

Inteligência Computacional

Um grande estímulo no desenvolvimento de algoritmos é o projeto de algoritmos para resolver problemas cada vez mais complexos.

Grande sucesso tem sido alcançado na modelagem de inteligência biológica e natural, resultando nos chamados sistemas inteligentes.

Esses algoritmos inteligentes incluem:

- redes neurais artificiais (sistemas neurais biológicos)
- computação evolucionária (evolução natural)
- inteligência coletiva (comportamento social de organismos)
- sistemas imunológicos artificiais (o sistema imunológico humano)
- sistemas nebulosos (interação de organismos com o meio ambiente)

Inteligência Computacional

Inteligência pode ser definida como a habilidade de compreender a partir da experiência, interpretar inteligência, tendo a capacidade para pensamento e razão, especialmente em alto nível, incluindo criatividade, consciência, emoção e intuição.

Enquanto tem-se obtido sucesso na modelagem de pequenas partes de sistemas neurais biológicos, ainda não há solução para o problema complexo de modelar intuição, consciência e emoção, que são partes integrantes da inteligência humana.

Inteligência computacional pode ser vista como um ramo da Inteligência Artificial que estuda os mecanismos adaptativos para permitir ou facilitar um comportamento inteligente em ambientes complexos ou mutáveis.

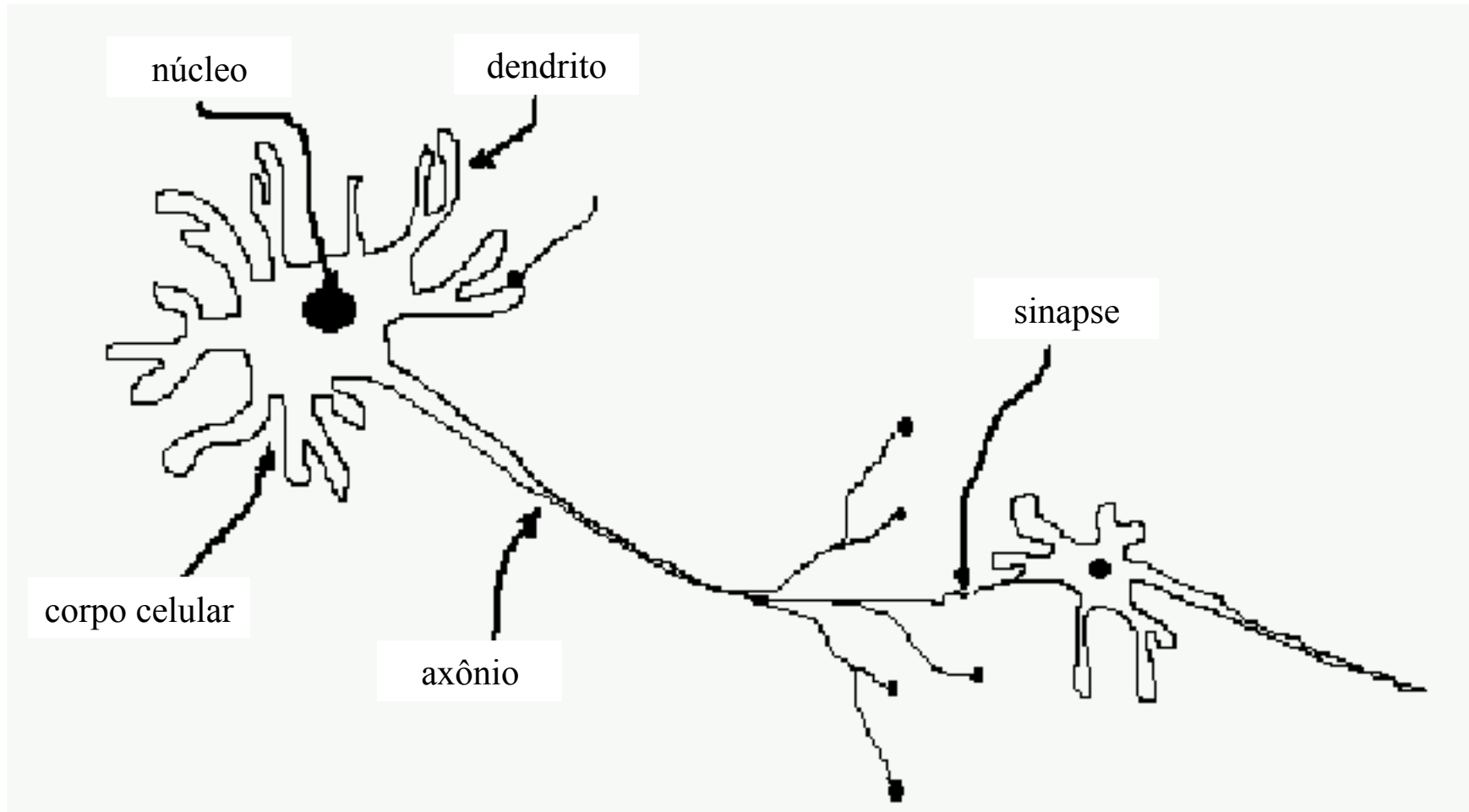
Redes Neurais Artificiais

A mente é um computador complexo, não linear e paralelo, com habilidade para realizar tarefas, como reconhecimento de padrões, percepção e controle motor, mais rapidamente que um computador.

Além disso, a mente ainda apresenta habilidade para aprender, memorizar e generalizar, o que levou à modelagem algorítmica de sistemas neurais biológicos, referidos como Redes Neurais Artificiais (RNA).

Os blocos básicos do sistema neural biológico são as células nervosas, referidas como neurônios, consistindo de um corpo celular, dendritos e um axônio.

Redes Neurais Artificiais



Redes Neurais Artificiais

Neurônios estão massivamente interconectados através do axônio de um neurônio e um dendrito de outro neurônio, sendo essa conexão denominada sinapse.

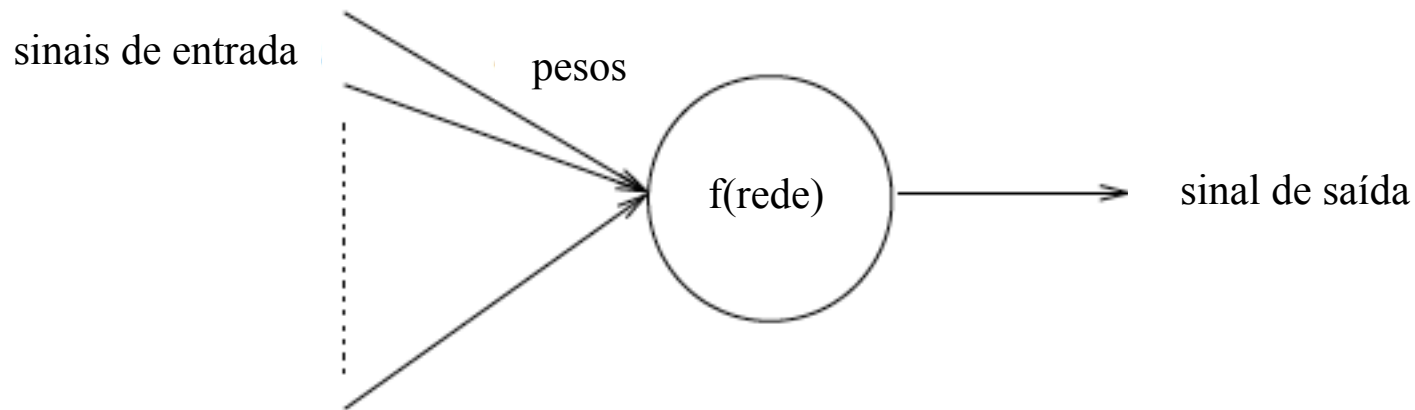
Sinais se propagam de dendritos, através do corpo celular, até o axônio, de onde os sinais são propagados aos dendritos conectados. Um sinal é transmitido ao axônio de um neurônio somente quando a célula dispara.

