



PROJETO DE PESQUISA

***FSS (Fish School Search)* – Análise de Novas Abordagens de Buscas para Problemas Multi-Objetivo**

(Período: 2007.2 a 2009.1)

Fernando Buarque de Lima Neto, PhD

Recife, Pernambuco - Maio / 2007.

1. Caracterização do Problema (máximo de 1 página)

O mundo real oferece uma série de desafios teóricos e práticos para o seu entendimento. Muito deles decorrem da *heterogeneidade* de seus elementos constituintes. Quando esse entendimento do mundo implica necessidade de atuações através de decisões ou outras intervenções diretas, muitas vezes nos deparamos com situações onde há *nítidos conflitos de interesse* [1]. Por exemplo, *problemas de buscas* em espaços hiper-dimensionais com mais de um critério objetivo. Eis então uma possibilidade clara de aplicação de computadores digitais e algoritmos especialmente preparados para lidar com tal desafio.

A abordagem clássica de lidar problemas multi-objetivo já é conhecida desde o século XIX, quando Edgeworth-Pareto e outros propuseram um formalismo matemático para lidar com objetivos conflitantes. Desde então muitas foram as contribuições científicas apresentadas. Nos últimos dez anos, em adição e aprimoramento à abordagem clássica, muitos autores passaram a utilizar princípios de computação inteligente para tratar, com mais sucesso, o problema [2][3].

Mais recentemente, em 2007, os Professores Fernando Buarque e Carmelo Bastos [4] propuseram uma nova abordagem de algoritmos de busca os FSS (*Fish School Search*) que apresentam habilidades de aprender e se auto-regular durante o processo de busca. Apresentando inclusive capacidades de controlar de forma eficaz a direção do esforço de busca bem como suas granularidades.

As vantagens vislumbradas pelo uso das inspirações advindas das técnicas mencionadas acima, aplicados ao escopo clássico de problemas multi-objetivo, são a incorporação dos aspectos altamente positivos tais como: (i) adaptabilidade, (ii) autonomia e, desejavelmente, (iii) efetividade. Além da análise dos algoritmos, espera-se que o trabalho gerado neste projeto seja útil também para balizar desenvolvimentos futuros nessa área de conhecimento e aplicação específicas. Pretende-se ainda testar os algoritmos investigados em aplicações reais de busca para avaliar sua aplicabilidade.

Apesar das muitas vantagens vislumbradas, existem muitos aspectos teóricos e experimentais a serem analisados principalmente quanto a funcionalidade, parametrização e limites dos FSS (para mais detalhes vide a seção 2 – Objetivos e metas).

2. Objetivos e Metas (máximo de 1 página)

Objetivos:

O objetivo central deste projeto de pesquisa é investigar como os novos algoritmos de busca para problemas multi-objetivo propostos pelos Professores Fernando Buarque e Carmelo Bastos [4], FSS, podem se melhor entendidos (funcionalidade, parametrização e limites) e se beneficiar de princípios avançados de computação inteligente.

Metas:

Metas técnicas:

- Desenvolvimento de versões de demonstração de FSS em buscas multi-objetivo;
- Estabelecer um portal com as versões de demonstração produzidas dos FSS.

Metas científicas:

- Tentar responder às questões:

Quais os domínios de Aplicação são mais apropriados para os FSS?

Quais as importâncias individuais e coletivas (sinérgicas) dos parâmetros dos FSS?

Como FSS podem ser customizados para problemas reais?

Quais novas características podem ser adicionadas aos FSS para aumentar seu desempenho em buscas multi-objetivo?

- Obter a aprovação de 08 (oito) artigos científicos em conferências nacionais, internacionais e em periódicos listados no Qualis.

Metas acadêmicas:

- Orientação de 02 (duas) dissertações de mestrado;
- Orientação de 04 (quatro) iniciações científicas;
- Orientação de 02 (dois) trabalhos de conclusão de curso;
- Obter financiamento para o Projeto em lide.

