

システムソフトウェア特論演習：課題 04

九州大学 大学院システム情報科学研究所

特任准教授 安藤 崇央

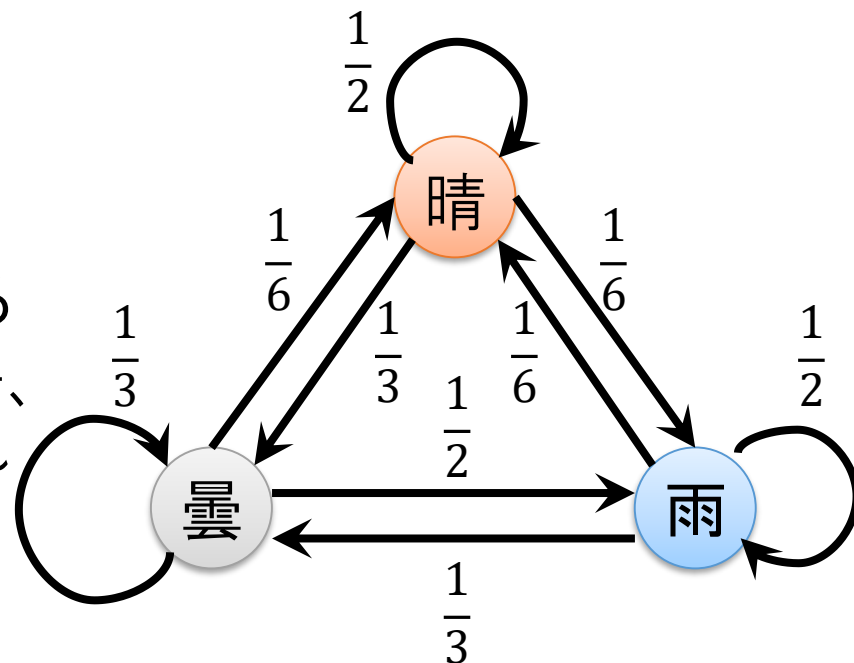
2019/06/24



九州大学

確率付き状態遷移図

- 今日の天気によって、明日の天気が確率的に定まると仮定する
 - 例えば、今日の天気が晴れるとき、明日の天気は $1/2$ の確率で晴れ、 $1/3$ で曇り、 $1/6$ で雨など

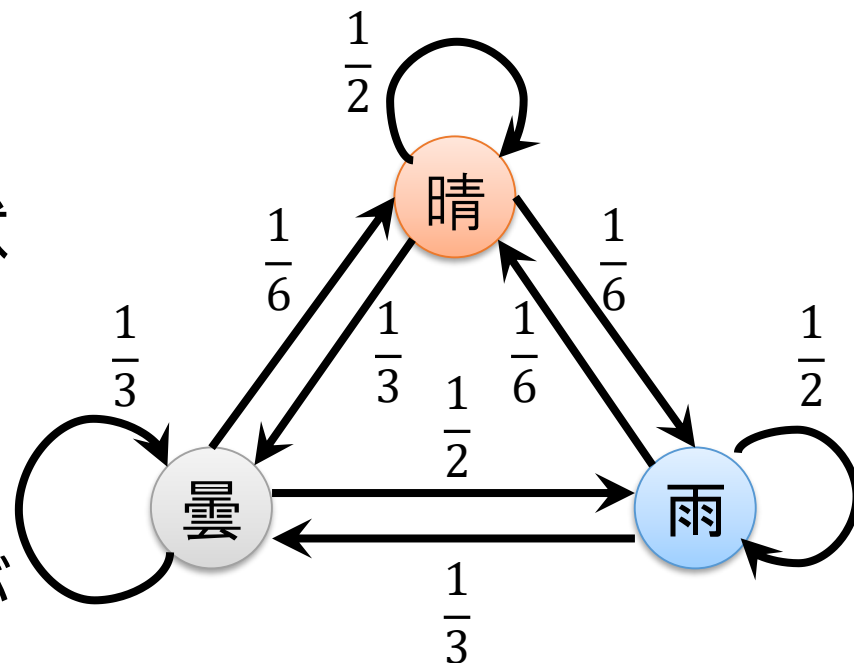


- このとき、今日の天気と明日の天気の関係は、状態には「天気」が、**状態間の遷移には「確率」がラベル付け**された状態遷移図として表現できる

		明日		
		晴	曇	雨
今日	晴	$1/2$	$1/3$	$1/6$
	曇	$1/6$	$1/3$	$1/2$
	雨	$1/6$	$1/3$	$1/2$

推移確率行列 (1/2)

