

BTP 的预测

预测目标：预测未来 10 分钟、15 分钟的 BTP 状态

由前分析，我们可得到一段时间（约两小时）内模拟的 BTP 轨迹，即 \widehat{z}_B 。每一个数据点代表每五秒获得的一个新的估计值。为了达到预测目标，首先，以 12 个数据点为一组，计算每分钟 BTP 的估计值，即每组数据的 \widehat{z}_B 的平均值，作为新的样本 Y 进行分析和预测， Y 在未来第 10 阶和未来第 15 阶的预测即为未来 10 分钟、15 分钟的 BTP 预测。

1 Y 的分析

结论： Y 具有较强的趋势性，不具有随机数据的特征，ARIMA 模型等不适用于 Y 的拟合和预测。

分析方法：小波分析方法和傅立叶方法。

1.1 小波分析方法

选用小波基 `coif2` 对 Y 做小波分析。

首先在 Level 3 的水平上对 Y 做小波分解， Y 被分解为 A_3, D_3, D_2, D_1 。D 为分解得到的随机项，从图 1 的振幅来看，随机项的影响相对较小。并且由于原始数据 Y 的计算依赖于优化模型，此处随机项具有为随机性，不做为分析的重点。主要分析 A_3 的拟合估计。

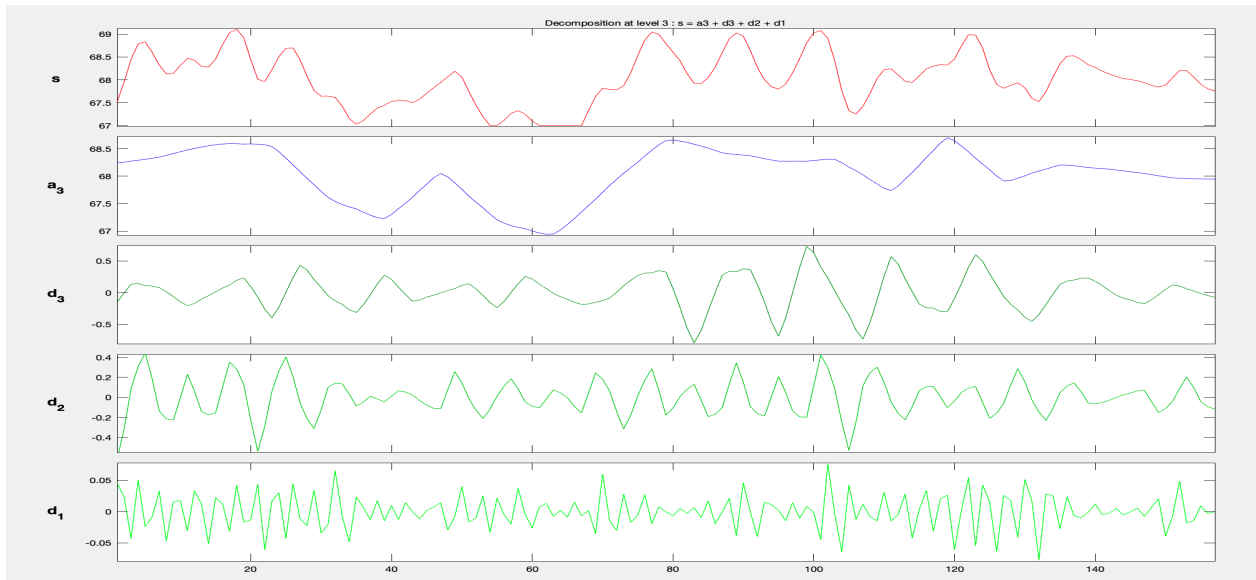


Figure 1: 小波分解 (coif2, Level 3)

由图 2-1 可知， A_3 可以较为准确的拟合 Y 的趋势，过滤噪音，但仍出现明显的拟合错误（比如在第 110 分钟左右）。图 2-2 的原始系数显示，Level 3 的窗口大小约为 10。

