



PROJETO DE PESQUISA

EVO-iSYS (Evolutionary Intelligent Systems) – Proposição e Análise de Novas Abordagens de Sistemas Evolucionários Inteligentes

(Período: 2009.2 a 2011.1)

Fernando Buarque de Lima Neto, DIC PhD

Recife, Pernambuco - Maio / 2009.

1. Caracterização do Problema (máximo de 1 página)

O mundo real oferece uma série de desafios teóricos e práticos, problemas para serem entendidos e resolvidos [1]. Por certo a dinamicidade presente em vários desses problemas é um dos fatores que mais adiciona dificuldade à tarefa de construir sistemas que objetivam lhes modelar. Outros fatores que também dificultam a modelagem de problemas reais são: a heterogeneidade de seus elementos constituintes, a elevada magnitude de dimensões muitas vezes existentes, o freqüente repertório de comportamentos não monotônicos e as possíveis muitas restrições para soluções.

Obviamente nem todos os problemas reais são dinâmicos, heterogêneos, multidimensionais, multivariados e com restrições não triviais. Entretanto, quando todos ou alguns desses fatores surgem combinados ou isolados, a tarefa de modelagem deve desejavelmente possuir mecanismos que os considere apropriadamente. Por exemplo, onde a solução global seja emergente de computações locais [2]. Este projeto de pesquisa foca em problemas dessa natureza.

A maneira clássica de modelar problemas computacionais geralmente não oferece recursos eficazes para incorporar capacidades com adaptabilidade e muitas vezes não são flexíveis o bastante para tratar problemas que sejam dinâmicos, heterogêneos, multidimensionais, multivariados e que apresentem restrições. Felizmente, existem inúmeras técnicas computacionais ditas inteligentes que tratam bem esses aspectos todos. Este projeto de pesquisa vai utilizar fortemente conceitos e construtos teóricos híbridos de inteligência artificial (IA) clássica [3] e inteligência computacional (CI) [4], em especial meta-heurísticas bioinspiradas tais como neurocomputação [5], computação evolucionária [6], autômatos celulares [7], sistemas imunológicos artificiais [8], inteligência de enxames [9][10] e Algoritmos culturais [11].

Apesar das muitas vantagens conhecidas e vislumbradas, pelo uso de sistemas híbridos, por exemplo IA-CI e CI-CI, existem muitos aspectos teóricos e experimentais a serem analisados principalmente quanto a funcionalidade, parametrização e limites computacionais. Este projeto vai destinar especial atenção ao resultados obtidos ao se combinar técnicas conhecidas de computação evolucionária a: (i) Sistemas multi-agentes; (ii) Algoritmos culturais; (iii) Redes neurais artificiais; (iv) Inteligência de enxames; e, (v) Sistemas imunológicos artificiais.

Os resultados esperados com as novas abordagens híbridas evolucionárias aplicados ao escopo de problemas complexos 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, inclusive alguns resultados preliminares favoráveis já foram obtidos [12][13]. Pretende-se ainda testar os algoritmos investigados em aplicações reais de para avaliar sua aplicabilidade.

2. Objetivos e Metas (máximo de 1 página)

Objetivos:

O objetivo central deste projeto de pesquisa é propor e analisar novas abordagens híbridas que combinem computação evolucionária a outras metaheurísticas bioinspiradas com vistas a dotar os algoritmos produzidos de mais adaptabilidade, autonomia e efetividade quando aplicados em problemas complexos.

