

Resenha - A Review of Techniques for Online Control of Parameters in Swarm Intelligence and Evolutionary Computation Algorithms

Christopher Renkavieski¹

¹Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC
Joinville – SC – Brasil

chris.renka@gmail.com

Resumo. É apresentada uma resenha do artigo “A review of techniques for on-line control of parameters in swarm intelligence and evolutionary computation algorithms”, que se propõe a classificar as diferentes técnicas de controle on-line de parâmetros em algoritmos evolutivos e de inteligência de enxame. É proposta uma taxonomia para o controle de parâmetros, e os algoritmos de 158 artigos são classificados de acordo com ela. Foi observado que a parametrização on-line em meta-heurísticas é um campo ativo de pesquisa, e que a técnica de parametrização mais comum na literatura é a adaptativa, por meio de regras simples.

1. Resenha

O artigo “A review of techniques for online control of parameters in swarm intelligence and evolutionary computation algorithms” [Parpinelli et al. 2019], publicado na revista *International Journal of Bio-Inspired Computation*, em 2019, apresenta uma revisão das técnicas de controle de parâmetros, em algoritmos bio-inspirados, encontradas na literatura. São estudadas duas classes de algoritmos bio-inspirados, sendo elas Algoritmos Evolutivos e de Inteligência de Enxame.

O início do trabalho enfatiza a importância do ajuste de parâmetros nestes algoritmos, pois uma parametrização adequada afeta diretamente a qualidade das soluções encontradas. São apontadas duas formas de se realizar a parametrização, sendo elas: *off-line* e *on-line*.

Na parametrização *off-line*, a ideia é determinar *a priori* a melhor combinação de valores para os parâmetros. Esta abordagem é limitada pois a combinação ideal de valores é dependente do problema, não podendo ser generalizada, e analisar todas as possibilidades é um problema combinatorial.

Na parametrização *on-line*, os valores para os parâmetros podem variar ao longo do processo, podendo ser ajustados pelo próprio algoritmo de otimização. Esta forma de controle elimina a necessidade da configuração manual dos parâmetros.

Para a pesquisa, os autores utilizaram os mecanismos de busca IEEE Xplore, ScienceDirect, Scopus e SpringerLink. As palavras chave utilizadas foram *parameter control*, *adjust* e *adaptive*, combinadas aos nomes dos algoritmos. Os autores não explicitaram, porém, de que formas as palavras chave foram combinadas. A presença de um artigo neste escopo resultou na sua inclusão na revisão. No total, a revisão incluiu 158 artigos [Parpinelli et al. 2019].

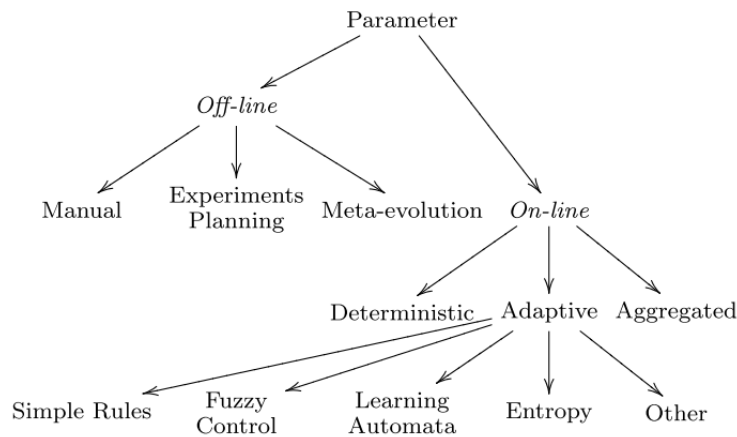


Figure 1. Taxonomia para o controle de parâmetros. [Parpinelli et al. 2019]

Na sequência do artigo, é feita uma revisão sobre algoritmos bio-inspirados, fornecendo um pseudocódigo geral para o funcionamento de uma destas meta-heurísticas. O trabalho enfatiza que todos os algoritmos pesquisados apresentam parâmetros para ser configurados.

Dentro do estudo, foram identificados 14 algoritmos, sendo 5 evolutivos, e 9 de inteligência de enxame. Os 5 algoritmos evolutivos são: Algoritmos Genéticos (GA), Evolução Diferencial (DE), Estratégias Evolutivas (ES), Programação de Expressão Genética (GEP) e Programação Genética (GP). Os 9 algoritmos de inteligência de enxame são: Otimização por Enxame de Partículas (PSO), Colônia Artificial de Abelhas (ABC), Otimização por Colônia de Formigas (ACO), Cardume Artificial de Peixes (AFSA), Otimização por Forrageamento de Bactérias (BFO), Algoritmo do Morcego (BA), Busca do Cuco (KS), Algoritmo do Vaga-Lume (FA) e Busca Gravitacional (GSA).

Na seção seguinte, os autores discorrem sobre diferentes taxonomias para controle de parâmetros já propostas na literatura. Tendo como base estas taxonomias, os autores apresentam sua própria taxonomia, que divide o controle de parâmetros em *off-line* e *on-line*, com subdivisões dentro desses grupos. Esta taxonomia é apresentada na figura 1.

