

Език за описание на светове



Отчетна сесия на секция
„Алгебра и логика“

18 декември 2020

Димитър Добрев

d@dobrev.com

Институт по математика и информатика
Българска академия на науките

Имаме една неформална задача:

Искаме да създадем Изкуствен Интелект.

Първо задачата трябва да се формализира:

ИИ е програма, която би се справила добре в произволен свят.

Трябва да формализираме понятието свят:

След формализацията ще се окаже, че светът е произволна функция от \mathbb{R} в \mathbb{R} .

Ще приемем, че една програма би се справила добре в произволен свят, ако разбере света. „Да го разбере“ означава да го опише на някакъв език.

Свеждаме задачата за създаването на ИИ до задачата за намирането на език за описание на светове!

Търсим език, който описва функциите от \mathbb{R} в \mathbb{R} .

Няма как да ги опишем всичките. Може да опишем само изброима част от тях. Ще предполагаме, че всяка функция е „близо“ или че е „подобна“, на някоя от функциите, които езика описва.

Дали функциите, които езикът описва ще са изчислими?

Оказва се, че не можем да се ограничим в множеството на изчислимите функции.

Ако тези функции бяха изчислими, тогава езикът за описание на светове щеше да е някакъв език за програмиране.

Пример: Правилото „Ако има доказателство, твърдението е вярно.“

Какво представлява светът?

Първо ще кажем какво вижда агентът. Той вижда един поток от информация или една редица от вход и изход (наблюдения и действия). Тази редица изглежда така:

$$V_0, a_1, V_1, a_2, V_2, a_3, V_3, \dots$$

Този поток от информация е проявлението на света, но зад това проявление се крие същността, която агентът трябва да разбере.

Какво представлява тази същност?

Това е една функция, която генерира този поток от информация. По-точно функция, която взима като аргумент действията (изходите) и връща като стойност наблюденията (входовете).

$$v_i = f(a_i)$$

Тук описахме нещата твърде опростено, като предположихме, че функцията f няма памет и не зависи от това, което се е случило до момента. Предположихме, че функцията f зависи единствено и само от последното действие на агента.

Сега ще предположим, че функцията f има памет. Тоест, ще предположим, че разглеждаме случая на Partial Observability.

Сега функцията f ще изглажда така:

$$\langle s_{i+1}, v_i \rangle = f(s_i, a_i)$$

Тук s_i е състоянието на света. Състоянието на света е паметта на света. Но функцията f е самият свят, което означава че s_i е паметта на функцията f . Тоест, s_i е това, което светът е запомнил в момента i .

Функцията f ще взима като аргумент текущото състояние на света и действието на агента и ще върне две неща (наредена двойка). Първото, което ще върне, е новото състояние на света (новата стойност на паметта), а второто е новото наблюдение.

Можем ли да кажем, че функцията f описва света и че тя е неговата същност? Не съвсем, трябва да добавим още и s_0 . Тоест, трябва да добавим и началното състояние на света (или началната стойност на паметта). Сега вече можем да кажем, че двойката $\langle f, s_0 \rangle$ е светът или поне, че това го описва точно.

Прост недетерминиран свят

Дефинирахме света като една детерминистична функция, но това противоречи на нашата представа, че светът е недетерминиран и че в него има случайност. Как да въведем случайността? Ще заменим конкретните състояния на света с множества от състояния. Когато знаем точно кое е състоянието на света, тогава функцията f ще е детерминирана и ще каже точно кое ще е следващото състояние на света и точно кое ще е следващото наблюдение. Може да не знаем точно кое е състоянието на света, а да го знаем приблизително. Тогава ние вместо едно конкретно състояние ще имаме множество от състояния.

Ще трябва да въведем и вероятност. Трябва да кажем каква е вероятността на различните подмножества на \mathbb{R} . За целта ще добавим някакво вероятностно пространство над \mathbb{R} , което ще означим с Ω .

$$\Omega = \langle \mathbb{R}, \mathcal{F}, \mathcal{P} \rangle$$

Тук \mathcal{F} ще е множеството от измеримите подмножества на \mathbb{R} (тези които имат вероятност), а \mathcal{P} ще е функция, която за всяко измеримо множество връща неговата вероятност.

Дефиниция чрез въпрос,

Дефиниция: Въпрос ще наричаме разбиване на множеството S на крайно или на изброимо много непресичащи се подмножества Q_i , където $\forall i P(Q_i) \neq 0$. Всяко едно от множествата Q_i ще наричаме базов отговор.

Дефиниция: Отговор на въпрос ще наричаме съответствие, което на всеки базов отговор на въпроса дава вероятност или вероятностен интервал.

Дефиниция чрез въпроси

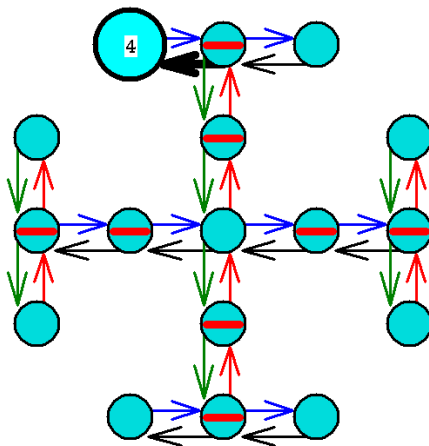
Дефиниция: Група от въпроси ще наричаме крайно или на изброимо множество от въпроси.

Дефиниция: Отговор на група от въпроси ще наричаме множество от отговори, което се получава от група въпроси като за всеки въпрос от групата има точно по един отговор.

Как ще изглежда езикът за описание на светове?

Езикът ще се състои от събитийни модели. Тези модели приличат на крайни автомати, но в събитийния модел стрелките отговарят на събития.

Пример: Събитийният модел описващ хода на коня в играта шах.



Markov decision process е частен случай на събитиеен модел, но при него събитията са действията на агента.

Какво е събитие и кой въвежда понятието събитие?

Първият, който въвежда това понятие в ИИ е Xi-Ren Cao през 2005 г.

Каква е дефиницията за събитие на Xi-Ren Cao?

$$E \subseteq S \times S, \text{ при конкретен модел}$$
$$E = \{ \langle s_{i-1}, s_i \rangle \mid \text{ако } E \text{ се случва в момента } i \}$$

Тази дефиниция не е добра, защото зависи от модела.

Каква трябва да бъде дефиницията?

$$E \subseteq S, \text{ при произволен модел}$$
$$E = \{ s_i \mid \text{ако } E \text{ се случва в момента } i \}$$

При различни модели състоянието може да „помни“ повече или по-малко от миналото. При дефиницията на Xi-Ren Cao състоянието помни последното състояние, в което е бил моделът. Това е нещо, което няма причина да бъде запомнено. Ако решим да помним нещо, по-добре е да запомним последното действие на агента. Така ще е очевидно, че действията на агента са събития.

Дефиницията на Xi-Ren Cao не е съвършена и може и трябва да се подобри, но това по никакъв начин не намалява неговата заслуга, защото той е първият, който забелязва, че не е достатъчно да наблюдаваме само действията и че трябва да обобщим до по-широк клас от събития.

Всъщност, действията ни казват всичко, но те ни дават прекалено много информация. Когато моделът следи всички действия, той е зает и претоварен с прекалено много информация.

Обобщавайки действията до произволни събития ние ограничаваме входящата информация и можем да се ограничим до „важните“ неща.

Благодаря за вниманието!