



مدل مخفی مارکوف: تئوری و کاربردها

Hidden Markov Model

1394

◎ دکتر مجید وفايي جهان

◎ عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی مشهد

◎ استادیار، گروه مهندسی کامپیوتر - نرم افزار

◎ تخصص: مدلسازی، شبیه‌سازی سیستم‌های کامپیوتری

<http://VafaeiJahan.com>

VafaeiJahan@mshdiau.ac.ir,

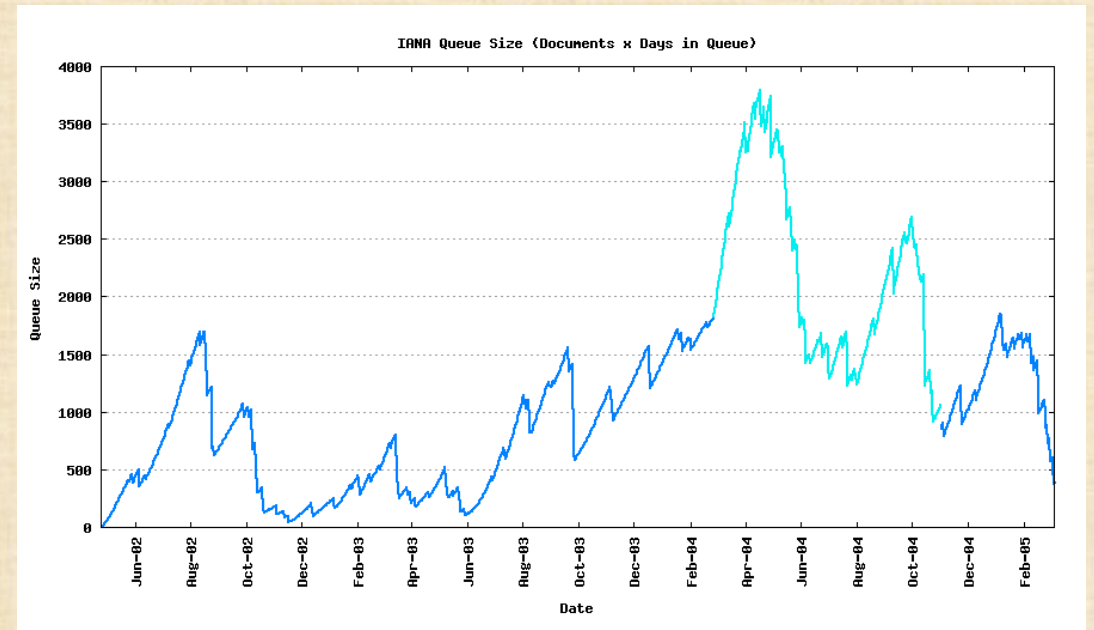
VafaeiJa@yahoo.com; VafaeiJahanMajid@gmail.com

❖ سیستم‌ها تولید کننده دنباله‌ای از داده‌ها هستند.
❖ زیرا زمان یک بعد از عملکرد سیستمی را شامل می‌شود.

