



Núcleo de Pesquisa

Inteligência Computacional Aplicada

PUC-Rio

**Inteligência
Computacional Aplicada**



Resumo

- O que é “Inteligência” Computacional?
- Áreas de Aplicação
- Sistemas Especialistas
- Lógica Nebulosa
- Redes Neurais
- Algoritmos Genéticos



O que é Inteligência Computacional?

“Técnicas e sistemas computacionais que imitam aspectos humanos, tais como: percepção, raciocínio, aprendizado, evolução e adaptação”.



Inspiração na Natureza

- **Sistemas Especialistas** inferência humana
- **Lógica Fuzzy** processamento lingüístico
- **Redes Neurais** neurônios biológicos
- **Algoritmos Genéticos** evolução biológica
- **Sistemas Híbridos** aspectos combinados



Novos Sistemas Computacionais

- Suporte à Decisão
- Classificação de Dados
- Reconhecimento de Padrões
- Previsão
- Otimização
- Controle
- Modelagem
- Planejamento
- Descoberta de Conhecimento



Áreas de Aplicação



Energia



Finanças



Telecomunicações



Medicina



Meio-Ambiente



Comércio



Indústria



Alguns Projetos Desenvolvidos no ICA	
Setor	Tema
Ensino	Software Educacional para o Ensino de Sistemas Inteligentes
Energia	Previsão de Carga Elétrica por Redes Neurais: Mensal, Horária, Pico, Intervalos 10min Sistema Híbrido de Detecção e Diagnóstico de Falhas em Sistemas Elétricos Otimização de Despacho por Algoritmos Genéticos Otimização da Alocação de Capacitores em Sistemas Elétricos Controle de Cheias em reservatórios de usinas hidrelétricas Reconhecimento de Descargas Parciais em Equipamentos Elétricos
Petroquímico	Simulação de Forno de Craqueamento da Refinaria REDUC Utilizando Redes Neurais Sensor Virtual por Redes Neurais para a Medição de Intemperismo na Produção do GLP Otimização da Distribuição Combustíveis por Algoritmos Genéticos
Industrial	Sistema Inteligente de Reconhecimento de Imagens Bidimensionais Redes Neurais Aplicadas a Ensaio Não-Destrutivo de Materiais Condutores Sistemas Inteligentes Aplicados ao Reconhecimento de Voz Otimização e Planejamento da Produção Controle e Navegação de Robos Compressão de Imagens Digitalizadas por Redes Neurais
Comercial	Otimização do Planejamento de Horários/Alocação de Salas por Algoritmos Genéticos Reconhecimento de Dígitos Manuscritos por Redes Neurais para Leitura de Código Postal Reconhecimento de Caracteres Impressos (OCR) Utilizando Redes Neurais Previsão da Demanda de Lubrificantes Descoberta de Padrões em Bancos de Dados Comerciais Classificação/Segmentação de Clientes a partir de Informações Cadastrais em BD
Econômico/ Financeiro	Planejamento de Fluxo de Caixa Inteligente (FCI) Gerência de Carteira de Investimentos (Risco x Retorno) por Algoritmos Genéticos Previsão de Indicadores Financeiros por Redes Neurais Previsão do Índice Bovespa por Redes Neurais Modelos Híbridos de Previsão de Séries Temporais
Meio Ambiente	Previsão de Precipitação Pluviométrica na Área do Nordeste por Redes Neurais



Automação Inteligente

- Planejamento da Produção
- Monitoração do Controle
- Detecção e Diagnóstico de Falhas
- Manutenção Preventiva
- Simulação e Modelagem de Processos
- Robótica
- Reconhecimento de Imagens, Voz
- Inferência/Predição de Propriedades



Automação Inteligente

- **Planejamento e Otimização da Produção**
 - Algoritmo Genético busca a ordem das tarefas que otimiza a produção (tempo, recursos, custos, etc) e satisfaz as restrições.
- **Detecção e Diagnóstico de Falhas**
 - Redes Neurais são treinadas com dados históricos para prever antecipadamente falhas em equipamentos; Sistema Especialista ou Lógica Nebulosa dá o diagnóstico e indica procedimentos.
- **Manutenção Preventiva**
 - Redes Neurais são treinadas com a leitura dos sensores para apontar a perspectiva de falhas em programas de manutenção preventiva.



Automação Inteligente

- **Simulação e Modelagem de Processos**

- Rede Neural é treinada para representar a dependência entre o estado e uma medida de qualidade de um processo. Após treinada, a RN atua como um modelo do processo industrial.

- **Reconhecimento de Imagens, Voz**

- Redes Neurais treinadas com padrões de imagens/voz são usadas para fins de segurança, seleção e identificação.

- **Inferência/Predição de Propriedades**

- Redes Neurais são treinadas para modelar a relação entre as variáveis de entrada de um processo e as propriedades físicas de um produto, permitindo que o operador possa influenciar no processo sem ter que esperar pela análise laboratorial de amostras.



Áreas de Aplicação em Negócios

Varejo e Bancos Avaliação de Financiamento Previsão de Demanda de Produtos	Seguro Avaliação de Risco Cálculo de Prêmio de Seguro	Marketing Mala Direta Perfil do Consumidor
Banco de Investimentos Gerência de Carteira Previsão de Ativos Financeiros	Vigilância Detecção de Transações Fraudulentas em Bolsas Detecção de Fraude em Cartões de Crédito	Planejamento Planejamento da Produção e Distribuição Planejamento de Pontos de Venda



Marketing Dirigido pela Informação

- Modelagem do Comportamento do Consumidor
- Enriquecimento de Banco de Dados
- Classificação de Clientes
- Segmentação de Mercado
- Modelagem do Comércio Varejista
- Análise de Vendas

Negócios “Inteligentes”

- | | |
|---|-------------------------------|
| ■ American Express
- Autorização de crédito “on line” | Sistemas Especialistas |
| ■ Fidelity Investments
- Gerência de carteira de investimentos (\$ 2 bilhões) | Redes Neurais |
| ■ IOC
- Planejamento dos Jogos Olímpicos | Algoritmos Genéticos |
| ■ Yamaichi Securities
- Seleção de Ações | Lógica Nebulosa |

Sistemas “Inteligentes”



- **Souza Cruz**
- Fluxo de Caixa Inteligente

Algoritmos Genéticos



- **Eletrobrás**
- Previsão do Consumo Mensal de Energia Elétrica

Redes Neurais



- **Embratel**
- Classificação de Clientes

Algoritmos Genéticos
Redes Neurais



- **PUC-Rio**
- Alocação de Salas de Aula

Algoritmos Genéticos



Sistemas Especialistas



Conceitos Básicos

⇒ São programas que armazenam e manipulam o **conhecimento** adquirido de um especialista.



Conceitos Básicos

⇒ São programas que armazenam e manipulam o **conhecimento** adquirido de um especialista.



→ Incorpora o conhecimento de um **especialista**



Conceitos Básicos

⇒ São programas que armazenam e manipulam o **conhecimento** adquirido de um especialista.



- Incorpora o conhecimento de um **especialista**
- Requer entrevistas e observações para **extrair o conhecimento**.



Conceitos Básicos

⇒ São programas que armazenam e manipulam o **conhecimento** adquirido de um especialista.



- Requer entrevistas e observações para **extrair o conhecimento**.
- Conhecimento é representado em formato **manipulável pelo computador**.



Representação do Conhecimento

Regras de produção

Regra i

IF <condição_1> AND <condição_2>...

THEN <ação_A> AND <ação_B>

Exemplos:

IF Carro = **BMW** AND cidade = **São Paulo**

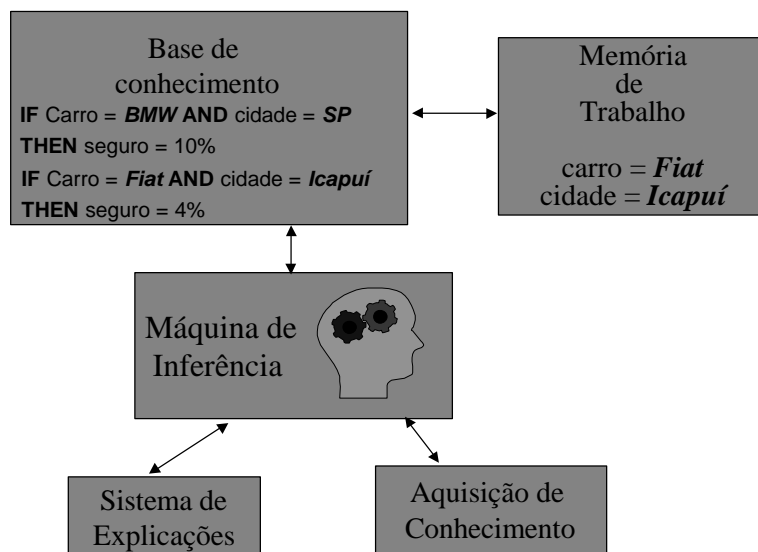
THEN seguro = 10% valor carro

IF carro = **Fiat** AND cidade = **Icapuí**

THEN seguro = 4% valor carro



Organização de Sistemas Especialistas



Avaliação

Adequada para aplicações onde: o conhecimento (o especialista) é acessível, as regras são conhecidas e fáceis de serem formuladas por este especialista, e quando explicações são necessárias.



