プログラミング メモ

http://www.cs.miyazaki-u.ac.jp/~date/

伊達 章

宮崎大学 工学部 情報システム工学科

2016 年 6 月 17 日

概要

1. データ構造とアルゴリズムについて
2. ともかく書く．わからなければ日本語で書く
3. おまじないについて.
4. 空関数を作る.
5. デバグ・テスト

目標

ともかく

- 動くコードを
- 自分一人で

作ることができるように！

データ構造とアルゴリズムについて

- アルゴリズム
  前々回の資料と，教科書 8.2，8.3
  分かるまで何度も読む.
- データ構造
  $f_i(x_i)$ と $\hat{x}_i(x_{i+1})$ を表現する 2 次元配列

データ構造

$i = 0, \cdots, 199, \quad a = 0, 1$ として,

- $x_i \cdots$ `int x[i]` 真の値
- $y_i \cdots$ `double y[i]` 観測データ
- $\hat{x}_i \cdots$ `int xmap[i]` 推定値
- $f_i(x_i) \cdots$ `double f[i][a]`
  i 番目の変数の値が $x_i = a$ のとき，そこに至る最適経路の尤もらしさを保持.
- $\hat{x}_i(x_{i+1}) \cdots$ `int xhat[i][a]`
  $x_{i+1} = a$ のとき，x_i が取るべき値を保持.

C言語 チュートリアル

とにかく書きはじめる！

```
#include <stdio.h>  // おまじない
#include <stdlib.h>
#include <math.h>


int
main (int argc, char *argv[])
{

 return 0;
}
```

↑ C 言語のテンプレート．さっそくコンパイル！

わからなければ日本語で書く！

```
#include <stdio.h>  // おまじない
#include <stdlib.h>
#include <math.h>

int
main (int argc, char *argv[])
{

  // 問題を作る（200 個のデータ生成）

  // 復元する

  // 結果を表示する

  return 0;
}
```

https://github.com/date333cs/optimization/blob/master/hmm001.c

空の関数を作る！

```c
#include <stdio.h>  // おまじない
#include <stdlib.h>
#include <math.h>

void generate_x(){

}
void generate_y(){

}

int main (int argc, char *argv[]){

 generate_x(); // 問題を作る
 generate_y();
 compute_xmap();  // 復元する
 // 結果を表示する

 return 0;
}
```

データ構造

```
int x[N_DATA]; // もともとの信号. 0 か 1
int xmap[N_DATA]; // 推定値. 0 か 1
double y[N_DATA];  // 観測データ

int xhat[N_DATA][2];
//  xhat[2][b] = argmax_a { ( f[2][a] + h(a,b) }
// 教科書  p.218 参照
double f[N_DATA][2];
```

$$i = 0, \cdots, 199, \quad a = 0, 1$$

- $f_i(x_i) \cdots$ `double f[i][a]`
  i 番目の変数の値が $x_i = a$ のとき，そこに至る最適経路の尤もらしさ.
- $\hat{x}_i(x_{i+1}) \cdots$ `int xhat[i][a]`
  $x_{i+1} = a$ のとき，x_i が取るべき値

正規分布にしたがう乱数の生成

- nrnd() という関数を用意しているので，それを使う．

```
void test_nrnd(){

    int i;
    for (i=0; i<10; i++){
        printf("%.8lf\n", nrnd());
    }
}
```

σ * nrnd() とすれば，標準偏差 σ のデータを生成できる．

平均 μ，標準偏差 σ にしたければ，σ * nrnd() + μ

```
0.97430744
-0.18328546
-0.20470468
-0.26548298
.....
```

使って良い知識

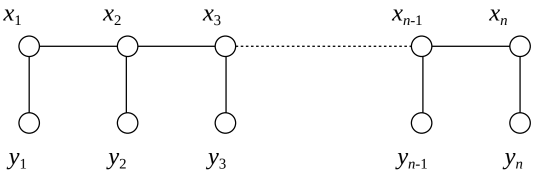
データ（観測値）： $\boldsymbol{y} = (y_1, \cdots, y_n)$