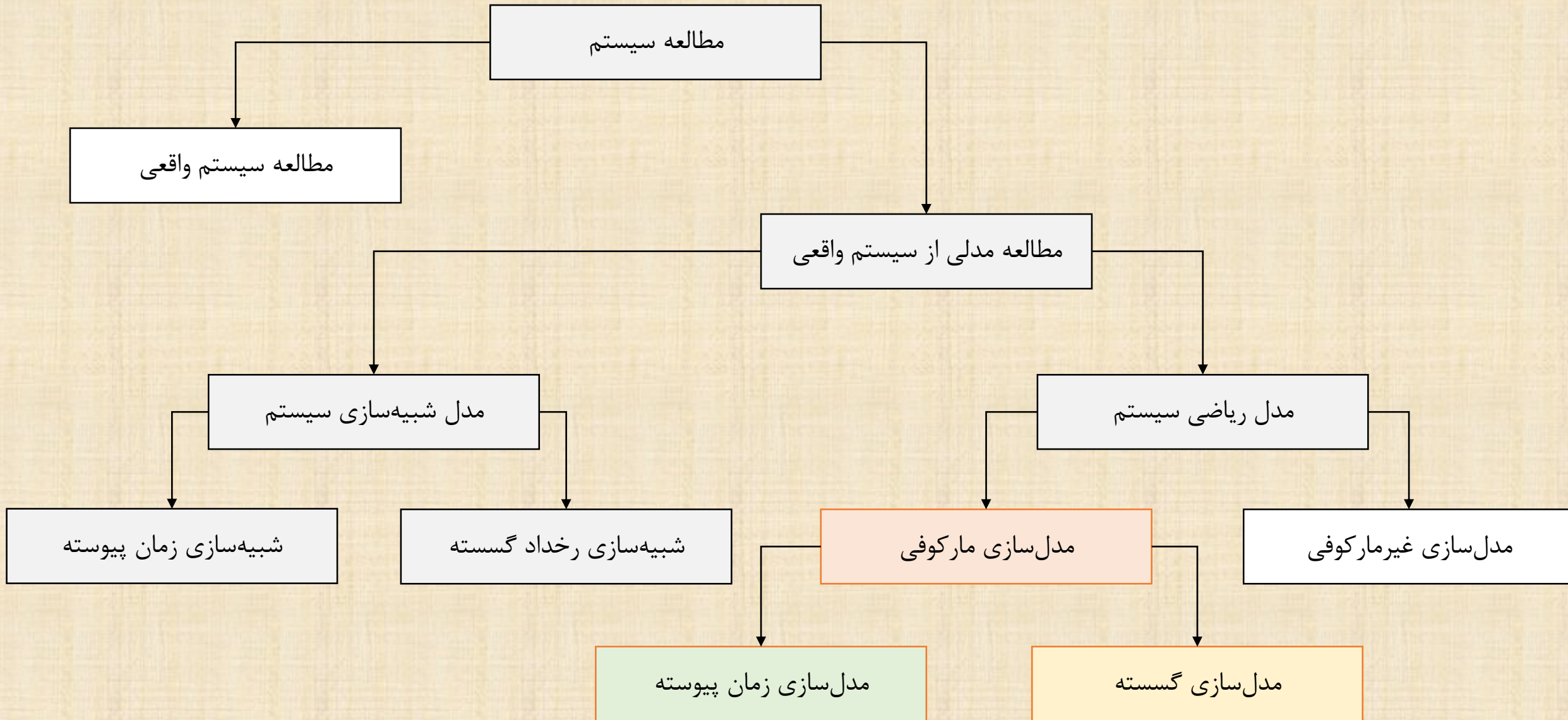
Data Sequence: 1,2,1,1,2,1,3,2,1,3,4,2,1,1,1,3,2,3,1,2,4,3,2

