法律声明

- 本课件包括演示文稿、示例、代码、题库、视频和声音等内容，小象学院和主讲老师拥有完全知识产权的权利；只限于善意学习者在本课程使用，不得在课程范围外向任何第三方散播。任何其他人或机构不得盗版、复制、仿造其中的创意及内容，我们保留一切通过法律手段追究违反者的权利。

- 课程详情请咨询
  - 微信公众号：小象
  - 新浪微博：ChinaHadoop

隐马尔科夫模型实践

邹博

主要内容

- 实现中文分词
  - 根据语料训练
  - 对新文件分词
  - 副产品：编码转换
- 高斯分布隐马尔科夫模型
  - 标记值为离散分布，观测值为连续分布
- 股价数据提取隐特征
  - GMHMM
- 开源库：Jieba分词、hmmlearn

中文分词

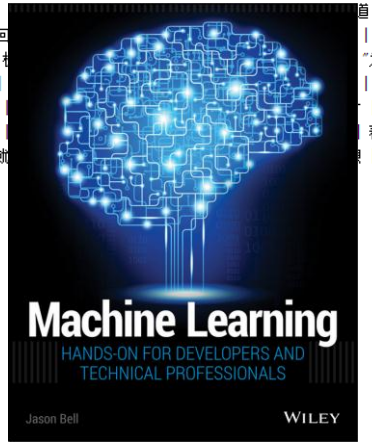
```
if __name__ == "__main__":
    pi, A, B = load_train()
    f = file(".\\text\\novel.txt")
    data = f.read()[3:].decode('utf-8')
    f.close()
    decode = viterbi(pi, A, B, data)
    segment(data, decode)
```