- 推移確率行列は、確率付き状態遷移図を行列の形で表現した正方行列である
- 状態 i から状態 j への遷移が起こる確率(推移確率)が p_{ij} であるとき、推移確率行列の (i, j) 成分は p_{ij} となる



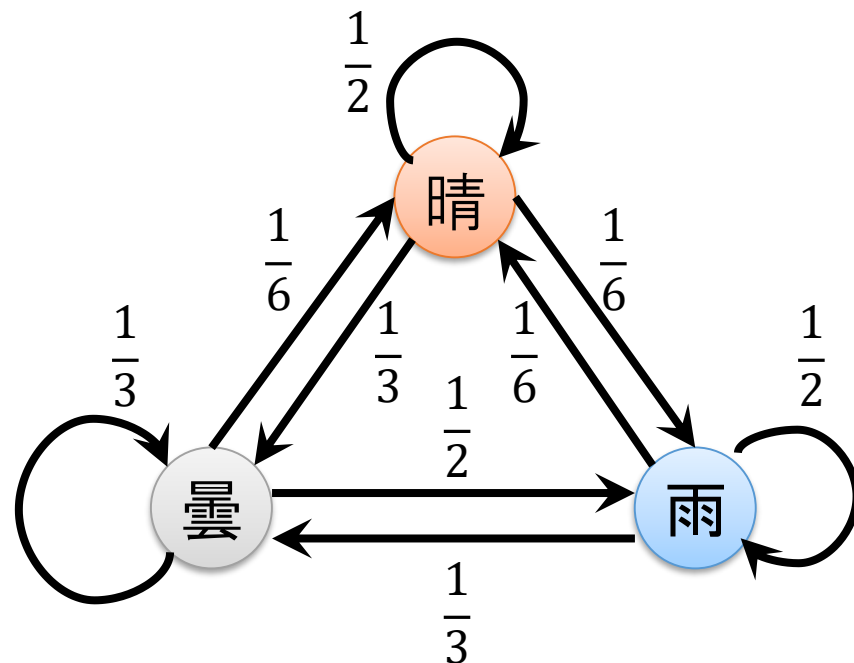
明日		晴	曇	雨
今日	晴	$1/2$	$1/3$	$1/6$
	曇	$1/6$	$1/3$	$1/2$
	雨	$1/6$	$1/3$	$1/2$

推移確率行列 (2/2)

- また p_{ij} は、確率であるため、以下の式が成り立つ

$$0 \leq p_{ij} \leq 1, \quad \sum_j p_{ij} = 1$$

- 右上図の状態遷移図の推移確率行列は右の通りとなる



		明日		
今日 \ 明日		晴	曇	雨
	晴	$1/2$	$1/3$	$1/6$
	曇	$1/6$	$1/3$	$1/2$
	雨	$1/6$	$1/3$	$1/2$

推移確率行列と行列演算 (1/2)

