

Estudo Comparativo de Algoritmos Bio-inspirados Aplicados a Problemas de Otimização com Muitos Critérios

Diego Conti Santeri Tonini e Guilherme Palermo Coelho, Dr. (orientador)

diegosanteri@gmail.com ; guilherme@ft.unicamp.br

Faculdade de Tecnologia - FT/UNICAMP

Palavras-chave: Computação Bioinspirada, Otimização, Sistemas Imunológicos Artificiais, Computação Evolutiva.



Introdução

Desde a década de 50 a comunidade de pesquisa operacional vem propondo ferramentas matemáticas para resolução de problemas de otimização multiobjetivo (OMO – Coello Coello, 2006). Em tais problemas, quando as funções-objetivo são conflitantes entre si, não existe uma única solução e sim um **conjunto** de possíveis soluções que representam os compromissos ótimos entre os objetivos.

Uma frente de pesquisa que vem ganhando cada vez mais a atenção da comunidade científica é o estudo dos chamados *problemas de otimização multiobjetivo com muitos critérios*, que são os problemas que possuem quatro ou mais critérios a serem otimizados simultaneamente.

O motivo de tamanho interesse nesta área está no fato de que os problemas com muitos critérios introduzem uma série de dificuldades que fazem com que as ferramentas de otimização, mesmo aquelas notoriamente efetivas no tratamento de problemas de OMO tradicionais, apresentam desempenho aquém do desejado.

Neste contexto, o presente projeto de Iniciação Científica tem como objetivo a realização de um estudo comparativo do desempenho de diferentes algoritmos de otimização multiobjetivo quando aplicados a problemas com muitos critérios. Serão estudados aqui algoritmos evolutivos (EA) e Sistemas Imunológicos Artificiais (SIAs).

Metodologia

O primeiro passo na realização deste trabalho foi decidir os algoritmos que seriam implementados para a avaliação. Após uma busca na literatura escolheu-se o MOEA/D (Zhang & Li, 2007) para representar os EAs, e a cob-aiNet[MO] (Coelho, 2011) para representar os SIAs, pois ambos foram considerados *estado-da-arte* dentre os seus semelhantes.

O próximo passo foi definir o primeiro problema a ser estudado: neste caso, a escolha foi o DTLZ2 (Deb *et al.*, 2002). Este problema possui 10 variáveis e apresenta uma fronteira de Pareto que tem como principal característica ser esférica e não-convexa. Apresenta também a possibilidade de se definir de forma arbitrária o número de objetivos. Neste trabalho foram feitos experimentos para 3, 4 e 5 objetivos.

Para realizar a avaliação dos resultados foi necessário implementar a métrica conhecida como cobertura de conjunto (Zitzler, 1999), que tem como intuito avaliar a porcentagem de soluções retornadas por um algoritmo que são dominadas pelo conjunto de soluções retornado por outro algoritmo.

Os resultados exibidos na **Tabela 1** correspondem às médias e desvios-padrão obtidos após 15 repetições da execução de cada algoritmo para o problema DTLZ2 com 3, 4 e 5 objetivos. Na **Figura 1** são exibidas as fronteiras obtidas pelos algoritmos para o problema DTLZ2 com 3 objetivos.

Resultados Experimentais

Figura 1: Fronteiras de Pareto obtidas para o DTLZ2.

