



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

PRAKTICKÉ NAsAZENÍ HEURISTIK

FIT ČVUT, KATEDRA ČÍSLICOVÉHO NÁVRHU

JAN SCHMIDT

2024

1.2

schmidt@fit.cvut.cz

<https://courses.fit.cvut.cz/NI-KOP>



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

POŽADAVKY A OMEZENÍ

PRINCIPIÁLNÍ POŽADAVEK:

PŘIJATELNÝ VÝKON V ZAMÝŠLENÉ
PRAKTICKÉ APLIKACI



Řešení instalačních závislostí

- **Balíček:** atomická instalační jednotka
 - má **jméno** a verzi
 - poskytuje pojmenované schopnosti (capabilities), které také mohou mít verzi
- **Závislost:** vztah mezi balíčky
Balíček vyžaduje ke správné funkci množinu schopností
- **Konflikt:** vztah mezi balíčky
Balíček vyžaduje ke správné funkci nepřítomnost množiny schopností
- **Repozitář:** množina balíčků a závislostí a konfliktů mezi nimi

Instalace/upgrade jako SAT

- Máme k dispozici obsah repozitáře, všechny závislosti a konflikty
- Transformace (praktická) na instanci SAT

Instalace	SAT
Instalace balíčku A	proměnná a
Dotaz na instalaci balíčku A	hodnota a v řešení
Požadavek na instalaci balíčku A	(a)
Balíček A závisí na schopnosti poskytované balíčkem B.1 nebo B.2 (zapomeň na A nebo instaluj B.1 nebo instaluj B.2)	$(\neg a + b1 + b2)$
Balíček B koliduje s balíčkem C (zapomeň na B nebo zapomeň na C)	$(\neg b + \neg c)$

Požadavky

- **Nalézt** ohodnocení proměnných (=rozhodnutí o instalaci) takové, že hodnota formule je 1 (=systém je konzistentní a požadavky jsou splněny)
- **Optimalizační kritérium:** velikost stažení, aktuálnost systému
- **Rychlost:** čas řešení je dobou odezvy
- **Kvalita:** exaktní algoritmus
- **Skrytost:** uživatel nemá být nucen vědět, co je to SAT
- **Relaxace:** najít minimum změn, které učiní formuli splnitelnou
- **Vysvětlení:** poskytnout důvody pro nespłnitelnost formule a potřebné změny v uživatelských pojmech balíčků, závislostí atd.

Verifikace kontrolou modelu

- **Model** výpočtu: vlastnost (výrok), vztažený k hodnotám proměnných a kroku výpočtu (času)
- Jedna z možných technik:
 - popis kroku výpočtu pomocí CNF
 - zkopírování pro k následujících kroků
 - popis vlastnosti pomocí CNF
 - SAT solver

Požadavky

- **Rychlost:** podle důležitosti, i několik dní
- **Kvalita:** exaktní algoritmus
- **Skrytost:** uživatel nesmí být nucen vědět, co je to SAT, ani jak pracují převody z výpočtu na CNF a z popisu vlastnosti na CNF – podmínka průmyslového využití
- **Vysvětlení:** poskytnout protipříklad – posloupnost vstupů, která vede k porušení zadané vlastnosti

Vyhodnocení

- Co je v požadavcích, ověřuje se
- **Kvalitativní** požadavky
 - analyticky (důkaz správnosti, důkaz některé vlastnosti)
 - testováním
- **Kvantitativní** požadavky (výkon, kvalita řešení)
 - analyticky (nejjednodušší případy)
 - experimentálně



