

---

# Jak prezentovat bakalářskou práci

---



**Miroslav Kulich**

Czech Technical University in Prague  
Czech Institute of Informatics, Robotics and Cybernetics  
Intelligent and Mobile Robotics Group

<http://imr.ciirc.cvut.cz/people/Mirek>

# Průběh státní závěrečné zkoušky (Směrnice děkana)

- ▶ Obhajoba závěrečné práce
    - ▶ Prezentace práce studentem
    - ▶ Čtení posudků vedoucího práce a oponenta
    - ▶ Reakce studenta na posudky
    - ▶ Diskuze: odpovědi na dotazy členů komise a hostů
  - ▶ Zkouška z teoretických základů a odborné problematiky
- 
- ▶ SZZ se koná v jednom dni a zpravidla nemá trvat déle než hodinu.
  - ▶ Katedra obhajoby zajistí studentovi, aby se s posudky seznámil nejpozději 5 kalendářních dnů před svým termínem SZZ.
  - ▶ SZZ je veřejná

# Pár obecných tipů

- ▶ Bud'te kreativní (je potřeba zaujmout)
- ▶ Prezentujte střízlivě (šetřete barvami a pohybem)
  - ▶ Maximálně 1-2 stejné efekty
  - ▶ Maximálně 2-3 barvy
  - ▶ Bezpatkové písmo
  - ▶ Velikost fontu minimálně 20
- ▶ Přiměřená gestikulace
- ▶ Prezentaci nečtěte (ani ze slidů ani z papíru)
- ▶ Udržujte oční kontakt
- ▶ To, že Vás neposlouchají není nic osobního
- ▶ Přesvědčte vedoucího, ať na obhajobu přijde
- ▶ Zálohujte
  - ▶ 2 média: USB disk, OneDrive, e-mail, ...
  - ▶ 2 formáty: pptx, pdf
- ▶ Formát prezentace: 16:9, 4:3??

# Úvodní slide



## Hledání zdrojů gama záření

Bc. David Woller

vedoucí: RNDr. Miroslav Kulich, Ph.D.  
oponent: Ing. Tomáš Lázna



## Trajectory planning for a heterogeneous team in an automated warehouse

Ing. Tomáš Rybecký

Supervisor: RNDr. Miroslav Kulich Ph.D.

FEE & CIIRC, CTU  
2020

## Travelling salesman problem with neighborhoods

Author: Bc. Jan Vidařík  
Supervisor: RNDr. Miroslav Kulich, Ph.D.  
Opponent: Ing. Robert Přeníčka

## Detection and Pose Determination of a Part for Bin Picking

Roman Sushkov

► Stačí půl minuty

# Motivace

## Motivace - praktická úloha

### Hledání zdrojů gama záření

**1. Průzkum oblastí**

- UAV - rychlé, nepřesné
- určení oblasti zájmu

**1. Přesná lokalizace**

- UGV - pomalé, přesné
- průzkum oblasti zájmu
- přesná lokalizace podmíněná průjezdem kružnicového oblouku

$$\frac{2r(r+d)(1-\cos(\frac{1}{2d}|\theta|))+d^2+h^2}{d^2+h^2} + c_B < K$$

I - intenzita zdroje, r - poloměr oblouku, d - vzdálenost zdroj-oblouk, l - délka oblouku,  $\theta$  - úhel mezi osou oblouku a spejnicí zdroje se sředem oblouku, h - vertikální vzdálenost detektoru od povrchu,  $c_B$  - radiacní pozadí, K - experimentálně stanovená konstanta

2/9

### Human in an autonomous warehouse

Applied safety concepts:

- Safety distance levels
- Planning for humans & AGVs
- Human intention recognition
- hardware & software localization
- different priorities, replanning
- detect deviation and estimate new path

Human intention recognition for  
safe human-aware planning in integrated  
warehouse systems:  
Tomislav Petković, Jakub Hvedra,  
Tomas Rybecký, Ivan Marković,  
Milivoj Kulich, Libor Preucil, and  
Ivan Pešić  
28th Mediterranean Conference on  
Control and automation (MED)  
<https://www.safelog.eu>

2/11

- ▶ Proč práci řešíte? (kontext, v čem je práce unikátní)
- ▶ Zaujměte hned na začátku - obrázek, video
- ▶ Při prezentování nejvíce záleží na začátku!
- ▶ Věnujte 80% svých sil přípravě začátku!
- ▶ Osnova obhajoby - NE!

# Cíle práce



## Zadání práce

- Úkol: plánování trajektorie UGV
  - Formulace problému jako GTSP  
GTSP = Generalized Travelling Salesman Problem, NP-hard
  - Implementace algoritmu GLNS  
GLNS = Generalized Large Neighborhood Search
  - Modifikace algoritmu GLNS
  - Experimentální posouzení funkčnosti



3/9

## Cíle práce

- Navrhnut a implementovat inovativní řešení pro **mobilní hledání v robotice** a experimentálně ověřit jeho vlastnosti.