Metas:

Metas técnicas:

- Desenvolvimento de uma versão de demonstração da combinação híbrida IA-CI;
- Desenvolvimento de uma versão de demonstração da combinação híbrida CI-CI;

Metas científicas:

- Tentar responder às questões:
 - 1) Quais as vantagens e desvantagens individuais das metaheurísticas selecionadas no escopo de uma integração com computação evolucionária?
 - 2) Quais as importâncias individuais e coletivas (sinérgicas) dos parâmetros das metaheurísticas selecionadas no escopo de uma integração com computação evolucionária?
 - 3) Quais os aspectos mais relevantes quanto a customização da nova abordagem quando aplicada em problemas específicos?
 - 4) Quais os caminhos de pesquisa a seguir no futuro após a estabilização (*i.e.* teste, validação e calibração) da nova abordagem proposta?
- Obter a aprovação de pelo menos 10 (dez) artigos científicos em conferências nacionais, internacionais e em periódicos listados no Qualis (ver seção 5 deste projeto).

Metas acadêmicas:

- Envolver pelo menos 2 (dois) mestrados no escopo desse projeto;
- Envolver pelo menos 4 (quatro) Alunos de IC no escopo desse projeto;
- Envolver pelo menos 2 (dois) trabalhos de conclusão de curso no escopo desse projeto;
- Obter financiamento externo para o projeto em lide.

Metas sócio-ambientais:

- Fomentar a criação de um grupo de discussão para discutir a abordagem proposta.

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

Muitos algoritmos bio-inspirados foram propostos no passado e funcionam relativamente bem em vários domínios de aplicação, ate mesmo domínios complexos. Muitos possuem habilidades de adaptação são flexíveis e generalizam bem. Entretanto, existe uma grande dependência do projetista dos modelos quanto à calibração de seu uso em problemas reais.

Nesse sentido pretendemos com esse projeto investigar como combinações de metaheurísticas conhecidas e reconhecidamente eficazes na solução de problemas complexos (ver lista na seção 2), pode ser mais autônomas, especificamente em sua autocalibração paramétrica. Com isso esperamos também maior adaptabilidade e efetividade operacional.

Na perspectiva de sistema híbridos, e considerando que hibridizações IA-CI e CI-CI precisam de muitas investigações, propomos dois momentos para a execução do presente projeto – que coincidem com os dois anos de sua duração. Os dois momentos estão vinculados às questões propostas na seção de objetivos e metas, a saber:

Ano 1: Responder questões 1 e 2 (ver seção de objetivos e metas)

Ano 2: Responder questões 3 e 4 (ver seção de objetivos e metas).

O caminho de pesquisa a ser percorrido no projeto inclui quatorze atividades as quais serão realizadas pelo proponente e seus Alunos de mestrado e iniciação científica conforme o cronograma descrito na seção 4. A seguir estão detalhados as principais tarefas e resultados esperados de cada uma das atividades.

ANO 1 (Atividades x Tarefas)

- I. Revisão da Literatura:
 - obter fundamentação teórica abrangente e atualizada das metaheurísticas selecionadas;
 - identificar trabalhos com objetivos análogos a este projeto;
- II. Implementação e experimentos com versões padrão das metaheurísticas (implementação):
 - aumentar a familiaridade dos envolvidos nas metaheurísticas selecionadas;
 - identificar pontos de hibridização futura;
- III. Simulações visando identificar vantagens e desvantagens das metaheurísticas a hibridizar:
 - aumentar a familiaridade dos envolvidos nas metaheurísticas (dinâmica operacional);
 - identificar pontos de hibridização futura;
- IV. Conceber construto teórico:
 - elencar operadores, requisitos e formalização para hibridização IA-CI;
 - elencar operadores, requisitos e formalização para hibridização CI-CI;
- V. Investigar importâncias individuais e coletivas dos parâmetros:
 - identificar contribuições e influencia de todos os parâmetros;
- VI. Implementação e experimentos de integração IA-CI:
 - testar e validar a hibridização;
 - identificar problemas na hibridização;
- VII. implementação e experimentos de integração CI-CI:
 - testar e validar a hibridização;
 - identificar problemas na hibridização;

ANO 2 (Atividades x tarefas)