ČVUT

ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

PRÁCE S HEURISTIKOU





Vývojářovy otázky

*co tam teda mám napsat,
aby to počítalo?*

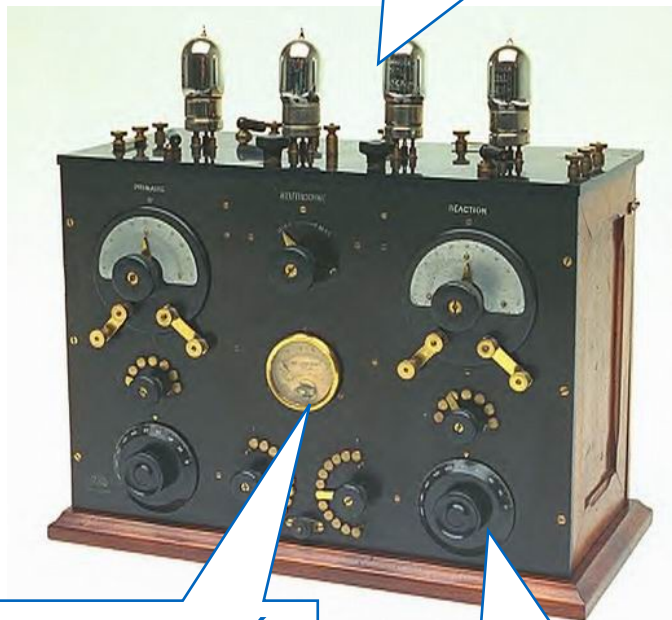
Algoritmus:

- 1) Počáteční ohodnocení Y : každou proměnnou ohodnoť 0 nebo 1 se stejnou pravděpodobností.
- 2) S pravděpodobností $0 < q < 1$ proved' 3, jinak proved' 4.
- 3) Najdi ohodnocení Y' , které se liší od Y v právě jedné proměnné některé nesplněné klauzule
- 4) Najdi ohodnocení Y' , které se liší od Y v právě jedné proměnné a poskytne nejvíce splněných klauzulí
- 5) $Y \leftarrow Y'$. Pokud nejsou všechny klauzule splněny nebo vyčerpán stanovený počet kroků, opakuj 2.



Parametry, metaheuristiky

zásuvné
moduly



omezená
indikace

množství
parametrů

- různé možné konstrukce některých částí heuristiky
- číselné **parametry**
 - nesrozumitelné koncovému uživateli
 - navzájem se ovlivňují
- **indikace:** hodnota optimalizačního kritéria, pokud si neopatříme něco lepšího



„Odborná obsluha“ heuristiky

- Obsluha **nerozumí** funkci přístroje, neví účel ovládacích prvků:
 - zkusí měnit jednotlivé parametry, pro každý zaznamená hodnotu optimalizačního kritéria („sílu signálu“)
 - nastaví všechny prvky do zjištěných optim
 - nebo vyhledává optima postupně
 - dokáže „chytit místní stanici“
- Obsluha **rozumí** funkci:
 - zajistí, aby „přístroj“ pracoval správně
 - sleduje charakter práce
 - dokáže měřit další veličiny, nutné k porozumění stavu „přístroje“
 - využije všech schopností „přístroje“

nastavení
se vzájemně
ovlivňují;
v podstatě je to
špatně



Praktická aplikace: jen dvě možnosti



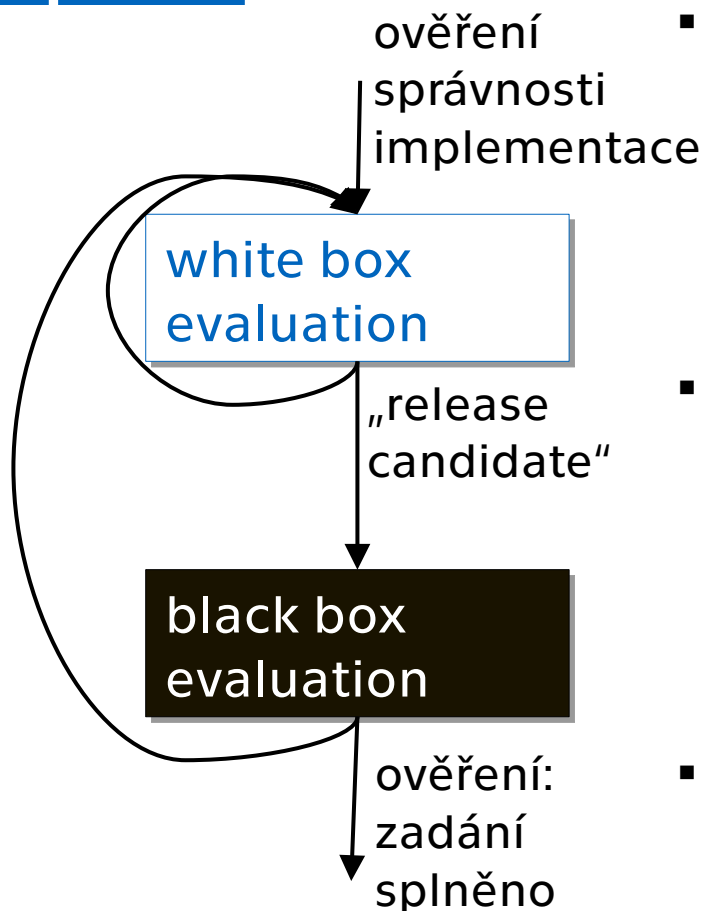
1) Nastavit knoflíky jednou **provždy** a dokázat, že to bude „hrát“ pro všechny praktické instance

