

A Meta-heurística de Colônia de Abelhas e suas Aplicações

CCF 480 - Meta-heurísticas

Pedro - 3877

Roniel - 3464



Sumário



1. Uma Introdução à Meta-heurística de Colônia de Abelhas

Introdução geral sobre a meta-heurística de colônia de abelhas.



3. Aplicações da Meta-heurística de Colônia de Abelhas

Aplicação do Algoritmo ABC apresentado na seção 2.



2. Algoritmos da Colônia de Abelhas

Comportamento de coleta de alimentos; Comportamento de acasalamento das abelhas; Evolução da rainha.



4. Referências Bibliográficas

Referências utilizadas na apresentação.

1

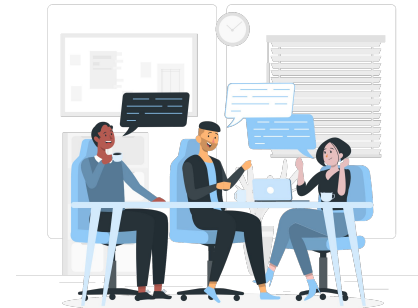
Uma Introdução à Meta-heurística de Colônia de Abelhas

Colônia de Abelhas

- Abelhas: Alta capacidade organizacional.
- A quantidade de algoritmos baseados em colônias de abelhas aumentou nos últimos anos.
- Diversas abordagens relativas ao comportamento das abelhas foram criadas:
 - ▷ Basturk & Karaboga (2006) - Algoritmo de colônia de abelhas artificiais (ABC).
 - ▷ Sung (2003) - Evolução da abelha-rainha: Queen-Bee Evolution Algorithm (QEGA).
 - ▷ Bozorg Haddad & Ashfar (2004) - Mating Bee Optimization (MBO). Posteriormente (2006) - Honey-Bee Mating Optimization (HBMO)

Colônia de Abelhas

- Os algoritmos de colônias de abelhas podem ser categorizados basicamente em três linhas:
 - ▷ Comportamento de coleta de alimentos (ABC).
 - ▷ Comportamento de acasalamento (HMBO).
 - ▷ Conceito de abelha-rainha (QEGA).



2

Algoritmos da Colônia de Abelhas

Comportamento de Coleta de Alimentos

- Coleta e processamento do néctar: mecanismos de comunicação e compartilhamento de informações eficientes.
 - ▷ Sons.
 - ▷ Substâncias químicas.
 - ▷ Tato.
 - ▷ Danças.
 - ▷ Estímulos eletromagnéticos.



Comportamento de Coleta de Alimentos

- Na busca por alimento, o processo de orientação das abelhas é dado por:
 - ▷ Memória geográfica: processo de orientação baseado na posição do sol.
 - ▷ Cor e odor das flores.
- A coleta de alimentos é feita pelas abelhas campeiras (operárias).
- A colônia coordena a busca enviando grupos de abelhas em múltiplas direções para explorar uma grande região de busca.
- Ao voltar para a colmeia, as abelhas que descobriram fontes de néctar começam a dançar para tentar convencer as demais a segui-las.
- A dança indica que existe uma fonte de alimento, os movimentos indicam a distância e orientação, e o néctar passado para as recrutas auxiliam a reconhecer a fonte pelo odor.

Comportamento de Coleta de Alimentos - ABC

- Algoritmo Artificial Bee Colony (ABC).
 - ▷ A fonte de alimento representa uma possível solução. A quantidade de néctar corresponde à qualidade da solução.
 - ▷ Três grupos de abelhas:
 - ▷ Campeiras - Estão associadas a uma fonte de alimento que estão explorando.
 - ▷ Seguidoras - Espera na pista de dança para tomar a decisão de qual fonte de alimento explorar.
 - ▷ Escudeiras - Seu papel é explorar o ambiente sem nenhuma direção, para descobrir novas fontes de alimento.

