

# 人工智能驱动的预测 Forecasting with AI

李丰

北京大学光华管理学院

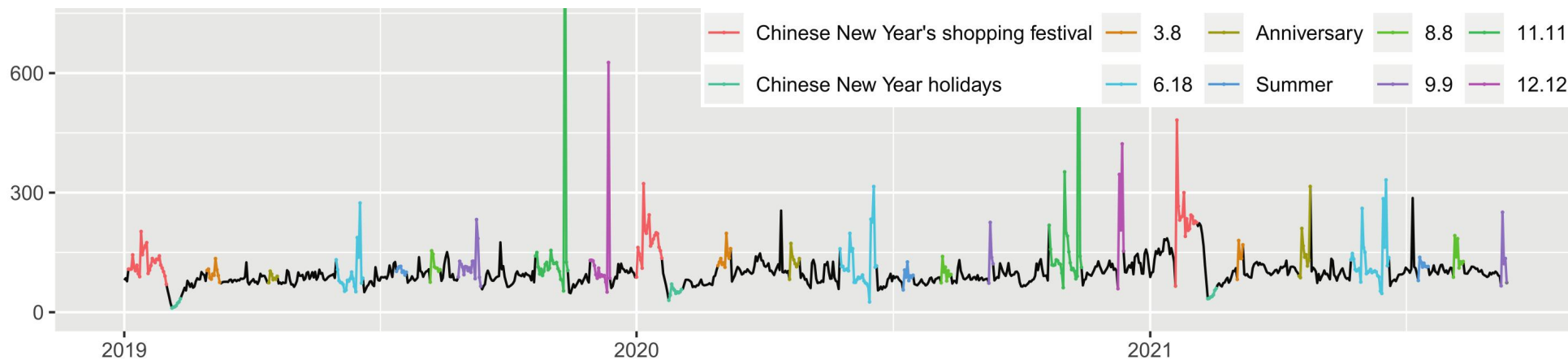
<https://feng.li/forecasting-with-ai>

# 时间序列特征

Time Series Features

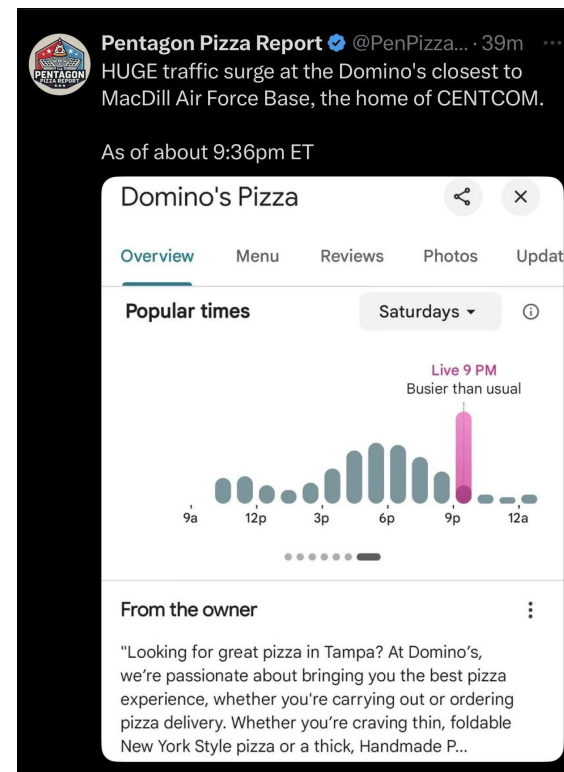
# 预测特征

- **时间序列特征** (Time Series Features) 是指从时间序列数据中提取出的能够反映其规律性、结构性和动态变化的重要属性或指标。
- **趋势特征** (Trend Features) 描述序列是否随时间整体上升或下降。
  - 例子：长期上升的销售额、长期下降的通话量。
  - 特征指标：斜率、线性回归系数、长期移动平均值等。
- **季节性特征** (Seasonality Features) 描述序列在固定周期内的重复模式。
  - 例子：零售销售在节假日高峰。
  - 特征指标：周期长度、傅里叶频率成分、季节性强度指数。
- **自相关特征** (Autocorrelation Features) 衡量当前时刻与过去时刻之间的相关性。
  - 例子：收益可能与前一天收益有相关性。
  - 特征指标：自相关函数 (ACF)、偏自相关函数 (PACF)、滞后相关系数。