2) Udělat robota, který

- se podívá na instanci
- a nastaví knoflíky
- poslouchá, jak to „hraje“
- a upravuje nastavení podle vlastního algoritmu

a pak dokázat, že to bude „hrát“ pro všechny praktické instance

Práce s heuristikou



- **White box:**
 - omezená sada instancí
 - detailní měření
 - vhled, porozumění
 - modifikace heuristiky
- **Black box:**
 - plná sada instancí
 - měření výsledků
 - ověření kvality a výkonu
 - žádné modifikace heuristiky
- **Problém:** odlišit ne dost dobře nasazenou heuristiku od **programátorské chyby**

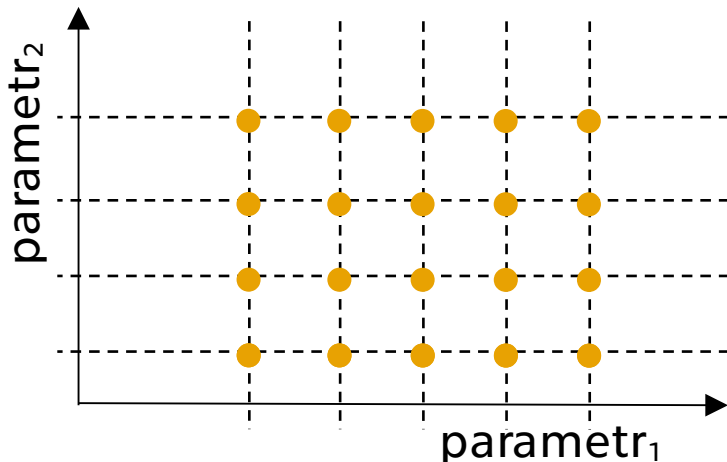
Otázky a odpovědi

- **Co tam mám napsat, aby to počítalo?**
 - **Experiment:** měním q a ověřuji pro reprezentativní sadu instancí
- **Mně to nechodí! Vždyť je to pokaždé jinak!**
 - **Experiment:** měním charakteristiky instancí a ověřuji činnost adaptačních algoritmů nastavujících q
- **Jaké metriky instance ovlivňují q ?**
 - Další experimenty, další otázky...

Více parametrů

- Parametry obecně nejsou nezávislé!
- U některých parametrů je vzájemná závislost známa, nutno respektovat.
- Nezávislost parametrů, není-li známa, nutno ověřit → otázky, odpovědi.
- Nastavování více parametrů je **cesta prostorem konfigurací** heuristiky!
- Znalosti, vhled

