

Tópicos em Computação Evolucionária: Co-evolução

Gisele L. Pappa

Espécies

- Niching foca em distribuir indivíduos em diferentes picos, mas não na busca “dentro” do pico
 - Problema: crossover pode trocar genes de indivíduos em picos diferentes, produzindo soluções ruins que não estão associadas a nenhum pico
- Solução: utilizar um método de “especialização” para restringir crossover a indivíduos similares, ou seja, indivíduos no mesmo pico/nicho

Co-evolução

- Em alguns problemas, o conceito de espécies é utilizado juntamente com o conceito de co-evolução
- Co-evolução na natureza
 - Influência evolucionária mútua entre duas espécies.
 - Alguns pesquisadores acreditam que todo tipo de evolução é, na verdade, alguma forma de co-evolução

Co-evolução

- Exemplos de co-evolução
- 2 tipos:
 - Cooperativa
 - Flores e insetos
 - Mitocôndria e a célula
 - Competitiva
 - Relações presa/predador ou parasita/hospedeiro

Co-evolução em Algs. Evolucionários

- Tipos de co-evolução:
 - competitiva ou cooperativa
- Problemas:
 - evolução de estratégias de jogo (ex: dilema do prisioneiro): competitivo
 - das criaturas virtuais de Sims: tem competição e cooperação (vídeo)

Co-evolução em Algs. Evolucionários

- A fitness de um indivíduo depende de outros indivíduos (da interação com outros indivíduos).
 - A fitness de um indivíduo pode variar mesmo que o indivíduo não varie.
 - Mudança em um indivíduo pode acarretar alteração na fitness de outros.

Co-evolução Competitiva

- Aplicação mais comum: jogos
 - Imagine um algoritmo onde cada indivíduo representa a estratégia de um jogador
- Para uma estratégia ser robusta, é mais interessante que ela seja testada em um conjunto dinâmico de jogadores
- Co-evolução competitiva
 - Com o passar do tempo, a melhor estratégia melhora, mas as outras estratégias também melhoram

Co-evolução Competitiva

- Seu sucesso depende da estratégia de competição:
 - Um contra todos
 - Um contra um número k de indivíduos aleatórios
 - Todos contra a melhor
- A organização populacional também tem papel importante no desempenho do algoritmo (i.e. uso de uma ou mais populações)

Co-evolução Cooperativa

- Um problema grande é subdividido em vários sub-problemas
 - Cada sub-problema representa uma espécie e é atacado de forma independente
 - Durante o processo de avaliação (fitness), existe uma interação entre as espécies, que são avaliada em conjunto

Vantagens da Co-evolução

- Ajuda a manter a diversidade na população
- Permite construir soluções complexas de forma incremental
- Pode acelerar o processo evolutivo;
- Tende a reduzir a necessidade de conhecimento sobre o problema

Desvantagens da Co-evolução

- Difícil de calibrar para se chegar aos resultados esperados
- Pode apresentar comportamentos de alta complexidade e não-intuitivos
- Não necessariamente admite um “propósito evolutivo” absoluto, apenas relativo (*arms race*)
- Requer a definição de métricas que atestem (ou não) progressos na busca por soluções de alta qualidade.

Onde aplicar co-evolução ?

- Problemas onde existe dificuldade no cálculo do fitness:
 - testar todos os casos: custoso ou intratável.
 - testar um subconjunto de casos: qual?
- Problemas sem nenhuma função de fitness conhecida.
- Problemas modularizáveis: dividir-para-conquistar

Leitura Recomendada

- Ma, Xiaoliang, et al. "A survey on cooperative co-evolutionary algorithms." IEEE Transactions on Evolutionary Computation 23.3 (2018): 421-441.
- Cardona, Andrew Borg, Julian Togelius, and Mark J. Nelson. "Competitive coevolution in ms. pac-man." 2013 IEEE Congress on Evolutionary Computation. IEEE, 2013.
- García-Pedrajas, Nicolás, César Hervás-Martínez, and José Muñoz-Pérez. "COVNET: a cooperative coevolutionary model for evolving artificial neural networks." IEEE Transactions on Neural Networks 14.3 (2003): 575-596.

Agradecimentos

- Alguns dos slides foram retirados das aulas de Computação Natural ministradas por Alex Freitas.

Co-evolução

Gisele L. Pappa