- VIII. Seleção e análise de problemas reais para aplicação da abordagem:
- elencar problemas candidatos;
 - propor uma classificação desses problemas em relação às suas características;
- IX. Customização e experimentos com os problemas reais e abordagem:
- elencar aspectos relevantes para customização;
 - realizar simulações visando avaliação da abordagem IA-CI nos problemas selecionados na atividade VIII;
 - realizar simulações visando avaliação da abordagem CI-CI nos problemas selecionados na atividade VIII;
- X. Estudo de convergência, escalabilidade e extensibilidade:
- realizar simulações visando estudo de convergência das novas abordagens;
 - realizar simulações visando estudo de escalabilidade das novas abordagens;
 - realizar simulações visando estudo de extensibilidade das novas abordagens;
 - produzir tabelas e gráficos comparativos;
- XI. Preparação de versões de demonstração (IA-CI e CI-CI):
- elencar problemas candidatos como exemplo;
 - implementar versão demo para IA-CI;
 - implementar versão demo para CI-CI;
- XII. Estabelecer portal com versão de demonstração
- conceber portal que acomode a teoria e os resultados obtidos;
- XIII. Investigar alternativas e identificar pontos de melhoria:
- complementar e atualizar a revisão teórica;
 - rever e atualizar os operadores, requisitos e formalização para hibridização IA-CI;
 - rever e atualizar os operadores, requisitos e formalização para hibridização CI-CI;
 - compilar as vantagens e limitações da abordagem proposta;
 - identificar alternativas para as limitações e oportunidades para as potencialidades da abordagem proposta;
- XIV. Publicações:
- conforme lista apresentada na seção 5.

Finalmente, é importante perceber que a apesar de guardar similaridades com aplicações híbridas convencionais, o que se espera neste projeto de pesquisa é, sobretudo, a produção de algoritmos auto-adaptáveis.

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 versões padrão das metaheurísticas selecionadas	Mestrandos / ICs
III. Simulações visando identificar vantagens e desvantagens das metaheurísticas no escopo da hibridização	Mestrandos / ICs
IV. Conceber construto teórico	Proponente
V. Investigar importâncias individuais e coletivas dos parâmetros;	Todos
VI. Implementação e experimentos de integração IA-CI	Mestrandos / ICs
VII. implementação e experimentos de integração CI-CI	Mestrandos / ICs

Principais Atividades do Projeto e seus Responsáveis (Ano 2)

VIII. Seleção e análise de problemas reais para aplicação da abordagem	Todos
IX. Customização e experimentos com os problemas reais e abordagem	Mestrandos / ICs
X. Estudo de convergência, escalabilidade e extensibilidade	Todos
XI. Preparação de versões de demonstração (IA-CI e CI-CI)	Mestrandos / ICs
XII. Estabelecer portal com versão de demonstração	Mestrandos / ICs
XIII. Investigar alternativas e identificar pontos de melhoria	Todos
XIV. Publicações	Todos

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	X									
III		X	X									
IV	X	X	X									
V			X	X	X							
VI				X	X	X						
VII				X	X	X						
VIII							X					
IX							X	X	X			
X								X	X			
XI									X	X		
XII										X		
XIII										X	X	X
XIV		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:

a) Produção científica (a ser concluídas no período):

Atividade	Detalhamento/Qualis	Quantitativo
Artigos completos em Periódico	A	1
Artigos completos em Periódico	B	2
Trabalho completo em Anais de Eventos	A	4
Trabalho completo em Anais de Eventos	B	4
Demais tipos de Produção (orientação)	Dissertação Mestrado	4
Produção Técnica	Software	1
Participação em Bancas (Pós-Graduação)	Proposta de Mestrado	4
Participação em Bancas (Graduação)	TCC	8
Revisões para Periódicos Evento	A ou B	2
Revisões para Evento Científico	A ou B	8
Projeto financiado	P, D & I	1

b) Orientações (a serem concluídas no período):

Atividade	Detalhamento	Quantitativo
Orientações de discentes de Mestrado	Bolsistas	2
Orientações de discentes de Mestrado	Tempo parcial	2
Orientações de trabalhos de conclusão de curso	Graduandos	4
Orientações dos discentes de Iniciação Científica	Bolsistas (Pibic)	4
Orientações dos discentes de Iniciação Científica	Voluntários	4

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 / Engenharia da Computação:

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:

- Possibilidade de geração de alguns trabalhos que possam ser utilizados por decisores públicos com reflexos em melhoria na prestação de serviços públicos.

