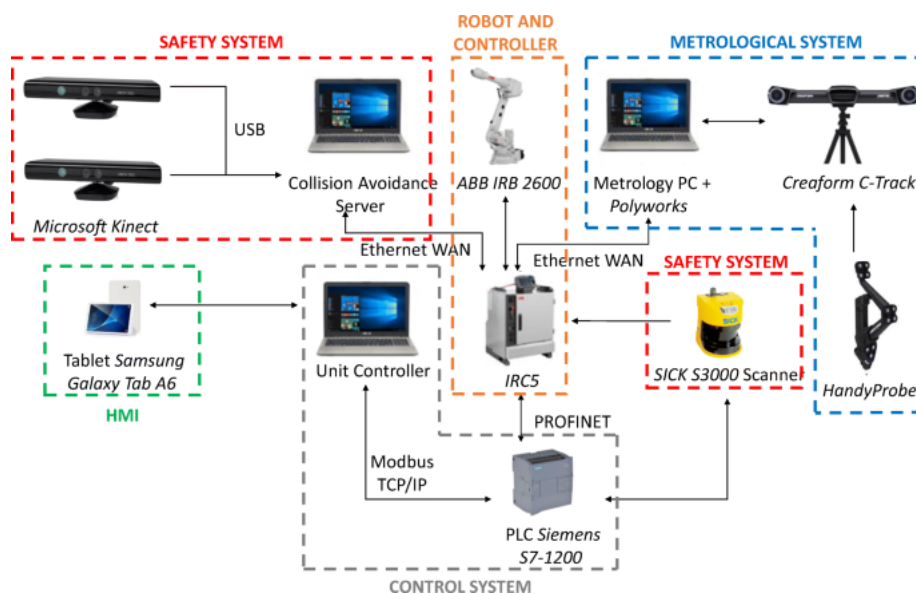
Všechny tyto kroky se provádí autonomně. [2]



Obr. 1: Bin picking v praxi [3]

## 2 Popis buňky

V ideálním případě je robotická buňka umístěna na začátku automatizované montážní linky. To umožňuje optimální tok materiálu a zajišťuje nepřetržité zásobování výroby. Řízení systému komunikuje s PLC a řídí roboty a kamerový systém. V praxi se buňka skládá většinou z 3D skeneru a z průmyslového robota a chapadla (přísavky).



Obr. 2: Struktura řídicího systému

## 3 3D senzor

Obecným výstupem 3D kamery je obrovské množství bodů. Současné 3D senzory se obvykle dělí do tří základních skupin: stereo kamery, strukturované světlo a laserová triangulace.

### 3.1 Stereo kamery

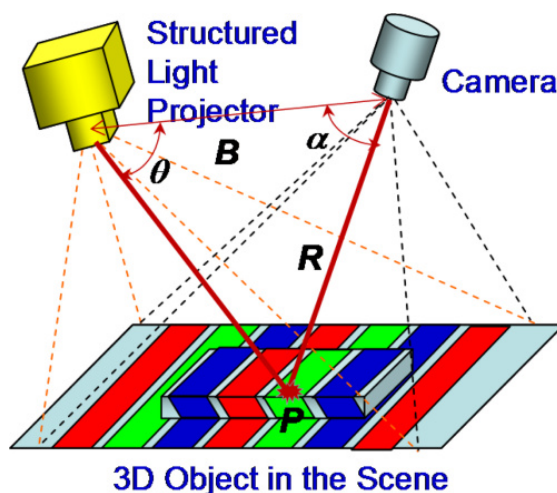
Pomocí dvou kamer vedle sebe vytváří stereo vidění prakticky okamžitý odhad vzdáleností prvků ve scéně. Detekce vzdáleností slouží jako primární vodítko pro detekci věcí, které vyčnívají do hloubky z pozadí. Kromě rychlého měření hloubky je stereo vidění vysoce efektivní pro segmentaci objektů a měření jejich velikosti a tvaru. V konečném důsledku stereo vidění zjednodušuje interpretaci dat. [4]



Obr. 3: Stereo kamera

### 3.2 Strukturované světlo

Základní funkce strukturovaného světelného skeneru je jednoduchá: promítnete strukturovaný světelný vzor na objekt a poté jej natočíte alespoň jednou kamerou, abyste zachytili způsoby, jakými objekt deformuje světelný vzor.[5]

