

Hidden Markov Model (HMM) dan Pengengenalan Pola

Toto Haryanto

Hidden Markov Model

- ▶ Model Probabilistik
- ▶ Cocok Digunakan pada data yang bersifat temporal sekuenseial, contoh :
 - ▶ Sinyal (Sinyal Suara, sinyal digital)
 - ▶ Sekuen DNA
 - ▶ Sekuen Asam Amino
- ▶ Kasus :
 - ▶ Identifikasi pembicara
 - ▶ Identifikasi RNA Family



Markov Model

- ▶ Memodelkan suatu kejadian dengan rantai markov
- ▶ Misalkan: Lakukan prediksi cuaca dengan model markov.
 - ▶ Terdapat tiga jenis cuaca : Panas (P), Hujan (H), Berawan(B)
- ▶ Prediksi cuaca dilakukan untuk memprediksi cuaca pada esok berdasarkan observasi cuaca sebelumnya
- ▶ *Notasi :*
 - ▶ q_n : adalah cuaca hari ini
 - ▶ Q_{n-1} : adalah cuaca hari kemarin
- ▶ Kita akan mencari peluang $P(q_n|q_{n-1}, q_{n-2}, q_{n-3}, \dots)$
- ▶ Artinya: peluang untuk cuaca pada saat hari ke-n $q_n \in (P, H, B)$, bergantung pada hari sebelumnya



Teladan:

- ▶ Jika diketahui cuaca tiga hari yang lalu adalah sebagai berikut:
 - ▶ {P,P,B} maka tentukan peluang cuaca pada hari esok akan turun hujan (hari ke-4)
 - ▶ $P(q_{4=H}|q_{3=B}, q_{2=P}, q_{1=P})$
 - ▶ Sehingga sekuens dari cuaca yang akan terbentuk {P,P,B,H}
- ▶ Permasalahan : Jika terdapat n dalam jumlah besar, misalnya = 6, maka kita akan memiliki sejumlah $3^{(6-1)} = 243$ sejarah cuaca sebelumnya
- ▶ Oleh karena itu, terdapat Markov Assumption
 - ▶ $P(q_n|q_{n-1}, q_{n-2}, \dots, q_1) = P(q_n|q_{n-1})$
 - ▶ Disebut *first order Markov Assumption*



Peluang Suatu Sekuens

$$P(q_1, \dots, q_n) = \prod_{i=1}^n P(q_i | q_{i-1}).$$

- ▶ Dengan Markov Assumption, akan terdapat $3 \times 3 = 9$ peluang kemungkinan untuk setiap kombinasi
- ▶ Representasi kombinasi bisa dibuat dalam bentuk Matriks transisi sebagai berikut:

| | Tomorro's weather | | |
|---------------|-------------------|------|------|
| Today weather | P | H | B |
| P | 0.8 | 0.05 | 0.15 |
| H | 0.2 | 0.6 | 0.2 |
| B | 0.2 | 0.3 | 0.5 |



Matriks Transisi

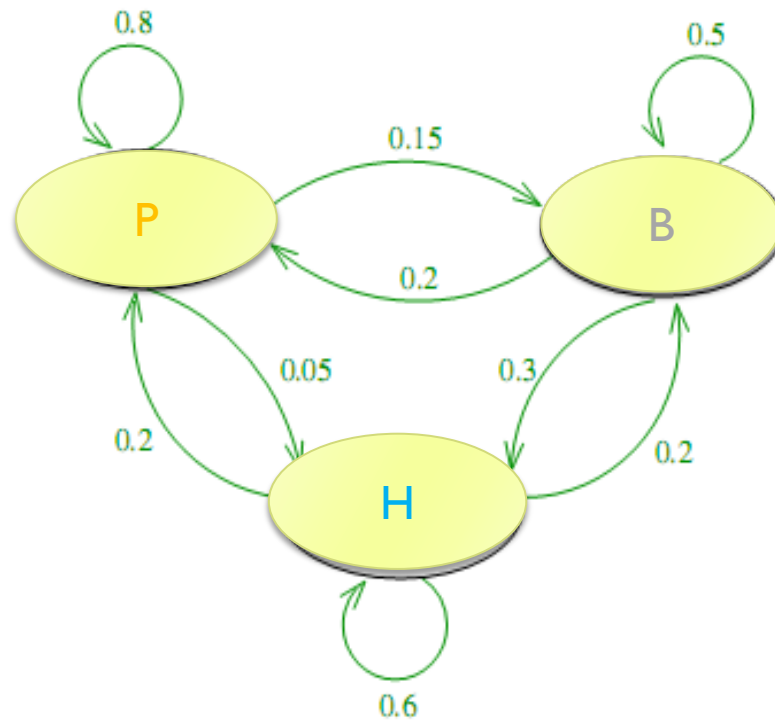
Tabel 1. Matriks Peluang Transisi

| Today weather | Tomorro's weather | | |
|---------------|-------------------|------|------|
| | P | H | B |
| P | 0.8 | 0.05 | 0.15 |
| H | 0.2 | 0.6 | 0.2 |
| B | 0.2 | 0.3 | 0.5 |

- ▶ Pada first order markov model, kita dapat menggunakan probability dari matriks transisi tersebut
- ▶ Matrik transisi tersebut dapat dilihat sebagai Finite State Automaton (FSA)
- ▶ $S = \{P, H, B\}$



Transisi State



Gambar I. Peluang State Transisi untuk cuaca berdasarkan Tabel I

Teladan

► Kasus:

Diketahui bahawa cuaca pada hari ini adalah panas (P).
Berapa peluang besok Panas (P) dan lusa Hujan(H) ?