Um neurônio artificial (NA) é um modelo de um neurônio biológico (NB), onde cada NA recebe sinais do meio ambiente ou outros NAs, junta esses sinais e, quando dispara, transmite um sinal para todos os NAs conectados.

Redes Neurais Artificiais

Sinais de entrada são inibidos ou estimulados via pesos negativos ou positivos associados a cada conexão.

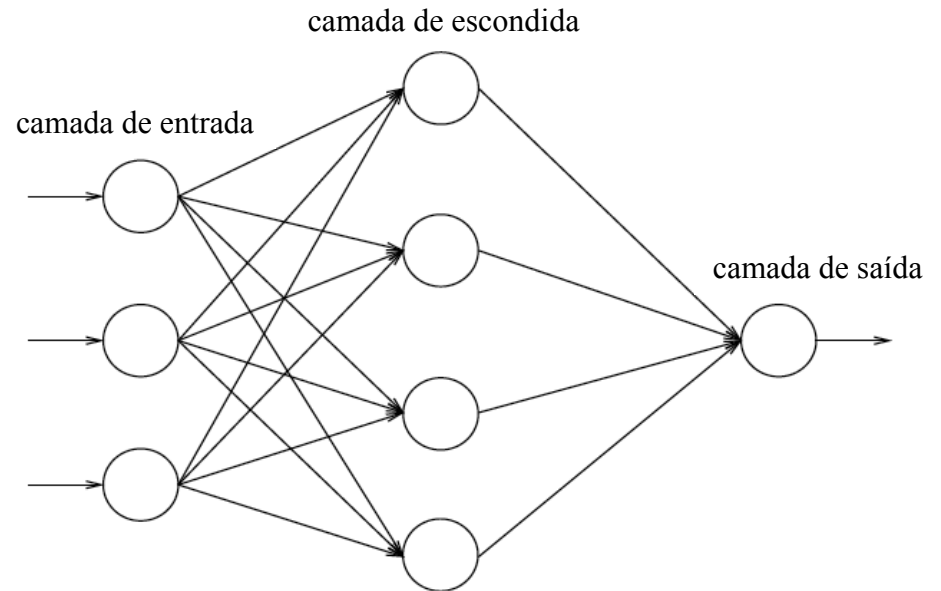
O disparo de uma RN e a força do sinal de saída são controlados via uma função de ativação.



Redes Neurais Artificiais

Uma RNA é uma rede de NAs em camadas, que pode consistir de uma camada de entrada, camadas escondidas e uma camada de saída.

NAs em uma camada são conectados, completamente ou parcialmente, aos NAs da próxima camada, sendo que conexões de realimentação para camadas anteriores são possíveis.



Redes Neurais Artificiais

Alguns exemplos de aplicações de RNA são:

- diagnóstico de doenças
- reconhecimento de fala
- mineração de dados
- composição musical
- processamento de imagem
- previsão
- controle robótico
- classificação
- reconhecimento de padrão

Computação Evolucionária

Computação Evolucionária (CE) tem como objetivo imitar processos da evolução natural, onde o principal conceito é o da sobrevivência do mais apto.

Na evolução natural, a sobrevivência é alcançada através de reprodução, onde os descendentes, gerados a partir de dois pais (ou mais de dois), contêm material genético de ambos (ou todos) os pais, considerando, na melhor das hipóteses, as melhores características de cada pai.

Algoritmos evolucionários usam uma população de indivíduos, onde cada um é referido como um cromossoma, que define as características dos indivíduos na população.

Computação Evolucionária

Cada característica é referida como um gene, sendo o valor de um gene referido como um alelo.

Para cada geração, indivíduos competem para reproduzir descendentes e aqueles com as melhores condições de sobrevivência tem a melhor chance de reproduzir.

Descendentes são gerados a partir da combinação de partes dos pais, num processo chamado cruzamento.

Cada indivíduo da população pode sofrer mutação, que altera alguns dos alelos do cromossomo.

Computação Evolucionária

A capacidade de sobrevivência de um indivíduo é medida através de uma função de aptidão, que reflete os objetivos e restrições do problema a ser resolvido.

