

<복제물에 대한 경고>

본 저작물은 **저작권법 제25조 수업목적 저작물 이용 보상금제도**에 의거, **한국복제전송저작권협회**와 약정을 체결하고  
적법하게 이용하고 있습니다. 약정범위를 초과하는 사용은 저작권법에 저촉될 수 있으므로

**저작물의 재 복제 및 수업 목적 외의 사용을 금지합니다.**

2020. 03. 30.

건국대학교(서울)한국복제전송저작권협회

<전송에 대한 경고>

본 사이트에서 수업 자료로 이용되는 저작물은 **저작권법 제25조 수업목적 저작물 이용 보상금제도**에 의거,

**한국복제전송저작권협회**와 약정을 체결하고 적법하게 이용하고 있습니다.

약정범위를 초과하는 사용은 저작권법에 저촉될 수 있으므로

**수업자료의 대중 공개·공유 및 수업 목적 외의 사용을 금지합니다.**

2020. 03. 30.

건국대학교(서울)한국복제전송저작권협회

# Statistical Models

HMM, MEMM, and CRFs

# HMM (Hidden Markov Model)

- What is the HMM?
  - Hidden + Markov Model
- Markov Model: Example
  - Training

		Tomorrow State (내일 상태)		
		Rain	Cloudy	Sunny
Today State (오늘 상태)	Rain	0.4	0.3	0.3
	Cloudy	0.2	0.6	0.2
	Sunny	0.1	0.1	0.8

- Assumption: Tomorrow weather depends only on today one.
- Problem:  $P(\text{Rain, Rain, Sunny, Cloudy})$ ?



Edited by Harksoo Kim

## 마코프 모델 (Markov Model)

- Markov Model: Sequence Probability
  - 결합 확률(joint probability) 계산 모델
  - 연쇄 규칙과 마코프 가정을 이용하여 결합 확률을 단순화하여 결합 확률을 근사화시키는 모델

$$P(y_1, y_2, \dots, y_t)$$

$$= P(y_1)P(y_2|y_1)P(y_3|y_1, y_2) \dots P(y_t|y_1, y_2, \dots, y_{t-1})$$

$$= P(y_1)P(y_2|y_1)P(y_3|y_2) \dots P(y_t|y_{t-1})$$

Chain Rule

1'st-order  
Markov  
Assumption

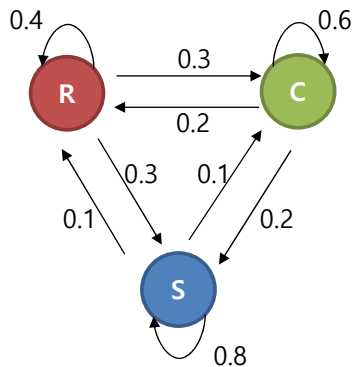


Edited by Harksoo Kim

# 마코프 모델 (Markov Model)

마코프 모델: 학습데이터로 부터 얻어진 전이 확률분포 (상태 간 이동 확률 분포)

		Tomorrow State (내일 상태)		
		Rain	Cloudy	Sunny
Today State (오늘 상태)	Rain	0.4	0.3	0.3
	Cloudy	0.2	0.6	0.2
	Sunny	0.1	0.1	0.8



State =  $\{S_1: \text{Rain}, S_2: \text{Cloudy}, S_3: \text{Sunny}\}$

$$\begin{aligned} &P(S_1, S_1, S_3, S_2 | \text{model}) \\ &= P(S_1)P(S_1|S_1)P(S_3|S_1)P(S_2|S_3) \\ &= 1 * 0.4 * 0.3 * 0.1 \\ &= 0.012 \end{aligned}$$



Edited by Harksoo Kim

## What is Hidden?

- Hidden Markov Model

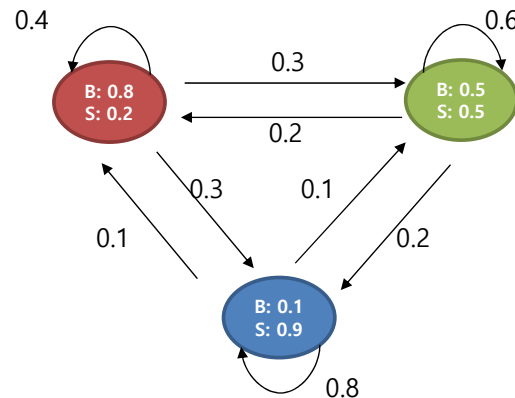
- 상태(풀고자 하는 레이블)를 직접 관측할 수 없고 상태를 예측하는데 도움이 되는 특징(자질)만을 관측할 수 있음
- 상태가 감춰져 있고(직접 관찰할 수 없고) 관측에 대한 확률로만 존재
- 예제
  - 상태(State): Rain, Cloudy, Sunny
  - 관측(Observation): B (Rain Boots), S (Sports Shoes)
  - 문제(problem):  $P(B, B, S, S, \text{Rain}, \text{Rain}, \text{Sunny}, \text{Cloudy})?$



Edited by Harksoo Kim

# What is Hidden?

- 상태(State): Rain, Cloudy, Sunny
- 관측(Observation): B (Rain Boots), S (Sports Shoes)
- 문제(problem): "B, B, S, S"를 관측했을 때 날씨가 어떻게 예측하는 게 최적일까?
  - P(Rain, Rain, Sunny, Cloudy) vs. P(Rain, Rain, Sunny, Sunny) vs. ...



