

**INSTITUTO DE PÓS GRADUAÇÃO – ICPG
GESTÃO DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO**

Inteligência Artificial Aplicada a Sistemas de Informação

Prof. Msc. Saulo Popov Zambiasi
(saulopz@gmail.com)

Algoritmos Genéticos

Características Gerais, operadores, algoritmo.

Definição - AGs

- É um método de busca para achar soluções aproximadas em problemas de otimização e busca.
- É uma classe particular de algoritmos evolutivos que usam técnicas inspiradas pela biologia evolutiva como:
 - hereditariedade,
 - mutação,
 - seleção natural,
 - recombinação.

Funcionamento de um AG

- São implementados como simulação em computador.
- Uma população de representações abstratas de solução é selecionada em busca de soluções melhores.
- A evolução geralmente se inicia a partir de um conjunto de soluções criado aleatoriamente e é realizada através de gerações.
- A cada geração, cada solução na população é avaliada.
- Alguns indivíduos são selecionados para a próxima geração.
- Alguns são recombinados ou mutados para formar uma nova população.
- A nova população então é utilizada como entrada para a próxima iteração do algoritmo.

AG x Métodos de Busca e Otimização

- AGs trabalham com uma codificação do conjunto de parâmetros e não com os próprios parâmetros;
- AGs trabalham com uma população e não com um único ponto.
- AGs utilizam informações de custo ou recompensa e não derivadas ou outro conhecimento auxiliar.
- AGs utilizam regras de transição probabilísticas e não determinísticas.

Base na Evolução Biológica

“Quanto melhor um indivíduo se adaptar ao seu meio ambiente, maior será sua chance de sobreviver e gerar descendentes”.

Estes podem possuir muitos passos separados, e cada uma destes passos possui muitas variações possíveis. Embora pareçam simplistas do ponto de vista biológico, eles são suficientemente complexos para fornecer mecanismos de busca adaptativos poderosos e robustos.

Características dos AGs

- Algoritmos de otimização global.
- Baseados nos mecanismos de seleção natural e da genética.
- Empregam uma estratégia de busca paralela e estruturada, mas aleatória e voltada em direção ao reforço da busca de pontos de "alta aptidão"
- Apesar de aleatórios, exploram informações históricas para encontrar novos pontos de busca onde são esperados melhores desempenhos por meio de processos iterativos.
- Cada iteração é chamada de geração.

Características dos AGs

- Durante cada iteração, os princípios de seleção e reprodução são aplicados a uma população de candidatos .
- Pode variar, dependendo da complexidade do problema e dos recursos computacionais disponíveis.
- Através da seleção, se determina quais indivíduos conseguirão se reproduzir, gerando um número determinado de descendentes para a próxima geração, com uma probabilidade determinada pelo seu índice de aptidão.
- Em outras palavras, os indivíduos com maior adaptação relativa têm maiores chances de se reproduzir.

Características dos Ags

- Os indivíduos são representados genotipicamente por vetores binários, onde cada elemento de um vetor denota a presença (1) ou ausência (0) de uma determinada característica.
- Os elementos podem ser combinados formando as características reais do indivíduo, ou o seu fenótipo.
- Esta representação é independente do problema, pois uma vez encontrada a representação em vetores binários, as operações padrão podem ser utilizadas, facilitando o seu emprego em diferentes classes de problemas.

Princípio Fundamental dos AGs

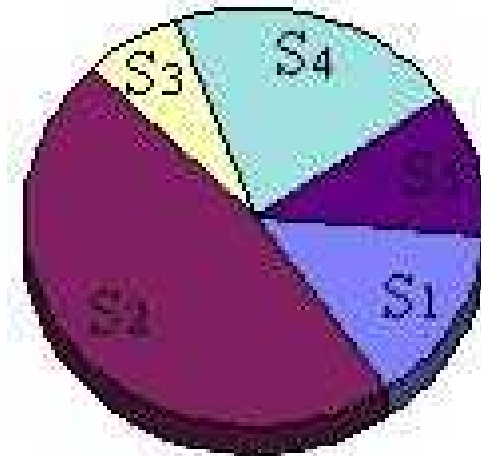
- Um critério de seleção faz com que, depois de muitas gerações, o conjunto inicial de indivíduos gere indivíduos mais aptos.
- A maioria dos métodos de seleção é projetada para escolher preferencialmente indivíduos com maiores notas de aptidão, embora não exclusivamente.
- Indivíduos de menor aptidão visam manter a diversidade da população.
- Um método de seleção muito utilizado é o Método da Roleta, onde indivíduos de uma geração são escolhidos para fazer parte da próxima geração, através de um sorteio de roleta.