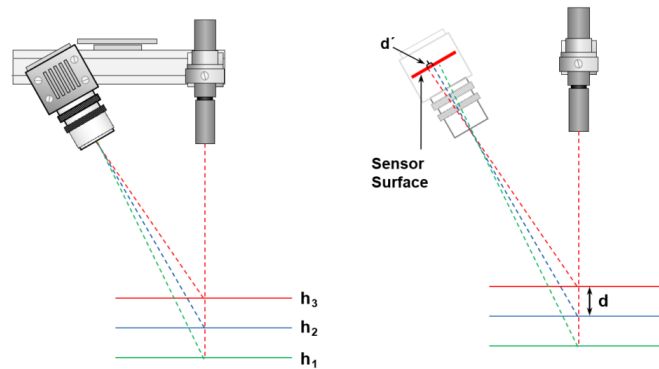


Obr. 4: Princip strukturovaného světla [5]

V dřívějších dobách bílé světlo, ale dnes modré světlo promítané ze sofistikovaných LED díky své zvýšené přesnosti a vyšší odolnosti vůči rušivým silám, jako jsou např. odrazy.

### 3.3 Laserová triangulace

Laserová triangulace je technika strojového vidění používaná k zachycení 3 rozměrných měření spárováním zdroje laserového osvětlení s kamerou. Laserový paprsek i kamera jsou namířeny na cíl kontroly, avšak použitím známého úhlového posunu ( $\alpha$ ) mezi laserovým zdrojem a snímačem kamery je možné měřit hloubkové rozdíly pomocí trigonometrie. [6]



Obr. 5: Princip laserové triangulace [6]

### 3.4 Srovnání jednotlivých typu kamer

Srovnání jednotlivých typů 3D skenrů najdeme v tabulce 1.

Tab. 1: Porovnání jednotlivých typů 3D senzorů [7]

	stereo vidění	strukturované světlo	laserová triangulace
Vzálenost	střední	střední	nízká/střední
Rozlišení	střední	vysoká	vysoká
Hloubková přesnost	střední	vysoká	vysoká
3D snímací frekvence	vysoká	střední	nízká
Tmavé objekty	nízký	vysoká	střední
Lesklé objekty	nízký	střední	vysoká
Cena	nízký/střední	vysoká	vysoká

## 4 Průmyslové roboty

Využití průmyslových robotů zjednodušuje a urychluje práci v mnoha odvětvích, přináší maximální produktivitu a přesnost. Roboti jsou v dnešní době nedílnou součástí zemědělství, stavebnictví, výroby, těžby i lékařství. Podle způsobu použití a konstrukce dělíme průmyslové roboty do několika skupin.

Druhy robotů podle konstrukce:

- Kartézské roboty
- SCARA roboty
- Kloubové roboty
- Dvouramenné roboty
- Šestiosé roboty
- Delta roboty

Každý robot má jiné stupně pohybu, proto je vhodný každý na jinou práci. Při využití technologie bin picking se nejvíce využívají šestiosé roboty.

Největšími výrobci průmyslových robotů jsou ABB, Fanuc, KUKA, Yaskawa a další.



Obr. 6: Průmyslový robot od firmy ABB

## 5 Závěr

Tato práce se zabývala bin pickingem a jejími jednotlivými částmi. Jedna z částí bin pickingu je systém 3D vidění, které umožňuje nalezení, umístění a orientaci dílů v kontejneru. Pro 3D vidění se používají 3D skenery, to mohou být stereo kamery, kamery se strukturovaným světlem a s laserovou triangulací. Další částí je také průmyslový robot. V průmyslu najdeme spousty druhů robotů. Nejčastějším typem robota používaný v průmyslu je šestiosý robot. Poslední důležitou částí je chapadlo, díky němuž dokážeme vyndávat díly z kontejneru a pokládat je na určenou polohu. Díky této technologii jsme schopni nahradit stereotypní práci, kterou dříve museli vykonávat lidé.

## Seznam literatury

- [1] A. Pochyly, T. Kubela, V. Singule, and P. Cihak, “3d vision systems for industrial bin-picking applications,” in *Proceedings of 15th International Conference MECHATRONIKA*, pp. 1–6, 2012.
- [2] V. A. Robotice, “Bin picking in the industry.” [online], 9.února 2021.
- [3] “Photoneo bin picking software.” [online].
- [4] J. I. Woodfill, R. Buck, D. Jurasek, G. Gordon, and T. Brown, “3d vision: Developing an embedded stereo-vision system,” *Computer*, vol. 40, no. 5, pp. 106–108, 2007.
- [5] J. Geng, “Structured-light 3d surface imaging: a tutorial,” *Adv. Opt. Photon.*, vol. 3, pp. 128–160, Jun 2011.
- [6] R. Lathrop, “Solder paste print qualification using laser triangulation,” *IEEE Transactions on Components, Packaging, and Manufacturing Technology: Part C*, vol. 20, no. 3, pp. 174–182, 1997.
- [7] R. Polesel, “Bin picking pocket reference.” [online], 19.června 2018.