V. Impactos Acadêmicos (Ensino):

Os impactos no Ensino desta proposta serão:

- Possibilidade de geração de alguns trabalhos de conclusão de curso com vieses de pesquisa.

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 existem muitas condições favoráveis para realização do projeto atual, a saber:

- 1) A Universidade apóia fortemente ações de pesquisa, um exemplo concreto é o milionário edital interno de fortalecimento acadêmico da UPE – PFAUPE;
- 2) A Escola Politécnica também apóia fortemente ações de pesquisa e participação em congressos, além de outros apoios administrativos de capital importância para o bom transcorrer de pesquisas científicas;
- 3) O Grupo de Pesquisa em Computação Inteligente da UPE oferece um locus extremamente favorável ao surgimento e desenvolvimento de novas idéias dado às bases em que foi criado e a sua dinâmica que inclui reuniões semanais e orientação a projetos;
- 4) Existe uma excelente integração de pesquisa do proponente com pelo menos cinco outros Docentes pesquisadores da Computação da POLI, o que só aumenta as chances de sucesso da atual proposta;
- 5) O nível dos Alunos envolvidos com pesquisa na graduação e pós-graduação em Engenharia da Computação é excelente. Além disso, a grande integração de Alunos de IC e mestrandos propicia um ambiente rico e favorável ao desenvolvimento de pesquisas;
- 6) Por fim, o proponente, capitaliza em resultados já produzidos e publicados pelo seu time – e portanto aceitos pela comunidade (internacional) de computação inteligente.

Portanto, as chances de sucesso em muito ultrapassam as possibilidades de falha e por isso estamos convictos que mais uma vez vamos contribuir para o crescimento da pesquisas na UPE.

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

O Docente proponente deste projeto é líder do Grupo de pesquisa em Computação Inteligente. Ele também é proponente de vários sub-projetos conectados tematicamente a este, alguns, incluindo também outros docentes do GCI.

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

- 1) Projeto de Mestrado em Engenharia da Computação para captar Aluno em 2009.2:
“Algoritmos Cooperativos baseados em Inteligência de Enxames para Solução de Problemas com Restrições”
Orientador: Prof. Fernando Buarque (Proponente deste Projeto)
Co-orientador: Prof. Carmelo Bastos
- 2) Projeto de Mestrado em Engenharia da Computação para captar Aluno em 2009.2:
“EvoMax-Uma Abordagem Híbrida (IA-CI) para Utilização em Simulações Sociais”
Orientador: Prof. Fernando Buarque (Proponente deste Projeto)
- 3) Projeto de Mestrado em Engenharia da Computação para captar Aluno em 2009.2:
“Seleção Paramétrica para um Novo Algoritmo de Aproximação Baseado no Comportamento Social de uma Alcatéia”
Orientador: Prof. Fernando Buarque (Proponente deste Projeto)
Co-orientador: Prof. Luis Carlos Menezes
- 4) Projeto de Mestrado em Engenharia da Computação para captar Aluno em 2009.2:
“Suporte a Decisão Gerencial baseada em Abordagens Inteligentes Híbridas”
Orientador: Prof. Fernando Buarque (Proponente deste Projeto)
- 5) Projeto de Mestrado em Engenharia da Computação para captar Aluno em 2009.2:
“Redes de Venn com Múltiplas Camadas de Processamento”
Orientador: Prof. Fernando Buarque (Proponente deste Projeto)
- 6) Projeto de Mestrado em Engenharia da Computação para captar Aluno em 2009.2:
“EvoPlex-Uma Abordagem Híbrida (CI-CI) para Utilização em Problemas Complexos”
Orientador: Prof. Fernando Buarque (Proponente deste Projeto)
- 7) Projeto de Mestrado em Engenharia da Computação para captar Aluno em 2009.2:
“Algoritmos Cooperativos baseados em Inteligência de Enxames para Solução de Problemas Dinâmicos”
Orientador: Prof. Carmelo Bastos (Proponente desse Projeto)
Co-orientador: Prof. Fernando Buarque (Proponente deste Projeto)

