

ALEKSANDER BYRSKI

Agent-based Metaheuristics in Search and Optimisation

Abstract

In the domain of computing, an everlasting requirement for developing new metaheuristics for particular problems, coming right from the well-known *no free lunch theorem*, may be observed. The need for new search and optimisation methods, hybrid ones in particular, paves the way for the development of different metaheuristics, going beyond classical methods (such as population-based ones). Evolutionary multi-agent systems (EMAS), which brings together interesting features of agency (such as autonomy) and inspirations coming from population-based techniques, is a good example of such promising methods. However, constructing complex metaheuristics without a detailed description of their structure and behaviour may become pointless, and novel methods, though yielding promising results in particular cases, may be underestimated, because they have not been fully understood and analysed. This dissertation focuses on the issues concerning the justification of using agent-based metaheuristics (in particular EMAS and its variants), preparing of dedicated formal model, conducting an analysis aimed at proving so-called asymptotic guarantee of success and performing experimental analysis of the considered methods. These issues may be treated as the most important and novel aspects of this dissertation. In the beginning of the monograph, a systematic state-of-the-art review is given, then the concepts of EMAS and its modifications are discussed, later the formal model of structure and dynamics of the system using Markov-chains is described. Finally, the outcomes of a broad series of experiments on selected benchmark and real-world problems are discussed. The results presented in this dissertation are useful for practitioners who would to use agent-based metaheuristics and to obtain a deeper insight into the details of their design, experimental and formal features.

ALEKSANDER BYRSKI

Agentowe metaheurystyki w poszukiwaniach i optymalizacji

Streszczenie

Rozwiązywanie trudnych problemów poszukiwawczych i optymalizacyjnych zawsze będzie wymagać tworzenia złożonych, często przybliżonych metod. Sankcjonuje to sformułowanie twierdzenia znanego jako *no free lunch theorem*, wskazującego na konieczność wynajdywania coraz to nowych, w szczególności hybrydowych metod, wychodzących poza ramy określone przez tradycyjne już uniwersalne algorytmy optymalizacji (takie jak np. metody populacyjne). Typowym przykładem tej klasy metod są ewolucyjne systemy wieloagentowe (*ang. evolutionary multi-agent systems*, EMAS), łączące cechy agentowości (takie jak autonomia) oraz inspiracje pochodzące z technik populacyjnych. Niniejsza monografia koncentruje się na opracowaniu agentowych metaheurystyk (w szczególności EMAS i jego wariantów), konstrukcji modelu formalnego, przeprowadzeniu analizy ukierunkowanej na dowiedzenie tzw. asymptotycznej gwarancji sukcesu oraz wykonaniu eksperymentalnej weryfikacji badanych metod. Wspomniane tematy są najbardziej nowatorskimi aspektami prezentowanej monografii, szczególnie przeprowadzenie pełnego dowodu ergodyczności EMAS znacznie wykracza poza do tej pory spotykane efekty analizy metaheurystyk (koncentrujące się na bardzo szczególnych przypadkach, czy to algorytmów, czy też rozwiązywanych problemów). Na początku pracy przedstawiono przegląd stanu wiedzy, następnie zaprezentowano koncepcję EMAS i jego wariantów, wreszcie przedstawiono model formalny stanowiący bazę do analizy dynamiki EMAS na podstawie badań, odpowiednio skonstruowanego łańcucha Markowa, a także jego cech takich jak ergodyczność. Monografia kończy się prezentacją wyników badań eksperymentalnych dotyczących rozwiązywania zarówno problemów benchmarkowych, jak i rzeczywistych. Prezentowane rezultaty mogą być przydatne do pogłębienia wiedzy w zakresie agentowych systemów obliczeniowych i ich własności formalnych, wreszcie stanowiącą podbudowę dla adaptacji prezentowanych metaheurystyk agentowych do partykularnych zadań stawianych przez zainteresowanych badaczy.