Comportamento de Coleta de Alimentos - ABC

- 1) Determine o tamanho da colônia de abelhas (COL), o número inicial de abelhas campeiras (BN); o número de fontes de alimento (SN); o número inicial de abelhas seguidoras (BC); o número de abelhas escudeiras (BE); e o número de tentativas de liberar uma fonte de alimento (lim).
- 2) Envie aleatoriamente as abelhas campeiras para as fontes de alimento iniciais (x_i), no espaço D-dimensional.
- 3) Envie as abelhas seguidoras para as melhores fontes de alimento encontradas pelas campeiras e determine as quantidades de néctar ($fit(x_i)$) (aptidão) coletadas por cada uma.
- 4) Calcule o valor de probabilidade (P) das fontes (n) que serão escolhidas pelas abelhas campeiras (i), usando a expressão:

$$P_i = \frac{fit(x_i)}{\sum_{n=1}^{SN} fit(x_n)}.$$

- 5) Interrompa o processo de exploração das fontes abandonadas pelas abelhas (piores fontes).

Comportamento de Coleta de Alimentos - ABC

- 6) Envie as escudeiras, aleatoriamente, para a área de busca para descobrir novas fontes de alimento na vizinhança.
- 7) Memorize a melhor fonte de alimento encontrada até o momento.
- 8) Se o número de tentativas (nt) de descobrir novas fontes de alimento fracassar ($nt > \lim$), ou seja, se durante \lim tentativas as fontes de alimento não melhorarem então as abelhas escudeiras devem abandonar suas fontes estagnadas e buscar aleatoriamente novas fontes de alimento (xi) no espaço D-dimensional.
- 9) Se a condição de término não for alcançada, retorne ao passo 3.

Comportamento de Acasalamento de Abelhas - HMBO

- No processo de acasalamento, a rainha sai da colmeia juntamente com os zangões adultos.
- Após o voo nupcial, a rainha jamais deixará a colônia novamente.
- As abelhas-rainhas representam as soluções potenciais do problema.
- As abelhas operárias ficam restritas a cuidar da prole (soluções candidatas).
- A prole pode ser interpretada através de uma heurística de um operador genético (mutação), atuando para melhorar o conjunto de crias.
- Exemplo de algoritmo: HBMO

Evolução da Abelha-Rainha - QEGA

- Rainha - figura central e responsável pela manutenção populacional.
- Grande variabilidade genética no acasalamento.
- As características dos indivíduos da colmeia são diretamente dependentes da qualidade da rainha.
- Se uma rainha diminui a quantidade de ovos, as operárias promovem o desenvolvimento da nova rainha, visto que elas são responsáveis pela manutenção das larvas.
- A evolução da abelha rainha possibilita uma rápida evolução dos algoritmos genéticos, além de manter boas soluções.
- Baixa probabilidade de convergência prematura.
- Exemplo de algoritmo: QEGA.

3

Aplicações

Desenvolvimento de Algoritmo Para Um Problema Prático de Localização de Ambulâncias

Problema de distribuição de bases e ambulâncias em uma cidade ao longo do tempo.

Desenvolvimento de Algoritmo Para Um Problema Prático de Localização de Ambulâncias

- **Caracterização do problema, deve considerar que:**
 - ▶ (I) existe uma **quantidade finita de bases e ambulâncias** de vários tipos;
 - ▶ (II) **cada veículo** possui um **parâmetro de cobertura** que define, em termos temporais, sua **capacidade de cobertura**;
 - ▶ (III) são conhecidas as **distribuições espaço-temporais das demandas** pelos **serviços de atendimento** de cada tipo de viatura em uma determinada região;
 - ▶ (IV) são conhecidos também os **padrões de variação dos tempos** de deslocamento nesta região;
 - ▶ (V) uma vez que entre períodos subsequentes **podem haver realocação de ambulâncias**, deseja-se também **minimizar o tempo de percurso** dessas realocações de acordo com um **fator de proporcionalidades**;
 - ▶ (VI) a cobertura esperada do sistema é a probabilidade de que um chamado aleatoriamente gerado num ponto da região seja atendido em menos tempo que um parâmetro de cobertura desejado.