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

- Produção em Pesquisa no último biênio (maior detalhamento nos capítulos seguintes)

Atividade	Detalhamento	Quantitativo
Artigos NO PRELO em Periódico Internacional	Vide o Relatório D.E. do proponente para o período 2007.2 a 2009.2 (Capítulo 7)	2
Artigos PUBLICADOS em Periódico Internacional		1
Artigos NO PRELO em Anais de Congresso		3
Artigos PUBLICADOS em Anais de Congresso		23
Capítulos NO PRELO em Livro Internacional		2
Capítulos PUBLICADOS em Livro Internacional		1
Dissertações CONCLUÍDAS de Mestrado (Orientações)		2
Participação em Bancas (Pós-Graduação)		11
Participação em Bancas (Graduação)		12
Participação em Bancas (Outras)		4
Revisões de Periódico e Capítulo de Livro		5
Comitê de Programa e Revisor de conferência		15

9. Referências (máximo de 3 páginas)

- [1] FUNKE, J. "Solving complex problems: Human identification and control of complex systems". In STERNBERG, R. J. & FRENCH, P. A. French, *Complex problem solving: Principles and mechanisms* (pp. 185-222). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1991.
- [2] S. Wolfram, *A New Kind of Science*, I B S Books, 2002.
- [3] RUSSEL, S. and NORVIG, P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. (2nd ed.) Prentice-Hall Editions. New Jersey, USA, 1995.
- [4] ENGELBRECHT, A. *Computational Intelligence: An Introduction*. John Wiley & Son Ltd. Chichester, England. 2002, Reprinted 2005..
- [5] HAYKIN, S. *Neural Networks – A Comprehensive Foundation*. Prentice-Hall International Editions. New Jersey, USA, 1994.
- [6] EIBEN, A. E.; SMITH, J. E., *Introduction to Evolutionary Computing* Springer, 2003.
- [7] M. Sipper, "The Emergence of Cellular Computing," *Computer*, vol. 32, no. 7, pp. 18-26, Jul., 1999.
- [8] L. de Castro and J. Timmis, *Artificial Immune Systems: A new Computational Intelligence Approach*, Springer-Verlag, 2002.
- [9] EBERHART, R.; SHI, Y.; KENNEDY, J., *Swarm Intelligence*, The Morgan Kaufmann Series in Artificial Intelligence, Morgan Kaufmann, 2001.
- [10] 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.
- [11] Reynolds, R. G. *An Introduction to Cultural Algorithms*. Proceedings of the 3rd Annual Conference on Evolutionary Programming, World Scientific Publishing, 1994, pp. 131-139.
- [12] PITA, Marcelo R. S.; LIMA NETO, Fernando Buarque de. "Simulations of Disease Dissemination Using the Vidya Multi-Agent Systems Platform". In: 1st Brazilian Workshop on Social Simulation (BWSS2008), co-located at Brazilian Symposium on Artificial Intelligence (SBIA2008), Outubro, 2008, Salvador, Brazil.
- [13] PITA, Marcelo R. S.; LIMA NETO, Fernando Buarque de. "Impact of Structuring Elements on Agents' Behavior in Social Simulations". In: 2009 IEEE Symposium on Intelligent Agents (IA2009), co-located at 2009 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence, Abril, 2009, Nashville, United States of America.

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 2009, Recife - Pernambuco, abaixo assino em sinal de minha concordância e compromisso para com meus pares.

Professor Fernando Buarque de Lima Neto, DIC PhD.