



## Época normal, notas lançadas

por José Coelho - Terça, 7 Julho 2020, 13:29

Caros estudantes,

Estão lançadas as notas da época normal. Vejam no recurso p-fólio e exame a respetiva nota e feedback individual, e se tiverem alguma questão coloquem nesta mensagem. Houve 8 aprovações, e 11 provas recebidas. Anexo o enunciado do exame, o "e-fólio global" era igual mas sem as duas últimas questões.

Os critérios de correção e comentários são os seguintes:

### Pergunta 1 (1 valor):

- Objetivo: passar o teste de turing, ou seja, construir uma entidade artificial que não se consiga distinguir de um ser humano
- Consequências: necessidades de trabalho intelectual ficam reduzidas
- Referência para perda de trabalhos intelectuais, e aos seres humanos não precisarem de trabalhar.
- Houve quem tivesse feito referência às máquinas substituírem os políticos, ou outros órgãos de decisão. Talvez, mas o mais provável é substituírem pessoas com conhecimento técnico, e não órgãos de decisão que se encontram ocupados por pessoas com poder ou capital.
- Referência ao ser não estar no nosso controlo, e aos seres humanos perderem progressivamente as capacidades cognitivas e mecânicas. Não me parece que seja uma consequência, já que no tempo de lazer exercitam-se as capacidades cognitivas e motoras.
- Principal objetivo é machine learning. É apenas uma das componentes, não é o objetivo da IA.
- Referência a mudanças pontuais concretas, algumas já a ocorrerem, pretendia-se a mudança mais geral.
- O objetivo de resolver todos os problemas que se possam formular ou otimizar a resolução de problemas, é um objetivo da ciência, não é da inteligência artificial. O objetivo da IA é mais modesto, apenas igualar a inteligência humana, não significando isso que todos os problemas fiquem resolvidos. Há mesmo problemas que foi provado não poderem ser resolvidos, e outros levarão o seu tempo a ser resolvidos.
- O objetivo de facilitar o cumprimento de tarefas/objetivos, é o objetivo de qualquer ferramenta, a IA tem um objetivo mais específico.
- 0,25 de penalização por o objetivo ser um pouco ao lado
- Houve poucos a falarem de facto nas consequências para a sociedade, tal como solicitado, referindo alterações específicas e pontuais, mas considereei que não seria aplicável qualquer penalização neste ponto.

### Pergunta 2 (3 valores, 0,3 valores por cada item):

- Indicador - tempo médio desde que uma pessoa é localizada fora de casa, até que seja imobilizada
- Ambiente - cidade, ruas com passeios, com pessoas e com todo o tipo de obstáculos (móveis e imóveis).
- Atuadores - parte motora para deslocação, parte sonora para aviso sonoro, parte motora para imobilização do indivíduo em fuga
- Sensores - visão, navegação (GPS), sensores de toque.
- Observável parcialmente - todas as ruas da cidade não são visíveis em cada instante
- Aleatório - o estado seguinte não depende apenas das ações do agente
- Sequencial - o agente tem de fazer ações em sequência, como patrulhar uma dada zona em sequência, e ao detectar uma pessoa procurar imobilizá-la
- Dinâmico - o estado muda mesmo com o agente a pensar e/ou com uma ação a ser executada
- Contínuo - a posição dos agentes entre outros, é contínuo

- Multi-agente - há vários agentes que cooperam para manter o recolher obrigatório. Considerado correto também o uni-agente, para quem tenha considerado que o agente era o sistema central que controla todos os robots.

Indicadores utilizados:

- Taxa de pessoas detidas (relativamente às identificadas). É um bom indicador, contemplando a situação de haver pessoas que consigam escapar. Este indicador é melhorado quando é contabilizado por unidade de tempo
- Tempo médio sem pessoas a rua, não é um indicador muito operacional, já que não é possível observar todas as ruas em simultâneo. Por outro lado, não depende bem do agente, mas sim da decisão das pessoas a saírem todas ao mesmo tempo, ou irem saindo aos poucos. Mas é um indicador quantificável.
- Número de pessoas conduzidas a casa, não é um bom indicador, no caso do agente ser muito eficiente ninguém chega a sair de casa e o agente fica com má pontuação. Mas é um indicador quantificável.
- Área coberta pelos robots. Não é um bom indicador, neste caso nem precisavam de imobilizar ninguém para maximizar o indicador.