Avaliação

Vantagens

- utiliza representação explícita do conhecimento
- programas fáceis de ler e de compreender
- capazes de gerar justificativas (explicações)

Desvantagens

- ausência de mecanismo automático de aprendizado
- processo longo e caro de extração do conhecimento
- exigência de declarações precisas dos especialistas



Aplicações Comerciais

- **American Express:** Sistema de Auxílio para Autorização de Crédito (CC)
- **Citibank,
National Westminster,
Midland Bank:** Análise de empréstimos pessoais,
Gerência de Carteira de Investimento



Lógica Nebulosa



Conceitos Básicos

Técnica inteligente que tem como objetivo modelar o modo *aproximado de raciocínio*, imitando a habilidade humana de tomar decisões em um ambiente de *incerteza e imprecisão*



Conceitos Básicos

Permite que os sistemas inteligentes de *controle e suporte à decisão* lidem com *informações imprecisas ou nebulosas*

- Exemplos:**
- investimento de alto risco
 - pressão média
 - fluxo muito intenso
 - alta temperatura
 - muito jovem



Novos Conceitos

- Conjuntos Nebulosos
- Grau de Pertinência a um Conjunto
- Regras Nebulosas
- Inferência Nebulosa

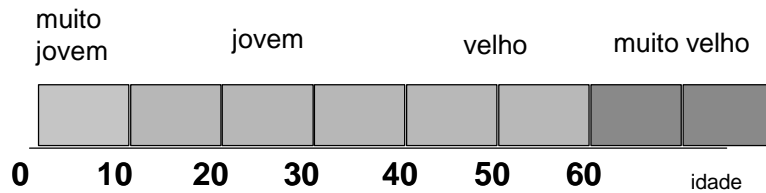


Novos Conceitos

- **Conjuntos Nebulosos**
- Grau de Pertinência a um Conjunto
- Regras Nebulosas
- Inferência Nebulosa



Conjuntos e Regras Rígidas

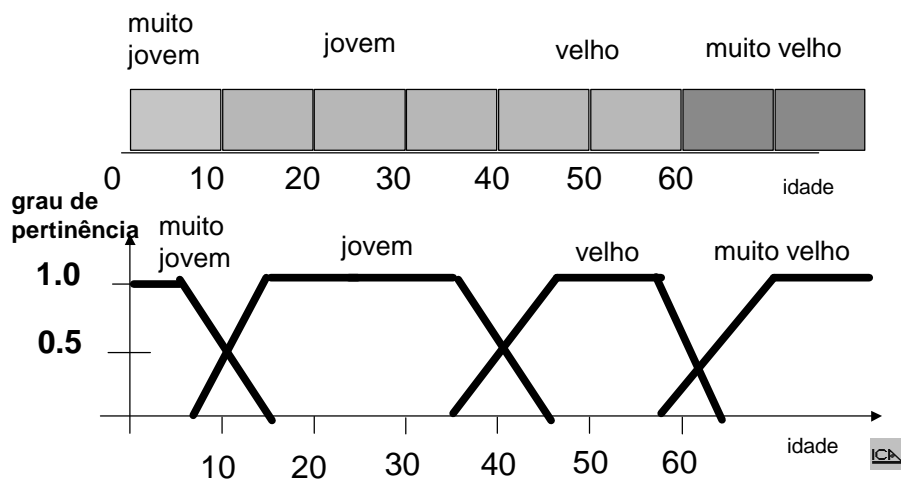


Se idade igual a 40 então sou velho.

Se idade igual a 39 então sou jovem.



Conjuntos Nebulosos



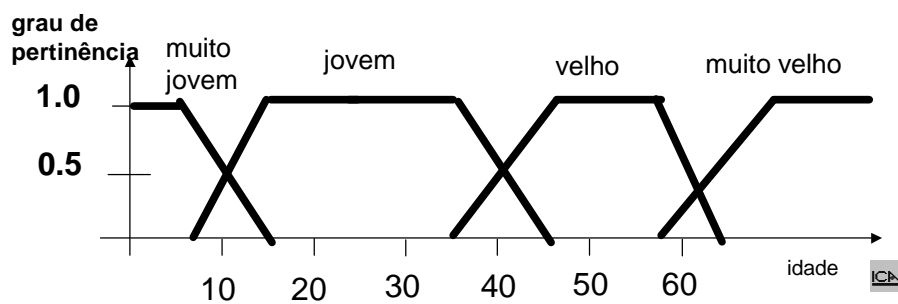
Novos Conceitos

- Conjuntos Nebulosos
- ***Grau de Pertinência a um Conjunto***
- Regras Nebulosas
- Inferência Nebulosa



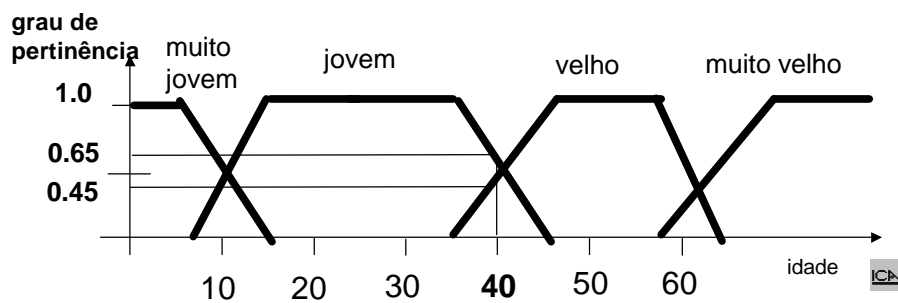
Conjuntos Nebulosos

**Pedro tem 40 anos.
Ele é jovem ou velho?**



Conjuntos Nebulosos

**Pedro tem 40 anos.
Ele é jovem ou velho?**



Conjuntos Nebulosos

**Pedro tem 40 anos.
Ele é jovem ou velho?**

- ⇒ Pedro é *jovem E velho*,
ao mesmo tempo
(com graus diferentes)
- ⇒ Os graus de pertinência
demostram que Pedro não é
nem tão jovem, nem tão velho

Novos Conceitos

- Conjuntos Nebulosos
- Grau de Pertinência a um Conjunto
- **Regras Nebulosas**
- Inferência Nebulosa



Sistema para Análise de Seguro Saúde

Regras Nebulosas

SE idade é *meia-idade* **E** pressão é *baixa*
ENTÃO seguro é *baixo*



Sistema para Análise de Seguro Saúde

Regras Nebulosas

SE idade é *meia-idade* **E** pressão é *baixa*
ENTÃO seguro é *baixo*

SE idade é *jovem* **E** pressão é *alta* **ENTÃO**
seguro é *alto*



Novos Conceitos

- Conjuntos Nebulosos
- Grau de Pertinência a um Conjunto
- Regras Nebulosas
- ***Inferência Nebulosa***



Conjuntos Nebulosos

Idade	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Meia-Idade	0.3	0.4	0.6	0.8	0.9	1.0	0.8	0.6	0.3	0.1
Jovem	0.9	0.8	0.7	0.6	0.4	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0

Pressão Máx.	95	100	110	120	130	140	150	160	170	175
Pressão Mín.	50	55	60	65	70	75	80	85	90	100
Alta	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
Baixa	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1

Seguro	300	500	700	800	900	1000	1200
Alto	0.1	0.3	0.4	0.5	0.8	0.9	1.0
Baixo	1.0	0.9	0.6	0.5	0.3	0.1	0.1



Conjuntos Nebulosos

SE idade é *meia-idade* E pressão é *baixa* ENTÃO seguro é *baixo*

Idade	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Meia-Idade	0.3	0.4	0.6	0.8	0.9	1.0	0.8	0.6	0.3	0.1
Jovem	0.9	0.8	0.7	0.6	0.4	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0

Pressão Máx.	95	100	110	120	130	140	150	160	170	175
Pressão Mín.	50	55	60	65	70	75	80	85	90	100
Alta	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
Baixa	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1

Seguro	300	500	700	800	900	1000	1200
Alto	0.1	0.3	0.4	0.5	0.8	0.9	1.0
Baixo	1.0	0.9	0.6	0.5	0.3	0.1	0.1



Conjuntos Nebulosos

SE idade é *meia-idade* E pressão é *baixa* ENTÃO seguro é *baixo*

Idade	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Meia-Idade	0.3	0.4	0.6	0.8	0.9	1.0	0.8	0.6	0.3	0.1
Jovem	0.9	0.8	0.7	0.6	0.4	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0

Pressão Máx.	95	100	110	120	130	140	150	160	170	175
Pressão Mín.	50	55	60	65	70	75	80	85	90	100
Alta	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
Baixa	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1

Seguro	300	500	700	800	900	1000	1200
Alto	0.1	0.3	0.4	0.5	0.8	0.9	1.0
Baixo	1.0	0.9	0.6	0.5	0.3	0.1	0.1



Conjuntos Nebulosos

SE idade é *jovem* E pressão é *alta* ENTÃO seguro é *alto*

Idade	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Meia-Idade	0.3	0.4	0.6	0.8	0.9	1.0	0.8	0.6	0.3	0.1
Jovem	0.9	0.8	0.7	0.6	0.4	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0

Pressão Máx.	95	100	110	120	130	140	150	160	170	175
Pressão Mín.	50	55	60	65	70	75	80	85	90	100
Alta	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
Baixa	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1

Seguro	300	500	700	800	900	1000	1200
Alto	0.1	0.3	0.4	0.5	0.8	0.9	1.0
Baixo	1.0	0.9	0.6	0.5	0.3	0.1	0.1



Conjuntos Nebulosos

SE idade é *jovem* E pressão é *alta* ENTÃO seguro é *alto*

Idade	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Meia-Idade	0.3	0.4	0.6	0.8	0.9	1.0	0.8	0.6	0.3	0.1
Jovem	0.9	0.8	0.7	0.6	0.4	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0

Pressão Máx.	95	100	110	120	130	140	150	160	170	175
Pressão Mín.	50	55	60	65	70	75	80	85	90	100
Alta	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
Baixa	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1

Seguro	300	500	700	800	900	1000	1200
Alto	0.1	0.3	0.4	0.5	0.8	0.9	1.0
Baixo	1.0	0.9	0.6	0.5	0.3	0.1	0.1



Avaliação

Técnica utilizada em aplicações:

- onde o conhecimento envolve conceitos subjetivos e intrinsecamente imprecisos;
- e onde deseja-se obter explicações sobre o resultado do problema.