- ここで、右下の推移確率行列を P 行ベクトル $x_0 = (1 \ 0 \ 0)$ とする

- このとき x_0 に右から P をかけてできる行ベクトル x_1 は次の様になる

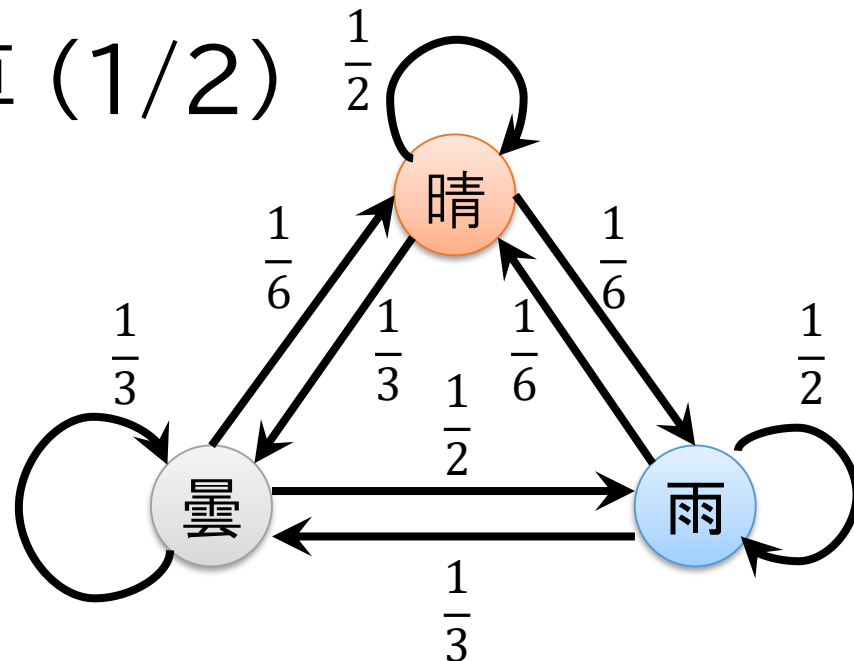
$$x_1 = x_0 P = \left(\frac{1}{2} \quad \frac{1}{3} \quad \frac{1}{6} \right)$$

- さらに右から P をかけていくと...

$$x_2 = x_1 P = x_0 P^2 = \left(\frac{1}{3} \quad \frac{1}{3} \quad \frac{1}{3} \right)$$

$$x_3 = x_2 P = x_0 P^3 = \left(\frac{5}{18} \quad \frac{1}{3} \quad \frac{7}{18} \right)$$

$$x_4 = \dots$$



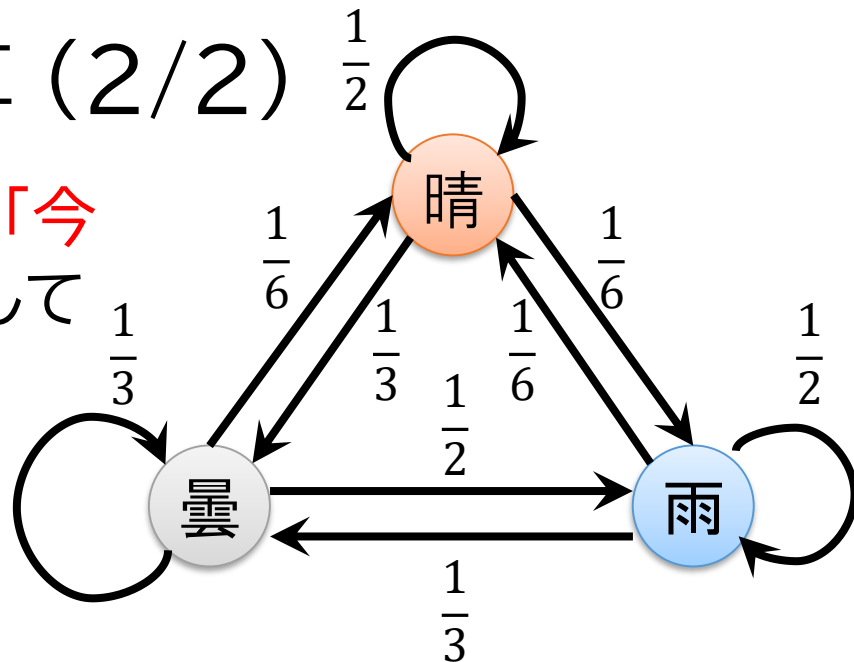
		明日		
		晴	曇	雨
今日	晴	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{6}$
	曇	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$
	雨	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$