Após cada geração, indivíduos podem sofrer corte ou podem sobreviver para a próxima geração, consistindo em um processo de elitismo.

Adicionalmente, características comportamentais, encapsuladas em fenótipos, podem ser usadas para influenciar o processo evolucionário em duas formas: mudanças genéticas e/ou características comportamentais evoluem separadamente.

Computação Evolucionária

Diferentes classes de algoritmos evolucionários foram desenvolvidas:

- algoritmos genéticos
- programação genética
- programação evolucionária
- estratégias evolucionárias
- evolução diferencial
- evolução cultural
- coevolução

Computação Evolucionária

CE tem sido usada com sucesso em aplicações reais, como por exemplo:

- mineração de dados
- otimização combinatorial
- diagnóstico de falhas
- classificação
- agrupamento
- escalonamento
- aproximação em séries temporais

Inteligência Coletiva

Inteligência Coletiva (Swarm Intelligence - SW) tem sua origem no estudo de colônias ou enxames de organismos sociais.

Otimização por enxame de partículas (Particle Swarm Optimization – PSO) é uma abordagem de otimização estocástica, modelada com base no comportamento social de bando de pássaros.

PSO é um procedimento de busca baseado em população, onde os indivíduos, referidos como partículas, são agrupados em um enxame e cada partícula representa uma solução candidata ao problema de otimização.

Inteligência Coletiva

Em um PSO, cada partícula é lançada pelo espaço de busca multidimensional, ajustando sua posição de acordo com sua experiência e a das partículas vizinhas, fazendo uso da melhor posição por ela encontrada e da melhor posição encontrada pelas vizinhas para se movimentar na direção da solução ótima.

O desempenho de cada partícula é medido de acordo com uma função de aptidão prédefinida, que está relacionada ao problema a ser resolvido.

Aplicações de PSO incluem:

- aproximação de funções
- agrupamento
- otimização de estruturas mecânicas

Inteligência Coletiva

Estudos de colônias de formigas contribuíram para o desenvolvimento de algoritmos de otimização de caminhos mais curtos, a partir da modelagem do depósito de feromônio pelas formigas na busca pelo caminho mais curto para fontes de comida.

Outras aplicações para otimização por colônias de formigas (Ant Colony Optimization – ACO) incluem:

- otimização de roteamento em redes de telecomunicações
- coloração de grafos
- escalonamento

Sistema Imunológico Artificial

O sistema imunológico natural (Natural Immune System – NIS) tem uma extraordinária habilidade para correspondência de padrões, usada para distinguir entre células estranhas entrando no corpo, referidas como não-próprias ou antígenos, e células pertencentes ao corpo, referidas como próprias.

Quando o NIS encontra antígenos, a sua natureza adaptativa é exibida, memorizando a estrutura desses antígenos para uma resposta futura rápida.

Sistema Imunológico Artificial

Sistema imunológico artificial (Artificial Immune System – AIS) modela alguns aspectos no NIS, sendo aplicado, principalmente, em:

- reconhecimento de padrões
- classificação de tarefas
- agrupamento de dados
- detecção de anomalias, tais como detecção de fraude
- detecção de vírus de computador

Sistemas Nebulosos

Conjuntos nebulosos e lógica nebulosa (Fuzzy Logic – FL) permitem o que é chamado de raciocínio aproximado.

Com conjuntos nebulosos, um elemento pertence a um conjunto com um certo grau de certeza.

Lógica nebulosa permite raciocinar com fatos incertos para inferir novos fatos, com um grau de certeza associado a cada fato.

A incerteza em sistemas nebulosos (Fuzzy Systems – FS) é referida como não-estatística, pois é baseada em imprecisão e/ou ambiguidade e não pode ser resolvida por observações.

Sistemas Nebulosos

Sistemas nebulosos tem sido aplicados com sucesso em:

- sistemas de controle
- transmissão de marchas
- sistemas de freios
- controle de elevadores
- sinais de controle de trânsito
- equipamentos caseiros