Avaliação

Vantagens

- facilidade de lidar com dados imprecisos.
- facilita a descrição das regras pelos especialistas.
- menor número de regras.
- explicação do raciocínio

Desvantagens

- especificação das funções de pertinência.
- necessidade de um especialista e/ou dados históricos.



Aplicações Industriais

- **NISSAN**: freios antiderrapantes
- **GM**: sistema de transmissão nebuloso
- **SANYO**: microondas
- **SHARP**: refrigeração
- **BOSCH**: máquinas de lavar
- **HITACHI**: aspirador
- **PANASONIC**: camcorder



Aplicações Comerciais

- **Yamaichi Securities:** Sistema de Gerenciamento de Fundos de Investimento
- **Fuji Bank:** Sistema de Negociação de Bolsa de Valores
- **World Bank:** Sistema de Investimento
- **Metus Systems:** Sistema fuzzy de detecção de fraude no sistema de saúde



Aplicações do Curso

- Controle de Coloração e Nível de Tanques
- Sistema de Análise de Seguro Saúde
- Análise de Oportunidade de Investimento
- Previsão da Classificação da Volatilidade
- Controle de Velocidade de Motor Hidráulico
- Previsão de Carga Elétrica Horária e 10 em 10 min.
- Planejamento do Sistema Elétrico
- “Clusterização” de Banco de Dados
- Sistema de Avaliação de Risco Bancário
- Sistema para definição de preço de produto novo
- Controle de Manipulador Robótico com extração automática de regras
- Previsão de produção de cacau
- Consultas Fuzzy a bancos de dados relacionais

Redes Neurais



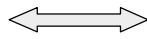
Redes Neurais

Modelo Computacional inspirado nos neurônios biológicos e na estrutura do cérebro com capacidade de adquirir, armazenar e utilizar conhecimento experimental.



Relação com a Natureza

Cérebro



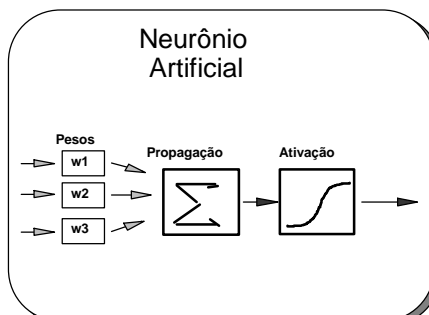
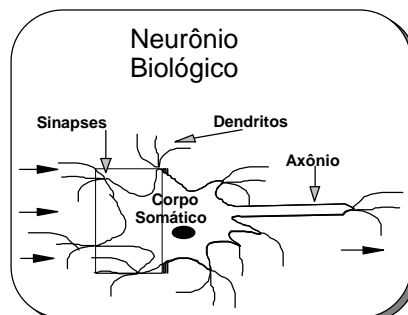
Redes Neurais Artificiais

- Neurônio Biológico
- Rede de Neurônios
- 10 bilhões neurônios
- Aprendizado
- Generalização
- Associação
- Reconhecimento de Padrões

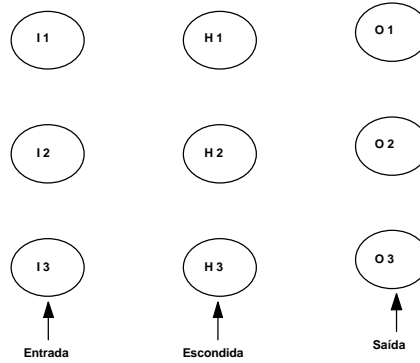
- Neurônio Artificial
- Estrutura em Camadas
- centenas/milhares
- Aprendizado
- Generalização
- Associação
- Reconhecimento de Padrões



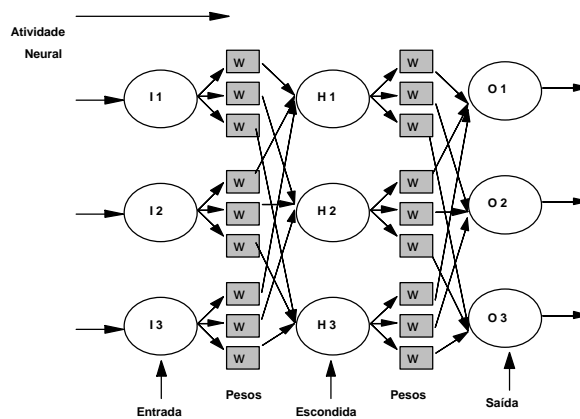
Redes Neurais



Estrutura da Rede Neural



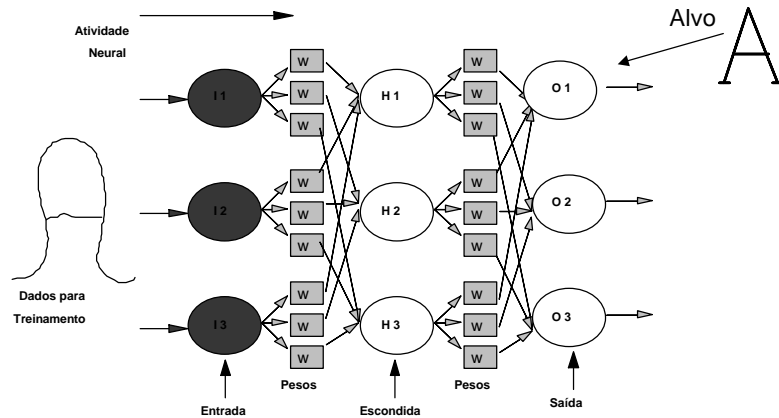
Estrutura da Rede Neural



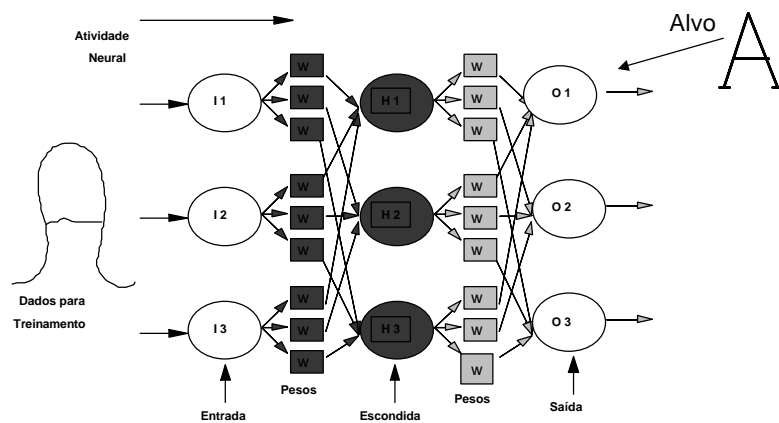
Os pesos guardam a memória (conhecimento) da Rede Neural .