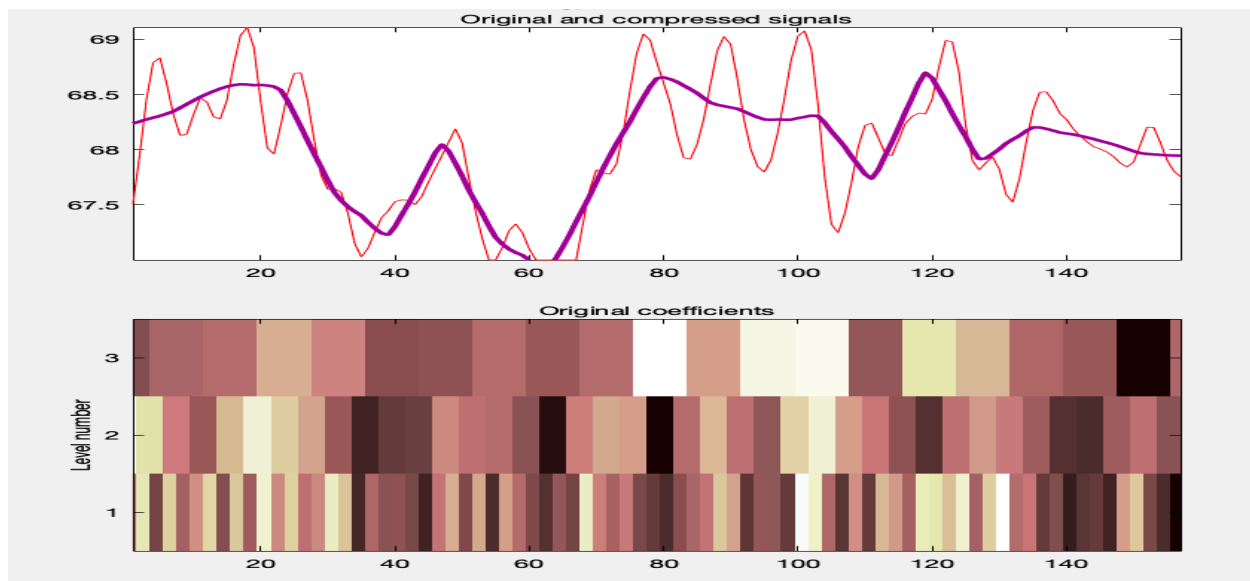


Figure 2: 趋势拟合 (coif2, Level 3)

