

Домашнее задание №7

Pagerank

Асланов А.Б., ИУ9-21М

Задание 1

Дан веб-граф, составить матрицу переходов.
Козффициент телепортации = 0.1.
Составить матрицу переходов и вычислить рагепанк для узлов сети.
Начальный вектор состояний можно взять с равными вероятностями для каждого состояния.



- С первой страницы два перехода -- на вторую страницу и на третью.
- Со второй страницы один переход -- на третью страницу.
- С третьей страницы один переход -- на вторую страницу.
- Козффициент телепортации $d = 0, 1 \rightarrow (1 - d) = 0, 9$.
- Туликовых страниц нет, поэтому случайный фактор, равный $d/N = 0, 1 : 3 = 1/30$ - разделяется между всеми страницами.

	d₁	d₂	d₃
d₁	0*0,9+1/30	1/2*0,9+1/30	1/2*0,9+1/30
d₂	0*0,9+1/30	0*0,9+1/30	1*0,9+1/30
d₃	0*0,9+1/30	1*0,9+1/30	0*0,9+1/30

После вычислений:

	d₁	d₂	d₃
d₁	0,033333333	0,483333333	0,483333333
d₂	0,033333333	0,033333333	0,933333333
d₃	0,033333333	0,933333333	0,033333333

Пусть x -- случайный вектор начальных состояний - описывается в виде $x = (\frac{1}{3} \frac{1}{3} \frac{1}{3})$. Тогда следующая позиция будет $x = xP$, последующая $x = xP^2$, ... и так далее до сходимости.

```
In [47]: P = np.matrix([[0.033333333, 0.483333333, 0.483333333],
                    [0.033333333, 0.033333333, 0.933333333],
                    [0.033333333, 0.933333333, 0.033333333]])
x = np.matrix([1/3, 1/3, 1/3])
x = np.dot(x, P)
print('xP =', x)

xP = [[0.03333333 0.48333333 0.48333333]]
```

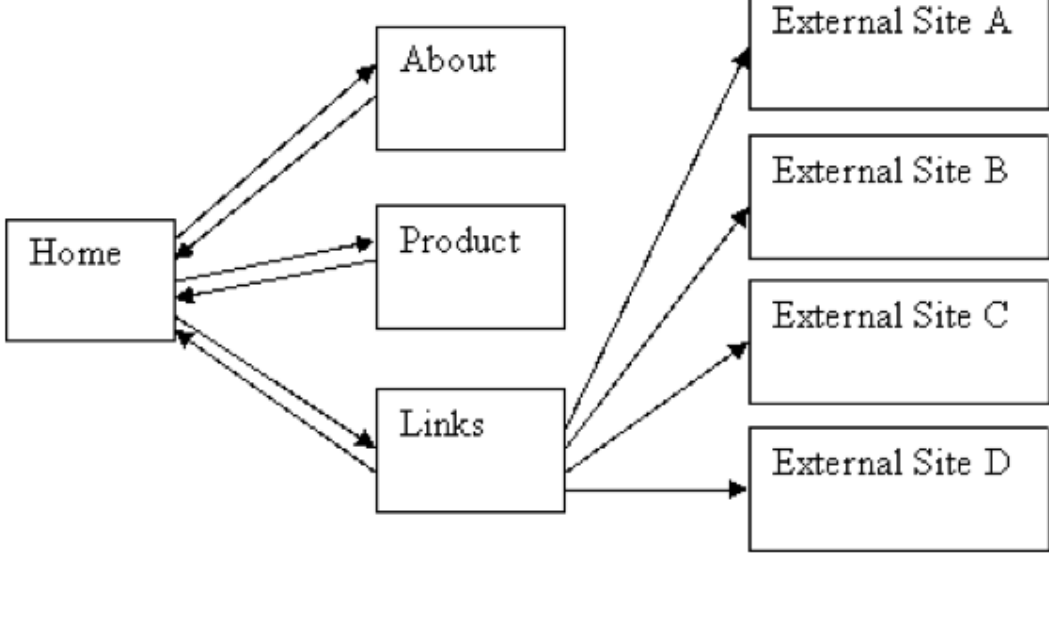
```
In [48]: x = np.dot(x, P**2)
print('xP^2 =', x)

xP^2 = [[0.03333333 0.48333333 0.48333333]]
```

Сходимость обеспечена.
Значения PageRank: [0.03333333 0.48333333 0.48333333] .

Задание 2

Дан веб-граф, составить матрицу переходов.
Козффициент телепортации = 0.1.
Составить матрицу переходов и вычислить рагепанк для узлов сети.
Начальный вектор состояний можно взять с равными вероятностями для каждого состояния.



Вероятность перехода из Home либо в About, либо в Product или Links равна 1/3.
Вероятность перехода из About либо Home, либо Product или Home единичная, потому что согласно графу переход для них всего один.
Вероятность перехода из Links либо в Home, либо на один из сайтов External равна 1/5.
Со страни External Site не было ссылок, следовательно, ставим там по всем столбцам 1/8, так как размерность матрицы 8x8 (это туликовые страницы).

Случайный фактор $d/N = 1/10 : 8 = 1/80$.

