

در این تمرین قصد داریم یک شبیه سازی از پیاده سازی چهار روش Sampling در شبکه های Bayesian داشته باشیم. این چهار روش عبارت اند از:

- Prior Sampling
- Rejection Sampling
- Likelihood Sampling
- Gibbs Sampling

درون فایل bn_utils تعدادی تابع از قبل پیاده سازی شده فراهم شده است. توابع کمکی برای پیاده سازی روش Exact Inference.

شما باید توابع مورد نیاز درون فایل Bayesian_Net را کامل کنید.

❖ **پکیج های مورد نیاز داخل فایل requirements.txt قرار دارند.**

Loading Model

وظیفه اصلی این تابع خواندن cpt های Bayesian Network میباشد. شما باید این جداول را از مسیری که به عنوان path به تابع داده میشود بخوانید و سه متغیر CPTs و graph و V را به شکل زیر خروجی دهید:

- CPTs: این متغیر به شکل List of List of Dictionary میباشد. یعنی هر row از هر cpt را به شکل Dictionary در نظر میگیریم و تمام row های cpt یک variable را به یک لیست اضافه میکنیم و در آخر یک لیست نهایی شامل تمام cpt های آن Bayesian Network میباشد. هر Dictionary بیانگر یک statement میباشد. یعنی به عنوان مثال اگر A و B والد های راس C در شبکه بیزی باشند، و یک ردیف از cpt متغیر C به شکل زیر باشد:

C=T	A=T	B=F	0.66
-----	-----	-----	------

آنگاه این ردیف در Dictionary به شکل زیر نمایش داده میشود:

{C: True, A: True, B: False, 'prob': 0.66}

که بیانگر احتمال $P(C=T, A=T, B=F)$ و یا به عبارتی یک مضربی از احتمال $P(C=T, A=T, B=F)$ میباشد.

• Graph: این متغیر به شکل Dictionary of List of List میباشد. در اصل این Dictionary دو key به اسم:

parents_nodes ○

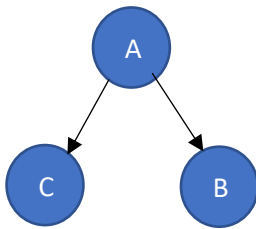
children_nodes ○

میباشد. Value هر کدام هم به شکل:

○ parents_nodes: نگهدارنده parent های یک راس به صورت لیست.

○ children_nodes: نگهدارنده children های یک راس به صورت لیست.

به عنوان مثال اگر راس A را با 0 و راس B را با 1 و راس C را با ۲ نمایش دهیم:



graph= {

‘parents_nodes’: [[], [0], [0]],

‘children_nodes’: [[1, 2], [], []]

}

V: که بیانگر تعداد متغیر های این Bayesian Network میباشد.

:Reading Queries

در این تابع باید query و evidence هایی که داخل یک فایل قرار دارند را از path که به عنوان ورودی به تابع داده میشود

بخوانید و دو متغیر queries و evidences را به شکل زیر خروجی دهید:

queries: این متغیر به شکل List of Dictionary میباشد.

evidences: این متغیر هم به شکل List of Dictionary میباشد.

به عنوان مثال اگر دو query در فایل مدنظر موجود باشد:

{A=T, C=T} | {B=F}

{B=T} | {A=F, C=T}

آنگاه queries و evidences به شکل زیر میباشند:

queries = [{A: T, C: T}, {B: T}]

evidences = [{B: F}, {A: F, C: T}]

در مرحله بعد باید تابع های Sampling را پیاده سازی کنید.

:Prior Sampling

این روش به صورت کلی به شکل زیر می باشد:

-
- For $i=1, 2, \dots, n$ (in topological order)
 - Sample X_i from $P(X_i \mid \text{parents}(X_i))$
 - Return (x_1, x_2, \dots, x_n)

برای مشاهده جزئیات بیشتر پیاده سازی به توضیحات ارائه شده در فایل Bayesian_Net مراجعه کنید.

:Rejection Sampling

این روش شامل مراحل زیر می باشد:

- Input: evidence e_1, \dots, e_k
- For $i=1, 2, \dots, n$
 - Sample X_i from $P(X_i \mid \text{parents}(X_i))$
 - If x_i not consistent with evidence
 - Reject: Return, and no sample is generated in this cycle
- Return (x_1, x_2, \dots, x_n)

برای مشاهده جزئیات بیشتر پیاده سازی به توضیحات ارائه شده در فایل Bayesian_Net مراجعه کنید.

:Likelihood Sampling

این الگوریتم از مراحل زیر تشکیل شده است:

- Input: evidence e_1, \dots, e_k
- $w = 1.0$
- for $i=1, 2, \dots, n$
 - if X_i is an evidence variable
 - $x_i = \text{observed value}_i \text{ for } X_i$
 - Set $w = w * P(x_i \mid \text{parents}(X_i))$
 - else
 - Sample x_i from $P(X_i \mid \text{parents}(X_i))$
- return $(x_1, x_2, \dots, x_n), w$

برای مشاهده جزئیات بیشتر پیاده سازی به توضیحات ارائه شده در فایل Bayesian_Net مراجعه کنید.

:Gibbs Sampling

این روش سه گام اصلی دارد:

- Step 1: Fix evidence
- Step 2: Initialize other variables (randomly)
- Step 3: Repeat (Resample a non-evidence variable)

برای مشاهده جزئیات بیشتر پیاده سازی به توضیحات ارائه شده در فایل Bayesian_Net مراجعه کنید.

در مرحله آخر معیار AE(Average Error) را برای هر متد نمایش دهید.