

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

matematicko-fyzikální fakulta



**Tomáš Trégnier**

Katedra pravděpodobnosti a matematické statistiky

# Redukce scénářů v Monte Carlo metodách v optimalizaci

Obhajoba bakalářské práce

21. června 2017

- Chtěli bychom najít způsob, jak zvýšit přesnost výpočtů metodou Monte Carlo při minimálním nárůstu časové složitosti.
- Princip metod Monte Carlo: generování scénářů (realizací) vhodně zvolené náhodné veličiny.
- Myšlenka redukce scénářů: scénářů generujeme více, než chceme použít a vybíráme si z nich ty reprezentativní.
- Náš cíl: implementovat metodu redukce scénářů a na praktických problémech ověřit, zda je tím, co hledáme.

- Založen na výběru vhodné metriky  $c$  pro daný problém
- Odebíráme vždy jeden scénář
  - Při jeho výběru zohledňujeme pravděpodobnost a vzdálenost k nejbližšímu scénáři (ve smyslu metriky  $c$ )
  - Sloučíme ho s nejbližším scénářem
- Korektnost tohoto postupu a jeho přesné provedení odvozujeme v sekci 1.2

- Klasický problém, velmi jednoduchý
  - vhodný pro: známý výsledek, snadné porovnání přesnosti
  - nevhodný pro: demonstraci časové efektivity
- Provedli jsme deset odhadů bez redukce s 2500 scénáři a deset odhadů s redukcí z 25000 na 2500 scénářů.

Tabulka: Výsledky

	Bez redukce	S redukcí
Výběrový průměr	3,14624	3,142064
Výběrová směrodatná odchylka	0,019657	0,008988
Průměrná absolutní odchylka	0,014566	0,007314

- Výběr optimálního portfolia z akcií sedmi společností obchodovaných na českém trhu
- Minimalizace rizika (CVaR) při daném požadovaném výnosu.
- Běžný problém v praxi
  - vhodný pro: přítomnost náhodné složky, demonstraci časové efektivity
  - nevhodný pro: neznámý výsledek

- Z dat odhadneme rozdělení náhodného vektoru změny cen akcií.
- Řešíme metodou Monte Carlo - scénáři jsou realizace vektoru změny cen akcií.
- Vznikne úloha lineárního programování.

- Provedli jsme následující experimenty:
  - Desetkrát výpočet pomocí 10000 scénářů bez redukce a 30000 scénářů zredukovaných na 10000
  - Desetkrát výpočet pomocí 1000 scénářů bez redukce a 10000 scénářů zredukovaných na 1000
  - Výpočet průměrného výnosu a rizika ze všech čtyřech průměrných řešení z výše uvedených experimentů s 1000000 použitých scénářů
- Shrnutí výsledků: řešení s redukcí jsou obecně stabilnější (mají nižší směrodatnou odchylku), avšak zdá se, že jsou dále od optimálních řešení - poskytují vyšší výnos, než je požadováno, avšak též přinášejí vyšší riziko, jež v tomto případě představuje účelovou funkci.
- Domníváme se, že je nevhodně zvolená metrika.
- Z časového hlediska se užití redukce stále nevyplatí, ale už ne o moc, u složitějších příkladů by své užití najít mohla.

- Redukce scénářů má smysl!
  - Možnost zlepšit přesnost se prokázala u problému odhadu  $\pi$ .
  - Časovou efektivitu pro složitější problémy lze předpokládat na základě úlohy optimalizace portfolia.
- Zásadní je volba použité metriky.
- Je třeba lepší implementace algoritmu.



**Děkuji za pozornost!**

Za ochotu a čas mně věnovaný při přípravě této bakalářské práce děkuji též svému konzultantovi doktoru Václavu Kozmíkovi.