Metas sócio-ambientais:

- Fomentar a criação de uma comunidade para discutir o tema.

3. Metodologia e Estratégia de Ação (máximo de 2 páginas)

Muitos algoritmos bio-inspirados foram propostos, como: agentes inteligente [5], algoritmos evolucionários [6], otimização por colônias de formigas [7] e sistemas imunológicos [8]. A maioria deles baseados em populações de agentes e em todas estas abordagens a capacidade de memorização é distribuída e descentralizada. Apesar de serem atributos interessantes, estes algoritmos de busca incorporam um alto grau de paralelismo que gera um alto custo com comunicação.

No caso do algoritmo baseado em cardumes, os autores estão alinhados com *Stephen Wolfram* que sugere que unidades de processamento simples podem implementar computações complexas quando arrançadas de forma conveniente [9]. Na verdade, esta análise deve ser realizada de forma cuidadosa, pois novos estudos em computação celular apontam para uma abordagem capaz de rivalizar com o paradigma de *von Neumann* [10],[11].

É importante frisar que a principio alguém pode deduzir alguma semelhança com algoritmos genéticos [6] ou inteligência de enxames [7], mas o algoritmo baseado em cardumes tem diferenças fundamentais nos seus operadores.

O algoritmo de busca baseado em cardumes de peixes como proposto [4] é composto de um ciclo que se repete até a condição de parada com os seguintes operadores:

- Operador de movimentação (pode ser subdivido em 3: Operador Movimentação Individual – peixe procura locais no “aquário” individualmente; Operador Movimentação em Grupo - os peixes de um cardume se movimentam em sincronia com o movimento do restante do grupo. Da mesma forma, tal comportamento é refletido no algoritmo. Após a movimentação individual de cada peixe, o vetor resultante de todos os vetores de movimentação realizada por cada peixe representa a direção em que o cardume se deslocou, ou seja, todos os peixes do cardume, nesta fase, se movimentarão na mesma direção do vetor resultante, e na mesma proporção. Tal operador é importante para estabelecer a sinergia. O terceiro operador é o operador Movimentação de Dilatação e Contração – O cardume se contrai em torno do centro de massa quando a busca tem sucesso e se afasta quando a busca não está tendo sucesso, ou seja, a granularidade da busca muda de acordo com o sucesso).
- Operador de reprodução (Este operador simula mecanismos de reprodução, em que dois peixes podem criar outros peixes (filhos). Um peixe é considerado apto pra se reproduzir a partir de um certo tamanho de maturidade, ou seja, o peixe deverá ter crescido o suficiente para poder se reproduzir. A partir daí, ele buscará no cardume um outro peixe que servirá como seu companheiro na reprodução. Tal companheiro deve fornecer a melhor compatibilidade encontrada. Esta função de compatibilidade para reprodução entre dois peixes é relativa aos seus tamanhos e a distância entre eles. Depois de achar o melhor peixe para se reproduzir, ocorrerá o cruzamento, o qual consiste na criação de novos peixes no espaço entre os peixes pais. Ou seja, estarão sendo criadas novas “partículas-solução” numa área entre duas soluções boas. Assim sendo, há uma possibilidade grande de encontrarmos soluções ainda melhores nesta região).
- Operador de alimentação (Este é o operador que aumenta o tamanho dos peixes de acordo com o local onde ele esteja no aquário. Sua função é garantir que quanto mais perto da solução ótima, maior o peixe será, pois mais significativa é a solução que ele representa).

Como ainda estão em fase inicial de concepção os FSS propomos três momentos para seu completo entendimento (ver a seguir o detalhamento destes dois momentos e na seção 5 as etapas planejadas para a investigação):

- Ano 1: Estabelecimento de uma versão base para os FSS e investigações de seus operadores;
- Ano 2: Estabelecimento de uma versão de demonstração pública com investigações sobre os seus limites computacionais e aplicações.