► Dengan menggunakan Markov Assumption

$$\begin{aligned} P(q2=P, q3=H \mid q1=P) &= P(q3=H \mid q2=P, q1=P) \cdot P(q2=P \mid q1=P) \\ &= P(q3=H \mid q2=P) \cdot P(q2=P \mid q1=P) \\ &= 0.05 \cdot 0.8 \\ &= 0.04 \end{aligned}$$

Dengan Mengasumsikan bahawa kemarin Hujan (H), hari ini berawan (B), maka berapa Peluang bahawa esok akan Panas (P) ?



Hidden Markov Model

- ▶ Masalah pada Markov Model Biasa...
- ▶ Bayangkan bahwa kita sedang berada di dalam ruangan terkunci dan Anda ingin tahu bagaimana cuaca di luar
- ▶ Satu-satunya bukti yang ada adalah apakah seseorang yang biasa masuk ke ruangan membawa makanan sehari-hari, membawa payung atau tidak?
- ▶ Peluang bahwa pembawa payung tersebut akan membawa payung jika cuaca panas (**P**) adalah 0.1, jika cuaca hujan (**H**) 0,8 dan jika cuaca berawan (**B**) 0,3



Matriks Emisi

- ▶ Dari kasus di atas makan bisa dibuat suatu matrik yang menyatakan peluang pembawa payung berdasarkan cuaca di luar
- ▶ Disebut sebagai matrik emisi dalam HMM

| | Dengan Payung | Tanpa Payung |
|---------|---------------|--------------|
| weather | | |
| Panas | 0,1 | 0,9 |
| Hujan | 0,8 | 0,2 |
| Berawan | 0,3 | 0,7 |



Jadi Apakah Hidden Markov

- ▶ Dari kasus tadi dapat diketahui bahwa cuaca yang sesungguhnya adalah Tersembunyi
- ▶ Kita hanya mengetahui dari fakta bahwa seseorang membawa payung atau tidak saja setiap harinya
- ▶ Artinya :
 - ▶ Prediksi cuaca q_i hanya didasarkan pada observasi $x_i = \{\text{Umbrella}\}$ atau $x_i = \{\text{NotUmbrella}\}$
 - ▶ Kondisi ini dapat dinyatakan secara teori bayes

$$P(q_i | x_i) = \frac{P(x_i | q_i) P(q_i)}{P(x_i)},$$

Untuk n hari, $Q = \{q_1, q_2, q_3 \dots q_n\}$ sebagai hidden state (cuaca) dan $X = \{x_1, x_2, x_3 \dots x_n\}$ sebagai observable state

$$P(q_1, \dots, q_n | x_1, \dots, x_n) \propto$$

$$L(q_1, \dots, q_n | x_1, \dots, x_n) = \prod_{i=1}^n P(x_i | q_i) \cdot \prod_{i=1}^n P(q_i | q_{i-1})$$

- Menyatakan peluang cuaca sebenarnya berdasarkan peluang pembawa payung .



Teladan

- ▶ Asumsikan bahwa sekarang Kita berada dalam ruangan terkunci dan ketika itu cuaca panas (P). Hari berikutnya seorang *office boy* membawa makanan seperti biasa dan terlihat membawa payung. Berapa peluang cuaca bahwa pada hari kedua ini
 - ▶ Panas (P)
 - ▶ Hujan (H)
 - ▶ Berawan (B)



Penyelesaian

Peluang bahwa hari kedua ini panas

$$\begin{aligned} L(q_2 = \text{☀} | q_1 = \text{☀}, x_2 = \text{☂}) &= P(x_2 = \text{☂} | q_2 = \text{☀}) \cdot P(q_2 = \text{☀} | q_1 = \text{☀}) \\ &= 0.1 \cdot 0.8 = 0.08, \end{aligned}$$

Peluang bahwa hari kedua ini hujan

$$\begin{aligned} L(q_2 = \text{☁} | q_1 = \text{☀}, x_2 = \text{☂}) &= P(x_2 = \text{☂} | q_2 = \text{☁}) \cdot P(q_2 = \text{☁} | q_1 = \text{☀}) \\ &= 0.8 \cdot 0.05 = 0.04, \end{aligned}$$

Peluang bahwa hari kedua ini berawan

$$\begin{aligned} L(q_2 = \text{☁} | q_1 = \text{☀}, x_2 = \text{☂}) &= P(x_2 = \text{☂} | q_2 = \text{☁}) \cdot P(q_2 = \text{☁} | q_1 = \text{☀}) \\ &= 0.3 \cdot 0.15 = 0.045. \end{aligned}$$



Latihan

- ▶ Asumsikan sekara Kita dalam ruangan terkunci dan sekarang Berawan. Selama dua hari berturut turut office boy tidak membawa payung. Berapa peluang bahwa pada hari ketiga itu
 - ▶ Panas
 - ▶ Hujan
 - ▶ Berawan
- ▶ Dengan kondisi bahwa sekarang Hujan. Keesokan hari office boy tidak membawa payung, namun esoknya lagi membawa. payung. Berapa peluang bahwa pada hari keempat
 - ▶ Panas
 - ▶ Hujan
 - ▶ Berawan



Selesai

*Bersemangatlah terhadap segala sesuatu yang bermanfaat bagimu,
mintalah pertolongan kepada Rabb-mu yang janganlah kamu
merasa bersedih*

Terima Kasih