Edited by Harksoo Kim

## HMM (Hidden Markov Model)

Let  $P(x_{1,t}) = P(x_1, x_2, \dots, x_t)$

$HMM = \operatorname{argmax}_{y_{1,t}} P(x_{1,t}, y_{1,t})$

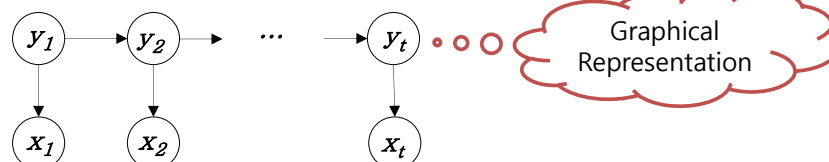
$= \operatorname{argmax}_{y_{1,t}} P(y_{1,t}) P(x_{1,t} | y_{1,t})$

Chain Rule

$= \operatorname{argmax}_{y_{1,t}} \prod_{i=1}^t P(y_i | y_{i-1}) P(x_i | y_i)$

1'st-order Markov Assumption  
→ 전이 확률 (Transition Probability)

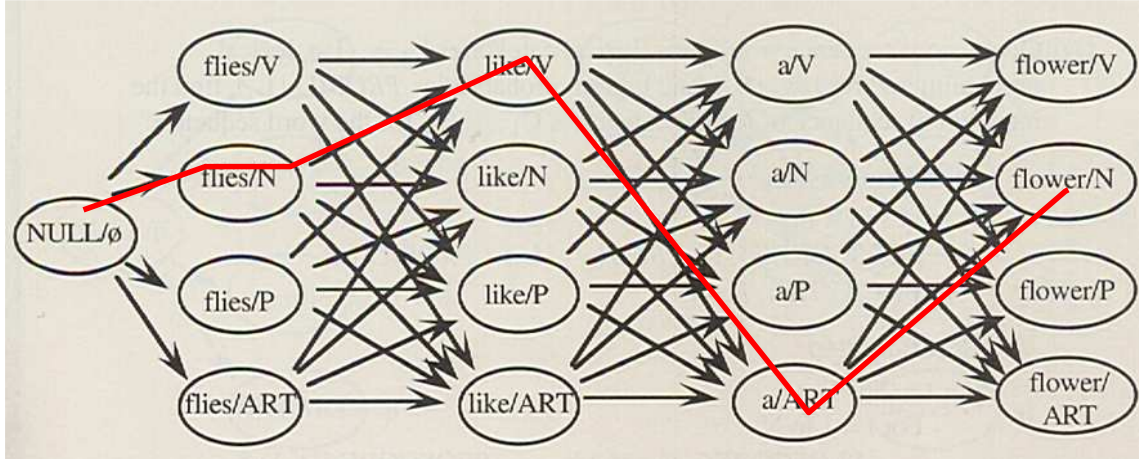
Independent Assumption  
→ 관측 확률 (Observation Probability)



Edited by Harksoo Kim

# Sequence Labeling Problem

- Segmentation or path analysis problem
  - Application: Part-of-speech tagging

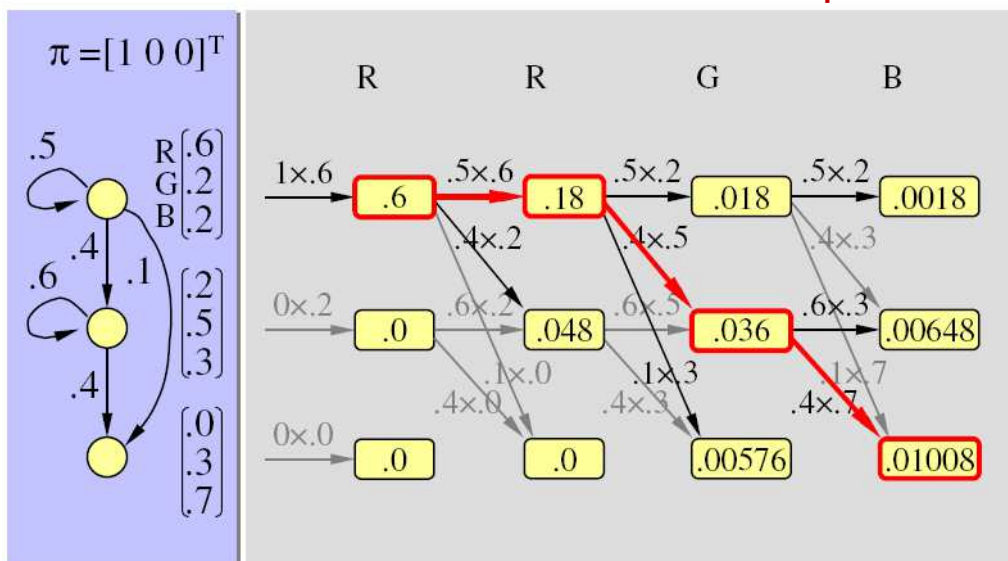


Edited by Harksoo Kim

## Viterbi Algorithm

- 모든 경로를 고려하지 않고도 빠른 시간 내에 최적의 경로를 찾는 알고리즘

Output: 1, 1, 2, 3



Edited by Harksoo Kim

# 질의응답

---

Q & A

Homepage: <http://nlp.konkuk.ac.kr>  
E-mail: [nlpdrkim@konkuk.ac.kr](mailto:nlpdrkim@konkuk.ac.kr)



Edited by Harksoo Kim