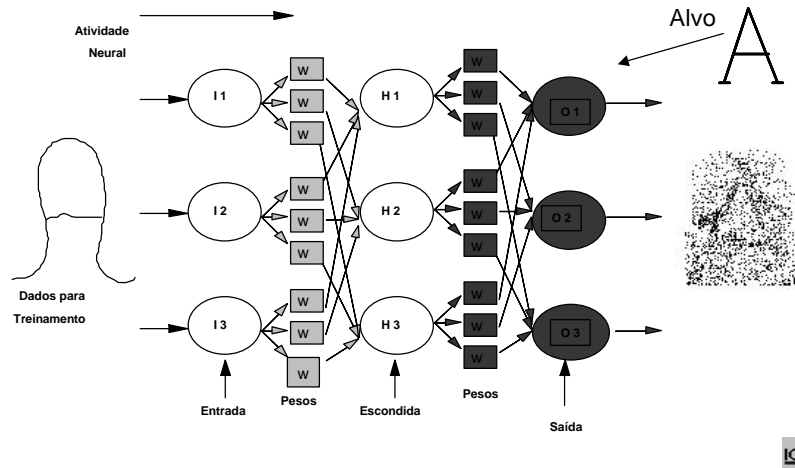
Treinamento da Rede Neural



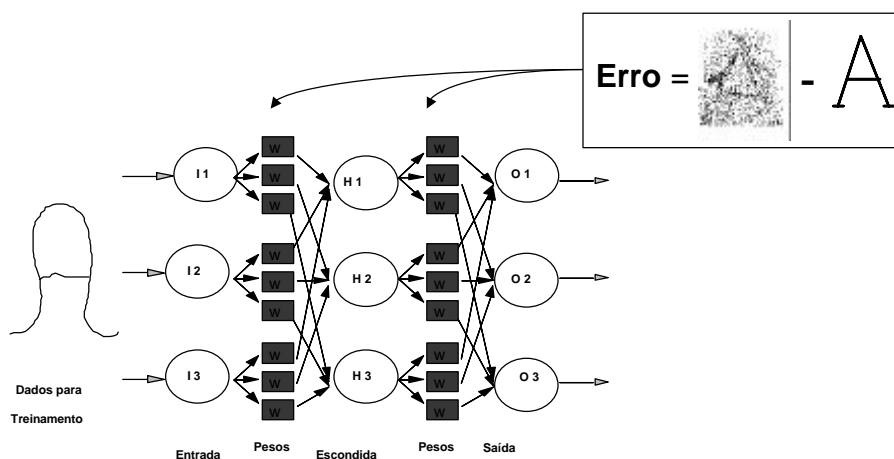
Treinamento da Rede Neural



Treinamento da Rede Neural



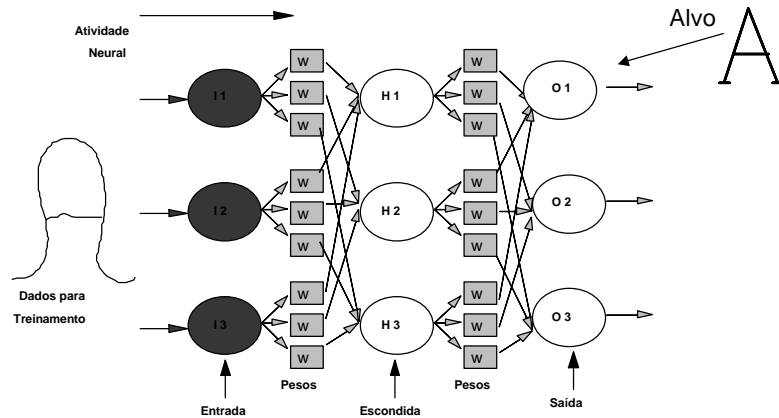
Treinamento da Rede Neural



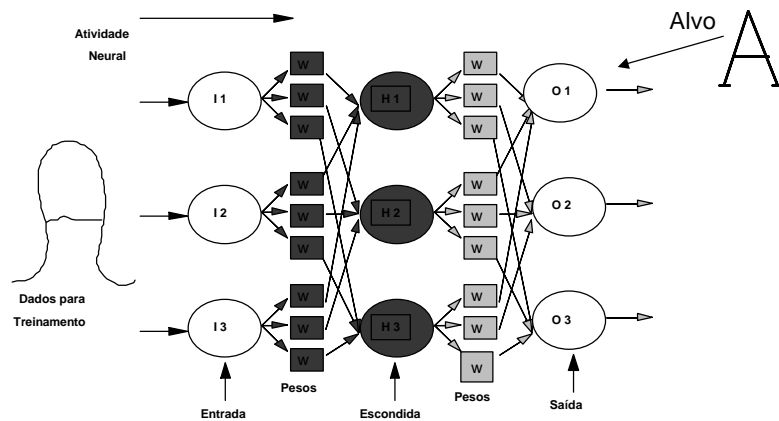
Pesos são ajustados de acordo com o erro encontrado .



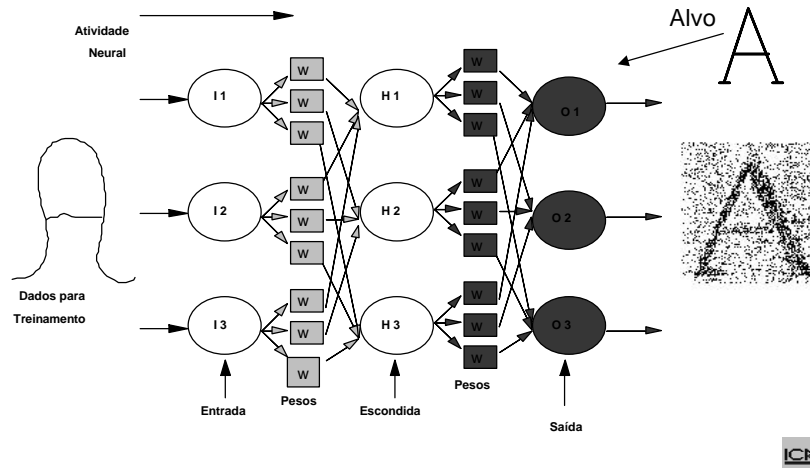
Treinamento da Rede Neural



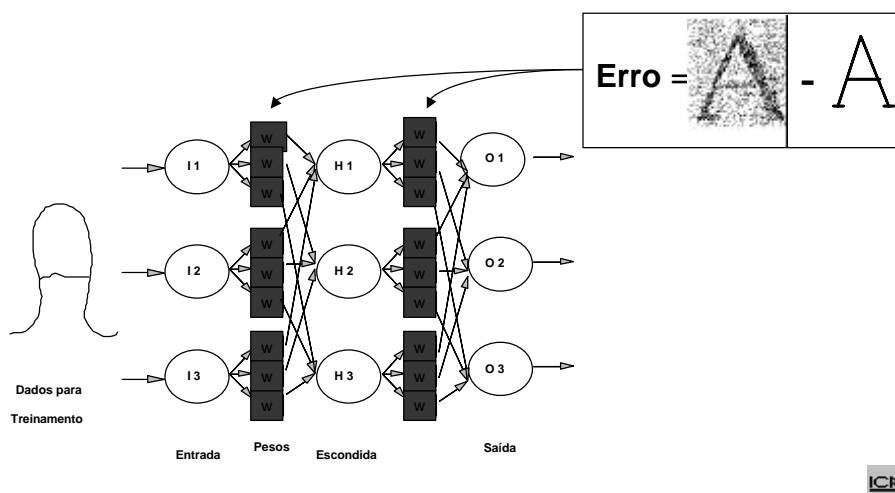
Treinamento da Rede Neural



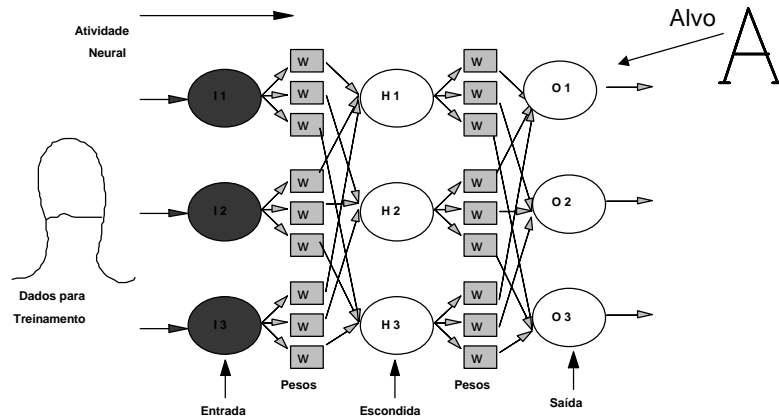
Treinamento da Rede Neural



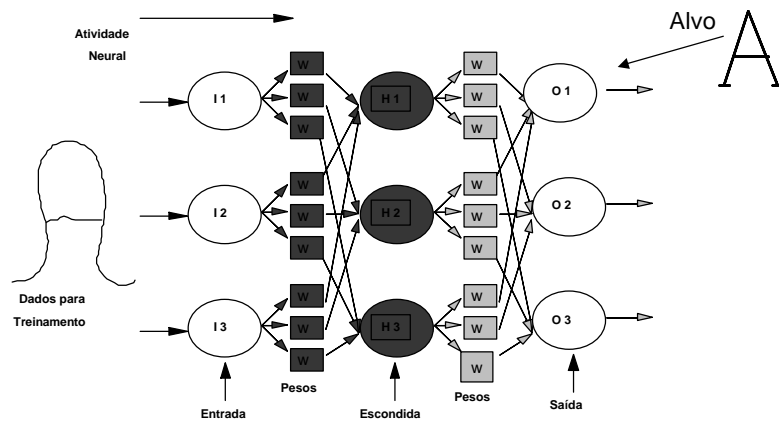
Treinamento da Rede Neural



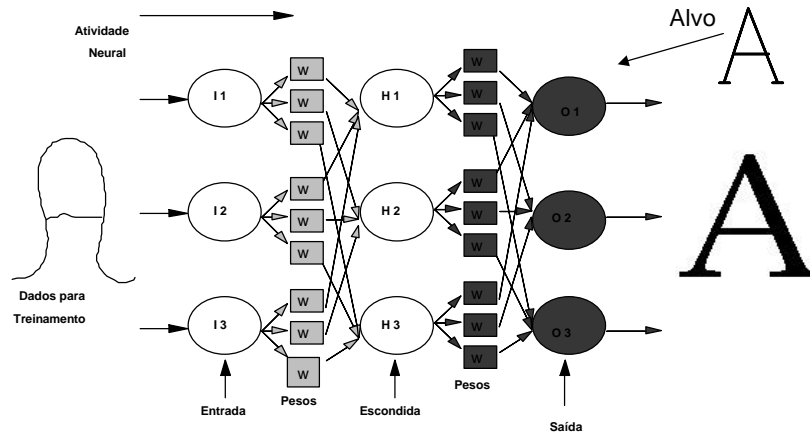
Treinamento da Rede Neural



Treinamento da Rede Neural



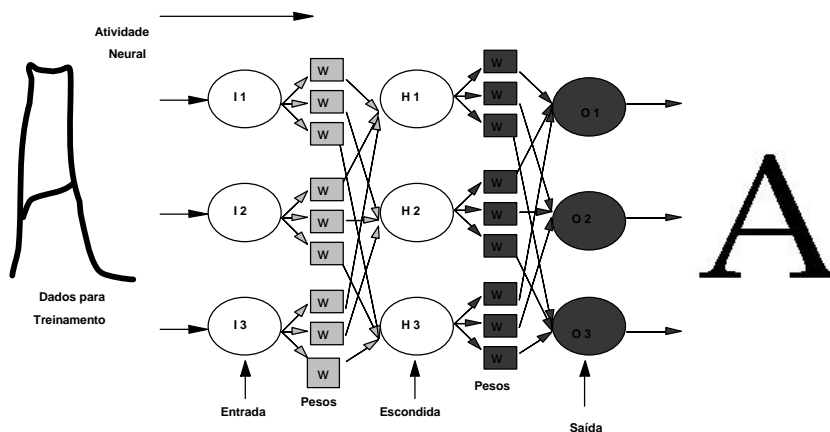
Treinamento da Rede Neural



A Rede Neural é treinada até que o erro entre a saída da rede e o alvo seja satisfatório.