而图 3 的傅立叶变换谱显示能量在频率 0.1 前集中，即窗口大小约为 15 时，振幅特征可被有效提取。

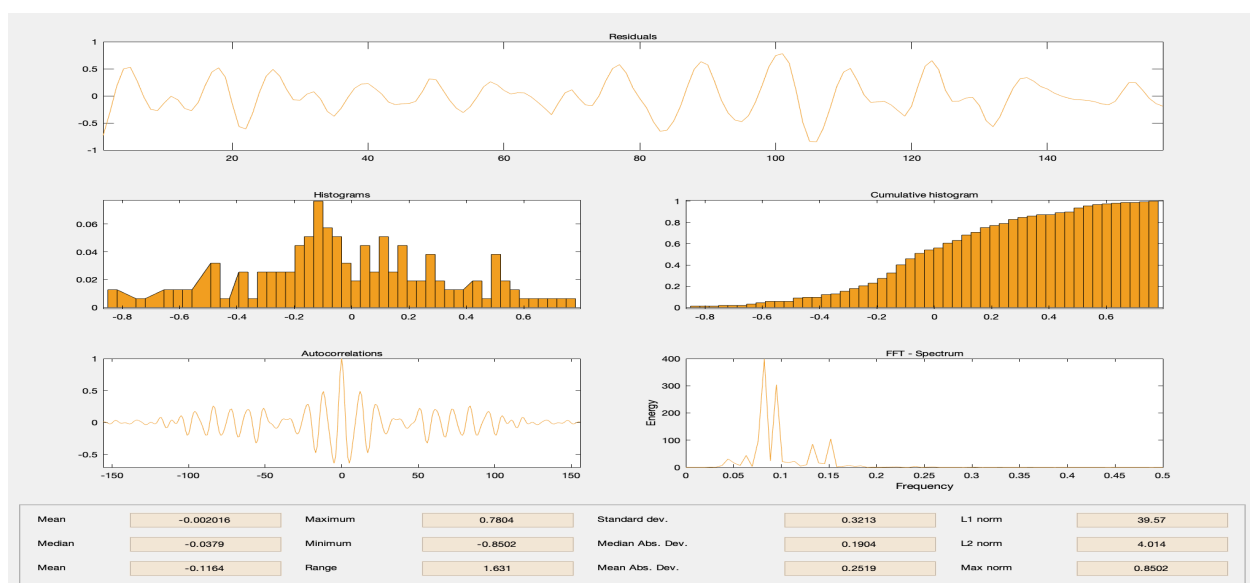


Figure 3: 残差分析 (coif2, Level 3)

由以上分析，可选择小波分析的窗口为 15 分钟。在此，我们用小波基 coif2 在 Level 4 的水平上对 Y 做小波分解，由图 4 和图 5-1 可知，A4 可以准确的拟合 Y 的趋势（也许稍显粗糙）。图 5-2 也标明 Level 4 的窗口大小约为 15。

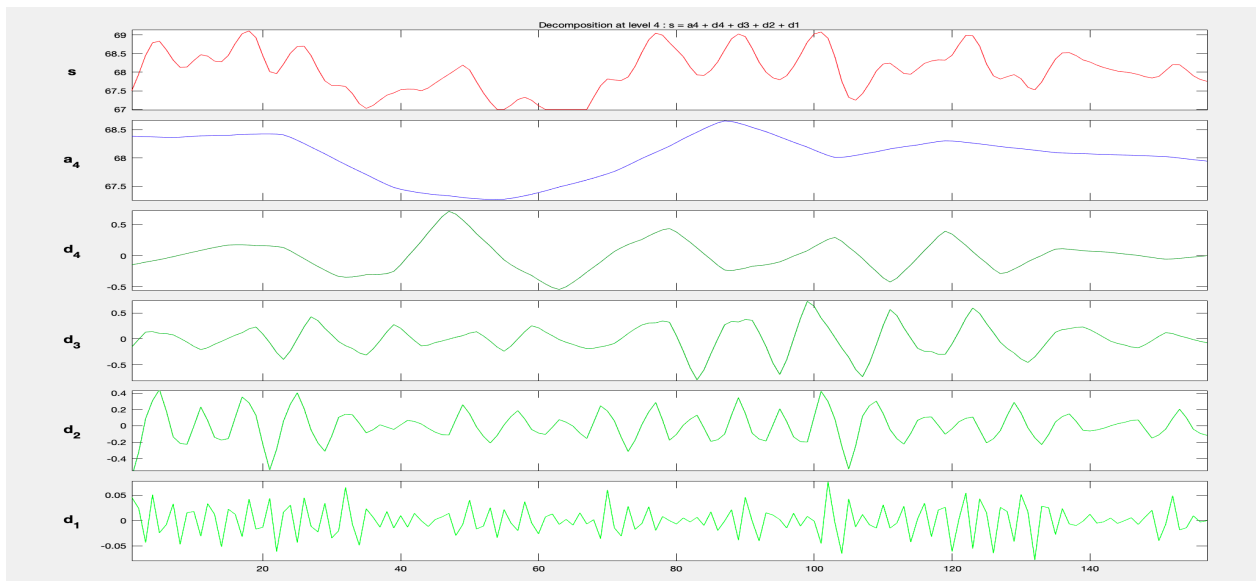


Figure 4: 小波分解 (coif2, Level 4)