Método de Seleção - Roleta

- Cada indivíduo da população é representado na roleta proporcionalmente ao seu índice de aptidão.
- Aos indivíduos com alta aptidão é dada uma porção maior da roleta.
- Aos de aptidão mais baixa é dada uma porção relativamente menor da roleta.
- A roleta é girada um determinado número de vezes.
- São escolhidos, como indivíduos que participarão da próxima geração, aqueles sorteados na roleta

Método de Seleção - Roleta

Indivíduo S_i	Aptidão $f(S_i)$	Aptidão Relativa
S_1 10110	2.23	0.14
S_2 11000	7.27	0.47
S_3 11110	1.05	0.07
S_4 01001	3.35	0.21
S_5 00110	1.69	0.11



Funcionamento

- Um conjunto de operações é necessário para que, dada uma população, se consiga gerar populações sucessivas que (espera-se) melhorem sua aptidão com o tempo.
- Estes operadores são o **cruzamento** (crossover) e a **mutação**.
- Eles são utilizados para assegurar que a nova geração seja totalmente nova, mas possui, de alguma forma, características de seus pais.
- A população se diversifica e mantém características de adaptação adquiridas pelas gerações anteriores.
- Para prevenir que os melhores indivíduos não desapareçam da população pela manipulação dos operadores genéticos, eles podem ser automaticamente colocados na próxima geração, através da reprodução elitista.

O Algoritmo Genético

Início do Algoritmo Genético

Iteração = 0;

Cria uma população com N indivíduos

Avalia a pontuação de cada indivíduo

Laço

Incrementa Iteração

Seleciona os pais

Recombinação dos pais selecionados gerando filhos

Mutação de alguns indivíduos

Avalia a pontuação de cada indivíduo

Seleciona N indivíduos para sobreviverem

Enquanto Iteração é melhor que Maximo de gerações.

Fim.

Operadores Genéticos

- Transformam a população através de sucessivas gerações,.
- Estendendo a busca até chegar a um resultado satisfatório.
- São necessários para que a população se diversifique e mantenha características de adaptação adquiridas pelas gerações anteriores.
- É importante analisar de que maneira alguns parâmetros influem no comportamento dos Algoritmos Genéticos.

Tamanho da População

- Afeta o desempenho global e a eficiência dos AGs.
- Uma população pequena o desempenho pode cair, pois a população fornece uma pequena cobertura do espaço de busca do problema.
- Uma grande população fornece uma maior cobertura representativa do domínio do problema, além de prevenir convergências prematuras para soluções locais ao invés de globais.
- Para se trabalhar com grandes populações, são necessários maiores recursos computacionais, ou que o algoritmo trabalhe por um período de tempo muito maior.

Cruzamento (*crossover*)

- Operador responsável pela recombinação de características dos pais durante a reprodução.
- Permite que as próximas gerações herdem características da geração atual.
- É considerado o operador genético predominante, por isso é aplicado com probabilidade dada pela taxa de *crossover*, que deve ser maior que a taxa de mutação.

Taxa de Cruzamento

- Quanto maior for esta taxa, mais rapidamente novas estruturas serão introduzidas na população.
- Se a taxa for muito alta, estruturas com boas aptidões poderão ser retiradas mais rápida um valor alto e a maior parte da população será substituída.
- Com valores muito altos pode ocorrer perda de estruturas de alta aptidão.
- Com um valor baixo, o algoritmo pode tornar-se muito lento.

Cruzamento

1 1 0 1 0 1

1 0 0 1 0 0

(a)

1 1 0 1 0 1

1 0 0 1 0 0

(b)

1 1 0 1 0 0

1 0 0 1 0 1

(c)

Taxa de Mutação

- Uma baixa taxa de mutação previne que uma dada posição fique estagnada em um valor.
- A baixa taxa de mutação possibilita que se chegue a qualquer ponto do espaço de busca.
- Uma taxa muito alta leva a busca a se tornar essencialmente aleatória

Mutação

Antes da Mutação: 1 1 1 0 0

Depois da Mutação: 1 1 0 0 0

Intervalo de Geração

- Controla a porcentagem da população que será substituída durante a próxima geração.
- Com um valor alto, a maior parte da população será substituída.
- Com valores muito altos pode ocorrer perda de estruturas de alta aptidão.
- Com um valor baixo, o algoritmo pode tornar-se muito lento.

**INSTITUTO DE PÓS GRADUAÇÃO – ICPG
GESTÃO DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO**

Inteligência Artificial Aplicada a Sistemas de Informação

Prof. Msc. Saulo Popov Zambiasi
(saulopz@gmail.com)