4. Planejamento e Orçamento (máximo de 2 páginas)

Principais Atividades do Projeto e seus Responsáveis (Ano 1)

I. Revisão da Literatura	Todos
II. Implementação e experimentos com a versão base para os FSS	Alunos de IC
III. Apronto de ambiente para simulação com interface gráfica	Alunos de IC
IV. Aprimorar os operadores existentes na versão inicial;	Pesquisadores
V. Investigar importâncias individuais e coletivas dos parâmetros dos FSS;	Todos
VI. Análise dos FSS para Problemas Multi-Objetivo (Fase 1)	Mestrando

Principais Atividades do Projeto e seus Responsáveis (Ano 2)

VII. Análise dos FSS para Problemas Multi-Objetivo (Fase 2)	Mestrando
VIII. Estudo de convergência dos FSS e comparações com outros métodos	Todos
IX. Proposição de novas características para os FSS	Pesquisadores
X. Proposição de alternativas para customização de FSS a problemas reais	Todos
XI. Desenvolvimento de versão demo de FSS em buscas multi-objetivo	Alunos de IC
XII. Estabelecer portal com versão de demonstração produzida para FSS	Alunos de IC
XIII. Publicações	Pesquisadores

Cronograma de Execução do Projeto

Atividades	Bimestres											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	X	X										
II	X	X										
III		X	X									
IV		X	X									
V			X	X	X	X						
VI	X	X	X	X	X	X						
VII							X	X	X	X	X	X
VIII					X	X	X	X				
IX							X	X	X			
X								X	X	X		
XI								X	X	X	X	
XII										X	X	X
XIII		X		X		X		X		X	X	X

Discriminação dos Recursos do Projeto por participantes e suas Disponibilidade

I. Computador pessoal tipo 'desktop'	Todos	Já existente
II. Computador pessoal tipo 'laptop'	Docente	Já existente
III. 'Pen-drive'	Todos	Já existente

5. Resultados e Impactos Esperados (máximo de 2 páginas)

Quadro resumo dos Principais impactos esperados

Índice de Produtividade	Quantidade esperada
Artigos Científicos (periódicos e trabalhos completos em eventos)	8
Dissertação de Mestrado	2
Trabalho de Conclusão de Curso	2
Iniciação Científica	4
Projeto financiado	1

Detalhamento dos avanços e impactos potenciais esperados, incluindo o efeito multiplicador do projeto

I. Impactos financeiros e econômicos para Pernambuco, Região Nordeste e Brasil:

Os impactos financeiros e econômicos desta proposta serão:

- Possível utilização dos resultados em empresas que possuam demanda por algoritmos de busca, tais como o a Chesf, o estaleiro ou a refinaria, os dois últimos em instalação no estado.

II. Impactos Institucionais – Universidade / Unidade / Departamento:

Os resultados institucionais desta proposta serão:

- O estímulo a pesquisa científica de qualidade com a produção de muitos trabalhos acadêmicos atrelados à pesquisa;
- Alinhamento da pesquisa com as linhas de concentração do Mestrado Acadêmico do DSC.

III. Impactos Ambientais:

Os resultados ambientais desta proposta serão:

- Não são vislumbrados.

IV. Impactos Sociais (Extensão):

Os impactos sociais desta proposta serão:

- Não são vislumbrados.

V. Impactos Acadêmicos (Ensino):

Os impactos no Ensino desta proposta serão:

- Possibilidade de geração de alguns trabalhos de conclusão de curso.

VI. Impactos Técnico/Científicos (Pesquisa):

Os impactos na Pesquisa/Grupos de Pesquisa desta proposta são:

- Financiamento de bolsistas de mestrado e iniciação científica;
- Estímulo a investigação científica aplicada a problemas reais.

6. Riscos e Dificuldades (máximo de 1 página)

Não são vislumbrados riscos ou dificuldades já que o começo da pesquisa aconteceu com tempo do Docente proponente e do Prof. Carmelo Bastos já reservado ao presente projeto. Ele também já possui dois Alunos voluntários trabalhando nas tarefas iniciais de construção dos programas, além de contar com recursos computacionais obtidos de outros projetos do Docente proponente.