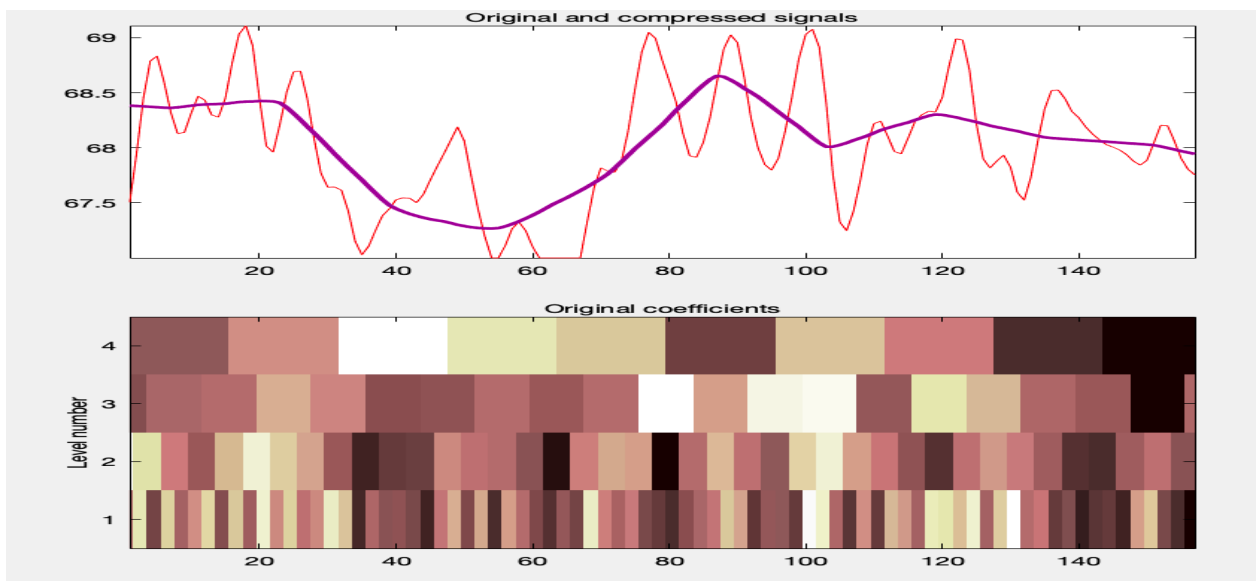


Figure 5: 趋势拟合 (coif2, Level 4)

图 6 的傅立叶变换谱也证明了窗口大小设定为 15 的充分性。



Figure 6: 残差分析 (coif2, Level 4)

1.2 傅立叶方法

对整个时间序列信号 Y 做傅立叶变换，如图 7，明显可以得出，能量集中在频率 0.1 之前，同上述图 3、图 6 中的残差傅立叶谱图一致，表明：窗口大小约为 15 时，振幅特征可被有效提取。

