Generátor řešení minimálních problémů

Pavel Trutman

Centrum strojového vnímání

Vedoucí práce: Ing. Tomáš Pajdla, Ph.D.
Oponent: doc. Dr. Ing. Radim Šára

Obsah

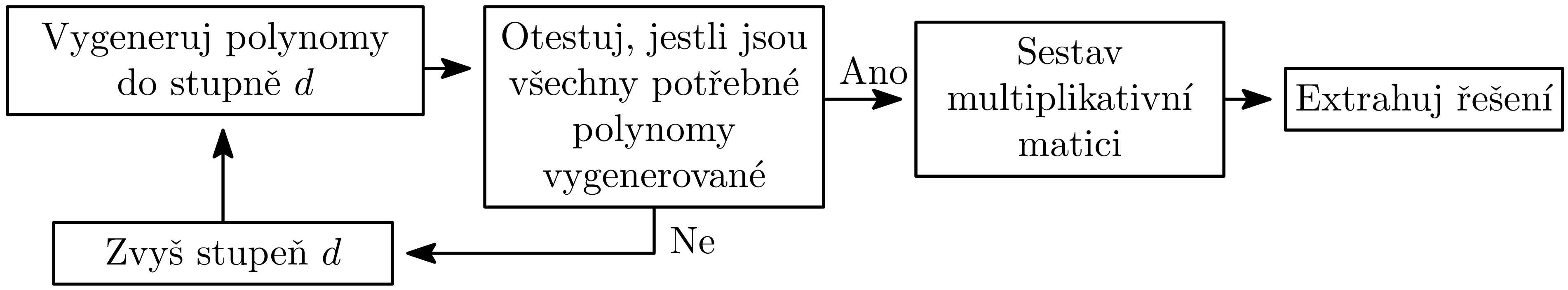
- Motivace
- Automatický generátor
- Implementovaná vylepšení
  - Víceeliminační postupy řešení
  - Rozklad matic
  - F_4 Algoritmus
- Experimenty

Motivace

- Mnoho problémů v počítačovém vidění vede na řešení soustav polynomiálních rovnic
- Tyto soustavy chceme umět řešit rychle $\rightarrow$ speciální postupy řešení
- Postupy řešení lze generovat automaticky $\rightarrow$ Automatický generátor [3]
- Cílem je vylepšit Automatický generátor [3], aby generoval rychlejší a stabilnější postupy řešení

Automatický generátor

- Z parametricky zadaných polynomiálních rovnic generuje postupy řešení, které umožňují tyto soustavy řešit pro konkrétní parametry
- Původní implementace [3] generuje jednoeliminační postupy řešení

