

Generátor řešení minimálních problémů

Pavel Trutman

Vedoucí práce: Ing. Tomáš Pajdla, Ph.D.



Centrum strojového vnímání
Katedra kybernetiky
Fakulta elektrotechnická
České vysoké učení technické v Praze

Obsah

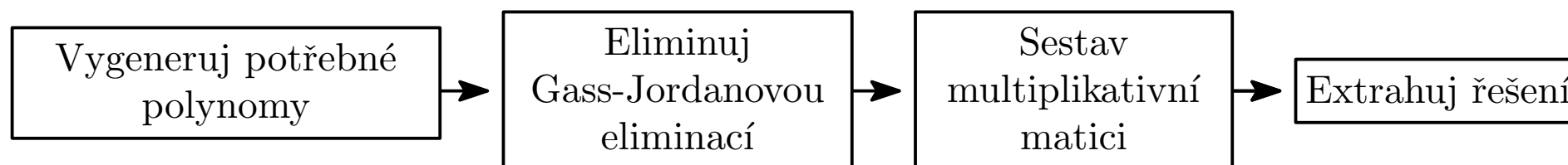
- ◆ Motivace
- ◆ Automatický generátor
- ◆ Implementovaná vylepšení
 - ◆ Víceeliminační postupy řešení
 - ◆ Rozklad matic
 - ◆ Algoritmus F_4
- ◆ Experimenty

Motivace

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

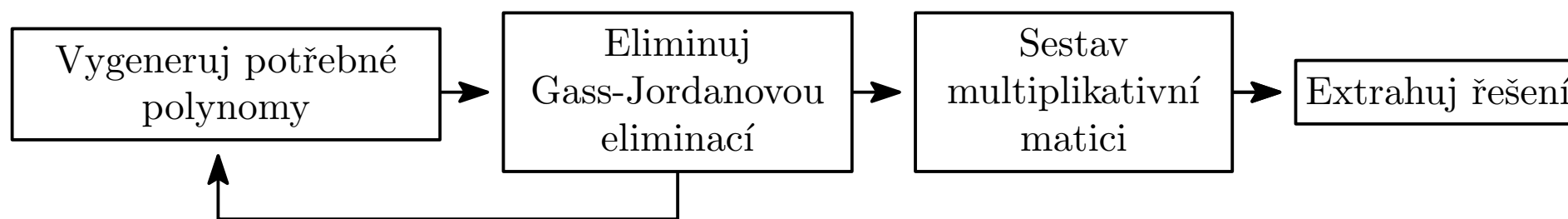
Automatický generátor

- ◆ 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

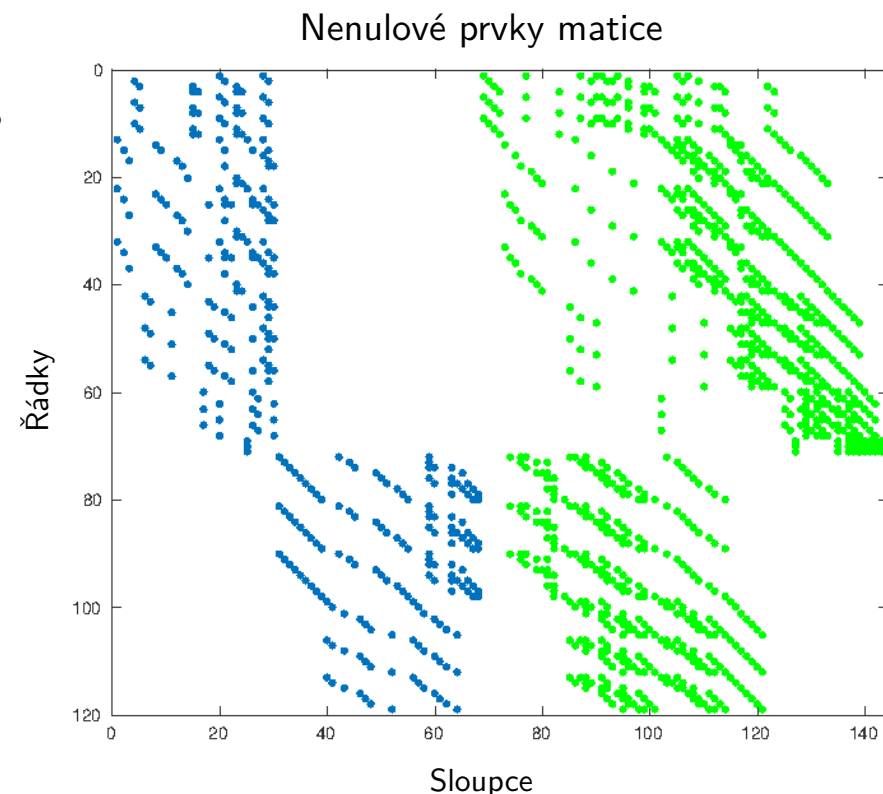
- ◆ Polynomy generujeme systematicky, ale pravidelně je redukuje pomocí Gauss-Jordanovy eliminace
- ◆ Počet eliminací lze jednoduše řídit
- ◆ Efektivní zvláště pro soustavy s velkým počtem neznámých



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 SBBD¹ tvaru
- ◆ Poté lze provést dvě eliminace polovičních matic místo jedné eliminace celé matice
- ◆ Teoretické zrychlení je $n^3 \rightarrow 2 \left(\frac{n}{2}\right)^3$

[2] Z. Kukelova, M. Bujnak, J. Heller, T. Pajdla.
Singly-bordered block-diagonal form for minimal
problem solvers.



¹Singly-bordered block-diagonal form

Algoritmus F_4

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

[1] J.-C. Faugère. A new efficient algorithm for computing gröbner bases (f_4).

[3] Z. Kukelova, M. Bujnak, T. Pajdla. Automatic generator of minimal problem solvers.

Experiments

- ◆ Testovali jsme na minimálním problému "9-point relative pose different radial distortion problem" [4]
- ◆ Postupy řešení vygenerované novou implementací jsme srovnali s původní verzí Automatického generátoru
- ◆ Víceeliminační postupy řešení: zrychlení $1,5\times$, mírně zhoršená stabilita
- ◆ Postupy řešení s F_4 strategií: zrychlení $2\times$, stejná stabilita
- ◆ Rozklad matic: další zrychlení o 20 % v obou případech, numerická stabilita zachována

[4] Z. Kukelova, M. Byröd, K. Josephson, T. Pajdla, K. Åström. Fast and robust numerical solutions minimal problems for cameras with radial distortion.

Shrnutí

- ◆ Rozšířili jsme Automatický generátor [3]
- ◆ Generuje postupy řešení s více eliminacemi
- ◆ Zrychlení Gauss-Jordanových eliminací pomocí rozkladu matic
- ◆ Implementace algoritmu F_4 [1] v Maple
- ◆ Možnost volby, zda se budou polynomy generovat systematicky nebo algoritmem F_4 [1]
- ◆ Dosaženo dvojnásobného zrychlení generovaných postupů řešení pro vybraný problém [4]

Děkuji za pozornost

[1] J.-C. Faugère. A new efficient algorithm for computing gröbner bases (f_4).

[3] Z. Kukelova, M. Bujnak, T. Pajdla. Automatic generator of minimal problem solvers.

[4] Z. Kukelova, M. Byröd, K. Josephson, T. Pajdla, K. Åström. Fast and robust numerical solutions minimal problems for cameras with radial distortion.

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.