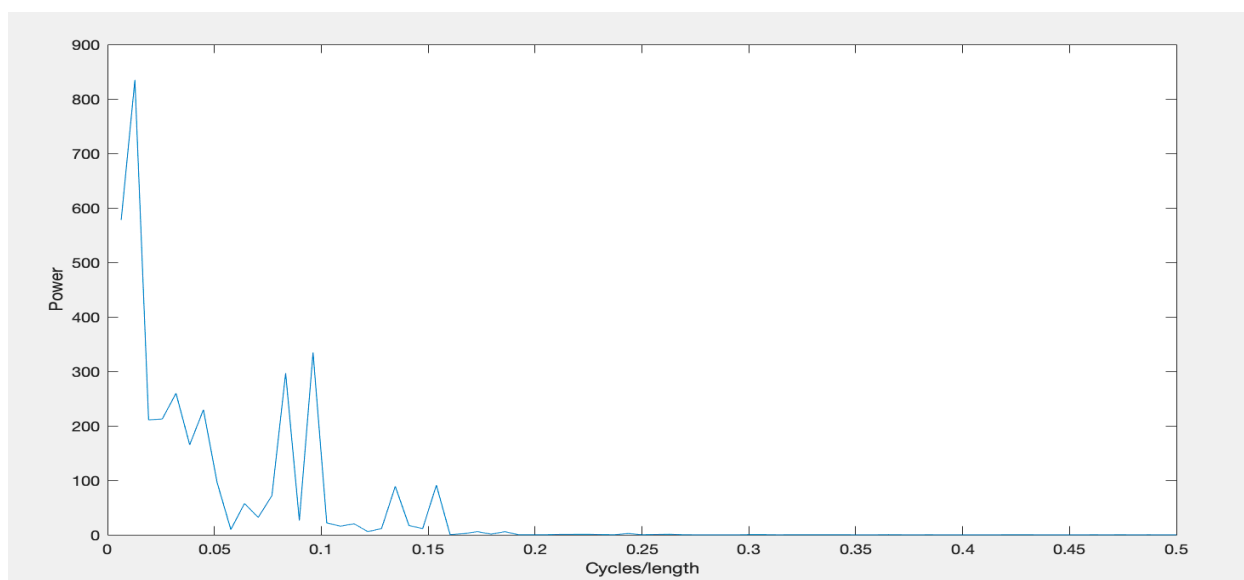


Figure 7: 傅立叶谱

设定窗口大小为 15，对上述谱进行傅立叶重构（傅立叶逆变换），由图 8 可以明显看出，重构的时间序列准确拟合了原数据 Y 的趋势，消除了毛刺。

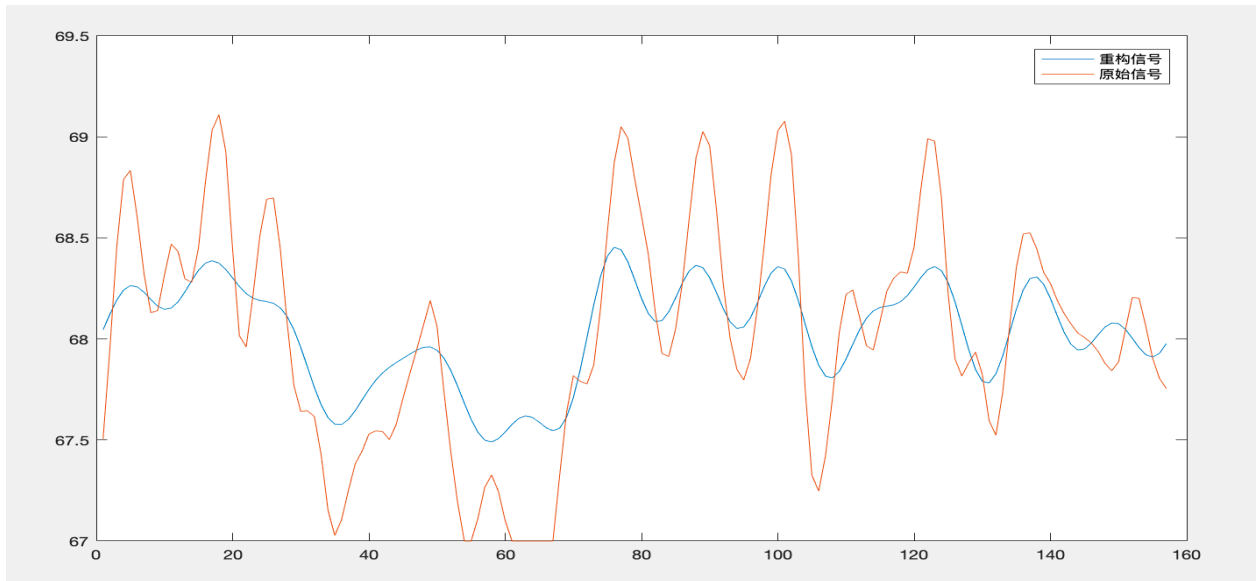


Figure 8: 窗口为 15 的傅立叶重构

2 Y 的预测

基于以上分析，我们将用局部常系数模型（Locally Constant Mean Model）来进行该时间序列分析，用 15 分钟内的 Y 的平均或加权平均值作为未来的预测值，同时计算出其以 2 倍标准差为误差范围的预测区间。