bug HMM

Console | Frames | Variables | Watches

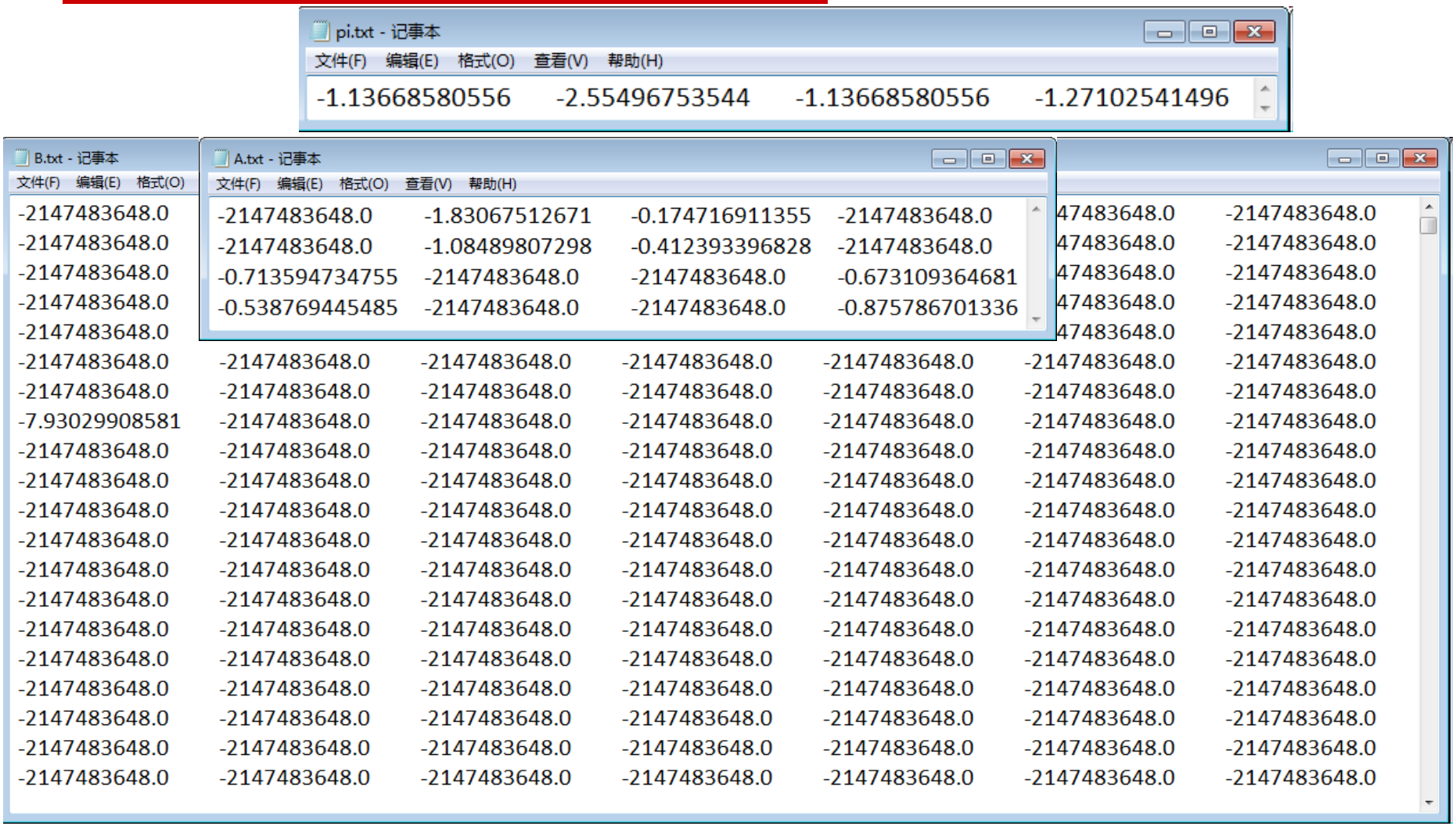
```
Connected to pydev debugger (build 139.1001)
我 | 与 | 地坛 |
史 | 铁生 |
一 |
我 | 在 | 好 | 几 | 篇 | 小说 | 中 | 都 | 提到 | 过 | 一 | 座 | 废弃 | 的 | 古园 | ， | 实际 | 就 | 是 | 地坛 | 。 | 许多 | 年前 | 旅游业 | 还 | 没有 | 开
地坛 | 离 | 我家 | 很 | 近 | 。 | 或者 | 说 | 我家 | 离 | 地坛 | 很 | 近 | 。 | 总之 | ， | 只好 | 认为 | 这 | 是 | 缘分 | 。 | 地坛 | 在 | 我出 | 生前 |
它 | 等待 | 我 | 出生 | ， | 然后 | 又 | 等待 | 我活 | 到 | 最狂 | 妄 | 的 | 年龄 | 上 | 忽地 | 残废 | 了 | 双腿 | 。 | 四百 | 多 | 年里 | ， | 它 | 一面
自 | 从 | 那个 | 下午 | 我 | 无意 | 中进 | 了 | 这 | 园子 | ， | 就 | 再 | 没长 | 久 | 地离 | 开过 | 它 | 。 | 我 | 一 | 下子 | 就 | 理解 | 了 | 它 | 的 |
两 | 条 | 腿 | 残废 | 后 | 的 | 最初 | 几年 | ， | 我找 | 不 | 到 | 工作 | ， | 找 | 不到 | 去路 | ， | 忽然 | 间 | 几乎 | 什么 | 都 | 找 | 不到 | 了 | ，
除 | 去 | 几 | 座 | 殿堂 | 我 | 无法 | 进去 | ， | 除去 | 那 | 座 | 祭坛 | 我 | 不 | 能 | 上去 | 而 | 只能 | 从 | 各个 | 角度 | 张望 | 它 | ， | 地坛 | 的
剩 | 下 | 的 | 就 | 是 | 怎样活 | 的 | 问题 | 了 | ， | 这 | 却 | 不 | 是 | 在 | 某 | 一个 | 瞬间 | 就 | 能 | 完全 | 想透 | 的 | 、 | 不 | 是 | 一次性 | 能
二 |
我 | 才 | 想到 | ， | 当年 | 我 | 总是 | 独自 | 跑 | 到 | 地坛 | 去 | ， | 曾 | 经给 | 母亲 | 出 | 了 | 一个 | 怎样 | 的 | 难题 | 。 |
她 | 不 | 是 | 那种 | 光会 | 疼爱 | 儿子 | 而 | 不 | 懂得 | 理解 | 儿子 | 的 | 母亲 | 。
有 | 一 | 回 | 我摇 | 车出 | 了 | 小院 | ； | 想 | 起 | 一件 | 什么 | 事 | 又 | 返身 | 回
有 | 一次 | 与 | 一个 | 作家 | 朋友 | 聊天 | ， | 我问 | 他学 | 写作 | 的 | 最 | 初动 |
在 | 我 | 的 | 头 | 一 | 篇 | 小 | 说 | 发表 | 的 | 时候 | ， | 在 | 我 | 的 | 小 | 说 |
只 | 是 | 到 | 了 | 这 | 时候 | ， | 纷纭 | 的 | 往事 | 才 | 在 | 我 | 眼前 | 幻现 | 得
摇 | 着 | 轮椅 | 在 | 园中 | 慢慢 | 走 | ， | 又 | 是 | 雾霭 | 的 | 清晨 | ， | 又 | 是
曾 | 有 | 过好 | 多 | 回 | ， | 我 | 在 | 这园 | 子里 | 呆得 | 太久 | 了 | ， | 母亲 | 就
```