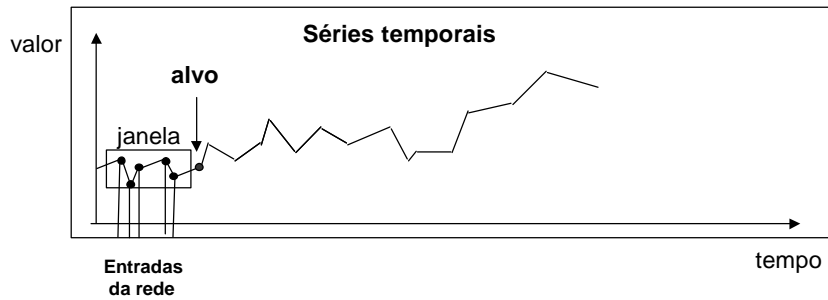
Treinamento da Rede Neural



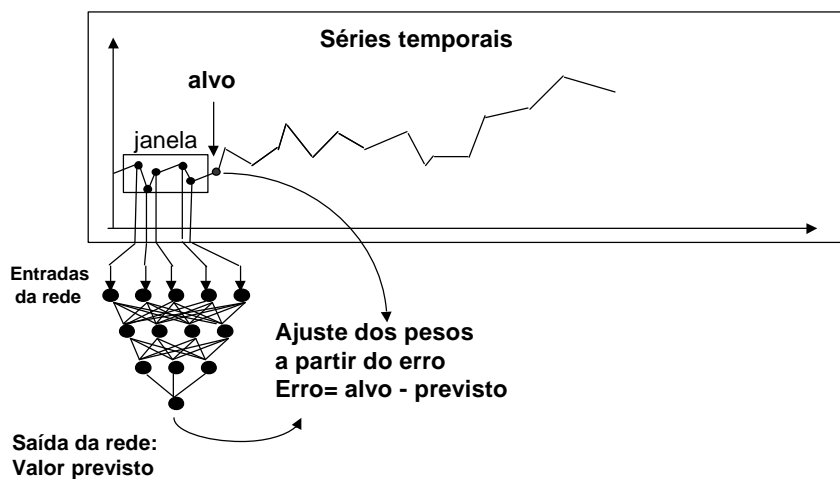
A Rede Neural é capaz de generalizar e reconhecer padrões distintos dos usados no treinamento.