**Pergunta 3a** (2 valores):

- O número mínimo vértices onde podem estar cidades, é igual ao número hexágonos vezes 6 a dividir por 3 já que cada vértice pode ser partilhado por 3 hexágonos. Assim o valor mínimo é de  $4 \cdot N^2$ .
- O número de soluções possíveis, atendendo a que cada vértice pode ter uma cidade/aldeia ou não ter nada, relaxando o valor máximo de cidades/aldeias, é de  $3^{(2 \cdot N^2)}$ , já que se todo o mapa ficar coberto, apenas metade dos vértices podem estar preenchidos devido à distância mínima de 1 entre cidades e aldeias. Poderia-se calcular este valor de outras formas, eventualmente obtendo outras estimativas para o número total de soluções.
- Mesmo com N pequeno, como é o caso do exemplo, o número de soluções possíveis aparenta ser muito elevado, pelo que se aconselha uma abordagem melhorativa, nomeadamente a escalada do monte e os algoritmos genéticos aparentam ser apropriados.
- A abordagem construtiva é possível, sendo mais fácil a remoção da optimalidade, e a adoção do algoritmo melhor primeiro, caso contrário tem que se desenvolver uma heurística com garantias que dificilmente se conseguem obter.
- Na abordagem construtiva, pode-se colocar aldeia/cidade à vez, e portanto a ramificação é o número de vértices disponíveis vezes 2 (cidade ou aldeia). Esta ramificação vai diminuindo à medida que se posiciona mais cidades/aldeias, e na parte final, se apenas for permitido aldeias, deixa de se multiplicar os espaços possíveis por 2.
- A profundidade máxima está limitada pela regra (e espaço disponível), do dobro dos hexágonos  $4 \cdot N^2$ , podendo ser menor por cada cidade colocada.
- A colocação de aldeias/cidades por uma dada ordem, é igual à colocação por outra ordem (indo as cidades/aldeias para as mesmas posições), existindo bastantes estados repetidos. Uma forma de evitar esses estados é limitar o posicionamento de cidades/aldeias apenas a posições com ID superior à última posição colocada.
- Não existem simetrias, teria-se de ter os hexágonos de produção idênticos (simétricos), pelo que a existirem seriam sempre casos esporádicos.
- Uma heurística sem garantias, pode ser simplesmente o ponto de maior produção (cidade/aldeia), contabilizando os restantes pontos a serem preenchidos apenas por aldeias sem restrição de proximidade (com o limite no número de aldeias/cidades), e também preenchidos apenas por cidades (com o limite do número de aldeias/cidades), sem restrição de proximidade aplicável.
- Operadores da abordagem melhorativa podem ser
  - Vizinho, movimentação de uma cidade/aldeia para outra localização válida, ou troca de 4 aldeias para 1 cidade ou vice-versa.

- Cruzamento, colocar á vez uma cidade/aldeia aleatória de cada um dos progenitores, caso não existam violações. No caso do final ainda der para adicionar mais cidades/aldeias, completar a solução.
- Gerador aleatório, colocar uma cidade/aldeia num ponto aleatório válido, sem ultrapassar o limite do número de cidades/aldeias, e repetir o processo até que tal não seja possível.

Uma optimização poderá ser o calculo atempado das produções em todos os vértices, e ordenar por valor.

- 0,5 um ponto correto na análise
- 1 alguns pontos corretos na análise efetuada
- 2 diversos pontos abordados, na sua maioria corretos, sendo indicado um algoritmo e heurística em condições de se resolver a alínea B

**Pergunta 3b** (2 valores):

- 1 Heurística corretamente calculada (ou função de avaliação)
- 1 Expansão corretamente feita (ou operador de vizinhança corretamente aplicado, ou operador de cruzamento).
- 0,25 uma solução construída de acordo com as regras

**Pergunta 4a** (2 valores):

- Jogo com simetrias nas duas diagonais, existindo portanto potencial de reduzir o espaço de estados em 1/4.
- Ramificação potencial é de  $11 \times 11 = 121$ , reduzindo uma unidade a cada movimento, mas no movimento inicial devido a simetrias baixa para cerca de 1/4. É uma ramificação bastante alta para permitir uma exploração mais profunda.
- Heurística pode ser idêntica à utilizada em jogos do mesmo tipo, número de ameaças ganhar a 1 movimento (portanto numa sequência de 5 há 4 preenchidas e uma vazia), com maior peso das ameaças de ganhar a 2 movimentos (sequências de 5 com 3 preenchidas e 2 vazias), e assim sucessivamente.
- De modo a reduzir a ramificação, pode-se optar por cortar os estados que a heurística seja inferior a uma percentagem do melhor estado (por exemplo 50%), e assim apenas são explorados posições promissoras. Esta opção permite aprofundar mais a procura, mas com perda de garantias.
- A profundidade máxima, que permitiria a procura completa, é naturalmente muito elevada, igual ao número de casas (121).
- Tamanho do espaço de estados, atendendo a que cada estado tem três possíveis valores, pode-se começar por tabuleiros totalmente preenchidos, o que seria combinações 121, 60 a 60. Este é um valor muito alto, e é um majorante já que pode conter estados com mais que uma vitória. Sobre estes estados, podem ser atingidos por qualquer ordem de jogadas do jogador A ou B, pelo que tem de se multiplicar por  $60! \times 60!$  para obter um majorante para todos os estados possíveis. Ainda assim é um valor menor que  $121!$ , indicado por alguns estudantes.
- Podem existir estados duplicados, dado que a ordem de jogadas é indiferente e conduzem ao mesmo estado, pelo que uma hashtable pode eventualmente ser útil (com perdas já que há muitos estados).