前言 |
数据 | ， | 数据 | ， | 数据 | ！ | 想 | 必在
等 | 媒介 | 的 | 持续 | 冲击 | 下 | ， | 人们
的 | 洗礼 | 。 | 现实 | 需求 | 推动 | 了 | 对
这些 | 数据 | 来 | 自于 | 社交 | 媒体 | 、 |
“ | 物联网 | ” | ） | 、 | 传感器 | 等 | 任何
大 | 多 | 数数 | 据 | 挖掘 | 的 | 宣传 | 着 |
数据 | 洪 | 水(| data flood) | 的 | 预言 |
数据 | ， | 硬件 | 推销 | 人员 | 会进 | 一步
能够 | 满足 | 处理 | 速度 | 的 | 要求 | 。 |
对 | 的 | ， | 但 | 是 | 我们 | 值得 | 停下 |
务 | 进行 | 适当 | 的 | 再 | 认识 | 。 |
近 | 年来 | ， | 数据 | 挖掘 | 和 | 机器 | 学习 | 在 | 我们 | 周围 | 持续 | 火爆 | ， | 各种 |
媒体 | 也 | 不断 | 推送 | 着 | 海量 | 的 | 数据 | 。 | 仔细 | 观察 | 就 | 能 | 发现 | ， | 实
际 | 应用 | 中 | 的 | 那些 | 机器 | 学习 | 算法 | 与 | 多 | 年前 | 并 | 没有 | 什么 | 两样 |
； | 它们 | 只 | 是 | 在 | 应用 | 的 | 数据 | 规模 | 上 | 有些 | 不同 | 。 | 历数 | 一 | 下 |
产生 | 数据 | 的 | 组织 | ， | 至少 | 在 | 我 | 看来 | ， | 数目 | 其实 | 并 | 不 | 多 | 。 |
无非 | 是 | Google | 、 | Facebook | 、 | Twitter | 、 | NetFlix | 以及 | 其 | 他 | 为数 | 不
多 | 的 | 机构 | 在 | 使用 | 若 | 干学 | 习算法 | 和 | 工具 | ， | 这些 | 算法 | 和 | 工具 |
使 | 得 | 他们 | 能够 | 对 | 数据 | 进行 | 测试 | 分析 | 。 | 那么 | ， | 真正 | 的 | 问题 |
是 | ： | “ | 对于 | 其 | 他人 | ， | 大数 | 据 | 框架 | 下 | 的 | 算法 | 和 | 工具 | 的 | 作用
| 是 | 什么 | 呢 | ？ | ”|
我承认 | 本书 | 将 | 多 | 次 | 提及 | 大 | 数据 | 和 | 机器 | 学习 | 之间 | 的 | 关系 | ， |
这 | 是 | 我 | 无法 | 忽视 | 的 | 一个 | 客观 | 问题 | ； | 但 | 是 | 它 | 只 | 是 | 一个 | 很
| 小 | 的 | 因素 | ， | 终极 | 目标 | 是 | 如何 | 利用 | 可用 | 数据 | 获取 | 数据 | 的 | 本质



Jason Bell. *Machine Learning: Hands-On for Developers and Technical Professionals*. Wiley.2014