推移確率行列と行列演算 (2/2)

- 行ベクトル $x_0 = (1 \quad 0 \quad 0)$ は、「今日の天気は 晴 である」を表現していると捉えられる
- すると、

	晴	曇	雨
$x_1 = x_0 P = (1/2 \quad 1/3 \quad 1/6)$			

 は、「今日の天気が晴」の場合、「明日の天気が 晴、曇、雨 になる確率がそれぞれ $1/2$, $1/3$, $1/6$ である」ことを表現していると捉えられる
- さらに、 x_2, x_3, x_4, \dots の表現しているものは、...



		明日		
		晴	曇	雨
今日	晴	$1/2$	$1/3$	$1/6$
	曇	$1/6$	$1/3$	$1/2$
	雨	$1/6$	$1/3$	$1/2$

課題 04

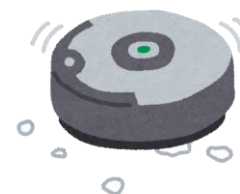


九州大学

ロボット掃除機

- 右上図のように0~11の12区画に分けられたフロアを掃除するロボット掃除機について考える

- 太線は壁を表す
- 物置、柱の位置は掃除対象外

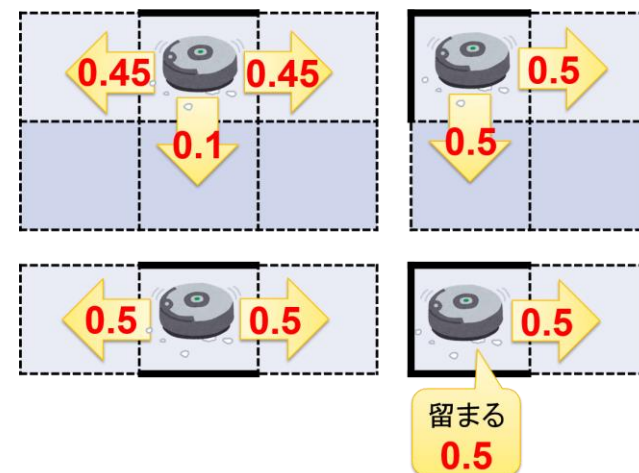


0	1	2	物置
3	4	5	物置
6	柱	7	柱
8	9	10	11

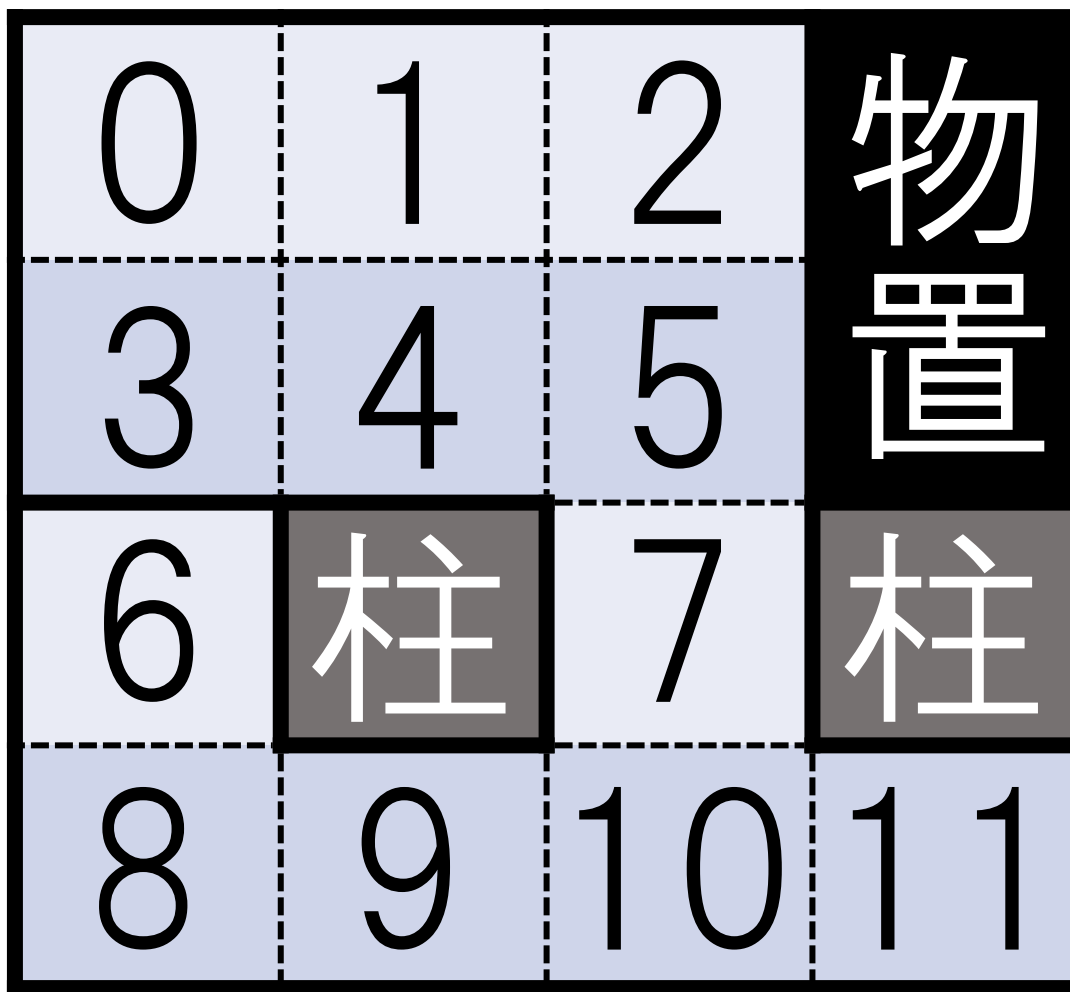
- このロボット掃除機は、今いる区画の掃除を行った後(1ステップ後)、隣接する区画に移動し、掃除を続ける

- 1ステップ後、隣接するどの区画に移るかは、今いる区画に設置された壁の形状により異なり、右下図の様な割合で移動する方向が定まるとする

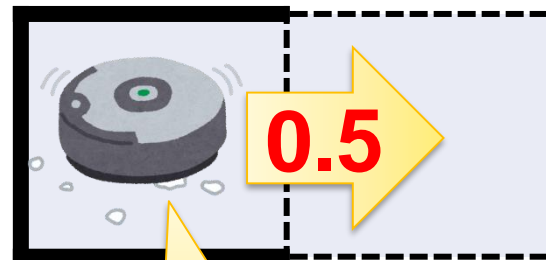
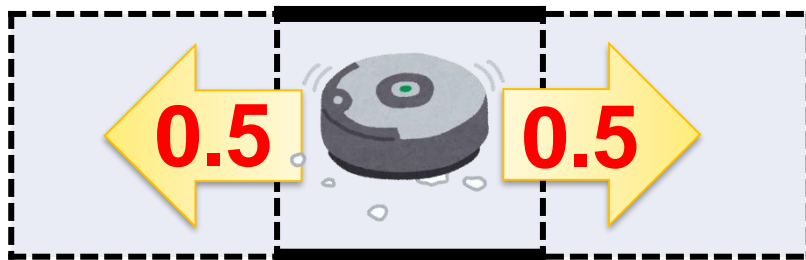
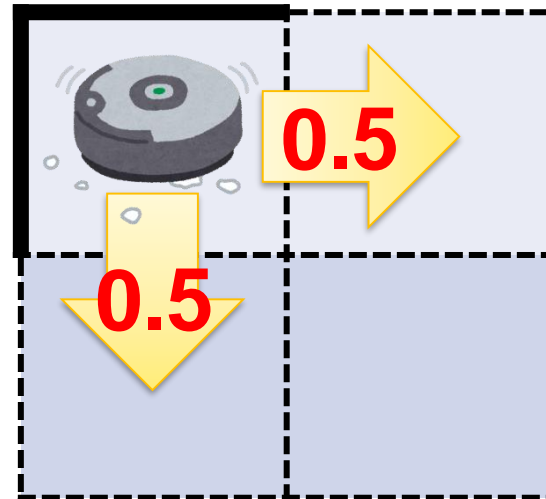
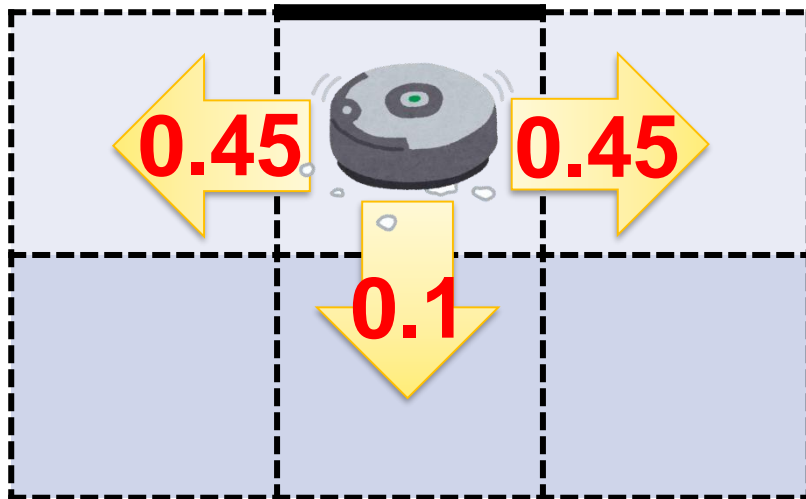
- 3方向を壁で囲まれている場合は、0.5の割合で1ステップ後も同じ区画に留まってしまう事とする