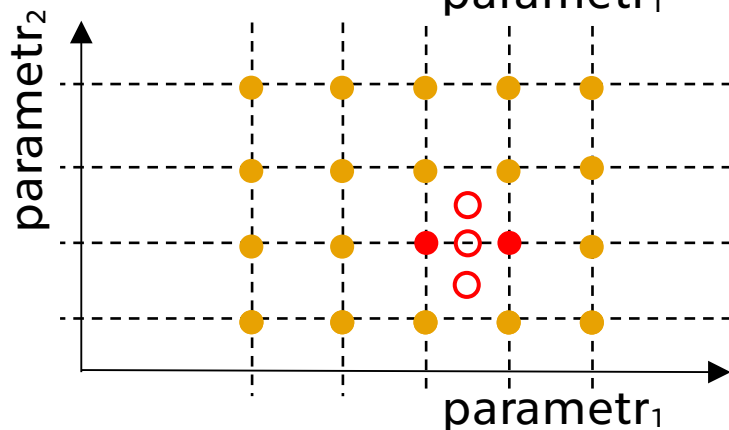
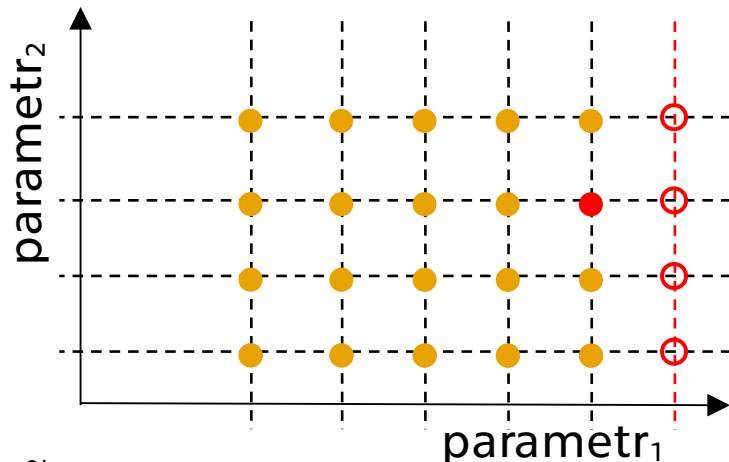
Faktorový návrh



- Všechny kombinace hodnot parametrů
 - Výhoda:
 - méně potřebných znalostí o chování algoritmu
-
- Nevýhody:
 - velmi pracné pro více parametrů
 - nutno odhadnout **rozsah** každého parametru – možnost chyby
 - nutno odhadnout **krok** každého parametru – možnost chyby

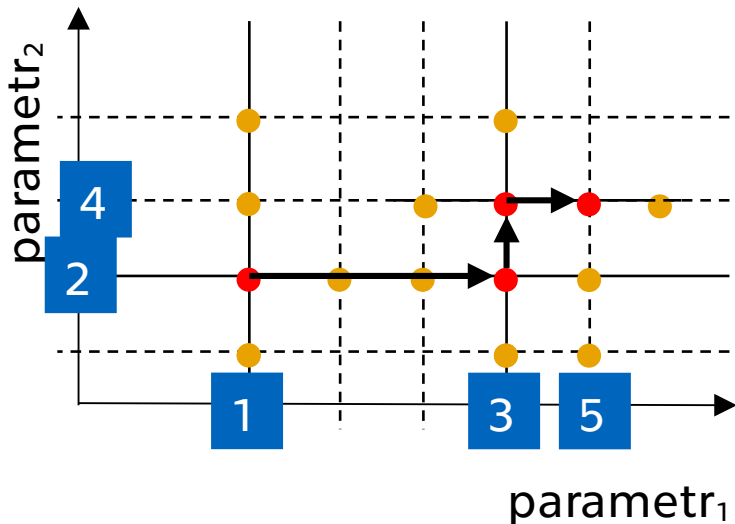
Faktorový návrh

problém rozsahu a kroku



- Zjištění optimum na **kraji rozsahu**
 - skutečné optimum může být jinde
 - doměřit
- Zjištění optimum **podobné ve dvou sousedních krocích**
 - podezření na příliš hrubý krok
 - ověřit

Cesta prostorem parametrů



- Optimalizace postupnými změnami parametrů
- **Výhoda:**
 - méně práce, času
- **Nevýhody:**
 - nutné porozumění algoritmu
 - iterace – bude to konvergovat?
 - nutno odhadnout krok každého parametru

Zpráva o nasazení

- Executive summary: v jakém rozsahu lze heuristiku nasadit a jaká je kvalita.
- Detail:
 - **White box fáze:** postup, důvod toho postupu. Důvod nastaveného rozsahu faktorového návrhu, důvody kroků při nastavování parametrů. Včetně slepých uliček. Popis experimentů (data), jejich interpretace.
 - **Black box fáze:** prokazované tvrzení, návrh průkazného experimentu (včetně sumárního popisu programů, atd.), provedení experimentu, interpretace (**vnořený IMRaD**).