7. Outros Projetos e Financiamentos (máximo de 1 página)

O Docente proponente é líder do Grupo de pesquisa em Computação Inteligente que inclui diretamente neste Projeto os Professores do DSC: Carmelo Bastos e Wellington Pereira.

No momento em que este Projeto está sendo formalizado, já foram submetidos, e encontram-se em julgamento:

- 1) Projeto de Mestrado para a captação de Aluno com entrada para 2007.2:
“Análise de Novas Abordagens de Buscas para Problemas Multi-Objetivo”
Orientador: Prof. Fernando Buarque (Proponente deste Projeto)
Co-orientador: Prof. Carmelo Bastos

- 2) Projeto de Mestrado para a captação de Aluno com entrada para 2007.2:
“Análise de Novas Abordagens de Busca em Sistemas Dinâmicos”
Orientador: Prof. Carmelo Bastos
Co-orientador: Prof. Fernando Buarque (Proponente deste Projeto)

- 3) Projeto de Iniciação científica para captação e financiamento de Aluno 2007.2-2008.1:
“Desenvolvimento de um ambiente para simulação de novos algoritmos inteligentes de busca com interface gráfica”
Orientador: Prof. Fernando Buarque (Proponente deste Projeto)
Co-orientador: Prof. Carmelo Bastos

- 4) Projeto de Iniciação científica para captação e financiamento de Aluno 2007.2-2008.1:
“Desenvolvimento de Operadores para um Novo Algoritmo de Busca Baseado em Cardumes”
Orientador: Prof. Carmelo Bastos
Co-orientador: Prof. Fernando Buarque (Proponente deste Projeto)

8. Indicadores de Produção Científica (máximo de 2 páginas)

Produção em Pesquisa no último biênio

Atividade	Detalhamento/Qualis	Quantitativo
Artigos ACEITOS PARA PUBLICAÇÃO em Periódico Internacional	'B'	1 *
Trabalhos ACEITOS PARA PUBLICAÇÃO em Eventos Internacionais	1 'A' e 3 'Não Avaliado'	4 **
Trabalho completo em Eventos Internacionais	3 'A' e 1 'Não Avaliado'	4
Trabalho completo em Eventos Nacionais	'A' e 4 'Não Avaliado'	5
Resumos/Pôsteres em Eventos Internacionais	'Não Avaliado'	2
Demais tipos de Produção (orientação)	'Dissertação Mestrado'	1
Produção Técnica	'Software'	2
Participação em Bancas (Pós-Graduação)	1 'Proposta Tese' 3 'Mestrado'	4
Participação em Bancas (Graduação)	8 'TCC'	8
Revisões para Periódicos Evento	'SMC – Part B'	1
Revisões para Evento Científico	IJCAI e IJCNN	2

Observações:

* não está incluída neste total uma publicação para revista Qualis 'A' internacional, que no momento da elaboração deste relatório está em análise pendente de aceitação;

** também não estão incluídas nestes totais quatro publicações para Conferências, três delas Internacionais, sendo duas Qualis 'A' internacional, que no momento da elaboração deste relatório estão em análise pendente de aceitação.

Produção científica selecionada:

LIMA NETO, Fernando Buarque de; WILDE, Philippe De. Simulation of Contra-Lateral Inhibition Using Venn-Network. Journal of Intelligent and Fuzzy Systems, Special Issue SBRN, 2006. {ISSN 1064-1246 * QUALIS: Periódico Internacional "B" em COMPUTAÇÃO}

*** ACEITO PARA PUBLICAÇÃO ***

LIMA NETO, Fernando Buarque de; WILDE, Philippe De. Multiple Sclerosis plaques on nervous pathways: A computational model using Neural Networks. Journal of Differential Equations and Dynamical Systems, Hyderabad - Índia, v. 10, n. 1 & 2, p. 215-234, 2002. {ISSN 0971-3514 * QUALIS: Periódico Internacional "C" em ENGENHARIAS IV}

LIMA NETO, Fernando Buarque de; WILDE, Philippe De. "Venn-Like Models of Neocortex Patches". In: 2006 WORLD CONGRESS IN COMPUTATIONAL INTELLIGENCE (IJCNN - INTERNATIONAL JOINT CONFERENCE ON NEURAL NETWORKS), Julho, 2006, Vancouver - Canada.