HMM参数训练


pi.txt - 记事本
文件(F) 编辑(E) 格式(O) 查看(V) 帮助(H)
-1.13668580556 -2.55496753544 -1.13668580556 -1.27102541496
B.txt - 记事本
文件(F) 编辑(E) 格式(O)
A.txt - 记事本
文件(F) 编辑(E) 格式(O) 查看(V) 帮助(H)
-2147483648.0 -1.83067512671 -0.174716911355 -2147483648.0
-2147483648.0 -1.08489807298 -0.412393396828 -2147483648.0
-0.713594734755 -2147483648.0 -2147483648.0 -0.673109364681
-0.538769445485 -2147483648.0 -2147483648.0 -0.875786701336
-7.93029908581

HMM中文分词

```python
def viterbi(pi, A, B, o):
    T = len(o)   # 观测序列
    delta = [[0 for i in range(4)] for t in range(T)]
    pre = [[0 for i in range(4)] for t in range(T)]  # 前一个状态    # pre[t][i]：t时刻的i状态，它的前一个状态是多少
    for i in range(4):
        delta[0][i] = pi[i] + B[i][ord(o[0])]
    for t in range(1, T):
        for i in range(4):
            delta[t][i] = delta[t-1][0] + A[0][i]
            for j in range(1,4):
                vj = delta[t-1][j] + A[j][i]
                if delta[t][i] < vj:
                    delta[t][i] = vj
                    pre[t][i] = j
            delta[t][i] += B[i][ord(o[t])]
    decode = [-1 for t in range(T)]  # 解码：回溯查找最大路径
    q = 0
```

18.3.HMM | 18.2.Segmentation | 18.HMM

```
C:\Python27\python.exe D:/Python/18.2.Segmentation.py
我 | 与 | 地坛 |
史 | 铁生 |
一 |
我 | 在 | 好 | 几 | 篇 | 小说 | 中 | 都 | 提到 | 过 | 一 | 座 | 废弃 | 的 | 古园 | ， | 实际 | 就 | 是 | 地坛 | 。 | 许多 | 年前 | 旅游业 | 还 | 没有 | 开展 |
地坛 | 离 | 我家 | 很 | 近 | 。 | 或者 | 说 | 我家 | 离 | 地坛 | 很 | 近 | 。 | 总之 | ， | 只好 | 认为 | 这 | 是 | 缘分 | 。 | 地坛 | 在 | 我出 | 生前 | 四百
它 | 等待 | 我 | 出生 | ， | 然后 | 又 | 等待 | 我活 | 到 | 最狂 | 妄 | 的 | 年龄 | 上 | 忽地 | 残废 | 了 | 双腿 | 。 | 四百 | 多 | 年里 | ， | 它 | 一面 | 剥蚀
自 | 从 | 那个 | 下午 | 我 | 无意 | 中进 | 了 | 这 | 园子 | ， | 就 | 再 | 没长 | 久 | 地离 | 开过 | 它 | 。 | 我 | 一 | 下子 | 就 | 理解 | 了 | 它 | 的 | 意图
两 | 条 | 腿 | 残废 | 后 | 的 | 最初 | 几年 | ， | 我找 | 不 | 到 | 工作 | ， | 找 | 不到 | 去路 | ， | 忽然 | 间 | 几乎 | 什么 | 都 | 找 | 不到 | 了 | ， | 我
除 | 去 | 几 | 座 | 殿堂 | 我 | 无法 | 进去 | ， | 除去 | 那 | 座 | 祭坛 | 我 | 不 | 能 | 上去 | 而 | 只能 | 从 | 各个 | 角度 | 张望 | 它 | ， | 地坛 | 的 | 每
剩 | 下 | 的 | 就 | 是 | 怎样活 | 的 | 问题 | 了 | ， | 这 | 却 | 不 | 是 | 在 | 某 | 一个 | 瞬间 | 就 | 能 | 完全 | 想透 | 的 | 、 | 不 | 是 | 一次性 | 能够 |
二 |
我 | 才 | 想到 | ， | 当年 | 我 | 总是 | 独自 | 跑 | 到 | 地坛 | 去 | ， | 曾 | 经给 | 母亲 | 出 | 了 | 一个 | 怎样 | 的 | 难题 | 。 |
她 | 不 | 是 | 那种 | 光会 | 疼爱 | 儿子 | 而 | 不 | 懂得 | 理解 | 儿子 | 的 | 母亲 | 。 | 她 | 知道 | 我心 | 里 | 的 | 苦闷 | ， | 知道 | 不 | 该 | 阻止 | 我出
有 | 一 | 回 | 我摇 | 车出 | 了 | 小院 | ； | 想 | 起 | 一件 | 什么 | 事 | 又 | 返身 | 回来 | ， | 看见 | 母亲 | 仍站 | 在 | 原地 | ， | 还 | 是 | 送 | 我 | 走
有 | 一次 | 与 | 一个 | 作家 | 朋友 | 聊天 | ， | 我问 | 他学 | 写作 | 的 | 最 | 初动 | 机是 | 什么 | ？ | 他想 | 了 | 一会 | 说 | ： | ″为 | 我 | 母亲 | 。 | 为
在 | 我 | 的 | 头 | 一 | 篇 | 小 | 说 | 发表 | 的 | 时候 | ， | 在 | 我 | 的 | 小 | 说 | 第一 | 次 | 获奖 | 的 | 那些 | 日子 | 里 | ， | 我真 | 是 | 多么 | 希望
```