モデル： $p(\boldsymbol{x}), p(\boldsymbol{y}|\boldsymbol{x})$

$$
\begin{aligned}
p(x_1) &= \begin{cases} 0.5 & \text{if} \quad x_1 = 0 \\ 0.5 & \text{if} \quad x_1 = 1 \end{cases} \\
p(x_{i+1}|x_i) &= \begin{cases} 0.99 & \text{if} \quad x_i = 0,\ x_{i+1} = 0 \\ 0.01 & \text{if} \quad x_i = 0,\ x_{i+1} = 1 \\ 0.97 & \text{if} \quad x_i = 1,\ x_{i+1} = 1 \\ 0.03 & \text{if} \quad x_i = 1,\ x_{i+1} = 0 \end{cases} \\
p(y_i|x_i) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left\{-\frac{(y_i - x_i)^2}{2\sigma^2}\right\}
\end{aligned}
$$

以降，この課題では，特に指定しない限り $\sigma = 0.7$.

事後確率最大化

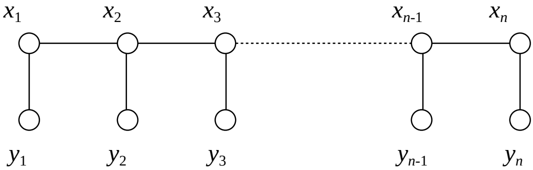


$$
\begin{aligned}
J &= \log p(x_1) + \sum_{i=2}^{n} \log p(x_i|x_{i-1}) + \sum_{i=1}^{n} \log p(y_i|x_i) \\
&= \log p(x_1) + \log p(y_1|x_1) + \sum_{i=1}^{n-1} \left\{ \log p(x_{i+1}|x_i) + \log p(y_{i+1}|x_{i+1}) \right\}
\end{aligned}
$$

y_i は定数 ⇒ 教科書 p.216 (8.2) 式と同じ形

$$
= f_1(x_1) + h_1(x_1, x_2) + h_2(x_2, x_3) + \cdots + h_{n-1}(x_{n-1}, x_n)
$$

事後確率最大化



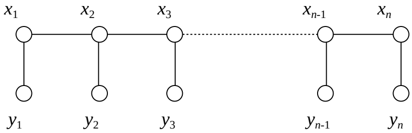
$$
\begin{aligned}
J &= \log p(x_1) + \sum_{i=2}^{n} \log p(x_i|x_{i-1}) + \sum_{i=1}^{n} \log p(y_i|x_i) \\
&= \log p(x_1) + \log p(y_1|x_1) + \sum_{i=1}^{n-1} \left\{ \log p(x_{i+1}|x_i) + \log p(y_{i+1}|x_{i+1}) \right\}
\end{aligned}
$$

y_i は定数 ⇒ 教科書 p.216 (8.2) 式と同じ形

$$
= f_1(x_1) + h_1(x_1, x_2) + h_2(x_2, x_3) + \cdots + h_{n-1}(x_{n-1}, x_n)
$$

- $f_1(x_1) = \log p(x_1) + \log p(y_1|x_1)$
- $h_i(x_i, x_{i+1}) = \log p(x_{i+1}|x_i) + \log p(y_{i+1}|x_{i+1})$

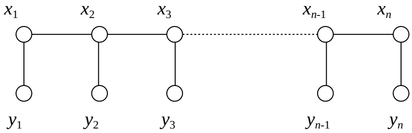
動的計画法



$$
\begin{aligned}
J &= \log p(x_1) + \log p(y_1|x_1) + \sum_{i=1}^{n-1}\left\{\log p(x_{i+1}|x_i) + \log p(y_{i+1}|x_{i+1})\right\} \\
&= f_1(x_1) + h_1(x_1, x_2) + h_2(x_2, x_3) + \cdots + h_{n-1}(x_{n-1}, x_n)
\end{aligned}
$$

- x_1 に着目 $\Rightarrow f_1(x_1), h_1(x_1, x_2)$ にしか関係しない

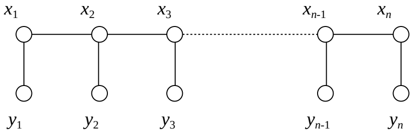
動的計画法



$$\begin{aligned} J &= \log p(x_1) + \log p(y_1|x_1) + \sum_{i=1}^{n-1} \Big\{ \log p(x_{i+1}|x_i) + \log p(y_{i+1}|x_{i+1}) \Big\} \\ &= f_1(x_1) + h_1(x_1, x_2) + h_2(x_2, x_3) + \cdots + h_{n-1}(x_{n-1}, x_n) \end{aligned}$$