### Řešení = diskretizace + optimalizace

#### Diskretizace → hledáčkův problém

- Navrhnut a implementovat řešení pro **hledáčkův problém**.
- Porovnat navrženou metodu diskretizace s jinými metodami z literatury na základě konečné kvality řešení pro mobilní hledání.

#### Optimalizace → směrovací problém(y)

- Navrhnut a implementovat metaheuristiku uvažující omezený výpočetní čas pro nejjednodušší diskrétní model — **problém cestujícího doručovatele**.
- Porovnat meaheuristiku se **state-of-the-art** metodami na standardních testovacích instancích.
- Rozšířit model a metaheuristiku aby lépe modelovaly mobilní hledání.

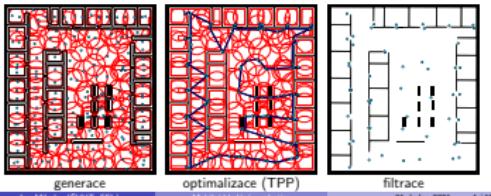
- ▶ Co v práci řešíte?
- ▶ Metodologie/postup
- ▶ Nekopírujte oficiální zadání

# Postup

## (1) Diskretizace prostředí

Cíl: nalézt množinu bodů které kompletne pokrývají prostředí  
⇒ navštěvení všech zaručí prohledání celého prostředí

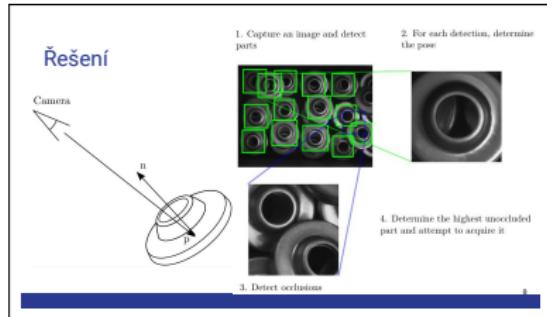
- 3 různé metody z literatury + 1 vlastní
- naše idea: vyřešit hledačův problém (generace + optimalizace) → odfiltrovat přebytečné body → množina lokací k navštěvě
- generace: modifikovaný dual sampling algoritmus
- optimalizace: touring polygon problem (TPP)



Jan Mikula (ČVUT, FEL)

Modulní zkoušení v robotice

31. ledna 2021 4 / 12

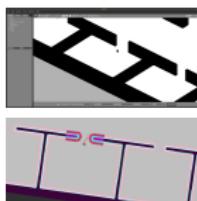


- ▶ Jak jste problematiku řešili?
- ▶ Proč jste to řešili zrovna takto?
- ▶ Prezentujte hlavní myšlenky, na detaily není čas ...
- ▶ ... a na teorii už vůbec ne.
- ▶ Vzorce být mohou, ale pouze jako ilustrace.

## Výsledky

## Mobilní hledání: experimenty

- 2 typy experimentů, 4 mapy, 3 poloměry viditelnosti (3, 5,  $\infty$  metrů)
  - 5 metod diskretizace: 3 z literatury + 1 vlastní + 1 hybridní
  - 10 diskrétních modelů: TDP + 5 rozšíření + 4 s přeplánováním
  - výstupy: očekávané časy nalezení (pro všechny instance a metody)



realistické simulace (Gazebo, ROS)



### vlastní ideální simulátor

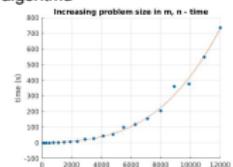
Jan Matula (ČVUT, FEI)

#### Mobilis blodini x robitus

3 (page 2021) 9/13

## Výsledky experimentů

- srovnání s originální GLNS implementací
    - v 1. fázi implementováno jako standardní GTSP solver
    - ověření funknosti na vyřešených problémech
    - vrací kvalitativně stejně výsledky
  - až 200 množin, 24000 vrcholů
    - originální implementace GLNS max. 10000
    - limitující faktor = paměťová náročnost ukládání vah hran
  - podobná analýza chování algoritmu
    - vytvořeny 4 datasety problémů sledované trendy:
      - růst počtu množin  $m$
      - růst počtu vrcholů  $n$
      - růst  $m \cdot n$
      - náročnost  $X$  konvexně generovaného číslouky
  - vliv DenseOpt
    - zlepšení o 3 - 7 %
    - určení ovlivňujících faktorů



8/9

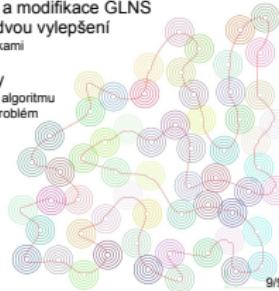
- ▶ Nejdůležitější část prezentace
  - ▶ Jak jste výsledky dosáhli
  - ▶ Hlavní výsledky - stručně, přehledně, čitelně
  - ▶ Obrázky/grafy z BP nemusí být vhodné

