

Problémy s omezeními

- Chceme-li použít evoluční algoritmy na praktické problémy, musíme vhodným způsobem zohlednit možná *omezení*

	S omezeními	Bez omezení
Objektivní funkce	Problém s omezeními	Problém bez omezení
Bez objektivní funkce	Úloha splnění omezení	Neexistující úloha

- Co dělat s nadějným řešením, které ale porušuje některá omezení?
- K dispozici je celá řada metod, většinou inspirovaných metodami matematického programování
- Obecně aplikovatelné metody můžeme rozdělit na
 - jednokriteriální
 - vícekriteriální

Jednokriteriální metody

Trest smrti pro nepřizpůsobivé [Death penalty approach]

- Jedinec porušující omezení je vynechán z vyhledávacího procesu
- Nejjednodušší možné řešení
- Může být extrémně neefektivní ← často je velmi obtížné omezení splnit
- Často kombinováno s opravnými operátory [5] nebo operátory „šitými na míru“ omezením řešeného problému [4]

Penalizační metody

- Mění hodnotu cílové funkce v závislosti na splnění omezujících podmínek (\pm Lagrangeova funkce)

Členění penalizačních metod

- *vnitřní* – postihována jsou *přípustná řešení* v blízkosti přípustné oblasti
→ ještě horší než “trest smrti”
- *vnější* – nepřípustná řešení penalizována za porušení omezujících podmínek – optimalizace může začít kdekoliv
- Obecný tvar penalizované funkce

$$f_f(\mathbf{x}) = f(\mathbf{x}) + Q(\mathbf{x}),$$

kde

$$Q(\mathbf{x}) = \lambda(\tau) \sum_{j=1}^{ne} g_j(\mathbf{x})^\alpha + \lambda(\tau) \sum_{j=ne+1}^{ne+ni} \min[0, g_j(\mathbf{x})^\beta],$$

- α a β jsou většinou 1 nebo 2,
- $\lambda(\tau)$ většinou vzrůstá v čase τ – tzv. dynamická penalizace (oproti *statické*)

- Další informace viz [2, 3]

Vícekriteriální přístupy

- Moderní přístup k problému penalizace navržený C.A.C. Coellem [1]
- *Nemění* hodnotu cílové funkce
- Omezení jsou přidána jako další složky cílové funkce:

Jednokriteriální optimalizační úloha s více omezeními



Vícekriteriální optimalizační úloha bez omezení

- Pareto dominance – automatické porovnání jedinců porušujících omezení
- Často vede na mnohem přirozenější formulaci úlohy
- Implementace přístupu není zcela dořešena
→ zajímavé téma výzkumu v evolučních algoritmech

Reference

- [1] C. A. C. Coello, *Constraint-handling using an evolutionary multiobjective optimization technique*, *Civil Engineering and Environmental Systems* **17** (2000), 319–346.
- [2] ———, *Treating Constraints as Objectives for Single-Objective Evolutionary Optimization*, *Engineering Optimization* **32** (2000), no. 3, 275–308.
- [3] M. Lepš and Z. Bittnar, *Optimization of RC beams using genetic algorithm*, *Advances in Computational Engineering & Sciences* (S. N. Atluri, T. Nishioka, and M. Kikuchi, eds.), Tech Science Press, 2001, pp. on CD-ROM.
- [4] Z. Michalewicz and G. Nazhiyath, *Genocop III: A co-evolutionary algorithm for numerical optimization problems with nonlinear constraints*, *Proceedings of the Second IEEE International Conference on Evolutionary Computation* (D. B. Fogel, ed.), IEEE Press, 1995, pp. 647–651.

- [5] M. Schoenauer and Z. Michalewicz, *Boundary operators for constrained parameter optimization problems*, Proceedings of the 7th International Conference on Genetic Algorithms (East Lansing, Michigan), July 19-23, 1997, pp. 320–329.

□

Prosba. V případě, že v textu objevíte nějakou chybu nebo budete mít námět na jeho vylepšení, ozvěte se prosím na zemanj@cml.fsv.cvut.cz.