	Home	About	Product	Links	External Site A	External Site B	External Site C	External Site D
Home	0*0,9+1/80	1/3*0,9+1/80	1/3*0,9+1/80	1/3*0,9+1/80	0*0,9+1/80	0*0,9+1/80	0*0,9+1/80	0*0,9+1/80
About	1*0,9+1/80	0*0,9+1/80	0*0,9+1/80	0*0,9+1/80	0*0,9+1/80	0*0,9+1/80	0*0,9+1/80	0*0,9+1/80
Product	1*0,9+1/80	0*0,9+1/80	0*0,9+1/80	0*0,9+1/80	0*0,9+1/80	0*0,9+1/80	0*0,9+1/80	0*0,9+1/80
Links	1/5*0,9+1/80	0*0,9+1/80	0*0,9+1/80	0*0,9+1/80	1/5*0,9+1/80	1/5*0,9+1/80	1/5*0,9+1/80	1/5*0,9+1/80
External Site A	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8
External Site B	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8
External Site C	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8
External Site D	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8	1/8

Пусть x -- случайный вектор начальных состояний - описывается в виде $x = (\frac{1}{8} \frac{1}{8} \frac{1}{8} \frac{1}{8} \frac{1}{8} \frac{1}{8} \frac{1}{8} \frac{1}{8})$. Тогда следующая позиция будет $x = xP$, последующая $x = xP^2$, ... и так далее до сходимости.

```
In [50]: P = np.matrix([[0*0.9+1/80, 1/3*0.9+1/80, 1/3*0.9+1/80, 1/3*0.9+1/80, 1/80, 1/80, 1/80, 1/80],
                        [1*0.9+1/80, 0*0.9+1/80, 0*0.9+1/80, 0*0.9+1/80, 0*0.9+1/80, 0*0.9+1/80, 0*0.9+1/80, 0*0.9+1/80],
                        [1*0.9+1/80, 0*0.9+1/80, 0*0.9+1/80, 0*0.9+1/80, 0*0.9+1/80, 0*0.9+1/80, 0*0.9+1/80, 0*0.9+1/80],
                        [1/5*0.9+1/80, 0*0.9+1/80, 0*0.9+1/80, 0*0.9+1/80, 1/5*0.9+1/80, 1/5*0.9+1/80, 1/5*0.9+1/80, 1/5*0.9+1/80],
                        [1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8],
                        [1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8],
                        [1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8],
                        [1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8]])
x = np.matrix([1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8, 1/8])
x = np.dot(x, P)
print('xP =', x)

xP = [[0.31625 0.10625 0.10625 0.10625 0.09125 0.09125 0.09125 0.09125]]
```

```
In [51]: x = np.dot(x, P**2)
print('xP^2 =', x)

xP^2 = [[0.33911563 0.12439063 0.12439063 0.12439063 0.12439063 0.07192812 0.07192812 0.07192812]]
```

```
In [52]: for degree in range(3, 80):
          x = np.dot(x, P**degree)
          print(f'xP^{degree} = ', x)
```

```
xP^3 = [[0.30124607 0.14353115 0.14353115 0.14353115 0.06704012 0.06704012 0.06704012 0.06704012]]
xP^4 = [[0.31010071 0.14001462 0.14001462 0.14001462 0.06746386 0.06746386 0.06746386 0.06746386]]
xP^5 = [[0.31740671 0.13699748 0.13699748 0.13699748 0.06790021 0.06790021 0.06790021 0.06790021]]
xP^6 = [[0.31610217 0.13753657 0.13753657 0.13753657 0.06782203 0.06782203 0.06782203 0.06782203]]
xP^7 = [[0.3155956 0.1377459 0.1377459 0.1377459 0.06779167 0.06779167 0.06779167 0.06779167]]
xP^8 = [[0.31566531 0.13771709 0.13771709 0.13771709 0.06779585 0.06779585 0.06779585 0.06779585]]
xP^9 = [[0.3156795 0.13771123 0.13771123 0.13771123 0.0677967 0.0677967 0.0677967 0.0677967]]
xP^10 = [[0.31567811 0.1377118 0.1377118 0.1377118 0.06779662 0.06779662 0.06779662 0.06779662]]
xP^11 = [[0.31567795 0.13771187 0.13771187 0.13771187 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^12 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^13 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^14 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^15 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^16 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^17 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^18 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^19 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^20 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^21 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^22 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^23 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^24 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^25 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^26 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^27 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^28 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^29 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^30 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^31 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^32 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^33 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^34 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^35 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^36 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^37 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^38 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^39 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^40 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^41 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^42 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^43 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^44 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^45 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^46 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^47 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^48 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^49 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^50 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^51 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^52 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^53 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^54 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^55 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^56 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^57 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^58 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^59 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^60 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^61 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^62 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^63 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^64 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^65 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^66 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^67 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^68 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^69 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^70 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^71 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^72 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^73 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^74 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^75 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^76 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^77 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^78 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
xP^79 = [[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661]]
```

Сходимость наступает при 12 степенях, то есть за 12 шагов.
Значения PageRank при достижении сходимости:
[0.31567797 0.13771186 0.13771186 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661 0.06779661] .