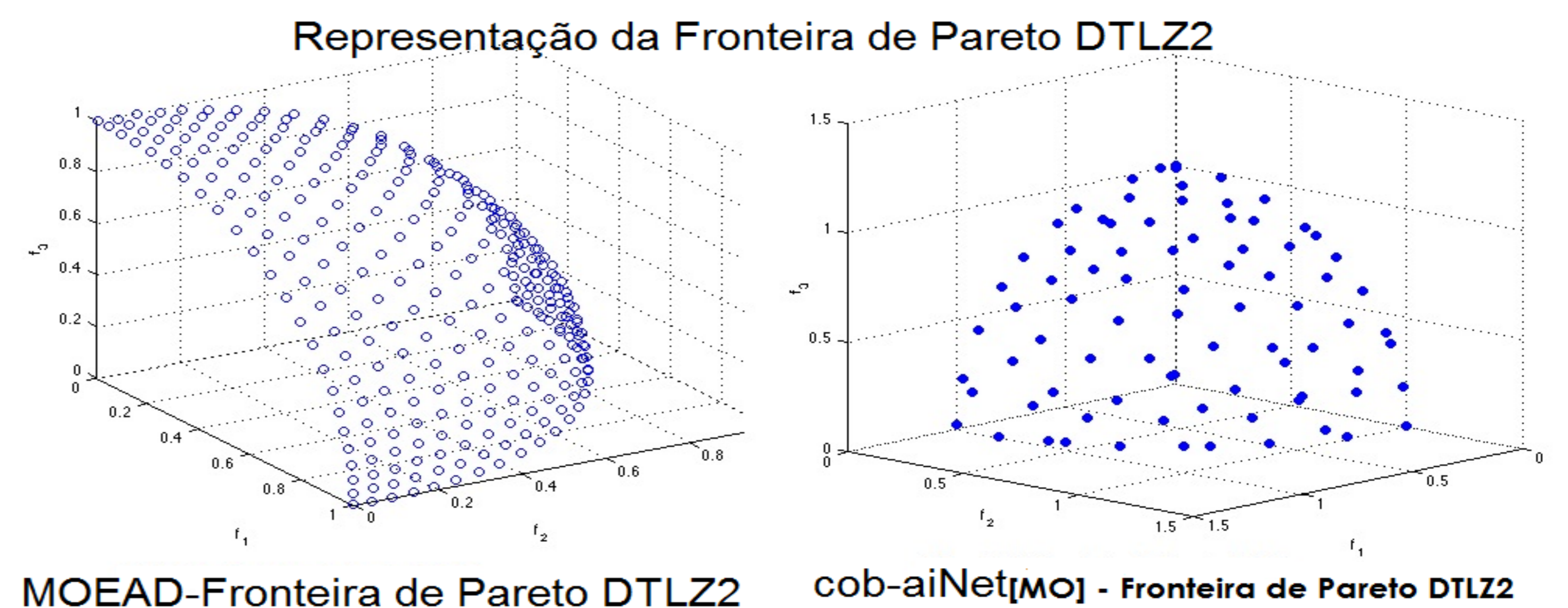


Tabela 1: Os resultados de cada linha da tabela indicam qual a porcentagem de soluções do algoritmo indicado foram dominados pelas soluções do outro algoritmo (ex.: a linha MOEA/D indica a porcentagem de soluções do MOEA/D dominados pelas soluções da cob-aiNet[MO]).

DTLZ 2 – 3 Dimensões		DTLZ 2 – 4 Dimensões	
MOEA/D	0,003 ± 0,001	MOEA/D	0,005 ± 0,040
Cob-aiNet[MO]	0,009 ± 0,001	Cob-aiNet[MO]	0,091 ± 0,030

DTLZ 2 – 5 Dimensões	
MOEA/D	0,001 ± 0,006
Cob-aiNet[MO]	0,014 ± 0,006

Conclusões e Próximos Passos

Como se pode ver na Tabela 1, os resultados mostraram um melhor desempenho do algoritmo MOEA/D para o problema DTLZ2, já que suas soluções dominaram um número maior de soluções do algoritmo cob-aiNet[MO] do que o oposto. No entanto, dado que a cob-aiNet[MO] não teve em nenhum dos experimentos feitos aqui mais que dez por cento de suas soluções dominadas **pelo MOEA/D**, pode-se concluir que ambos os algoritmos possuem desempenho semelhante.

Como o presente trabalho ainda se encontra em andamento, os experimentos se basearam apenas no problema DTLZ2. Futuramente novos problemas com características distintas e maior número de objetivos serão estudados e novas métricas serão aplicadas aos resultados obtidos, visando a avaliação mais completa possível de tais resultados.

Referências bibliográficas

Coello Coello, C. A. (2006). Evolutionary Multi-Objective Optimization: A Historical View of the Field. *IEEE Computational Intelligence Magazine*, 1(1):28-36

Coelho, G. P. (2011). *Redes Imunológicas Artificiais para Otimização em Espaços Contínuos: Uma Proposta baseada em Concentração de Anticorpos*. Tese de Doutorado, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas.

Q. Zhang and H. Li, MOEA/D: A Multi-objective Evolutionary Algorithm Based on Decomposition, *IEEE Trans. on Evolutionary Computation*, vol.11, no. 6, pp712-731 2007.

Deb, K., Thiele, L., Laumanns, M., & Zitzler, E. (2002b). Scalable multi-objective optimization test problems. Em *Proc. of the 2002 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC)*, (pp.825–830).

Zitzler, E., & Thiele, L. (1999). Multiobjective evolutionary algorithms: A comparative case study and the strength Pareto approach. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 3(4), 257–271.