TOPICOS EM COMPUTAÇÃO EVOLUTIVA

Algoritmos Evolutivos como Busca Paralela Adaptativa

OPERADORES DE REPRODUÇÃO

- Pode-se notar pelas considerações sobre a escolha da representação que essa está amarrada a escolha dos operadores de reprodução.
- Se o algoritmo evolutivo está executando uma busca no espaço o objetivo é que os operadores de reprodução gerem a partir da população atual soluções interessantes.
- Existem duas estratégias básicas para produzir soluções:
  - Perturbar uma solução existente (mutação)
  - Hibridizar soluções existentes (recombinação)
- Não existe razão *a priori* para escolher uma ou outra estratégia

OPERADORES DE REPRODUÇÃO

- Na verdade, na natureza as duas estratégias são complementares.
- E, algoritmos evolutivos que usam ambas as estratégias são geralmente mais robustos do que algoritmos utilizando somente uma.
- No entanto, a forma específica que esses operadores terão depende fortemente da escolha feita para a representação.
- Por exemplo, deseja-se evoluir estruturas moleculares utilizando uma representação por grafos, então precisa-se cuidadosamente considerar como perturbar e recombinar as estruturas de grafos por meios interessantes e úteis.

OPERADORES DE REPRODUÇÃO

- Por outro lado, se as estruturas moleculares forem representadas na string de representação universal, então precisa-se pensar cuidadosamente como codificar as estruturas moleculares numa forma em quem os operadores de mutação e recombinação produzam variação molecular interessante.
- Ambas as estratégias tem sido utilizadas com resultados interessantes pelos algoritmos evolutivos.
- A teoria diz que a execução de um algoritmo evolutivo sem percalços possuem operadores de reprodução com alta correlação de aptidão entre a população de pais e a população de filhos.
- Ou seja, uma população com baixa aptidão não produzirá filhos com alta aptidão e uma população com alta aptidão não produzirá filhos de tão baixa qualidade.

OPERADORES DE REPRODUÇÃO

- A correlação de aptidão não dá nenhum informação sobre como construir os operadores de reprodução, mas é útil para medir a eficiência do operador.
- Para que um operador de reprodução seja efetivo, ele deve saber manipular semanticamente grupos de genes que são especialmente importantes para a obtenção da solução ótima.

AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO DE APTIDÃO

- Outra vantagem de ter indivíduos na população que representem a inteira solução do problema é que isso freqüentemente simplifica o desenvolvimento do processo de avaliação da função de aptidão.
- Em muito domínios de problemas, existem claramente medidas naturais de qualidade das soluções que são fáceis de codificar em uma função de avaliação.
- Por exemplo, para o problema de caminho mínimo, o comprimento do caminho é a medida simples e natural para a aptidão.
- No entanto, medidas naturais de aptidão também podem ser uma péssima escolha para funções de aptidão de algoritmo evolutivos.

AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO DE APTIDÃO

- Por exemplo, para o problema de satisfabilidade de equações booleanas a medida de aptidão natural é 1 somente quando todas as partes são verdadeiras e 0 em qualquer outro caso. Então, ao utilizar essa medida como aptidão do algoritmo evolutivo não é possível diferenciar a qualidade das soluções a menos que seja a solução ótima.
- Um assunto relacionado que ocorre freqüentemente é como melhor lidar com situações onde a aptidão não pode ser calculada, só estimada.
- Por exemplo, a avaliação de estratégias de um jogo de xadrez, só podem ser avaliadas jogando diversos jogos contra diversos oponentes diferentes. Quantos mais jogos melhor é a estimativa da qualidade das estratégias, no entanto, isso demanda muito tempo.

AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO DE APTIDÃO

- Na prática encontra-se que a busca por algoritmos evolutivos é relativamente insensível a funções de aptidão imprecisas, permitindo que seja gasto menos tempo obtendo medidas precisas de aptidão e mais tempo explorando o espaço de soluções.
- Finalmente, note que os algoritmos evolutivos simples assumem que a aptidão de um indivíduo pode ser calculada independente de outros membros da população atual.
- Existem algoritmos evolutivos para alguns problemas em que a função de aptidão de um indivíduo depende de outros da população.

TAMANHO DAS POPULAÇÕES E DINÂMICAS

- O tamanho da população de pais determine o limite superior do grau de paralelismo do processo de busca evolutivo, no sentido de que cada pai representa um independente agente explorando uma área do espaço de soluções.
- A questão que surge é como escolher a população de tamanho apropriado?
- Em geral, a repostas é depende do problema. Se a função de aptidão é simples, superfície convexa, até populações com um pai pode ser suficiente.
- No entanto, quanto a superfície torna-se mais complexa com múltiplo picos, descontinuidades, etc, mais paralelismo é necessário, podendo chegar a milhares de indivíduos.
- A população de filhos é responsável pelo tempo de exploração sem utilização. Uma população de filhos muito grande pode significar um grande quantidade de tempo mantendo na população indivíduos pais de baixa aptidão.