LIMA NETO, Fernando Buarque de; OLIVEIRA, Flávio R. da S.; PACHECO, Diogo F. "HIDS: Hybrid Intelligent Suite for Decision Support". In: Seventh International Conference on Intelligent Systems Design and Applications (ISDA), Outubro, 2007, Rio de Janeiro - Brasil.

*** ACEITO PARA PUBLICAÇÃO ***

LIMA NETO, Fernando Buarque de; WILDE, Philippe De. "Simulation of Ageing Using Venn-Networks". In: VIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES NEURAIS, 2004, São Luis - Brasil.

9. Referências (máximo de 3 páginas)

- [1] NOGHIN, V.D., The Edgeworth-Pareto Principle in Decision Making
http://www.apmath.spbu.ru/ru/staff/nogin/Edgeworth_Pareto_Principle.pdf
[Acessado em 15/04/2007]
- [2] COELLO-COELLO, C.A.; LAMONT, G.B. (Editores), *Applications of Multi-Objective Evolutionary Algorithms*, World Scientific, 2004.
- [3] DEB, K. *Multi-Objective Optimization Using Evolutionary Algorithms*, John Wiley & Sons Inc, 2001.
- [4] BASTOS-FILHO, Carmelo J. A.; LIMA NETO, Fernando Buarque de.; NASCIMENTO, Antônio I. S.; LIMA, Marília P. "A Novel Search Algorithm based on Fish School Behavior". In: 7th International Conference on Hybrid Intelligent Systems (HIS'07) , Setembro, 2007, Kaiserslautern - Germany. (Submetido em maio/2007)
- [5] RUSSEL, S.; NORVIG, P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. (2nd ed.) Prentice-Hall Editions. New Jersey, USA, 1995.
- [6] EIBEN, A. E.; SMITH, J. E., *Introduction to Evolutionary Computing* Springer, 2003.
- [7] EBERHART, R.; SHI, Y.; KENNEDY, J., *Swarm Intelligence*, The Morgan Kaufmann Series in Artificial Intelligence, Morgan Kaufmann, 2001.
- [8] L. de Castro and J. Timmis, *Artificial Immune Systems: A new Computational Intelligence Approach*, Springer-Verlag, 2002.
- [9] S. Wolfram, *A New Kind of Science*, I B S Books, 2002.
- [10] M. Sipper, *Evolution of Parallel Cellular Machines: The Cellular Programming Approach*. Heidelberg: Springer-Verlag, 1997.
- [11] M. Sipper, "The Emergence of Cellular Computing," *Computer*, vol. 32, no. 7, pp. 18-26, Jul., 1999.

10. Termo de Compromisso

Eu, Fernando Buarque de Lima Neto me comprometo, no melhor de minhas habilidades e capacidade a cumprir o previsto neste Projeto.

Declaro que ao assinar este Projeto:

- 1) Atesto minha opção voluntária em desenvolvê-lo;
- 2) Atesto conhecimento dos marcos legais relevantes;
- 3) Atesto meu comprometimento em agregar valor em Pesquisa e Extensão à Universidade de Pernambuco;
- 4) Atesto estar ciente que o descumprimento deste Projeto, ressalvadas causas de força maior, pode implicar, em cancelamento do(s) financiamento(s) atinentes e regime especial de Dedicção Exclusiva;
- 5) Atesto estar ciente que o regime especial de Dedicção Exclusiva impõe possuir apenas a Universidade de Pernambuco como vínculo profissional único.

Em, 31 de maio de 2007, Recife - Pernambuco, abaixo assino em sinal de minha concordância e compromisso para com meus pares.

Professor Fernando Buarque de Lima Neto, PhD.