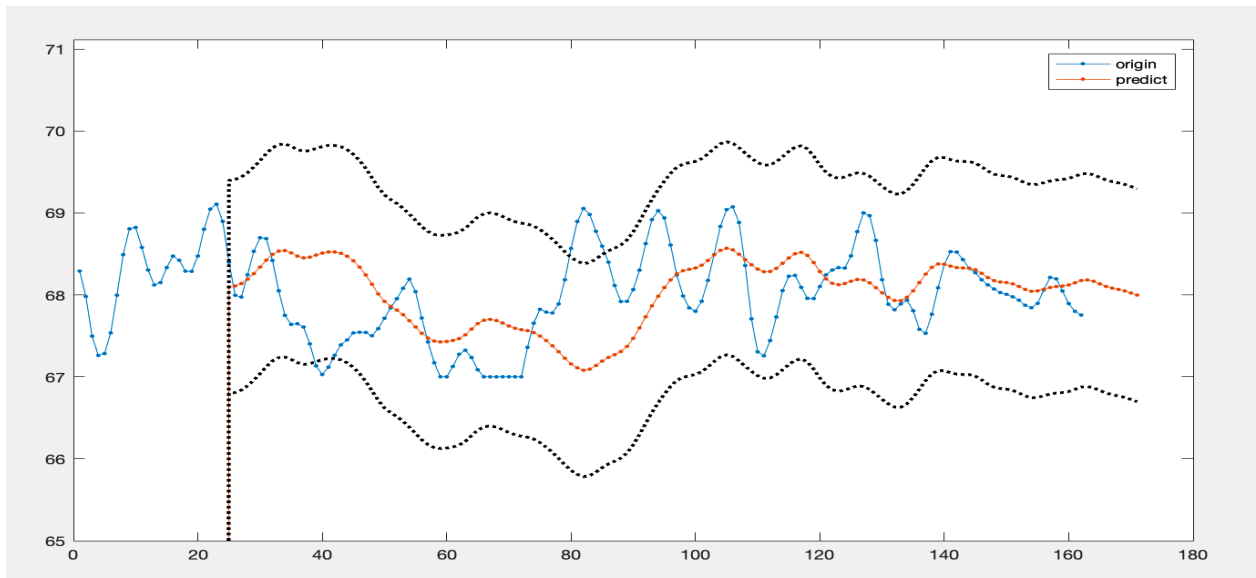


Figure 9: 未来 10 分钟的 BTP 状态

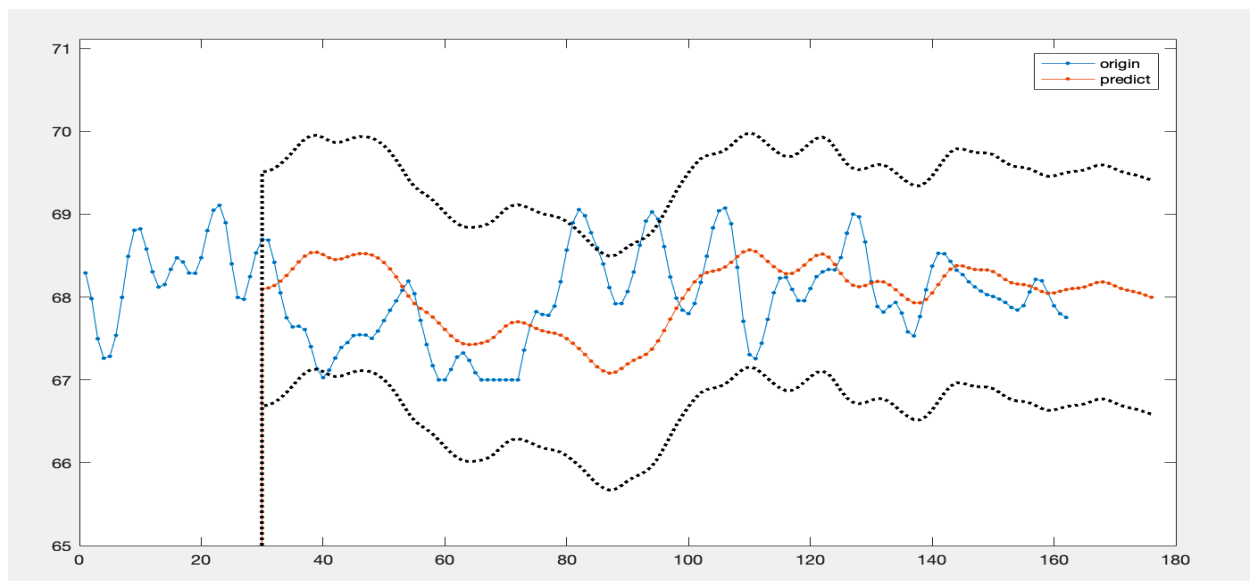


Figure 10: 未来 15 分钟的 BTP 状态