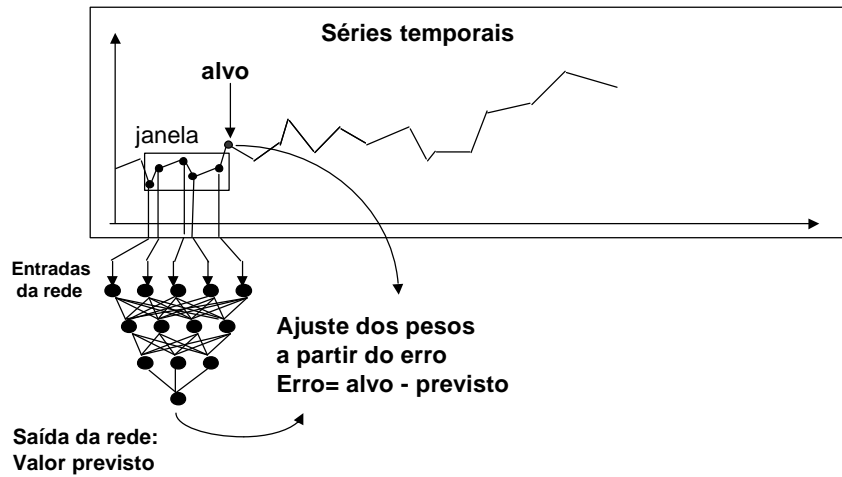
Previsão de Séries Temporais



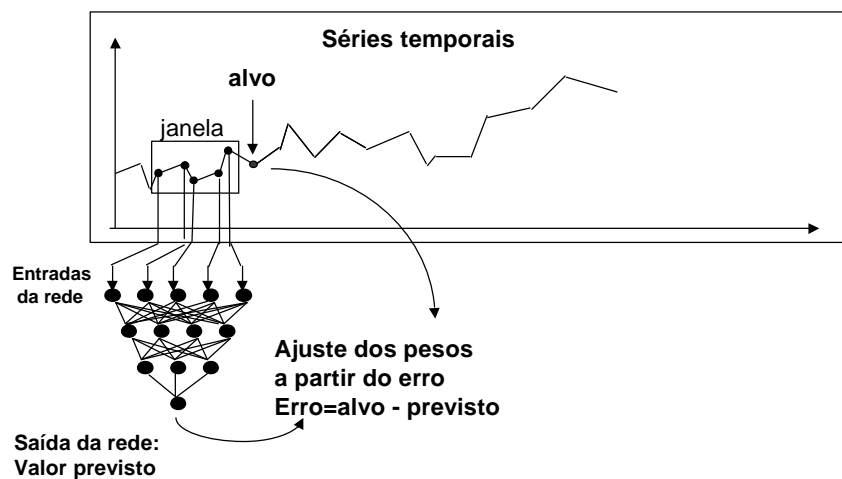
Previsão de Séries Temporais



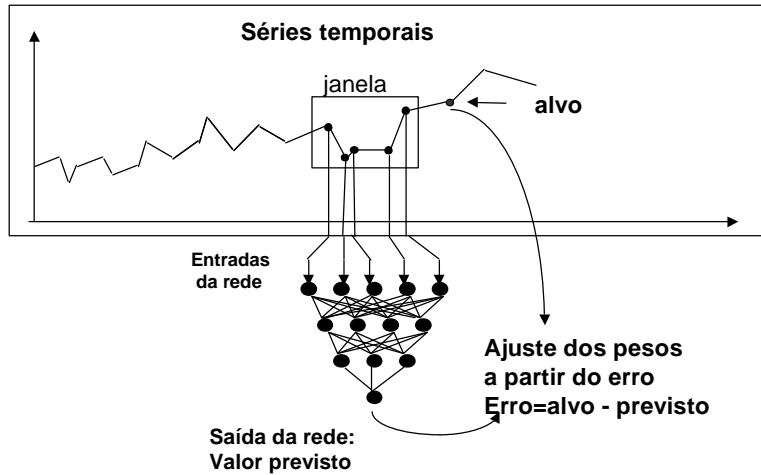
Previsão de Séries Temporais



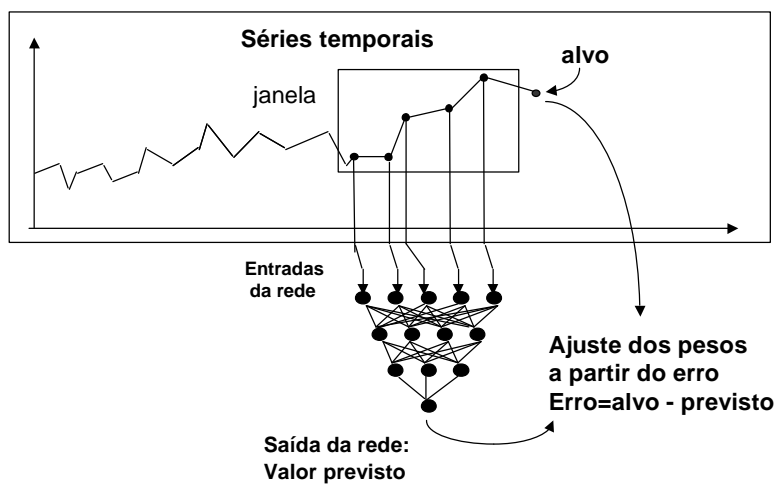
Previsão de Séries Temporais



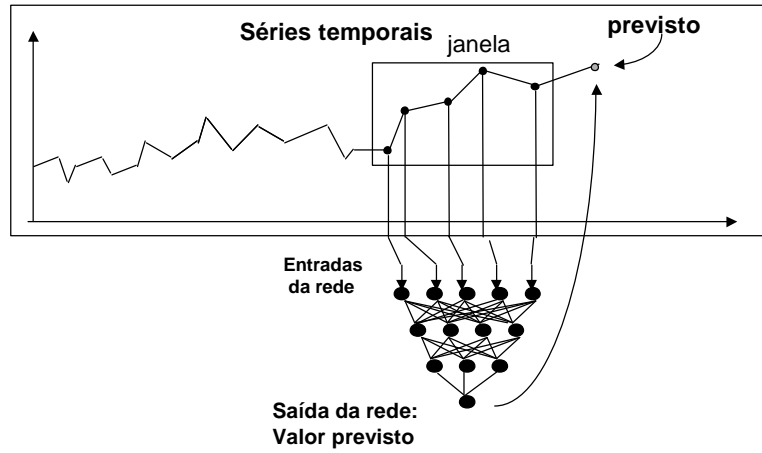
Previsão de Séries Temporais



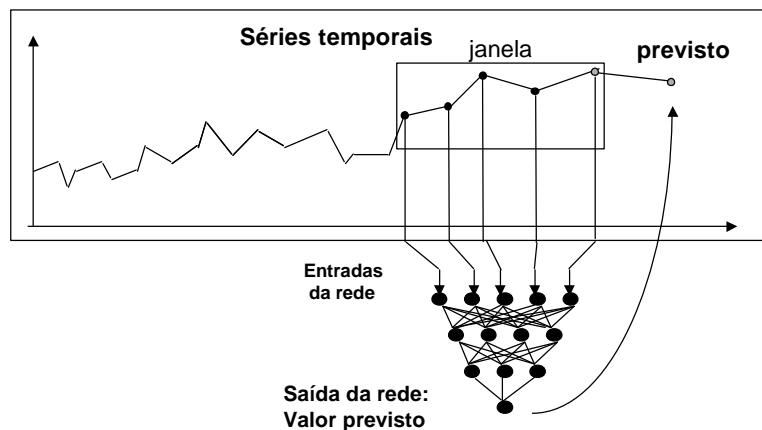
Previsão de Séries Temporais



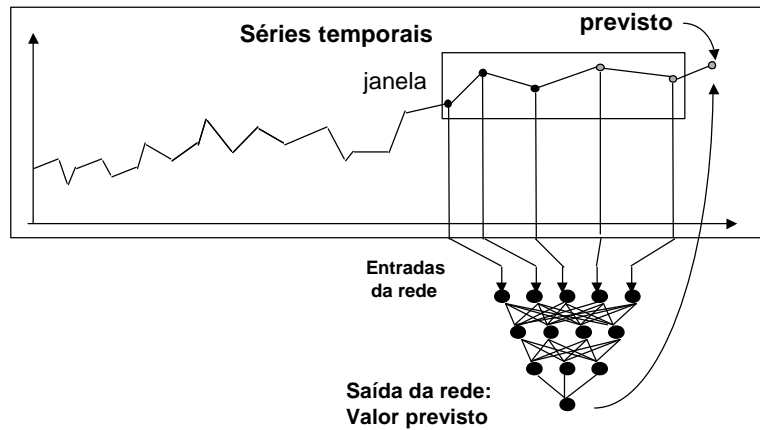
Previsão de Séries Temporais



Previsão de Séries Temporais



Previsão de Séries Temporais



Avaliação

Indicada para o reconhecimento de padrões em aplicações com dados ruidosos ou incompletos, e quando regras claras não podem ser facilmente formuladas.



Avaliação

Vantagens

- modelagem de sistemas não lineares
- aprendizado automático
- tolerante a dados ruidosos e incompletos
- resposta rápida e precisa
- modelos compactos

Desvantagens

- ausência de explicações
- sensível a quantidade de dados disponível



Aplicações Industriais

- **Racal:** Identificação de placas de veículos
- **Thomson:** Sistemas de OCR
- **St. George's Hospital:** Sistema de classificação de tumores
- **CRAM:** Sistema automático de seleção de laranjas



Aplicações Comerciais

Fidelity Investments: Gerência de Fundos de Investimento (\$2 bilhões)

Chase Manhattan Bank: Detecção de Fraudes em Cartões de Créditos

Citibank (USA): Avaliação de Crédito

Nikko Securities: Sistema de Negociação do Índice da Bolsa

Hill Samuel/UCL: Sistema de Previsão de Fundos de Investimento

Thorn EMI/UCL: Perfil do consumidor



Aplicações do Curso

- Previsão de Demanda de Energia Elétrica
- Previsão de Consumo de Lubrificantes
- Classificação de Clientes (Data Mining)
- Demos do NeuroShell

Algoritmos Genéticos



Conceitos Básicos

→ Algoritmo de *busca/otimização* inspirado na *seleção natural* e *reprodução genética*.



Conceitos Básicos

- Algoritmo de *busca/otimização* inspirado na *seleção natural* e reprodução *genética*.
- Combina *sobrevivência do mais apto* e *cruzamento* aleatório de informação



Analogia com a Natureza

Evolução Natural



Alg. Genéticos

- | | |
|---------------------|------------------------|
| ● Indivíduo | ● Solução |
| ● Cromossoma | ● Representação |
| ● Reprodução Sexual | ● Operador Cruzamento |
| ● Mutação | ● Operador Mutação |
| ● População | ● Conjunto de Soluções |
| ● Gerações | ● Ciclos |
| ● Meio Ambiente | ● Problema |



Qual a finalidade de Algoritmos Genéticos?

Algoritmos Genéticos empregam um processo *adaptativo e paralelo* de busca de soluções em *problemas complexos*.



Qual a finalidade de Algoritmos Genéticos?

- **Adaptativo**
 - informação corrente influencia a busca futura
- **Paralelo**
 - várias soluções consideradas a cada momento
- **Problema Complexo**
 - de difícil formulação matemática ou com grande espaço de busca (grande número de soluções)



Problema Complexo

Exemplo:

Maximizar $f(x) = x^2$: encontrar $x \in (0 \dots 2^L - 1)$ para $f(x) = \text{máx}$

2^L	Número de Pontos no Espaço	Tempo de Busca 10^9 inst/seg
-------	-------------------------------	-----------------------------------

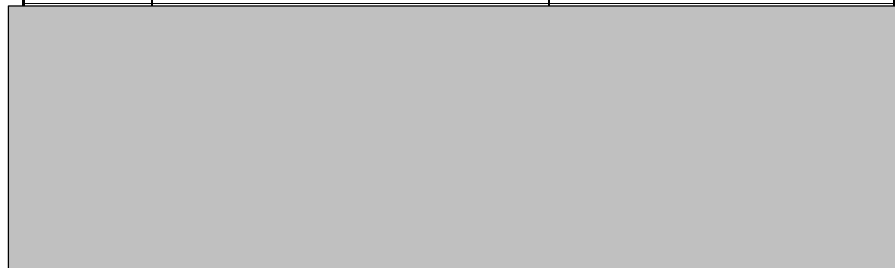


Problema Complexo

Exemplo:

Maximizar $f(x) = x^2$: encontrar $x \in (0 \dots 2^L - 1)$ para $f(x) = \text{máx}$

2^L	Número de Pontos no Espaço	Tempo de Busca 10^9 inst/seg
$L = 3$	8	< 1 seg



Problema Complexo

Exemplo:

Maximizar $f(x) = x^2$: encontrar $x \in (0 \dots 2^L - 1)$ para $f(x) = \text{máx}$

2^L	Número de Pontos no Espaço	Tempo de Busca 10^9 inst/seg
L = 3	8	< 1 seg
L = 10	1024	< 1 seg



Problema Complexo

Exemplo:

Maximizar $f(x) = x^2$: encontrar $x \in (0 \dots 2^L - 1)$ para $f(x) = \text{máx}$

2^L	Número de Pontos no Espaço	Tempo de Busca 10^9 inst/seg
L = 3	8	< 1 seg
L = 10	1024	< 1 seg
L = 30	1 bilhão	1 seg



Problema Complexo

Exemplo:

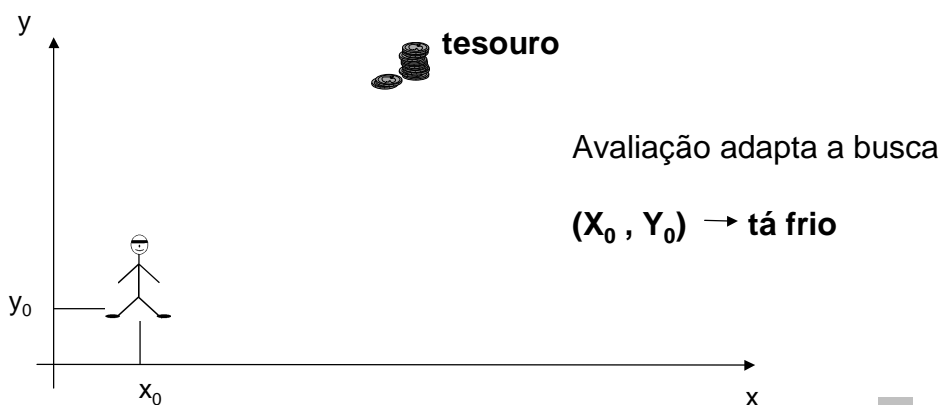
Maximizar $f(x) = x^2$: encontrar $x \in (0 \dots 2^L - 1)$ para $f(x) = \text{máx}$

2^L	Número de Pontos no Espaço	Tempo de Busca 10^9 inst/seg
$L = 3$	8	< 1 seg
$L = 10$	1024	< 1 seg
$L = 30$	1 bilhão	1 seg
$L = 90$	10^{27}	15 bilhões de anos