Jieba分词

18.2.Segmentation.py | 18.3.jieba_intro.py | 18.4.GMHMM.py

```
-coding:utf-8-

nport sys
nport jieba
nport jieba.posseg


f __name__ == "__main__":
    reload(sys)
    sys.setdefaultencoding('utf-8')
    f = open('.\\text\\18.novel.txt')
    str = f.read().decode('utf-8')
    f.close()

    seg = jieba.posseg.cut(str)
    for s in seg:
        # print s.word, s.flag,
        print s.word, '|',
```

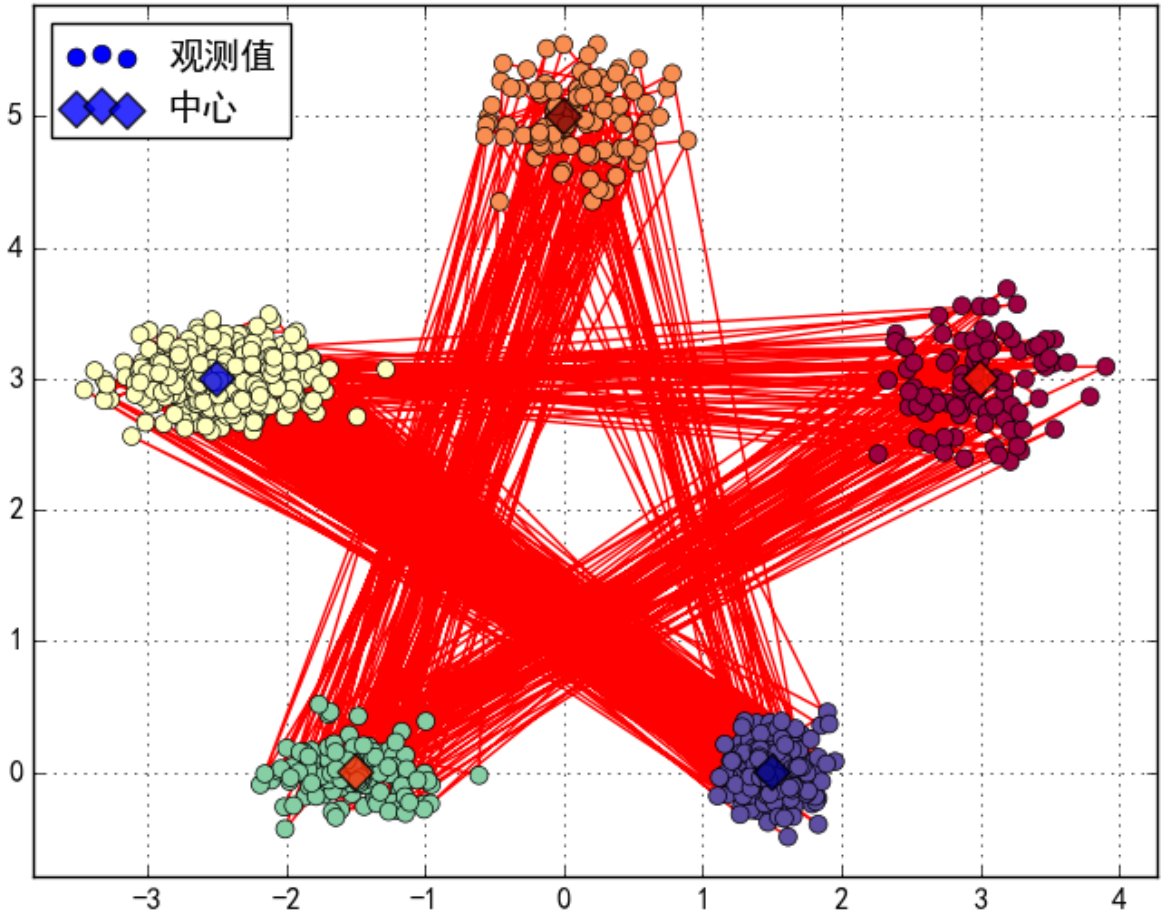
18.3.HMM | 18.3.jieba_intro | 18.HMM

```
我 | 与 | 地坛 |
| 史铁生 |
| 一 |
| 我 | 在 | 好几篇 | 小说 | 中 | 都 | 提到 | 过 | 一座 | 废弃 |Loading model cost 0.419 seconds.
Prefix dict has been built succesfully.
的 | 古园 | , | 实际 | 就是 | 地坛 | 。 | 许多年 | 前 | 旅游业 | 还 | 没有 | 开展 | , | 园子 | 荒芜 | 冷落 | 得 | 如同 | 一片 | 野地 | , | 很少 | 被 | 人 | 记起 | 。
| 地坛 | 离 | 我家 | 很 | 近 | 。 | 或者说 | 我家 | 离 | 地坛 | 很 | 近 | 。 | 总之 | , | 只好 | 认为 | 这 | 是 | 缘分 | 。 | 地坛 | 在 | 我 | 出生 | 前 | 四百多年 | 就
| 它 | 等待 | 我 | 出生 | , | 然后 | 又 | 等待 | 我 | 活到 | 最 | 狂妄 | 的 | 年龄 | 上 | 忽地 | 残废 | 了 | 双腿 | 。 | 四百多年 | 里 | , | 它 | 一面 | 剥蚀 | 了 | 古