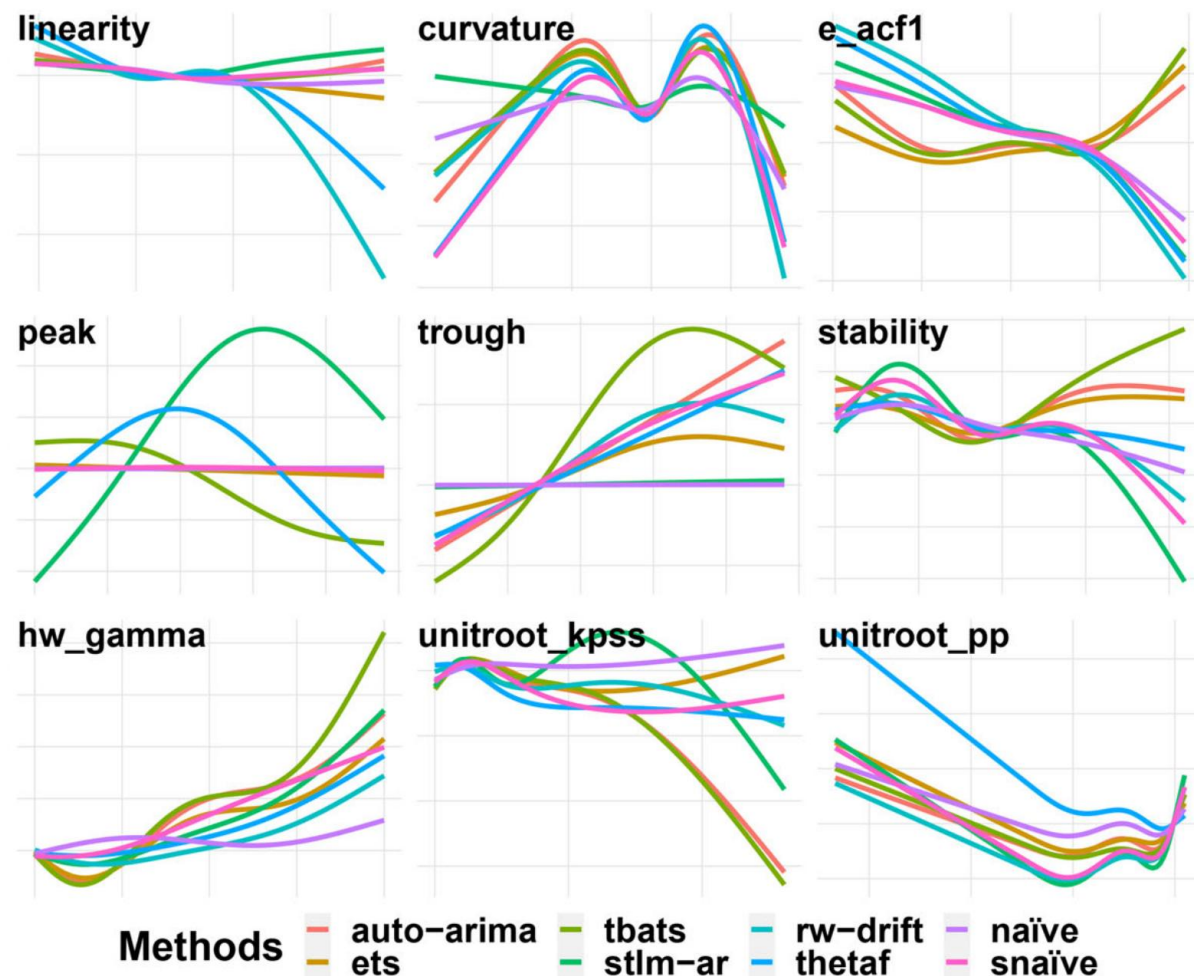
# 一些意想不到的预测特征

- 夜间灯光强度可以预测 GDP 增速
- 猜猜是正相关还是负相关?
- 披萨晴雨表



# 特征对预测有影响吗？

- 预测就像破案
  - 时间序列的历史值是“基本证据”
  - 特征就是“关键线索”
- 特征决定了模型能学到什么规律
  - 如果只输入原始时间序列（比如销售量），模型可能只能依赖自身的过去值来预测。
  - 如果加入趋势、季节性、假日、价格、天气等特征，模型就能捕捉到更复杂的驱动因素，从而提高预测精度。
- 特征决定预测目标的可实现性
  - 有些时间序列几乎是“噪声”，如果缺乏关键外生特征（如政策、天气、市场活动），预测精度会非常有限。
  - 反之，如果能引入相关特征，预测结果会显著改善。



# 自动化特征提取

Automated Feature Learning/Engineering

# 自动化特征的优势

- 人工设计特征往往需要专业知识和大量试错。
- 人工设计特征需要大量统计学或领域专家去设定。
  - 比如差分、移动平均、傅里叶分解等
  - 人工特征往往局限于线性或简单结构
  - 想想把200个我雇佣到你们公司的成本是多少？
- 自动化特征学习可以通过端到端预测实现
  - 让模型直接从原始数据中提取趋势、季节性、非线性关系
  - 减少人工干预和先验假设。
- AI 预测模型可以自动识别长期依赖、非线性关系、多变量之间的交互效应。

# 自动化特征能发现人类难以察觉的隐藏规律

- 班延误预测的传统预测中，我们通常依赖一些显而易见的特征，比如：
  - 历史延误情况（过去航班是否延误）
  - 天气因素（暴雨、大风、能见度）
  - 航空公司、航线距离等
- 基于自动化特征发现了一个人类不易察觉的预测规律：
  - 在一些大型枢纽机场（如芝加哥、亚特兰大），即使天气晴朗，前序航班微小的延误（比如仅 5 分钟）也会在航班网络中逐步放大。
  - 模型通过学习大量历史数据，捕捉到这种延误“传染效应”，并能提前预测到后续航班即将大规模延误。