# Shrnutí



## Shrnutí

- formulace problému jako GTSP
- úspěšná implementace a modifikace GLNS
- návrh a implementace dvou vylepšení
  - plánování s kubickými křivkami
  - DenseOpt intenzifikace
- experimentální výsledky
  - podrobná analýza chování algoritmu
  - schopnost vyřešit "velký" problém
- další práce
  - generování reálných dat
  - optimalizace kódu
  - publikace



## Závěr

Ve své diplomové práci jsem

- navrhl novou metodu pro estimaci polohy součástky která kombinuje CNN a HOG
- použil tuto metodu pro řízení robota pro úlohu vybíráni
- provedl experimenty pro ověření úspěšnosti této metody

Navržená metoda je unikátní v tom, že se v ní používá obyčejná, a ne 3D kamera. Úspěšnost pritom je srovnatelná s metodami s drahými senzory, a o hodně překračuje požadovanou kvalitu 70 %.

Obecná metoda - model součástky není třeba.



- ▶ Stručné shrnutí závěry práce
- ▶ Dosáhli jste vytyčených cílů?
- ▶ Pochvalte se
- ▶ Směr dalšího vývoje/výzkumu
- ▶ Video/obrázek

# Reakce na posudky



## Otázky oponenta

Jakým způsobem jste volili parametry různých rychlostních módů GLNS (viz tabuľka 2.4)?

⇒ Hodnoty parametrů pro jednotlivé operační módy byly bez změn převzaty z původní verze GLNS, popsané v [1].

Proč jste v implementaci využíval 64-bitové proměnné k uložení vah hran (kapitola 3.2.2)?

⇒ Váhy jsou uloženy v 64-bitovém typu double. Použití celočíselného typu by vedlo ke zbytečné ztrátě přesnosti (váha hrany závisí na množství necelocíselných konstant) a implementačním komplikacím např. v situacích, kde se délka hrany numericky optimalizuje (generování hran s ohledem na maximální křivost, DenseOpt...).

Nicméně paměťová náročnost ukládání hran je limitujícím faktorem GLNS a 32-bitový typ float by byl rozsahem i přesnosti pravděpodobně dostatečný.



## Hodnocení oponenta

Výběr zdrojů, korektnost citací

Autor cituje zejména odborné články od zahraničních autorů, celkově by mohl být počet zdrojů u práce tohoto typu vyšší. Literární reseře v úvodní části je formálně s ohledem na citování zpracována dobré, zasloužila by se ale větší rozsah. V seznamu literatury je možné najít některé odchylinky od normy, např. u on-line zdroje [NLo] není uvedeno datum citování. Dále shledávám podivným, že zdroje [Hei15] a [NB93] neobsahují jména autorů (jejichž doložení mi zabralo jen několik sekund) a jsou zde nahrazena jakýmsi potvrzitelem.

### Reakce

⇒ Práce využívá pro FEL oficiálně doporučenou šablonu pro psaní BP a DP od RNDr. Petra Olsáka (v úpravě pro LaTeX Ing. Tomáše Hajdy). Podtržkou zde symbolizuje, že se jedná o tytéž autory, jako u předchozí citace.

[Hei10] Keld Helsgaun, *An effective implementation of the lin-kernighan traveling salesman heuristic*, European Journal of Operational Research 126 (2000), 106–130.

[Hei15] \_\_\_\_\_, *Solving the equality generalized traveling salesman problem using the lin-kernighan-helsgaun algorithm*, Mathematical Programming Computation 7 (2015), 269–287.

- ▶ Připravte si reakci dopředu
- ▶ Nebojte se přiznat chybu
- ▶ Proveďte další experimenty, ukažte, jak byste to příště dělal lépe
- ▶ Argumentujte věcně, nehádejte se
- ▶ Konzultujte (nejen) reakci s vedoucím práce

# Na závěr

- ▶ Délka prezentace: cca 1 slide na minutu
- ▶ Nepoužívejte dlouhá souvětí, ale hesla
- ▶ *"Místo odrážek, vložte obrázek"*
- ▶ Slidy číslujte X/Y
- ▶ Vyzkoušejte si prezentaci doma a změřte si čas
- ▶ Zkouška nanečisto

## Odkazy na úplný závěr

- ▶ Grafický manuál ČVUT:  
<https://www.cvut.cz/logo-a-graficky-manual>
- ▶ Směrnice děkana: <https://fel.cvut.cz/cz/rozvoj/smerniceSZZ.pdf>
- ▶ Blog A. Herouta:  
<https://www.herout.net/blog/2012/04/co-chci-slyset-u-statnic/>
- ▶ Článek MUNI PED: <https://www.em.muni.cz/student/4409-jak-se-pripravit-na-obhajobu-zaverecne-prace>

**Hodně štěstí a pevné nervy!**

- ▶ <http://imr.ciirc.cvut.cz>
- ▶ <http://imr.ciirc.cvut.cz/Mirek>