| 自从 | 那个 | 下午 | 我 | 无意 | 中 | 进 | 了 | 这 | 园子 | , | 就 | 再 | 没 | 长久 | 地 | 离开 | 过 | 它 | 。 | 我 | 一下子 | 就 | 理解 | 了 | 它 | 的 | 意图 | 。 |
| 两条腿 | 残废 | 后 | 的 | 最初 | 几年 | , | 我 | 找 | 不到 | 工作 | , | 找 | 不到 | 去路 | , | 忽然 | 间 | 几乎 | 什么 | 都 | 找 | 不到 | 了 | , | 我 | 就 | 摇 | 了
| 除去 | 几座 | 殿堂 | 我 | 无法 | 进去 | , | 除去 | 那 | 座 | 祭坛 | 我 | 不能 | 上去 | 而 | 只能 | 从 | 各个 | 角度 | 张望 | 它 | , | 地坛 | 的 | 每 | 一棵树 | 下 |
| 剩下 | 的 | 就是 | 怎样 | 活 | 的 | 问题 | 了 | , | 这 | 却 | 不是 | 在 | 某 | 一个 | 瞬间 | 就 | 能 | 完全 | 想透 | 的 | 、 | 不是 | 一次性 | 能够 | 解决 | 的 | 事 |
| 二 |
| 我 | 才 | 想到 | , | 当年 | 我 | 总是 | 独自 | 跑 | 到 | 地坛 | 去 | , | 曾经 | 给 | 母亲 | 出 | 了 | 一个 | 怎样 | 的 | 难题 | 。 |
| 她 | 不是 | 那种 | 光 | 会 | 疼爱 | 儿子 | 而 | 不 | 懂得 | 理解 | 儿子 | 的 | 母亲 | 。 | 她 | 知道 | 我 | 心里 | 的 | 苦闷 | , | 知道 | 不该 | 阻止 | 我 | 出去 | 走
| 有 | 一回 | 我 | 摇车 | 出 | 了 | 小院 | ; | 想起 | 一件 | 什么 | 事 | 又 | 返身 | 回来 | , | 看见 | 母亲 | 仍 | 站 | 在 | 原地 | , | 还是 | 送 | 我 | 走时 | 的 |
| 有 | 一次 | 与 | 一个 | 作家 | 朋友 | 聊天 | , | 我 | 问 | 他 | 学 | 写作 | 的 | 最初 | 动机 | 是 | 什么 | ? | 他 | 想 | 了 | 一会 | 说 | : | " | 为 | 我 | 母亲 | 。
```