TAMANHO DAS POPULAÇÕES E DINÂMICAS

- Se a população de filhos é muito pequena, existe oportunidade insuficiente para os indivíduos de alta aptidão deixarem descendentes.
- Como atribuir valores para esse balanço ser mais efetivo é uma questão aberta.
- Na prática algoritmos evolutivos com pequena população de pais tendem a ter alta taxa da relação descendentes:pais, e algoritmos com grandes populações de pais geralmente tem baixa taxa de descendentes:pai.
- Com sorte, busca por algoritmos evolutivos não é altamente sensível para particulares valores selecionados e é freqüentemente executado com valores padrões.

TAMANHO DAS POPULAÇÕES E DINÂMICAS

- Para muitos domínios de problemas o tempo de cpu necessário para solucionar um problema é dominado pelo custo de avaliação da aptidão de um indivíduo.
- Se calcular a aptidão dos pontos em um espaço de solução é independente, então existe um oportunidade óbvia para utilizar paralelismo de hardware com o objetivo de aumentar a performance do algoritmo.
- O mecanismo de seleção utilizado nos algoritmos evolutivos determina a "gulosidade" do processo de busca.
- Pressão de seleção forte resulta em rápida, mas possível prematura, convergência.
- Enfraquecer a pressão de seleção faz com que o processo de busca seja mais devagar.
- Encontrar a taxa de convergência adequada é dependente do problema e necessita alguns experimentos.

CONVERGÊNCIA E CRITÉRIO DE PARADA

- Uma série de propriedades de um algoritmo evolutivo foram vistas anteriormente são utilizadas como potenciais indicadores da convergência e critério de parada.
- Idealmente gostaríamos que o algoritmo evolutivo parasse quando encontrasse a resposta. Para algumas classes de problemas de busca é fácil detectar se uma resposta foi encontrada.
- Mas para a maioria dos problemas não existe nenhuma maneira de saber com certeza se a resposta foi encontrada. Nesses casos o processo de busca é terminado por outro critério e a melhor solução encontrada durante o processo de busca é retornada como resposta.

CONVERGÊNCIA E CRITÉRIO DE PARADA

- A forma mais óbvia de detectar convergência em um algoritmo evolutivo é reconhecer quando o algoritmo alcançou um ponto fixo no sentido de que não ocorreram mudanças futuras na população.
- A dificuldade com isso é que somente algoritmos evolutivos simples convergem para um ponto fixo estático em tempo finito.
- Qualquer algoritmo evolutivo com um pequeno nível de complexidade como solucionadores de problemas necessitam de um número infinito de gerações para convergir.
- Uma saída para isso é medir a convergência quando a população torna-se homogênea, pois a homogeneidade da população exerce uma atração que dificulta a população encontrar soluções melhores.

CONVERGÊNCIA E CRITÉRIO DE PARADA

- Para isso é necessária uma medida para indicar a homogeneidade da população.
- Uma forma simples de fazer isso é analisar o melhor indivíduo durante a execução do algoritmo evolutivo.
- As curvas de melhor indivíduo são um espelho das curvas de homogeneidade. Essas curvas crescem rapidamente e depois aplainam.
- Ambas as medidas (homogeneidade e melhoras da aptidão global) são robustas e independentes do problema para medir a convergência.
- No entanto, para problemas que são computacionalmente intensas, pode ser o caso que um pode não permitir esperar até que a convergência seja assinalada. Em vez disso, para esses problemas um limite computacional fixo é estabelecido (número de gerações), e assim o algoritmo para ou no critério de convergência ou no número de gerações.

RETORNANDO UMA RESPOSTA

- O benefício final de ter algoritmos evolutivos simples para busca em espaço de soluções é que o processo de retornar uma resposta é direto: não importa quando o critério de parada é alcançado, o indivíduo com a melhor aptidão encontrada durante o processo é retornado.
- Não existe nada que proíba que sejam retornadas as K melhores soluções encontradas.
- Isso levanta a questão como um algoritmo evolutivo lembra os K mais adequados indivíduos encontrados durante a inteira execução evolutiva.
- Uma solução é utilizar um algoritmo evolutivo com política elitista que garante que os K melhores indivíduos nunca serão apagados da população.
- Um exemplo desse tipo de algoritmo são as estratégias evolutivas.

RETORNANDO UMA RESPOSTA

- Por outro lado existem os algoritmos geracionais, onde os pais sobrevivem somente por uma geração.
- Para esses algoritmos as melhores soluções encontradas durante uma execução inteira podem não ser membros da população no tempo em que o critério de parada é encontrado, então uma adicional memória é necessária para guardar as K melhores soluções encontradas.
- Faz diferença qual das estratégias será utilizada? A resposta é sim.
- O algoritmo evolutivo mais elitista é mais rápido em convergir, mas aumenta o risco de não encontrar a melhor solução.
- Se reduzimos o grau de elitismo, a taxa de convergência torna-se mais lenta e aumenta a probabilidade de encontrar a melhor solução.

RETORNANDO UMA RESPOSTA

- A dificuldade, é claro, é que se diminuirmos demais a convergência, a resposta retornada quando o critério de parada for alcançado, o resultado pode ser pior do que o alcançado com algoritmos evolutivos mais elitistas.
- Como observado anteriormente, taxas apropriadas de convergência são completamente específicas do problema e freqüentemente são determinadas experimentalmente.