

クレジット:

Mathematics and Informatics Center 文科系のための線形代数・解析Ⅱ
2020 藤堂 眞治・松尾 泰・藤原 毅夫

ライセンス:

利用者は、本講義資料を、教育的な目的に限ってページ単位で利用することができます。特に記載のない限り、本講義資料はページ単位でクリエイティブ・コモンズ 表示-非営利-改変禁止 ライセンスの下に提供されています。

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

本講義資料内には、東京大学が第三者より許諾を得て利用している画像等や、各種ライセンスによって提供されている画像等が含まれています。個々の画像等を本講義資料から切り離して利用することはできません。個々の画像等の利用については、それぞれの権利者の定めるところに従ってください。



Page Rankの計算

リンクを表す行列の例

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1/2 & 1/2 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1/2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1/2 & 0 \end{bmatrix}$$

$$A = 5 \times 5$$

	0	1.0000	0.5000	0.5000	1.0000
1.0000		0	0	0	0
0	0		0	0	0
0	0	0.5000		0	0
0	0	0	0.5000		0

$$[V \ D] = \text{eig}(A)$$

$$V = 5 \times 5$$

0.7071	-0.7071	0.0000	0.0000	0.0000
0.7071	0.7071	-0.7071	0.7071	-0.7071
0	0	0	0	0
0	0	0	0.0000	0
0	0	0.7071	-0.7071	0.7071

$$D = 5 \times 5$$

1	0	0	0	0
0	-1	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

$$V(:,1)/\text{sum}(V(:,1))$$

$$\text{ans} = 5 \times 1$$

0.5000
0.5000
0
0
0

Google 行列

$$G = 0.8 * A + (0.2/5) * \text{ones}(5)$$

$$G = 5 \times 5$$

0.0400	0.8400	0.4400	0.4400	0.8400
0.8400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400
0.0400	0.0400	0.0400	0.0400	0.0400
0.0400	0.0400	0.4400	0.0400	0.0400
0.0400	0.0400	0.0400	0.4400	0.0400

$$[V \ D] = \text{eig}(G)$$

$$V = 5 \times 5 \text{ complex}$$

0.7382 + 0.0000i	0.7071 + 0.0000i	0.0000 + 0.0000i	-0.0000 + 0.0000i	...
0.6568 + 0.0000i	-0.7071 + 0.0000i	0.7071 + 0.0000i	0.7071 + 0.0000i	...
0.0663 + 0.0000i	-0.0000 + 0.0000i	-0.0000 + 0.0000i	0.0000 + 0.0000i	...
0.0928 + 0.0000i	-0.0000 + 0.0000i	-0.0000 + 0.0000i	0.0000 - 0.0000i	...
0.1034 + 0.0000i	-0.0000 + 0.0000i	-0.7071 + 0.0000i	-0.7071 + 0.0000i	...

$$D = 5 \times 5 \text{ complex}$$

1.0000 + 0.0000i	0.0000 + 0.0000i	0.0000 + 0.0000i	0.0000 + 0.0000i	...
0.0000 + 0.0000i	-0.8000 + 0.0000i	0.0000 + 0.0000i	0.0000 + 0.0000i	...
0.0000 + 0.0000i	0.0000 + 0.0000i	0.0000 + 0.0000i	0.0000 + 0.0000i	...
0.0000 + 0.0000i	0.0000 + 0.0000i	0.0000 + 0.0000i	-0.0000 + 0.0000i	...