Hmmlearn的安装

```
D:\Python\Package>pip install hmmlearn-0.2.0-cp27-cp27m-win32.whl
Processing d:\python\package\hmmlearn-0.2.0-cp27-cp27m-win32.whl
Installing collected packages: hmmlearn
Successfully installed hmmlearn-0.2.0
```

GMHMM



GMHMM参数估计

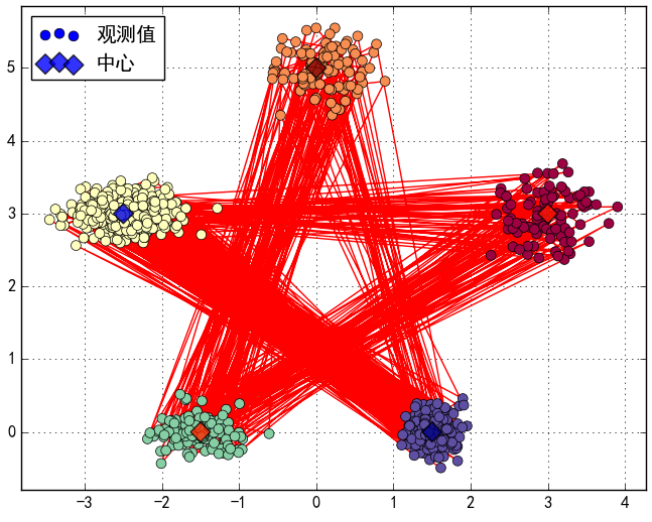
初始概率： [0.19356424 0.25224431 0.21259213 0.19217803 0.14942128]
转移概率：
[[0.25822029 0.   0.35651955 0.38526017 0.   ]
 [0.   0.34669639 0.   0.6067387   0.04656491]
 [0.04868208 0.   0.46521279 0.   0.48610513]
 [0.3825259   0.31237801 0.   0.30509609 0.   ]
 [0.   0.09539815 0.62865435 0.   0.2759475]]
均值：
[[3.   3.]
 [0.   5.]
 [-2.5 3.]
 [-1.5 0.]
 [1.5 0.]]
方差：
[[[0.12 0.]
  [0.   0.09]]

 [[0.12 0.]
  [0.   0.09]]

 [[0.12 0.]
  [0.   0.03]]

 [[0.09 0.]
  [0.   0.03]]

 [[0.03 0.]
  [0.   0.03]]]



估计初始概率： [0. 0. 1. 0. 0.]
估计转移概率：
[[0.24444444 0.   0.43333333 0.32222222 0.   ]
 [0.   0.36082474 0.   0.60824742 0.03092784]
 [0.03406326 0.   0.47688564 0.   0.48905109]
 [0.43902439 0.27642276 0.   0.28455285 0.   ]
 [0.   0.10071942 0.6294964   0.   0.26978417]]
估计均值：
[[2.98641153 2.97594103]
 [0.09781242 5.00394771]
 [-2.47643196 2.99259797]
 [-1.51986115 -0.0035412]
 [1.50315967 -0.00746037]]
估计方差：
[[[0.11979558 0.01093522]
  [0.01093522 0.09896496]]

