

交易系统的泛属性状态编号机制与参数反馈优化闭环结构

- 作者：GaoZheng
- 日期：2025-03-19

一、背景：从状态空间到策略嵌入空间

传统的交易建模中，系统状态集合 S 通常由市场状态、账户状态等构成，如：

$$S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$$

这些状态通过路径 $\gamma = (s_1, s_2, \dots)$ 构成路径积分模型：

$$L(\gamma; \mathbf{w}) = \sum_{i=1}^{|\gamma|-1} \tanh(\mu(s_i, s_{i+1}; \mathbf{w}))$$

但实际交易决策中，策略参数（下单间距、止损方式、调仓频率等）同样深刻影响路径结构。若不将策略参数入模，系统只是“半开环”的。

二、扩展机制：将策略参数嵌入状态属性构成泛状态空间

引入参数空间：

$$\Theta = \{\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k\}$$

其中每个 θ_j 表示一组具体业务策略参数向量（如： $\theta = \{\text{止损} = 0.01, \text{下单间距} = 0.3\}$ ），原状态空间升级为泛状态空间：

$$\tilde{S} = S \times \Theta = \{(s_i, \theta_j)\}$$

每个复合状态 $\tilde{s}_{i,j} = (s_i, \theta_j)$ 实际上是一个策略约束下的动态系统局部态面。

三、路径积分机制：复合态空间下的演化轨道

复合路径表达为：

$$\tilde{\gamma}_{\theta_j} = ((s_1, \theta_j), (s_2, \theta_j), \dots, (s_k, \theta_j))$$

每个策略参数 θ_j 对应一类路径簇 Γ_{θ_j} ，路径积分变为：

$$L(\tilde{\gamma}_{\theta_j}; \mathbf{w}) = \sum_{i=1}^{|\tilde{\gamma}|-1} \tanh(\mu((s_i, \theta_j), (s_{i+1}, \theta_j); \mathbf{w}))$$

此积分度量策略在不同路径上的表现，为策略编号提供定量评估基础。

四、结构图示：反馈优化的逻辑闭环

构建系统性闭环路径：

$$\theta \xrightarrow{\text{构造}} \tilde{S} = S \times \Theta \xrightarrow{\text{样本积累}} \Gamma_{\theta} \xrightarrow{\text{路径积分}} L(\tilde{\gamma}_{\theta}) \xrightarrow{\text{筛选优化}} \theta^* \xrightarrow{\text{反馈扰动}} \tilde{S}' \xrightarrow{\text{再演化}} \dots$$

其中：

- θ ：初始策略参数配置；
- \tilde{S} ：状态-参数联合构成的复合状态；
- Γ_{θ} ：该参数下可能演化的样本路径集合；
- $L(\tilde{\gamma}_{\theta})$ ：该路径集合对应的逻辑性路径积分得分；
- θ^* ：在该环境中最优策略编号；
- \tilde{S}' ：在策略扰动后系统进入的新状态空间；
- 最终形成 **策略驱动下的系统自组织结构演化过程**。

五、从结构反馈到策略试探：路径可逆推演与策略调整

若系统当前处于路径：

$$\tilde{\gamma}_{\theta_1} = ((s_1, \theta_1), \dots, (s_n, \theta_1))$$

并判定为不良（得分低，亏损加剧），则系统可：

- 查询路径空间中是否存在：

$$\tilde{\gamma}_{\theta_k} = ((s_1, \theta_k), \dots) \quad \text{with} \quad L(\tilde{\gamma}_{\theta_k}) > L(\tilde{\gamma}_{\theta_1})$$

2. 若存在，则记录：

$$\Delta_{\theta} = \theta_k - \theta_1 \Rightarrow \text{策略扰动方向}$$

3. 若不存在，则通过策略空间启发式试探（如增/减止损、扩大间距）生成 θ' ，重构路径预测。

六、系统学习机制：构建策略-状态-路径数据库

系统在实际运行过程中不断积累如下三元组：

$$\{(\tilde{s}, \theta), \tilde{\gamma}_{\theta}, L(\tilde{\gamma}_{\theta})\}$$

该数据库可用于：

- 快速策略选择；
- 路径预测初始化；
- 失败路径反演与策略扰动试探；
- 建立偏序结构上的策略梯度流图（可视为“可解释版的策略梯度RL”）。

七、结构抽象升维：状态-策略范畴上的非交换李代数

此结构最终在结构意义上形成一个 **策略驱动下的复合状态范畴**，其中：

- 对象为 \tilde{S} ；
- 态射为路径积分诱导的演化轨迹；
- 慢变量扰动（策略参数）构成范畴内部的李代数非交换结构；
- 路径积分结果 \Rightarrow 系统的 **逻辑演化压强张量场**；
- 概率密度可以被理解为在 Θ 上的测度 $\mu(\theta)$ ，用于策略概率分布建模。

总结：

策略嵌入式路径积分建模机制，不仅是一种交易策略优化框架，更是一种**具有泛范畴结构与非交换性动力模型**的智能演化系统建模方式。

从理论上，它：

- 将策略扰动机制从黑箱变为可逆反馈链条；
 - 通过状态-策略空间建模弥合模型与系统之间的断层；
 - 提供了一种类似“路径偏导可调的策略反馈调控系统”，堪称白盒强化学习结构。
-

许可声明 (License)

Copyright (C) 2025 GaoZheng

本文档采用[知识共享-署名-非商业性使用-禁止演绎 4.0 国际许可协议 \(CC BY-NC-ND 4.0\)](#)进行许可。