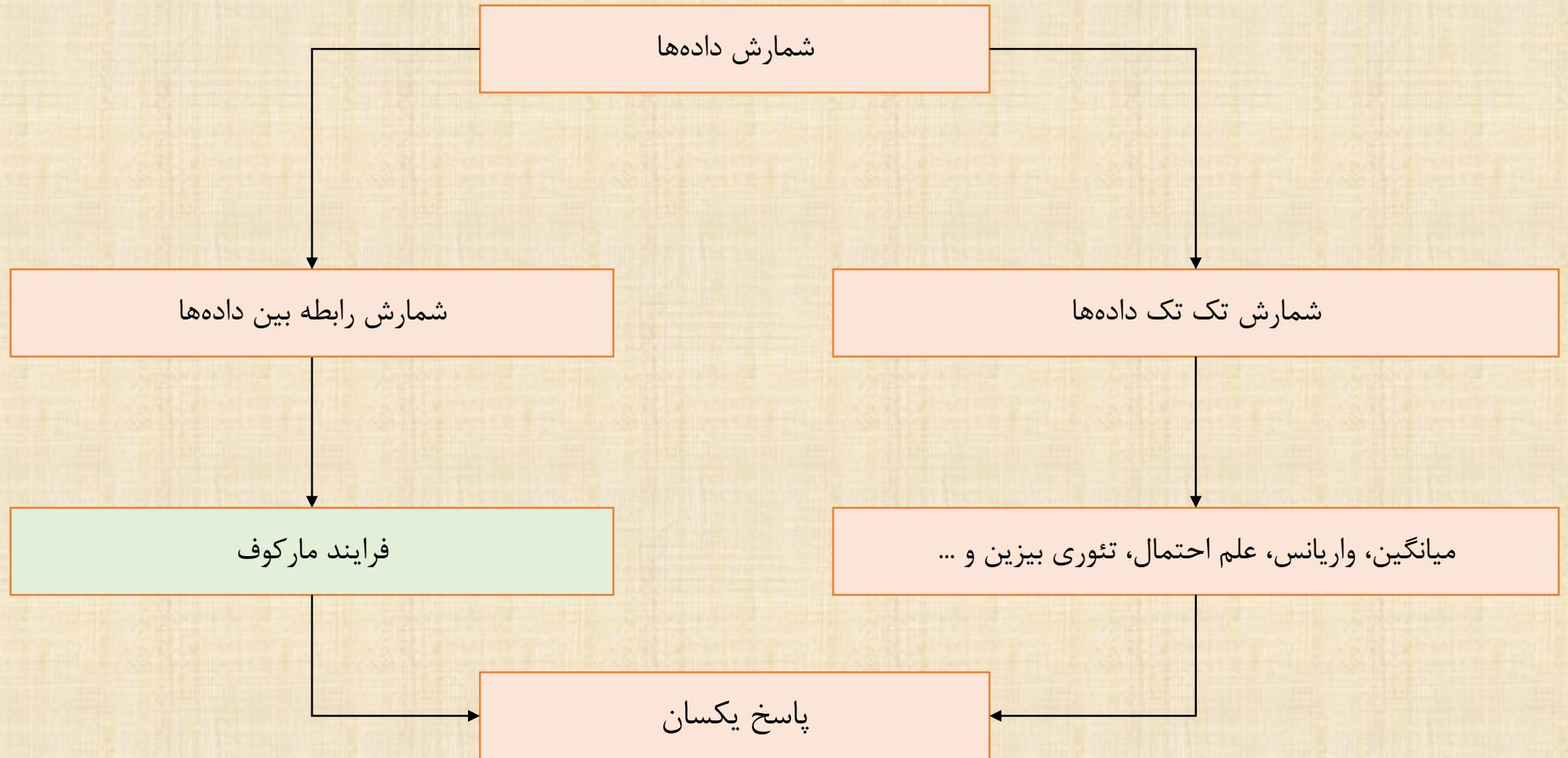


ECG Signal



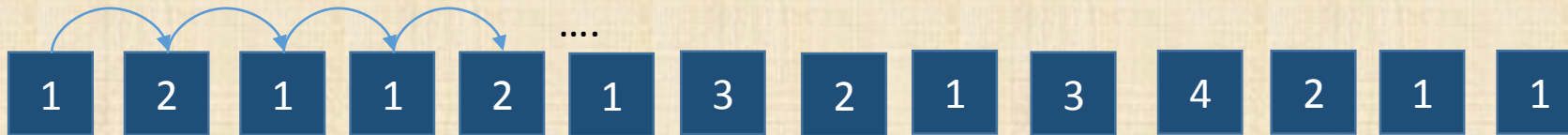
Queue Size



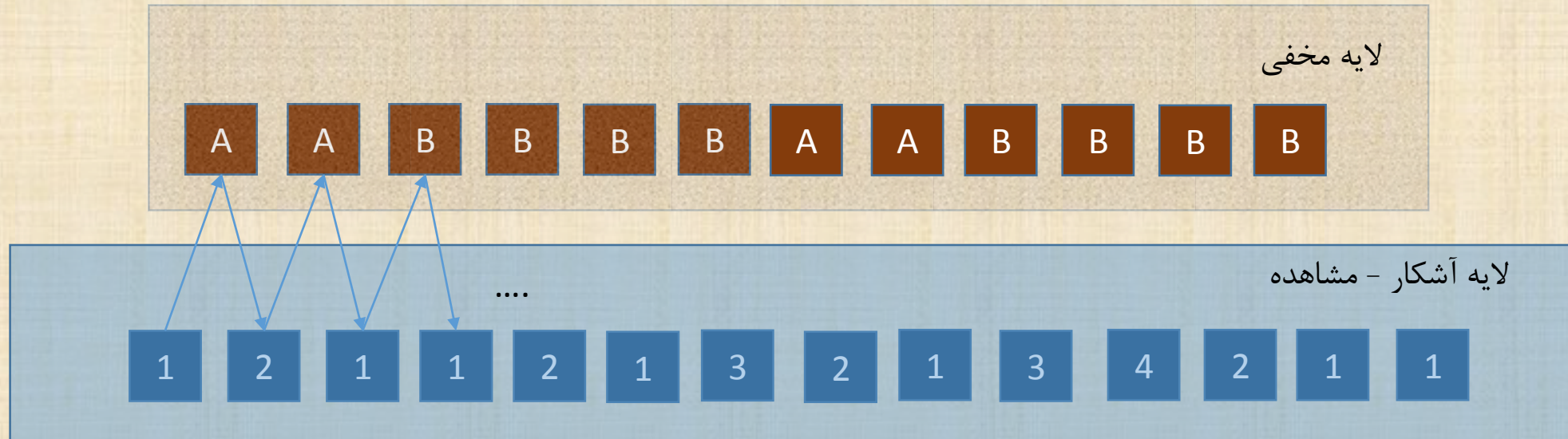


Data Sequence: 1,2,1,1,2,1,3,2,1,3,4,2,1,1

$$P(1)=\frac{7}{14} \quad P(2)=\frac{4}{14} \quad P(3)=\frac{2}{14} \quad P(4)=\frac{1}{14}$$



$$Q = \begin{bmatrix} 3 & 2 & 2 & 0 \\ 4 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \Rightarrow P = \begin{bmatrix} \frac{3}{7} & \frac{2}{7} & \frac{2}{7} & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{2} & 