- x_1 に着目 $\Rightarrow f_1(x_1), h_1(x_1, x_2)$ にしか関係しない
- $f_1(x_1) + h_1(x_1, x_2)$ を最大にするよう x_1 を選ぶ

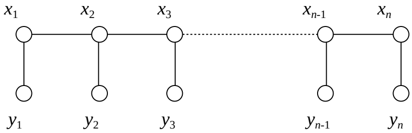
動的計画法



$$
\begin{aligned}
J &= \log p(x_1) + \log p(y_1|x_1) + \sum_{i=1}^{n-1} \left\{ \log p(x_{i+1}|x_i) + \log p(y_{i+1}|x_{i+1}) \right\} \\
&= f_1(x_1) + h_1(x_1, x_2) + h_2(x_2, x_3) + \cdots + h_{n-1}(x_{n-1}, x_n)
\end{aligned}
$$

- x_1 に着目 $\Rightarrow f_1(x_1), h_1(x_1, x_2)$ にしか関係しない
- $f_1(x_1) + h_1(x_1, x_2)$ を最大にするよう x_1 を選ぶ
- $\uparrow$ x_2 の値がわかっていないければ選べない

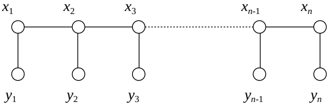
動的計画法



$$
\begin{aligned}
J &= \log p(x_1) + \log p(y_1|x_1) + \sum_{i=1}^{n-1} \left\{ \log p(x_{i+1}|x_i) + \log p(y_{i+1}|x_{i+1}) \right\} \\
&= f_1(x_1) + h_1(x_1, x_2) + h_2(x_2, x_3) + \cdots + h_{n-1}(x_{n-1}, x_n)
\end{aligned}
$$

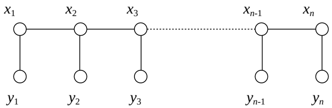
- x_1 に着目 $\Rightarrow f_1(x_1), h_1(x_1, x_2)$ にしか関係しない
- $f_1(x_1) + h_1(x_1, x_2)$ を最大にするよう x_1 を選ぶ
- ↑ x_2 の値がわかっていないければ選べない
- そこで，x_2 の可能なすべての値（$0, 1$）に対して，以下を計算
- $f_2(x_2) = \max_{x_1} \{ f_1(x_1) + h_1(x_1, x_2) \}$
  $\hat{x}_1(x_2) = \operatorname*{argmax}_{x_1} \{ f_1(x_1) + h_1(x_1, x_2) \}$
  $J = f_2(x_2) + h_2(x_2, x_3) + \cdots + h_{n-1}(x_{n-1}, x_n)$

ここまで



- $f_1(x_1) = \log p(x_1) + \log p(y_1|x_1)$
  $p(x_1)$ は $x_1 = 0$，$x_1 = 1$ どちらの場合も 0.5.
- $h_i(x_i, x_{i+1}) = \log p(x_{i+1}|x_i) + \log p(y_{i+1}|x_{i+1})$
  上の図では，$p(x_{i+1}|x_i)$ が横棒，$p(y_{i+1}|x_{i+1})$ が縦棒に対応.
- $f_2(x_2) = \max_{x_1}\{f_1(x_1) + h_1(x_1, x_2)\}$
  $\hat{x}_1(x_2) = \operatorname*{argmax}_{x_1}\{f_1(x_1) + h_1(x_1, x_2)\}$
  $J = f_1(x_1) + h_1(x_1, x_2) + h_2(x_2, x_3) + \cdots + h_{n-1}(x_{n-1}, x_n)$
  $J = f_2(x_2) + h_2(x_2, x_3) + \cdots + h_{n-1}(x_{n-1}, x_n)$
  $J = f_n(x_n)$

縦棒 $\log p(y_i|x_i)$ について



- log をとるのはコンピュータにはさせない． 手計算で！

$$p(y_i|x_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left\{-\frac{(y_i - x_i)^2}{2\sigma^2}\right\}$$

$$\log p(y_i|x_i) = -\log(\sqrt{2\pi}\sigma) - \frac{(y_i - x_i)^2}{2\sigma^2}$$

- 上式，右辺第 1 項は，x_i の値に依存しない． 最大化には関係ない．

チュートリアル 【終わり】

終