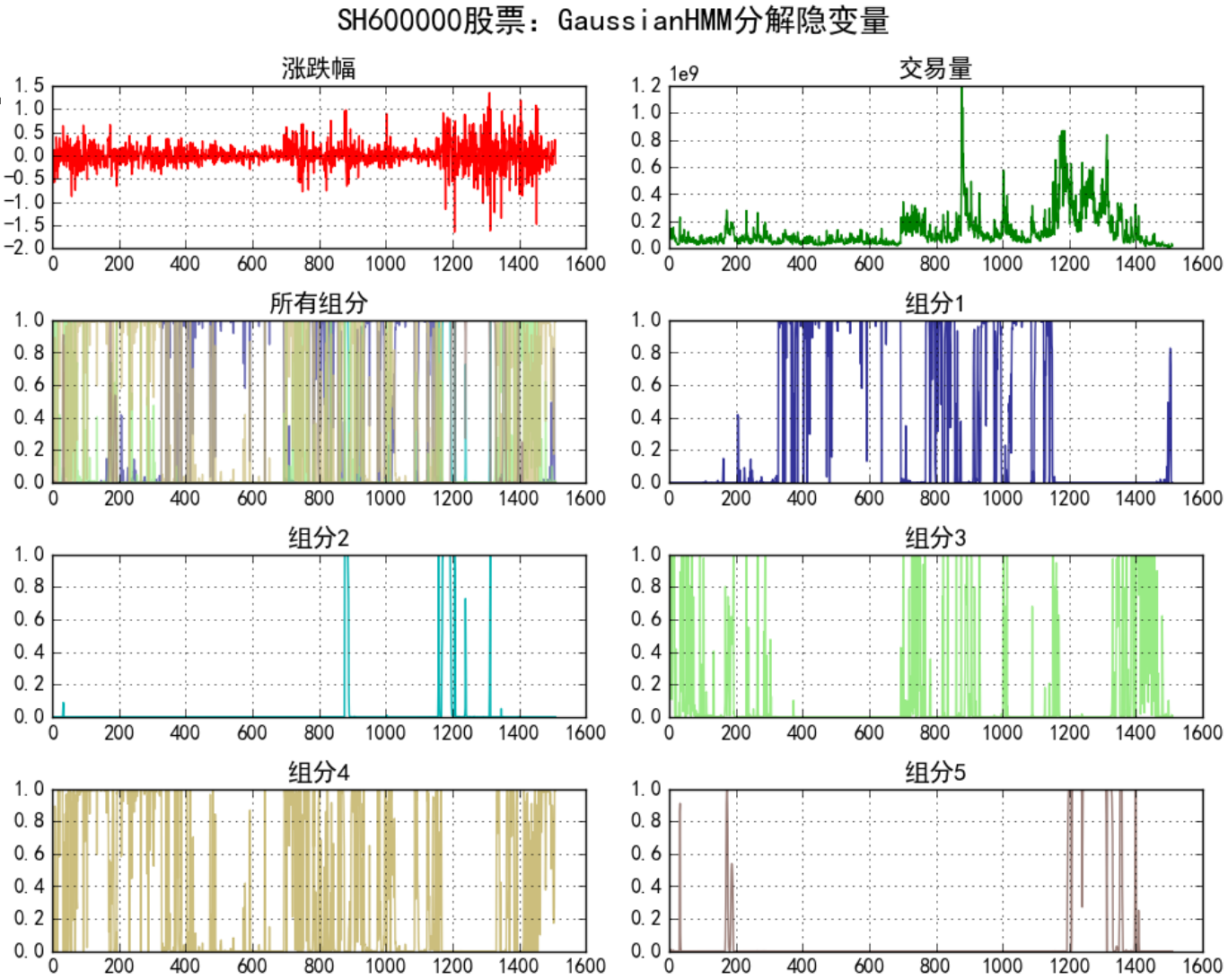
 [[0.10760117 0.00087227]
  [0.00087227 0.07097137]]

 [[0.11128863 0.00142049]
  [0.00142049 0.02646752]]

 [[0.09187351 -0.00410475]
  [-0.00410475 0.03027345]]

 [[0.02501027 0.00066473]
  [0.00066473 0.02779045]]]

提取特征


SH600000股票：GaussianHMM分解隐变量
涨跌幅
交易量
1e9
所有组分
组分1
组分2
组分3
组分4
组分5

hmmlearn参考文献

- 安装包：
  - https://pypi.python.org/pypi/hmmlearn
- Github代码：
  - https://github.com/hmmlearn/hmmlearn
- 文档：
  - http://hmmlearn.readthedocs.io/en/latest/tutorial.html

我们在这里

- http://wenda.ChinaHadoop.cn
  - 视频/课程/社区
- 微博
  - @ChinaHadoop
  - @邹博_机器学习
- 微信公众号
  - 小象
  - 大数据分析挖掘

感谢大家！

恳请大家批评指正！