0 & \frac{1}{2} \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \Rightarrow \pi = \left[\frac{7}{14} \quad \frac{4}{14} \quad \frac{2}{14} \quad \frac{1}{14} \right]$$



مثال: نوسانات روزانه دلار و نفت می‌توانند تشکیل یک مدل مخفی دهند. با فرض اینکه قیمت دلار وابسته به قیمت نفت باشد.

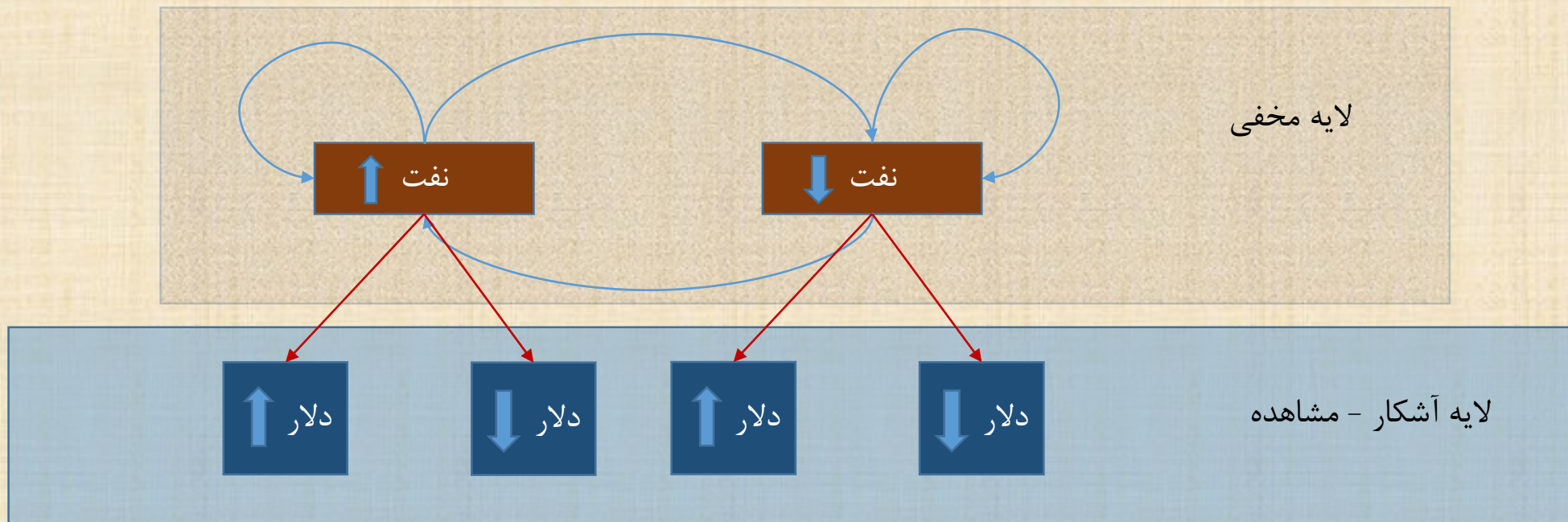
A= قیمت نفت افزایش یابد

B= قیمت نفت کاهش یابد

1= قیمت دلار افزایش یابد

2= قیمت دلار کاهش یابد

مثال: نوسانات روزانه دلار و نفت می‌توانند تشکیل یک مدل مخفی دهند.