0.0000 + 0.0000i 0.0000 + 0.0000i 0.0000 + 0.0000i 0.0000 + 0.0000i

V(:,1)/sum(V(:,1))

ans = 5x1
0.4453
0.3963
0.0400
0.0560
0.0624

リンクの変更

A=[0 1/2 1/2 1/2 1; 1 0 0 0 0 ; 0 1/2 0 0 0; 0 0 1/2 0 0 ; 0 0 0 1/2 0]

A = 5x5
0 0.5000 0.5000 0.5000 1.0000
1.0000 0 0 0 0
0 0.5000 0 0 0
0 0 0.5000 0 0
0 0 0 0.5000 0

[V D]=eig(A)

V = 5x5 complex
-0.6554 + 0.0000i -0.3762 + 0.1906i -0.3762 - 0.1906i -0.0496 - 0.2724i ...
-0.6554 + 0.0000i 0.6324 + 0.0000i 0.6324 + 0.0000i -0.5223 + 0.0000i
-0.3277 + 0.0000i -0.4230 - 0.2143i -0.4230 + 0.2143i -0.0882 + 0.4847i
-0.1638 + 0.0000i 0.2103 + 0.2866i 0.2103 - 0.2866i 0.4348 + 0.1636i
-0.0819 + 0.0000i -0.0435 - 0.2630i -0.0435 + 0.2630i 0.2252 - 0.3758i
D = 5x5 complex
1.0000 + 0.0000i 0.0000 + 0.0000i 0.0000 + 0.0000i 0.0000 + 0.0000i ...
0.0000 + 0.0000i -0.5949 + 0.3014i 0.0000 + 0.0000i 0.0000 + 0.0000i
0.0000 + 0.0000i 0.0000 + 0.0000i -0.5949 - 0.3014i 0.0000 + 0.0000i
0.0000 + 0.0000i 0.0000 + 0.0000i 0.0000 + 0.0000i 0.0949 + 0.5216i
0.0000 + 0.0000i 0.0000 + 0.0000i 0.0000 + 0.0000i 0.0000 + 0.0000i

V(:,1)/sum(V(:,1))

ans = 5x1
0.3478
0.3478
0.1739
0.0870
0.0435

対応するGoogle 行列

G=0.8*A+ (0.2/5)*ones(5)

G = 5x5
0.0400 0.4400 0.4400 0.4400 0.8400
0.8400 0.0400 0.0400 0.0400 0.0400
0.0400 0.4400 0.0400 0.0400 0.0400
0.0400 0.0400 0.4400 0.0400 0.0400
0.0400 0.0400 0.0400 0.4400 0.0400

[V D]=eig(G)

V = 5x5 complex
-0.6687 + 0.0000i 0.3762 - 0.1906i 0.3762 + 0.1906i 0.0496 + 0.2724i ...
-0.6141 + 0.0000i -0.6324 + 0.0000i -0.6324 + 0.0000i 0.5223 + 0.0000i

```

-0.3248 + 0.0000i   0.4230 + 0.2143i   0.4230 - 0.2143i   0.0882 - 0.4847i
-0.2091 + 0.0000i  -0.2103 - 0.2866i  -0.2103 + 0.2866i  -0.4348 - 0.1636i
-0.1628 + 0.0000i   0.0435 + 0.2630i   0.0435 - 0.2630i  -0.2252 + 0.3758i
D = 5x5 complex
 1.0000 + 0.0000i   0.0000 + 0.0000i   0.0000 + 0.0000i   0.0000 + 0.0000i ...
 0.0000 + 0.0000i  -0.4759 + 0.2411i   0.0000 + 0.0000i   0.0000 + 0.0000i
 0.0000 + 0.0000i   0.0000 + 0.0000i  -0.4759 - 0.2411i   0.0000 + 0.0000i
 0.0000 + 0.0000i   0.0000 + 0.0000i   0.0000 + 0.0000i   0.0759 + 0.4173i
 0.0000 + 0.0000i   0.0000 + 0.0000i   0.0000 + 0.0000i   0.0000 + 0.0000i

```

```
V(:,1)/sum(V(:,1))
```

```

ans = 5x1
 0.3378
 0.3102
 0.1641
 0.1056
 0.0823

```

極限を用いたPageRankの導出

```
u=[1;0;0;0;0]
```

```

u = 5x1
 1
 0
 0
 0
 0

```

```
(G^10)*u
```

```

ans = 5x1
 0.3373
 0.3115
 0.1630
 0.1064
 0.0818

```