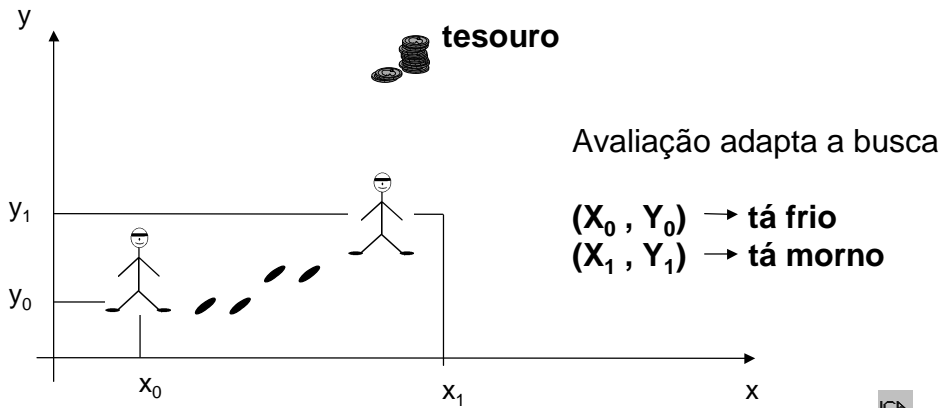
Problema da Cabra Cega

Busca de objetivo escondido em uma área



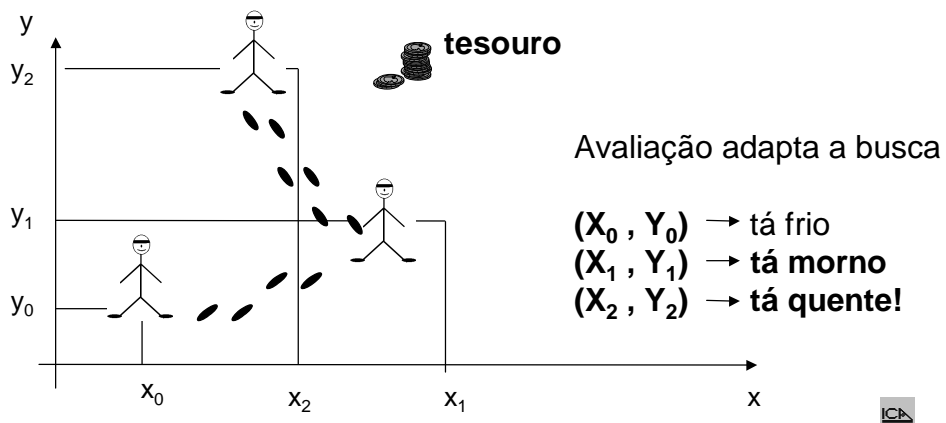
Problema da Cabra Cega

Busca de objetivo escondido em uma área



Problema da Cabra Cega

Busca de objetivo escondido em uma área



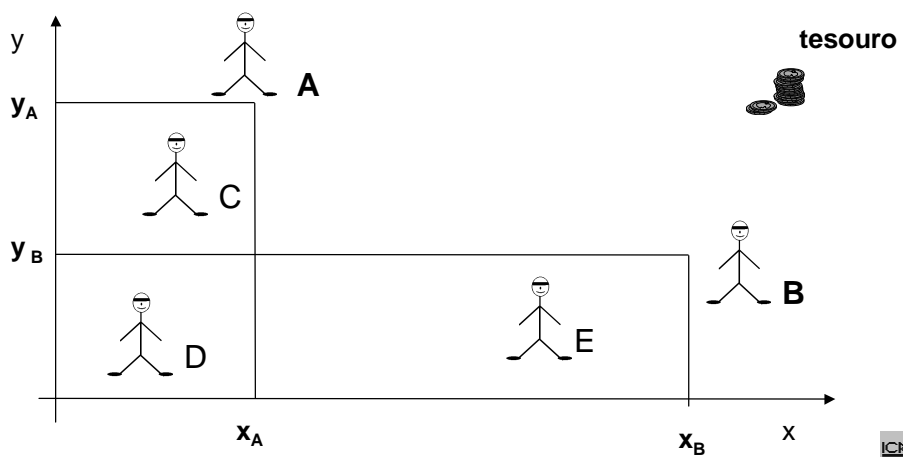
Problema da Cabra Cega

Área Muito Grande → Busca Paralela

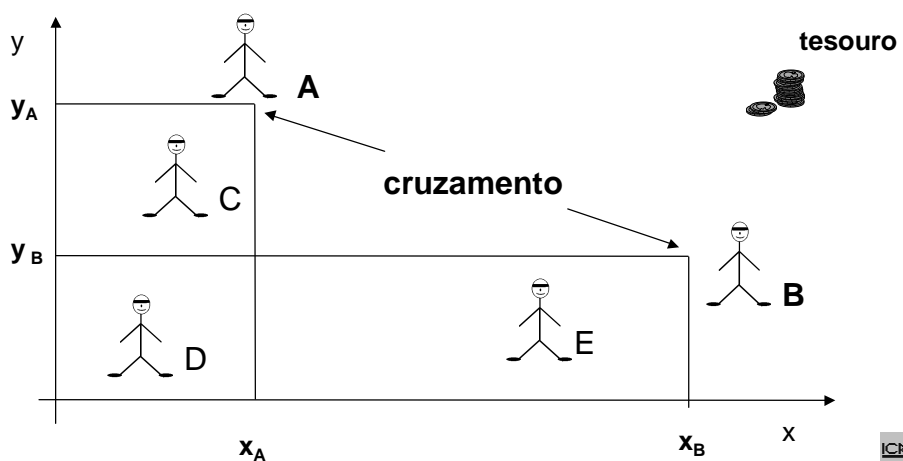


Problema da Cabra Cega

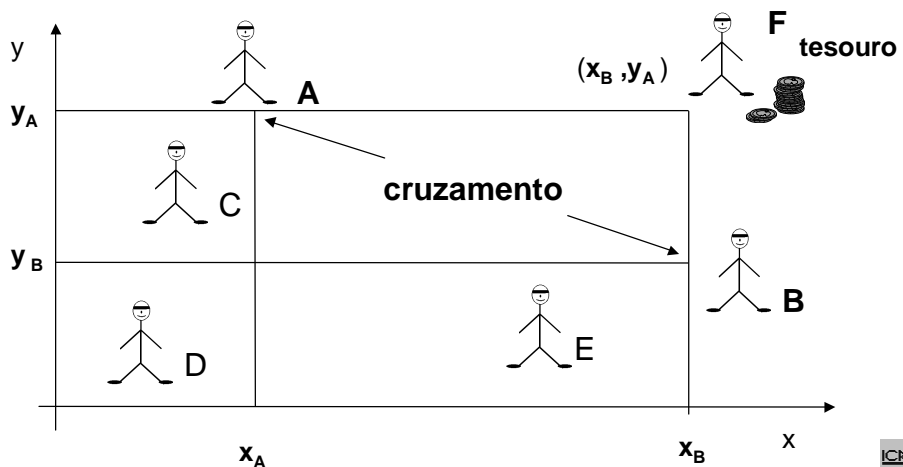
Área Muito Grande → Busca Paralela



Problema da Cabra Cega



Problema da Cabra Cega



Operações Básicas

Seleção: privilegia os indivíduos mais aptos



Operações Básicas

Seleção: privilegia os indivíduos mais aptos

Reprodução: indivíduos (palavras binárias) são reproduzidos com base na aptidão



Operações Básicas

Seleção: privilegia os indivíduos mais aptos

Reprodução: indivíduos (palavras binárias) são reproduzidas com base na aptidão

Crossover: troca de genes (pedaços de palavras)



Operações Básicas

Seleção: privilegia os indivíduos mais aptos

Reprodução: indivíduos (palavras binárias) são reproduzidas com base na aptidão

Crossover: troca de genes (pedaços de palavras)

Mutação: troca aleatória de um gene (bit da palavra)



Exemplo

Problema:

→ Achar o valor máximo para $f(x) = x^2$, x no limite de 0 a 63.



Exemplo

Problema:

→ Achar o valor máximo para $f(x) = x^2$, x no limite de 0 a 63.

Representação da Solução:

→ Palavras binárias representando sucessivas potências de 2.

011100 => Representa 28

110101 => Representa 53 (uma solução mais apta)



Seleção em Algoritmos Genéticos

População

Cromossoma	Palavra	X	Aptidão (x^2)
A	100100	36	1296
B	010010	18	324
C	010110	22	484
D	000001	1	1

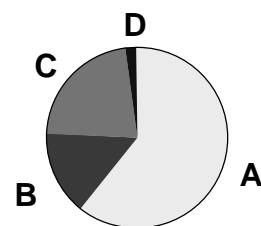


Seleção em Algoritmos Genéticos

População

Cromossoma	Palavra	X	Aptidão (x^2)
A	100100	36	1296
B	010010	18	324
C	010110	22	484
D	000001	1	1