- 0,5 um ponto correto na análise
- 1 alguns pontos corretos na análise efetuada
- 2 diversos pontos abordados, na sua maioria corretos, sendo indicada uma heurística em condições de se resolver a alínea B

**Pergunta 4b** (2 valores):

- 1 Heurística corretamente calculada
- 1 Expansão corretamente feita
- 0,25 um jogo construído de acordo com as regras

**Pergunta 5** (exame, 4 valores):

- Formule matematicamente o problema da pergunta 3. Não se esqueça de definir o conjunto de estados, o estado inicial, a função sucessora, a função teste (ou subconjunto de estados objetivo), e o custo de um caminho.
  - Instância contido em  $N_0 \times (N \times (2N) \rightarrow N_0)$  ou seja, um valor  $N$  natural, e uma função PROD de domínio  $N \times (2N)$  e contra-domínimo  $N_0$  (o valor de produção das células).
  - O caso exemplo,  $I = (2, \{((1,1),1), ((2,1),1), \dots ((2,4),2)\})$
  - Vértices de uma instância  $V(I=(N,PROD)) = \{(i,a,b) \mid 1 \leq i \leq 6 \ \&\& \ ((a,b),v) \text{ is in PROD}\}$
  - Vértices iguais (hexágonos um sobre o outro)  $Equal((i,a,b), (j,a+1,b)) = i=5 \ \&\& \ j=1 \ \mid \mid \ i=6 \ \&\& \ j=2$
  - Vértices iguais (hexágonos em diagonal \ b impar)  $Equal((i,a,b), (j,a,b+1)) = b\%1==1 \ \&\& \ i=3 \ \&\& \ j=1 \ \mid \mid \ i=4 \ \&\& \ j=6$
  - Vértices iguais (hexágonos em diagonal \ b par)  $Equal((i,a,b), (j,a+1,b+1)) = b\%1==0 \ \&\& \ i=3 \ \&\& \ j=1 \ \mid \mid \ i=4 \ \&\& \ j=6$
  - Vértices iguais (hexágonos em diagonal / b impar)  $Equal((i,a,b), (j,a-1,b+1)) = b\%1==1 \ \&\& \ i=2 \ \&\& \ j=6 \ \mid \mid \ i=3 \ \&\& \ j=5$
  - Vértices iguais (hexágonos em diagonal / b par)  $Equal((i,a,b), (j,a,b+1)) = b\%1==0 \ \&\& \ i=2 \ \&\& \ j=6 \ \mid \mid \ i=3 \ \&\& \ j=5$
  - Vértices vizinhos:  $Vizinho((i,a,b), (j,a,b)) = i=j+1 \ \mid \mid \ i=1 \ \&\& \ j=6$
  - Solução  $S(I): V(I) \rightarrow \{0,A,C\}$  - função que a cada vértice indica se não está lá nada (0), está uma aldeia (A) ou uma cidade (C)
  - tal que (continuar com formalismo matemático): dois vértices iguais têm de ter o mesmo valor, dois vértices vizinhos, um tem de ser 0, somatório de todas as aldeias mais 4 vezes as cidades, tem de ser inferior a  $4*N^2$
  - Se necessário definir os vértices únicos, optar por a versão com menor valor de a e b (ou seja, subconjunto de  $V(I)$  que não tem vértices iguais com a,b superiores).
  - Estado inicial é a função  $S(I)$  a retornar sempre 0
  - Função sucessora de cada estado  $S(I)$ , é o conjunto de estados  $S(I)$  iguais em tudo mais uma cidade/aldeia diferente de zero
- 1 valor por uma tentativa com algum formalismo, mas sem sequer definir a instância.

**Pergunta 6** (exame, 4 valores):

- Define uma estrutura de dados para implementar o problema da pergunta 4, e implemente a função de geração de sucessores. Pode optar pela linguagem de programação que pretender
- Estrutura de dados, uma matriz de inteiros de  $11 \times 11$ , mais uma variável para saber quem joga: `int tab[11][11], joga;`. Basicamente igual a uma matriz de  $N \times N$  mas verificam-se 6 direções, e não 8 (uma diagonal não se verifica).
- Função de sucessores, basta saber o valor da jogada, clonar a instância e no sucessor colocar o próximo elemento a jogar nas casas vazias (e trocar o valor do jogador a jogar).

A pergunta 6 acaba por ser muito fácil, quando comparada com outros anos, equilibrando com a pergunta 5 que saiu mais complicada relativamente à média.

Cumprimentos,  
José Coelho