مدل مخفی مارکوف برای چه مسائلی کاربرد دارد:

✓ مسائلی که داده‌های دنباله‌ای دارند.

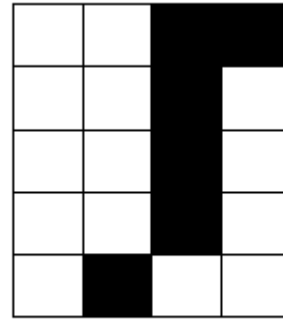
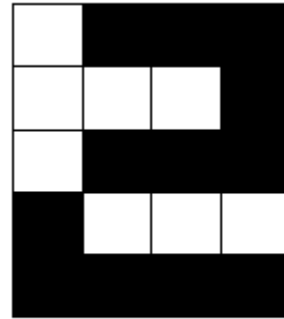
- تقریباً تمام مسائلی که دارای ترتیب رخداد وقایع هستند و یا مبتنی بر زمان کار می‌کنند از این دسته هستند.
- پردازش صوت، تشخیص دست خط، تشخیص حملات سایبری به سایت، الگوهای سیگنال‌های زیستی، قیمت سهام و ...

✓ مسائلی که دنباله داده تعیین کننده پاسخ مسئله است.

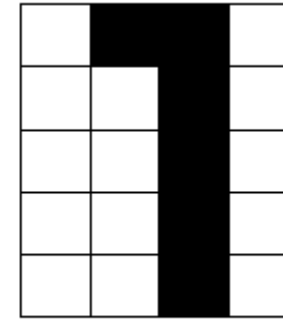
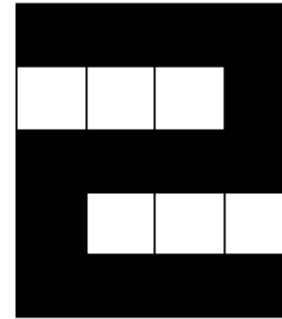
- سیگنال صوتی حرف « آ » از حرف «ب» متفاوت است. بنابراین می‌توان دو مدل مخفی برای اصوات «آ» و «ب» ساخت که دنباله‌های اصوات متفاوتی تولید می‌کند و تشخیص سیستمی صوت را میسر می‌کند.

✓ مسائلی که دنباله داده دقیقی ندارد و با تغییر یا نویز همراه است.

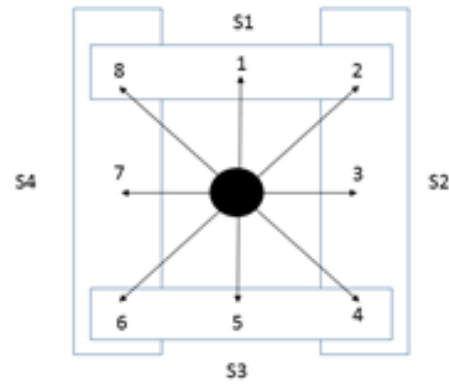
- لهجه در سیستم‌های پردازش صوت باعث تغییر آوا سیگنال صوتی حرف « آ » از حرف «ب» می‌گردد و مدل‌سازی را با مشکل مواجه می‌کند.



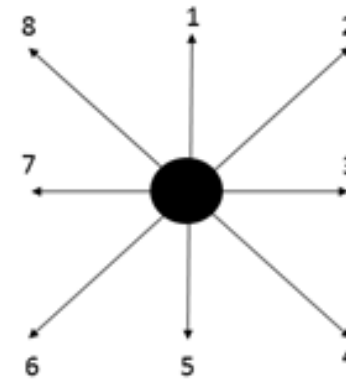
شکل ب: نمونه ای از کاراکترهای دست‌نویس 'ا' و 'ب'



شکل الف: کاراکترهای صحیح 'ا' و 'ب'