Seleção

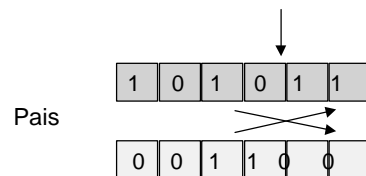


Probabilidade de Seleção » Aptidão do Cromossoma



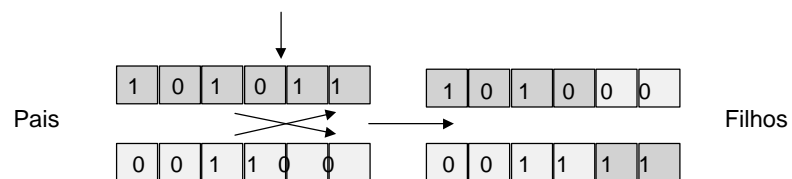
Operadores de Algoritmos Genéticos

Crossover



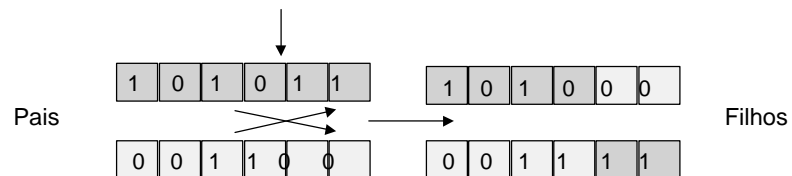
Operadores de Algoritmos Genéticos

Crossover

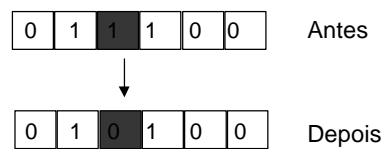


Operadores de Algoritmos Genéticos

Crossover



Mutação



Ciclo do Algoritmo Genético

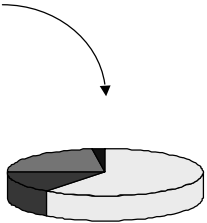
Cromossoma	Palavra	Aptidão
A	100100	1296
B	010010	324
C	010110	484
D	000001	1



Ciclo do Algoritmo Genético

Cromossoma	Palavra	Aptidão
A	100100	1296
B	010010	324
C	010110	484
D	000001	1

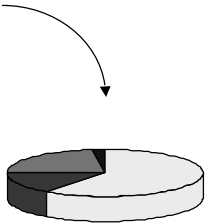
Pais



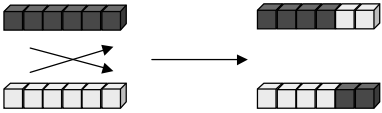
Ciclo do Algoritmo Genético

Cromossoma	Palavra	Aptidão
A	100100	1296
B	010010	324
C	010110	484
D	000001	1

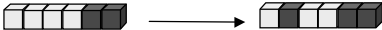
Pais



Crossover

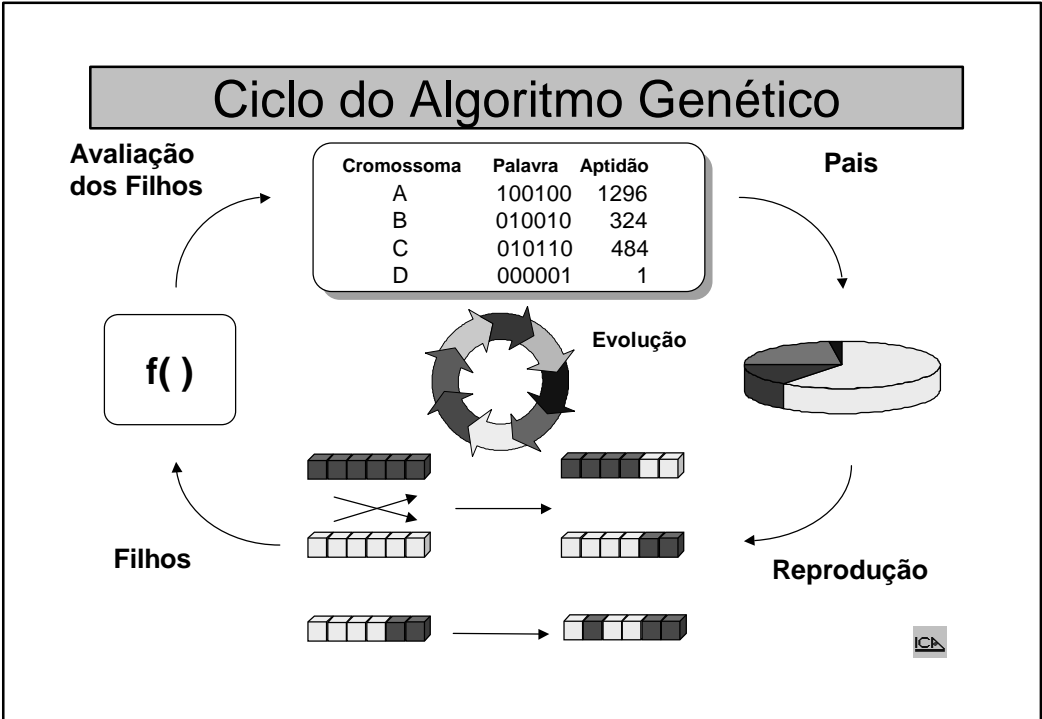
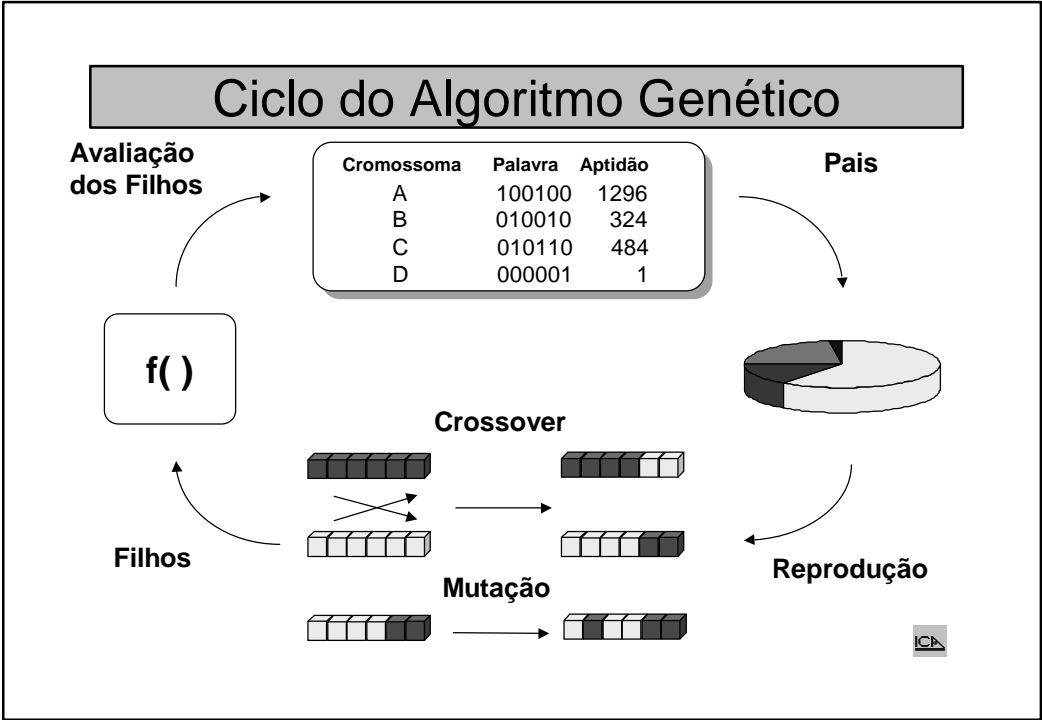


Mutação



Reprodução





Avaliação

Aplicado em problemas complexos de otimização – de difícil modelagem matemática, com variedade de regras e condições, ou com grande número de soluções a considerar.



Avaliação

Vantagens

- Técnica de busca global
- Otimização de problemas mal estruturados
- Dispensa formulação matemática precisa do problema

Desvantagens

- Dificuldade na representação do cromossoma
- Evolução demorada em alguns problemas
- Modelagem depende de especialista em AG



Aplicações Industriais

GENERAL ELECTRIC - Otimização de Projeto de Motores DC

BRITISH GAS - Otimização da Distribuição de Gás

BBN - Roteamento de Telecomunicações

ATTAR - Planejamento da Programação de TV



Aplicações Comerciais

CAP VOLMAC - Avaliação de Crédito e Análise de Risco

SEARCHSPACE - Detecção de Fraude na Bolsa de Londres

IOC - Planejamento dos Jogos Olímpicos

CAP Gemini - Avaliação de Empréstimos e Financiamentos

GWI - Modelagem Econômica

World Bank - Geração de Regras de Negociação na Bolsa



Aplicações do Curso

- Extração de Conhecimento em Bancos de Dados Comerciais (Data Mining)
- Otimização do Fluxo de Caixa de Empresas
- Otimização de Carteira de Ativos
- Demos do Evolver 4.0 e GeneHunter

Softwares Comerciais

Produto	site	Técnica	Propósito
● Optimax Systems	www.optimax.com	AG	D
● Aspen PIMS 10.0	www.aspentech.com		D
● FT3PAK	www.flextool.com		D
● NeuroGenetic Optimizer	www.BioCompSystems.com	AG	D
● NeuroSolutions	http://www.nd.com	RN	G
● NeuralWorks *	http://neuralware.com	RN	G
● GeneHunter		AG	G
● BrainWave			D
● ModelWare/RT			D
● Evolver 4.0 *	www.palisade.com	AG	G
● QMC Program	www.EngineersWebSite.com	AG,RN	G
● DataEngine ADL	info@mitgmbh.de	AG,RN,LN	G

* disponível no ICA; D- dedicado; G- propósito geral

Publicações Comerciais na Área

- **PCAI:** Where Intelligent Technology Meets the Real World
www.pcai.com/pcai

- ***Intelligent Systems Report:***
News and Applications on Intelligent Computing
<http://LIONHRTPUB.COM/ISR/ISR-welcome.html>



Inteligência Computacional Aplicada

PUC-Rio

ICA@ele.puc-rio.br

<http://www.ele.puc-rio.br/labs/ica/icahome.html>

Fim

