

Computação Natural

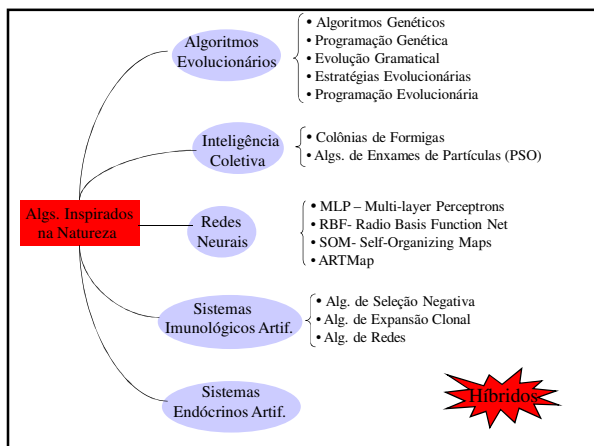
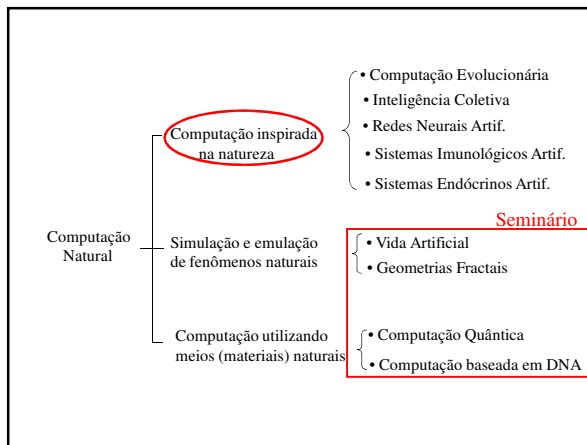
Gisele L. Pappa
glpappa@dcc.ufmg.br

O que é Computação Natural?

- Natureza utilizada como fonte de inspiração ou metáfora para desenvolvimento de novas técnicas computacionais utilizadas para resolver problemas complexos
- Metáforas
 - Não necessariamente incluem todos os detalhes do sistema natural
 - Simplificações são necessárias

O que é Computação Natural?

- Métodos estocásticos
- Não garantem que a solução ótima será encontrada, mas sim a quase-ótima.
- Grande maioria dos métodos apresenta uma maneira declarativa de resolver um problema (o **quê fazer**), em contraste com métodos procedurais (**como fazer**)



Objetivos da disciplina

- Estudar os principais algoritmos de computação natural
- Comparar esses algoritmos de computação natural entre eles e com técnicas “não-naturais”
- Resolver problemas complexos utilizando computação natural, principalmente nas áreas de otimização e aprendizagem de máquina

Avaliação

- 2 trabalhos práticos (30%)
 - Implementação (ou **criação**) de 2 algoritmos inspirados na natureza para solução de 2 problemas distintos
 - Um problema de otimização e outro de aprendizagem
- 1 mini-projeto (35%)
 - Escolha do problema de acordo com interesse do aluno
 - Implementar um outro algoritmo para resolver esse problema ou adaptar os algoritmos dos TPs
 - Comparar a solução encontrada com um método “convencional”
 - Escrever um artigo e apresentar um seminário
- 1 seminário (10%)
- 1 prova (25%)

LearnLoop

- Todas informações relacionadas ao curso, incluindo notas de aulas, estarão disponíveis através do LearnLoop
- Cada um de vocês deve cadastrar a disciplina NATCOMP
 - <http://www.dcc.ufmg.br/cursos>

Quando usar CN ?

- **Cenário 1**
 - Qual é o seu problema?
 -
 - Acho que a solução é um algoritmo inspirado na natureza.
- **Cenário 2**
 - Acho que a solução é um algoritmo inspirado na natureza.
 - ...
 - Qual é o seu problema?

Otimização não começou com CN...

- Nem sempre algoritmos naturais são a melhor alternativa para um problema de otimização
- Existe muita pesquisa em matemática e pesquisa operacional para encontrar soluções ótimas ou quase ótimas para diversos problemas
- Exemplo: cálculo é um ótimo método para otimização de funções

Otimização de funções

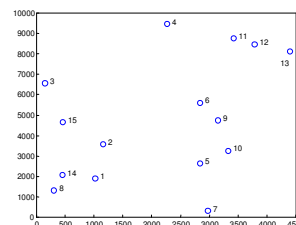
- Problema: encontre os zeros da função $y(x)=x^2-5x+6$
- Existe uma solução analítica para funções quadráticas:

$$y(x)=ax^2+bx+c=0 \quad x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

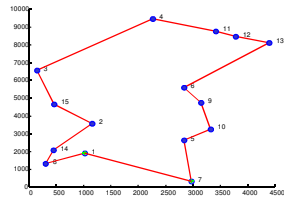
- E cúbicas :
 $y(x)=ax^3+bx^2+cx+d=0$ Fórmula não trivial!
- E quárticas :
 $y(x)=ax^4+bx^3+cx^2+dx+e=0$ Fórmula não trivial!
- E quánticas????
Não existe fórmula.

Problema do Caxeiro Viajante (PCV)

- Problema de otimização combinatorial
- NP-completo



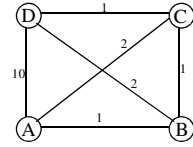
Problema do Caxeiro Viajante (TSP)



- Solução candidata:
 - (1, 8, 14, 2, 15, 3, 4, 11, 12, 13, 6, 9, 10, 5, 7)
 - Permutação de números inteiros

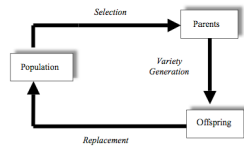
Como resolver ?

- Exaustiva
 - Inviável a medida que o número de cidades cresce
- Programação dinâmica
 - Tempo ainda é exponencial
- Heurística
- Computação Natural
 - sei o **quê** fazer, mas não sei como
 - achar permutação de inteiros com menor custo



Computação Evolucionária

- Baseada na teoria da evolução de Darwin
- Motores da evolução
 - Seleção natural
 - Variação genética
- TSP:
 - População de indivíduos representando vetores de números inteiros
 - Seleciono os que percorrem todas as cidades em menor distância



Redes Neurais

- SOM
 - Entrada da rede é a coordenada (x,y) de uma cidade
 - Saída é o conjunto de cidades (tamanho k)
 - Treinamento não-supervisionado

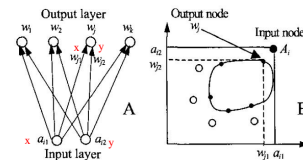
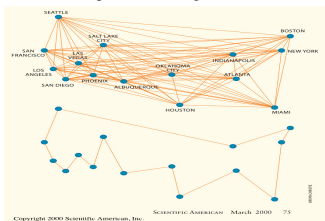


Figure 1: The neural network structure of SOM approach (A) and its geometrical representation (B).

Alg.de Colônia de Formigas

- Assumimos um grafo totalmente conectado (existe uma aresta entre cada par de cidade (i,j))
- Feromônio é associado com arestas
 - τ_{ij} corresponde ao feromônio deixado quando a formiga caminha da cidade i para a cidade j



Onde usar?

- Problemas complexos, envolvendo várias variáveis, não-lineares, dinâmicos
- Problemas onde não é possível garantir que uma solução ótima será encontrada
- Problemas difíceis de modelar, como reconhecimento de padrões e classificação, mas onde existam exemplos que possam “ensinar” o modelo ao sistema

Próximos passos

- Cadastrar no Learnloop
- Pensar em idéias para o projeto
- Material Bibliográfico