# 预测的泛化能力

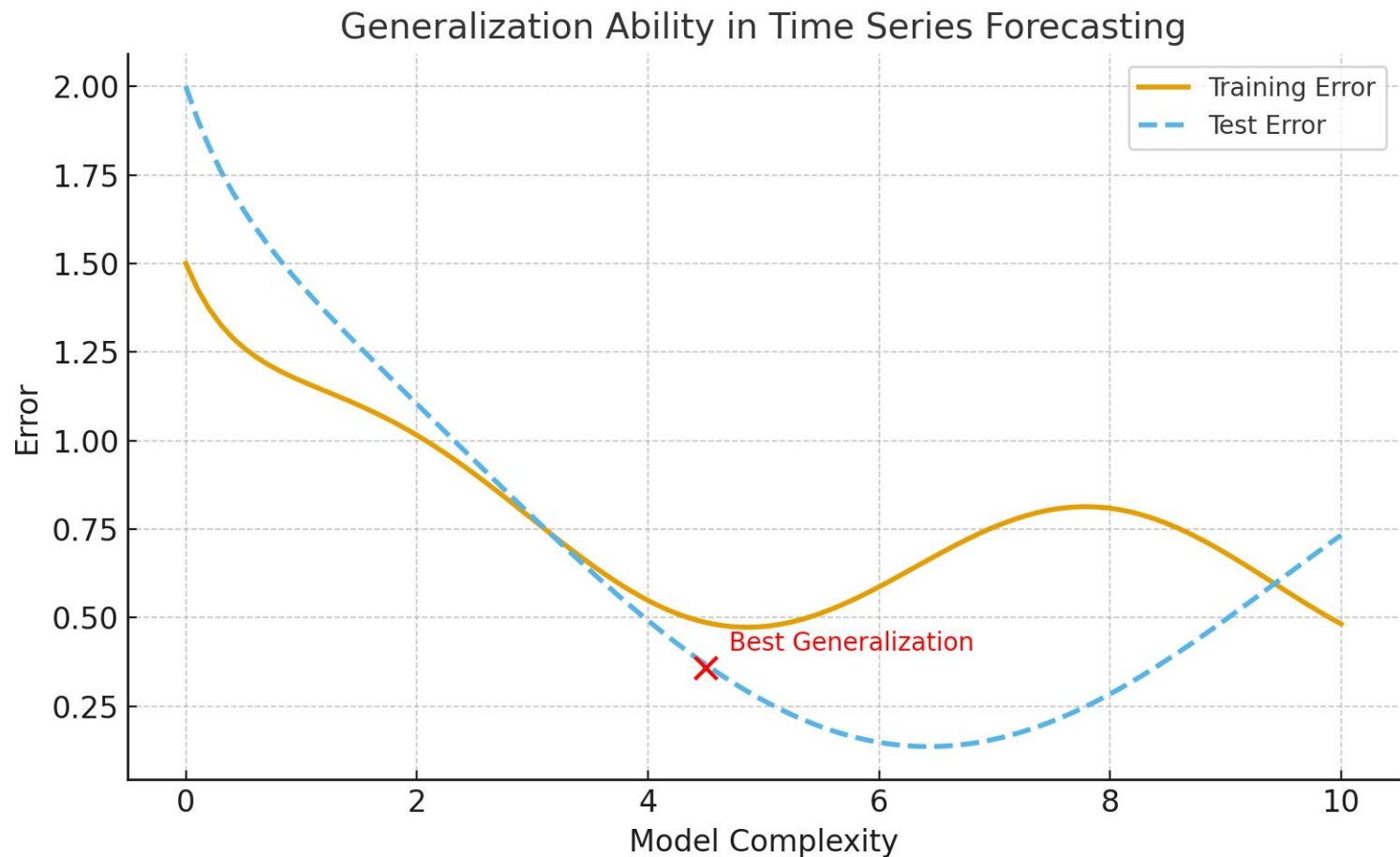
Generalization Ability

# 强大的泛化能力

- **泛化能力（Generalization Ability）** 是指一个模型在未见过的新数据上依然能够保持良好预测性能的能力。
- 泛化能力就是模型能否学会“举一反三”。在预测问题中，这意味着模型不仅能拟合历史数据，更能在未来未知的数据环境下保持准确性和稳健性。
- AI模型可以通过大规模数据训练获得，能够在新场景下快速适应（如预训练的时序大模型可迁移到不同领域）。这种自适应能力是传统方法所欠缺的。

# 什么是泛化能力不足

- **过拟合：**模型在训练数据拟合得很好，但未来预测误差大。
- **欠拟合：**模型过于简单，连基本规律（趋势、季节性）都没学到。
- **对新情境脆弱：**一旦外部条件发生变化，预测效果骤降。



# 如何提升预测泛化能力

- **避免模型过于复杂：**如深度网络参数太多
- **交叉验证与滚动预测：**用“过去预测未来”的方式测试模型稳健性。
- **特征选择：**去掉无关或噪声特征，避免干扰预测。
- **组合预测方法：**结合多个模型（统计+AI）来提升稳健性。
- **概率预测：**不仅给点预测，还给预测区间或分布，反映不确定性。

# 讨论

- 在你了解的行业有没有自己的预测特征可以分享给大家？
- 你是怎么发现的？
- 你能依据你的特征做一些核心决策吗？