# HW4

r12922016 葉丞勛

## 1. Bayes Net Structure

:把五個 variable [PAC, GHOST0, GHOST1, OBS0, OBS1] 的 domain 決定好,其中 PAC、GHOST0、GHOST 的 domain 是全部的 position,OBS0、OBS1 則是 pacman 與 ghost 的所有可能的 Manhattan distances 加上

noise °

#### 2. Join Factors

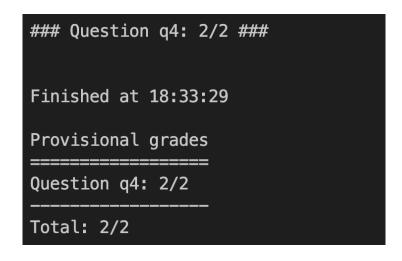
:首先將所有 conditionVariables 存在一個 set 裡面,所有 unConditioned Variables 存在另一個 set,接著所有在 conditionVariables set 裡面的 unConditioned Variables 移除掉,最後透過 Factor() 來產生新的 join Factor。 而對於所有可能的 Assignment,我們去 given factors 裡面找出所有這個 Assignment 的機率,然後把他們與 1 相乘,最後就可以得到每個 Assignment 的機率。

#### 3. Eliminate

:首先在 conditionVariables 跟 unConditionVariables 裡將 eliminated Variable 移掉,然後透過 Factor() 產生新的 eliminated factor。而對於所有可能的 Assignment,我們先去取得 eliminated Variable 的 domain,接著對 domain 裡每個可能的值,我們讓 Assignment 裡 eliminated Variable 的值等於這個值,接著去取得 given factor 裡,這個改過後的 Assignment 的機率,並累加起來,直到找完 domain 裡所有的值。最後我們就可以得到 eliminated factor 裡每個 Assignment 的機率了。

#### 4. Variable Elimination

:首先透過 getAllCPTsWithEvidence() 得到已知 evidence 的 factor:currentFactorsList,接著對於 eliminationOrder 裡所有的 joinVariable,先透過 joinFactorsByVariable() 去找出新的 currentFactorsList 以及 factor,若是新的 factor 的 unConditioned variables 數量大於 1,就將此 factor 裡的 joinVariable 移除,並將處理完的 factor 新增至 currentFactorsList。處理完 eliminationOrder 裡所有的 variables 後,就將 currentFactorsList 丟進 joinFactors() 產生新的 joint,並對其做 normalize(),得到最後的結果。



#### 5a. Discrete Distribution Class

## (1) normalize

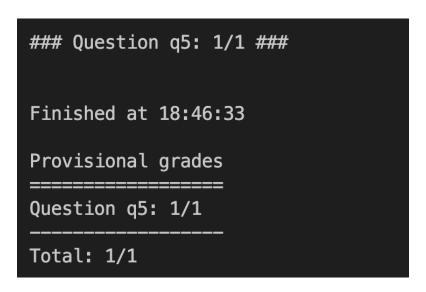
:先透過 total() 取得全部加總的值,若是 total > 0,則將所有 item 的值除以 total。

## (2) sample

:先透過 total() 取得全部加總的值,並透過 random.uniform() 取得一個 0 ~ total 的隨機 threshold,並設定目前累積的值=0。接著對於所有的 item,若是目前累積的值加上這個 item 的 value 大於 threshold 的話,就選擇這個 item;若沒有大於,就將累積的值加上這個 item 的 value,繼續做下去,直到找到一個符合條件的 item。

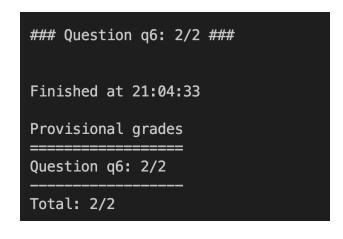
## 5b. Observation Probability

:首先判斷若是 ghostPosition 等於 jailPosition,當 noisyDistance 為 None 的時候就回傳 1,否則回傳 0。接著判斷若是 noisyDistance 為 None 的話,會直接回傳 0。然後先算出目前 pacman 與 ghost 的 manhattanDistance,然後透過 getObservationProbability() 去取得觀測到的機率,並回傳這個值。



#### 6. Exact Inference Observation

:對於所有的位置,先透過 getObservationProb() 取得觀測到的機率,然後將這機率乘上這個位置本來的 belief,去做更新。

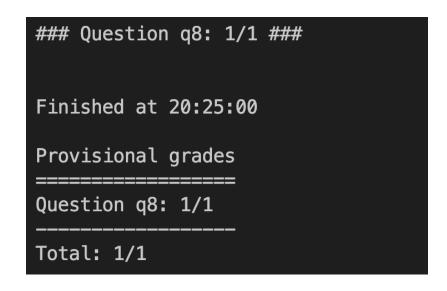


## 7. Exact Inference with Time Elapse

:首先透過 Discrete Distribution() 產生一個空的 new Distribution。對於所有的位置,先透過 getPosition Distribution() 取得此位置的 Distribution,然後根據這個 Distribution 的包含的每個位置及對應的機率,將 new Distribution 這個位置的機率設定為這個位置本來的 beliefs 乘上剛剛拿到的對應的機率。全部做完之後對 new Distribution 做 normalize(),最後將這個 new Distribution 等於自己的 beliefs。

### 8. Exact Inference Full Test

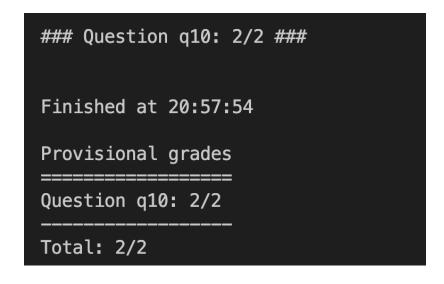
:首先對 livingGhostPositionDistributions 做 enumerate(),只考慮還沒被抓到的鬼,然後利用 argMax() 將有著最高的機率的位置找出來,作為這隻鬼的位置,然後去計算這隻鬼跟 pacman 的距離,找出哪隻鬼與 pacman 最近。接著對於每個可能的 action,先算出 pacman 做完這個 action 後的位置,然後算出 pacman 這個位置與最近的鬼的距離,找出要做哪個 action,能讓 pacman 最靠近這隻鬼,而這個 action 就是要我們要找的。



- 9. Approximate Inference Initialization and Beliefs
- (1) initializeUniformly
- :首先將全部的 particles 分成 len(self.legalPositions) 堆,然後紀錄分完剩下的 particles 數量,接著把沒分完的 particles 依序分到每堆裡面,直到分完為止。
- (2) getBeliefDistribution
- :首先透過 Discrete Distribution() 產生一個新的 particle Distribution,接著對於每個 particle,將 particle Distribution [particles] 加 1。做完後對其 normalize(),即可得到結果。

# 10. Approximate Inference Observation

:一樣先透過 Discrete Distribution() 產生一個新的 new Distribution,接著對於每個 particle,先透過 get Observation Prob() 取得觀測到的機率,然後將這個機率值累加到 new Distribution [particle]。做完之後,對 new Distribution 做 normalize(),若是 new Distribution 的總和為 0,則回傳 0,否則就對這個 new Distribution 取 sample(),然後將取到的 samples 更新到 self.particles。



# 11. Approximate Inference with Time Elapse

:先產生一個空的 afterParticles list,接著對於每個 particle,先透過 getPositionDistribution() 取得新的 newPosDistribution,然後對這過 distribution 做 sample,取得新的 particle 後,將新的 particle 新增到 afterParticles 裡。做完後,將 afterParticles 更新到 self.particles。