Dentro do controle *off-line*, são identificadas três formas de controle: manual, onde o pesquisador usa sua própria experiência para definir os valores, planejamento de experimentos, onde diferentes combinações de valores são experimentadas, e meta-evolução, onde é aplicado um algoritmo para, iterativamente, modificar os valores entre diferentes execuções do algoritmo.

Já no controle *on-line*, que é o foco do trabalho, há três subdivisões. No controle determinístico, os valores são alterados segundo uma função determinística ao longo do processo, sem usar informação da população. No controle agregado, os parâmetros são incorporados aos próprios indivíduos, e evoluem junto a eles. O controle adaptativo, por sua vez, utiliza *feedback* da população para ajustar os valores dos parâmetros. De acordo com o tipo de *feedback* e a forma como ele é utilizado, o controle adaptativo pode ainda ser classificado de diferentes formas, sendo as principais delas: regras simples, controle *fuzzy*, autômatos de aprendizagem, entropia, agrupamento, matriz de covariância, entre outras.

A próxima seção do artigo é dedicada a citar cada um dos 158 artigos encontrados, agrupando-os de acordo com o algoritmo utilizado, e classificando as técnicas de controle *on-line* utilizadas de acordo com a taxonomia proposta.

Na sequência, são feitas as discussões sobre o que foi observado nos artigos estudados. A figura 2 apresenta a distribuição de algoritmos encontrados, em relação ao total de parâmetros adaptados. Nela, pode-se ver que o algoritmo mais popular para o controle *on-line* de parâmetros é o Algoritmo Genético (GA), seguido da Otimização por Enxame de Partículas (PSO) e da Evolução Diferencial (DE). Os autores argumentam que essa popularidade se dá por estes serem algoritmos bem estabelecidos, com eficácia demonstrada em múltiplos problemas, além de terem implementação simples.

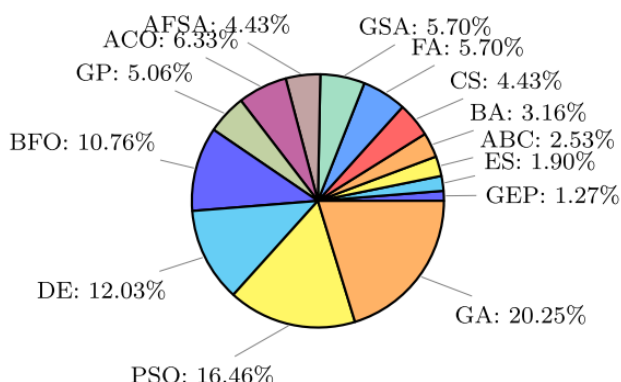


Figure 2. Distribuição dos algoritmos pesquisados em relação ao total de parâmetros adaptados. [Parpinelli et al. 2019]

Na figura 3, é apresentada a distribuição dos mecanismos de controle *on-line* dos algoritmos, onde pode-se ver que o mecanismo mais popular é o adaptativo. Segundo os autores, isto indica a preocupação da comunidade científica com o uso de *feedback* do sistema para o ajuste dos parâmetros. A figura 3 também mostra que, dentro do controle adaptativo, o mais comum é o com regras simples.

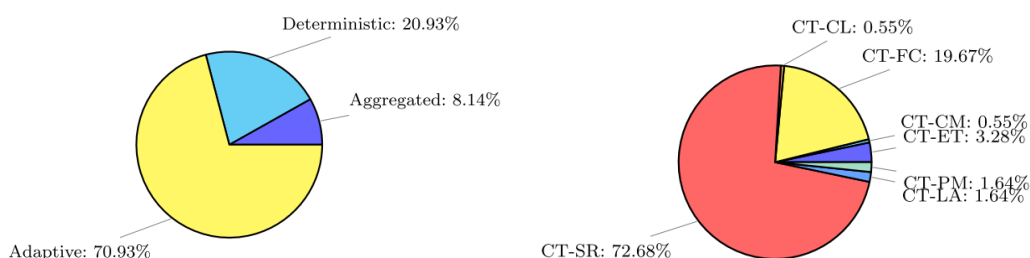


Figure 3. Distribuição dos mecanismos de controle *on-line* (esquerda) e dos mecanismos de controle adaptativos (direita). [Parpinelli et al. 2019]

Ao fim do artigo, são apresentadas as conclusões dos autores, onde é reforçada a significância do trabalho ao fornecer um resumo das principais técnicas de controle *on-line* de parâmetros utilizadas em algoritmos evolutivos e de inteligência de enxame. Com este resumo, é possível saber quais são os algoritmos e técnicas mais ativamente pesquisadas no meio científico.

Outra conclusão do artigo é a existência de oportunidades para o estudo do controle *on-line* de parâmetros em outros algoritmos, pois os estudos atuais se concentram no GA, PSO e DE. Os autores também identificam a existência de uma grande lacuna entre a aplicação de técnicas de controle *on-line* e o estudo teórico da convergência destas técnicas.

References

Parpinelli, R., Plichoski, G., Silva, R., and Narloch, P. (2019). A review of techniques for online control of parameters in swarm intelligence and evolutionary computation algorithms. *International Journal of Bio-Inspired Computation*, 13:1.