フロアの区画割(拡大図)



区画の壁の形状と移動方向の関係(拡大図)



留まる
0.5

課題 04-01



九州大学

推移確率行列と各区画での存在確率

- ロボット掃除機の「今いる区画」と「1ステップ後にいる区画」との関係を表す推移確率行列を求めよ
- また、ロボット掃除機の初期位置を区画0とするとき、5ステップ後の各区画におけるロボット掃除機の存在確率を求めよ。ただし、レポートに記述する精度は4桁とする
 - 5ステップ後＝5回移動後(ただし「留まる」も移動と数える)
 - 精度4桁：例) 0.1234 (少数表示)、12.34% (%表示)
- レポートには、推移確率行列は数式の形で記述すること。
また、存在確率の計算には、課題 04-02 で自身で実装するプログラムを用いて良い

課題 04-02



九州大学

n ステップ後の存在確率を求めるプログラムの実装

- ロボット掃除機の初期位置 i と、ステップ数 n を入力とし、 n ステップ後の各区画におけるロボット掃除機の存在確率を求めるプログラムを実装せよ。ただし課題 04-01と同様、存在確率の精度は4桁とする。

課題 04-03



九州大学

初期位置、ステップ数、存在確率間の関係

- 課題 04-02 で実装したプログラムに、実際にロボット掃除機の初期位置 i と、ステップ数 n を変化させ何度か入力し、初期位置、ステップ数、各区画の存在確率の間にどのような関係があるか考察し、その結果をレポートに記述せよ。

提出方法

- メールにて提出
 - 宛先(福田先生ではないので注意！)
ando.takahiro@f.ait.kyushu-u.ac.jp
 - 件名:システムソフトウェア特論課題04-学籍番号
 - 例) システムソフトウェア特論課題04-2IE19999X
 - メール本文にも必ず、**氏名と学籍番号を記載すること**
- 提出するもの
 - **C言語のソースコード一式 (コンパイルが可能な状態)**
 - **説明レポート**
 - 課題内容とそれに対するソースコードについての解説
 - ファイル形式は PDF とする
- 提出期限
 - **2019/07/16 (火) 12:00 (JST)**
 - 期限を過ぎてからの提出の場合、点数を半減