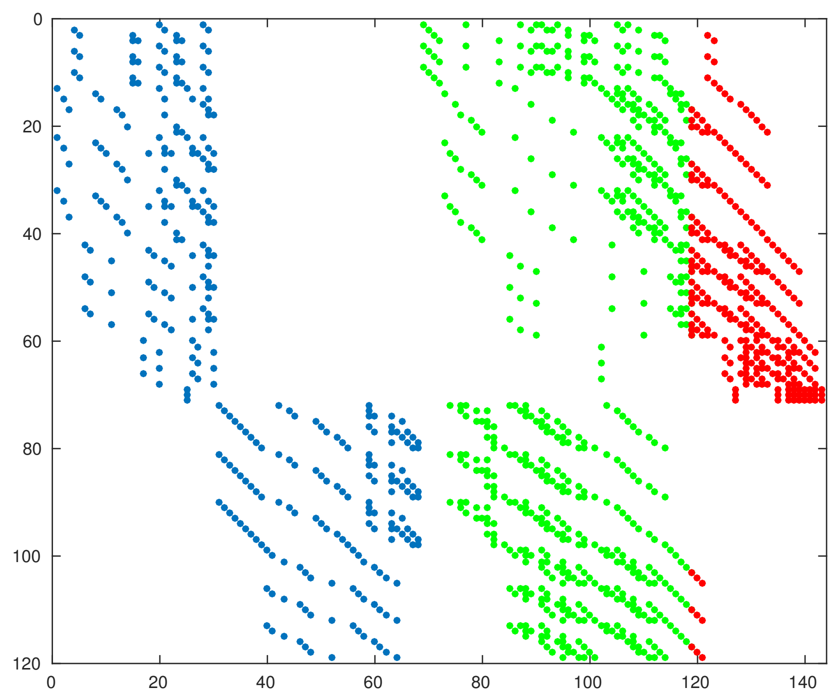


Víceeliminační postupy řešení

- Polynomy generujeme systematicky, ale pravidelně je redukujeme pomocí Gauss-Jordanovy eliminace
- Počet eliminací lze jednoduše řídit
- Víceeliminační postupy řešení jsou efektivní zvlášťe pro soustavy s velkým počtem neznámých

Rozklad matic

- Automatický generátor často pracuje s řídkými maticemi
- Snaha zrychlit Gauss-Jordanovu eliminaci řídkých matic
- Vycházeli jsme z poznatků [2], že permutacemi sloupců a řádků lze matici převést do SBBD[1] tvaru
- Poté lze provést dvě eliminace polovičních matic místo jedné eliminace celé matice
- Teoretické zrychlení je $n^3 \rightarrow 2\left(\frac{n}{2}\right)^3$



[1] Signly-bordered block-diagonal form

F_4 Algoritmus

- F_4 Algortimus [1] konstruuje Gröbnerovu bázi systému polynomů
- Nejprve jsme algoritmus implementovali v Maple, abychom jemu porozuměli a ověřili funkčnost implementace
- F_4 Algoritmus jsme implementovali do Automatického generátoru [3]
- Uživatel si může vybrat, zda se polynomy budou generovat systematicky nebo s využitím F_4 Algoritmu

Experimenty

- Postupy řešení vygenerované starou a novou implementací Automatického generátoru jsme srovnávali pro minimální problém "9-point relative pose different radial distortion problem" [4]
- U víceeliminačního postupu řešení jsme dosáhli 1,5 násobného zrychlení za mírně zhoršené stability
- Posupy řešení používající strategii F_4 Algoritmu [1] jsou $2\times$ rychlejší a stejně stabilní
- Užitím rozkladu matic jsme dosáhli dalšího zrychlení o 20 % v obou případech při zachování stejné numerické stability

Shrnutí

- Vylepšili jsme Automatický generátor [3]
- Nyní umožňuje generovat postupy řešení s více eliminacemi
- Umožňuje užít rozkladu řídkých matic a tím zrychlit Gauss-Jordanovu eliminaci těchto matic
- Implementovali jsme F_4 Algoritmus v Maple
- Uživatel si může vybrat, zda se budou polynomy generovat systematicky nebo pomocí strategie z F_4 Algoritmu [1]
- Dosáhli jsme až dvojnásobného zrychlení generovaných postupů řešení pro vybraný problém [4]

Použitá literatura

[1] Jean-Charles Faugère. A new efficient algorithm for computing gröbner bases (f_4). Journal of pure and applied algebra, 139(1–3):61–88, July 1999.

[2] Zuzana Kukelova, Martin Bujnak, Jan Heller, and Tomas Pajdla. Singly-bordered block-diagonal form for minimal problem solvers. In Computer Vision - ACCV 2014 - 12th Asian Conference on Computer Vision, Singapore, Revised Selected Papers, Part II, pages 488–502. Springer International Publishing, November 12–18 2014.

[3] Zuzana Kukelova, Martin Bujnak, and Tomas Pajdla. Automatic generator of minimal problem solvers. In Proceedings of The 10th European Conference on Computer Vision, ECCV 2008, October 12–18 2008.

[4] Zuzana Kukelova, Martin Byröd, Klas Josephson, Tomas Pajdla, and Kalle Åström. Fast and robust numerical solutions to minimal problems for cameras with radial distortion. Computer Vision and Image Understanding, 114(2):234–244, February 2010.

Děkuji za pozornost

Prostor pro vaše otázky