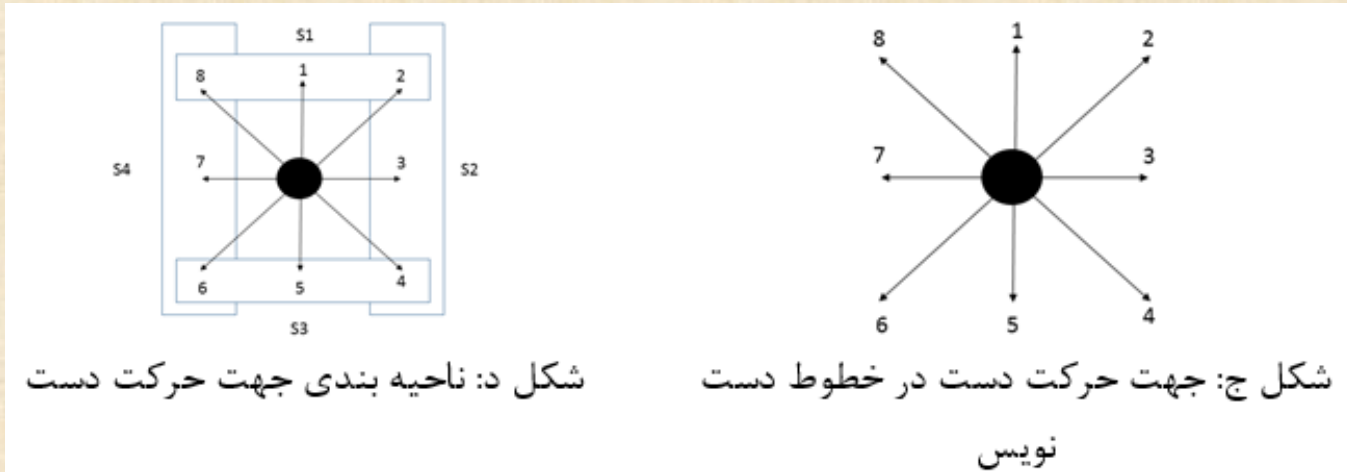


شکل د: ناحیه بندی جهت حرکت دست



شکل ج: جهت حرکت دست در خطوط دست‌نویس

نویس



شکل صحیح عدد ۱:

3,4,5,5,5,5

شکل‌های دیگر عدد ۱:

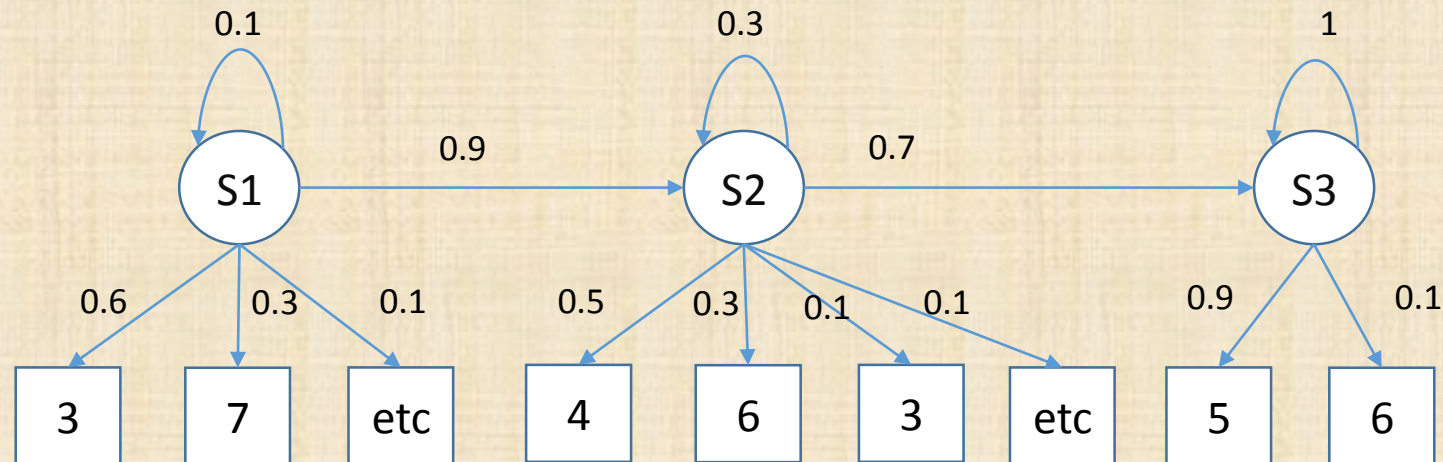
7,6,5,5,5,6

7,6,5,5,5,5

7,6,5,5,5,5,5,5,5,5

مدل مخفی برای دنباله زیر قابل حصول است:

s2,3,s2,4,s3,5,s3,5,s3,5,s3,5



Matlab ✓

شامل دستوراتی ساده ولی کارا از مدل مخفی مارکوف

Mathematica ✓

شامل ۲ دستور کارا برای مدل سازی فرآیندی

HMMall ابزار ✓

شامل دستوراتی مفید در آموزش مدل و بکارگیری آن

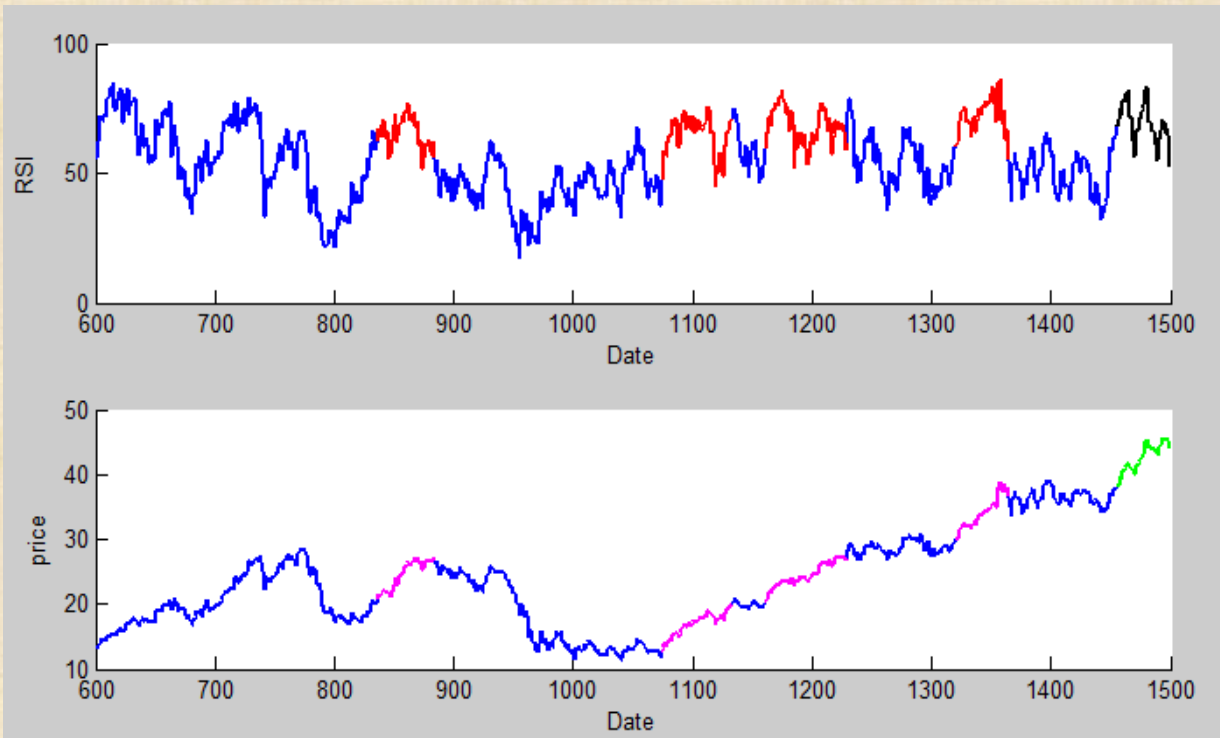
✓ افزایش روزافزون کاربرد

□ مدل سازی فرایندی جزء پیچیده ترین روش هاست. مدل مخفی مارکوف ابزاری قدرتمند محسوب می گردد.

✓ نسخه های جدید مدل مخفی مارکوف در راهند.

- Profile HMM □
- Hierarchical HMM □
- Factorial HMM □
- Coupled HMM □
- Hidden Semi Markov □

تحلیل رفتار سهام: پیش‌بینی رفتار



✓ پیش‌بینی رفتار سهام در بازارهای مالی

- خانم صدرنژاد
- خانم فارابی

✓ تحلیل رفتار بدافزارهای رایانه‌ای - ربات‌های وب

- آقای پچاز
- آقای دیواندري
- خانم ذبیحی

✓ تحلیل رفتار حمله‌های سایبری

- آقای کریمیان
- آقای صالحی
- خانم زنگویی