Desenvolvimento de Algoritmo Para Um Problema Prático de Localização de Ambulâncias

- **Respeitar as restrições:**
 - ▶ **(I)** em **todos os períodos**, todos os **pontos de demanda** devem ser **cobertos por uma viatura** de cada tipo;
 - ▶ **(II)** em todos os períodos, a **quantidade de bases e ambulâncias** é constante;
 - ▶ **(III)** em todos os períodos, a **quantidade de veículos** posicionados numa base **não deve ultrapassar a capacidade de acomodação** de viaturas dessa base;
 - ▶ **(IV)** o plano de operação deve ser conexo, ou seja, as relações resultantes no **último período do horizonte de planejamento** devem **resultar a alocação de viaturas do primeiro períodos**, sendo cíclico o plano completo.
- Este problema recebe o nome de “Problema de Localização de Bases, Alocação de Ambulâncias em múltiplos períodos e realocação entre períodos subsequentes” (PLBAA)

Desenvolvimento de Algoritmo Para Um Problema Prático de Localização de Ambulâncias

Utiliza uma representação de uma solução para o PLBAA a estrutura representada na fig 6.

Composta por três elementos chave:

Um vetor que indica o posicionamento das bases e duas matrizes que indicam a quantidade de ambulâncias em cada ponto ao longo dos períodos do horizonte de planejamento.

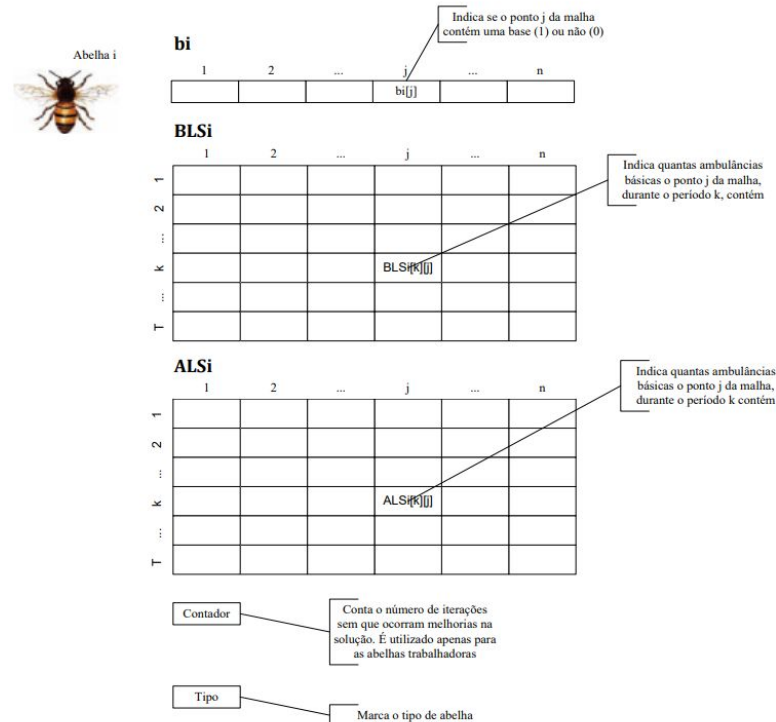


Figura 6 – Representação da estrutura de cada abelha para o PLBAA^t

Desenvolvimento de Algoritmo Para Um Problema Prático de Localização de Ambulâncias

Realizaram testes de parametrização e testes de desempenho com o algoritmo baseado em colônias de abelhas em uma série de instâncias de teste do problema.

Resultados de um dos testes ilustra a convergência do algoritmo em relação ao número de iterações.

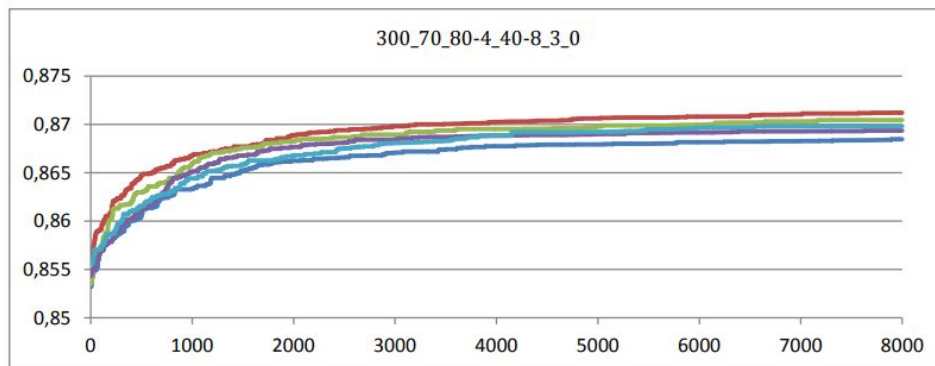


Figura 7 – Representação do resultado de um dos testes computacionais do algoritmo com colônia de abelhas

Desenvolvimento de Algoritmo Para Um Problema Prático de Localização de Ambulâncias

Aplicação ao problema:

- Empregado na análise e melhoria do sistema de atendimento móvel Pré-Hospitalar de urgência do município de São Paulo (SAMU SU)
- 100 bases e 140 viaturas(tipos, básicas e avançadas).
- O modelo foi aplicado considerando o município de SP representado por uma malha de 96 pontos.
- Tempo de transporte entre os pontos e a demanda pelos serviços: 21 períodos(corresponde a 3 semanas, sendo cada dia dividido em 3 turnos))

Desenvolvimento de Algoritmo Para Um Problema Prático de Localização de Ambulâncias

Relação entre a quantidade de viaturas e a cobertura esperada. Cada curva corresponde a uma quantidade de bases e a um tempo de atendimento. Cada ponto de cada curva corresponde a um plano operacional de máximo desempenho.

Resultados:

Após a implementação do algoritmo no processo de planejamento, houve melhoras no tempo de resposta de 18 minutos para 10 minutos sem acréscimo na quantidade de bases e ambulâncias.

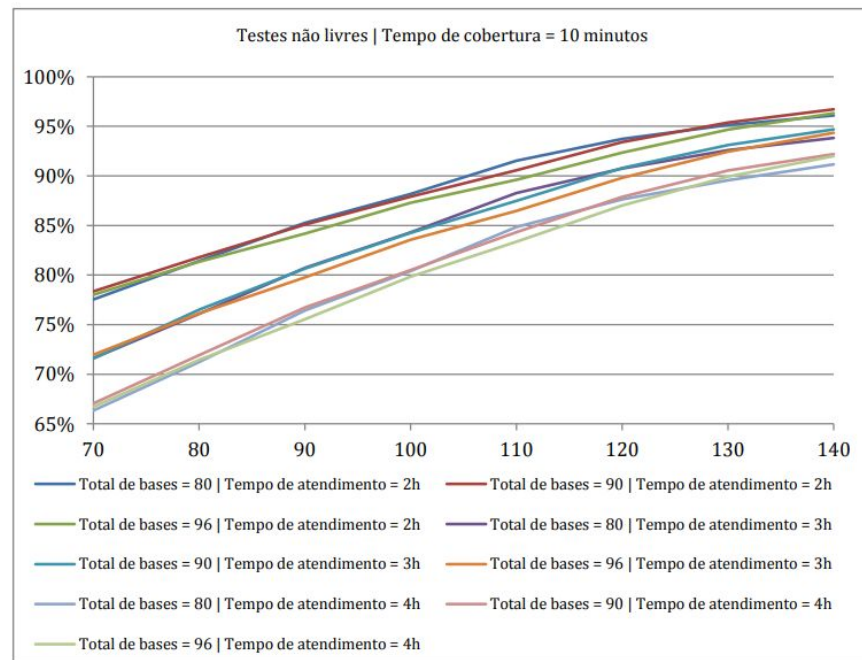


Figura 9 – Exemplo de aplicação do algoritmo baseado em colônia de abelhas para o SAMU SP

Considerações

O algoritmo apresenta uma vantagens interessantes quanto ao seu desenvolvimento, necessita de poucos parâmetros. De uma maneira geral, os resultados se mostraram muito próximos dos melhores resultados encontrados na literatura, o que comprova a eficácia do algoritmo.

As aplicações práticas apresentadas mostram que esse tipo de abordagem tem seu papel na sociedade como um mecanismo de melhoria e aprimoramento de sistemas reais.

4

Referências Bibliográficas

Referências

- Andrade, Luiz. "UMA APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DE AUTO-ORGANIZAÇÃO PARA DESENVOLVIMENTO DE ALGORITMOS: A META-HEURÍSTICA DE COLÔNIA ARTIFICIAL DE ABELHAS."
- Serapião, Adriane Beatriz de Souza. "Fundamentos de otimização por inteligência de enxames: uma visão geral." *Sba: Controle & Automação Sociedade Brasileira de Automatica* 20 (2009): 271-304.