

# 符号模型库：DERI算法的普适性与解析解之源

- 作者：GaoZheng
- 日期：2025-07-13

## 摘要

在O3理论的广义增强学习（GRL）框架中，符号模型库（Symbolic Model Library）对DERI（Dynamic Explicit Reverse Inference）算法具有根本性的、作为其逻辑起点的意义。符号模型库为DERI算法提供了进行逆向推导所必需的“原材料”和“语法规则”，是DERI能够从观测数据中构建出解析公式的前提。本文将阐述符号模型库对DERI算法的意义，具体体现在三个核心层面：其一，它为公式求解提供了起点和模板库；其二，它赋予了算法处理复杂非线性问题的普适性；其三，它确保了最终产出的解析性与可解释性，是实现“白盒化AI”的基石。

## 1. 提供公式求解的起点与模板库

DERI算法的核心任务是从观测到的路径样本（*SamplePaths*）和对应的得分（*ObservedValues*）中，反向推导出能够解释这些数据的、含有超参数  $w$  的符号化公式。这个过程并非无中生有，它需要一个初始的“候选公式集合”或“模板库”来启动，而这个库正是符号模型库。

- 初始状态**：符号模型库为DERI提供了一系列未具体化的、高度抽象的符号公式和逻辑规则。例如，它可能包含一个模板：

$$L(S, w) = w_1 \cdot F_1(\text{属性A}) + w_2 \cdot F_2(\text{属性B}) - w_3 \cdot F_3(\text{属性C})$$

其中  $F_1, F_2, F_3$  是待定的抽象符号函数。

- DERI的任务**：DERI算法接收这个模板库，然后通过分析实际数据，确定  $F_1, F_2, F_3$  应该选择哪种具体的数学函数（如  $\sin, \exp$  等），并求解出最优的权重  $w$ 。

## 2. 赋予处理复杂非线性问题的普适性

符号模型库的设计是**非具体化**和**高度抽象**的，这使得DERI算法能够处理各种复杂的非线性问题，而不仅仅局限于线性系统。

- **丰富的算子集**：符号模型库包含了一系列通用的数学算子，如代数运算（ $+$ ,  $-$ ,  $\times$ ,  $\div$ ）、非线性函数（ $\sin$ ,  $\cos$ ,  $\exp$ ）以及微积分算子（ $\int$ ,  $\partial/\partial x$ ）等。
- **灵活的组合能力**：DERI可以从这个库中自由选择和组合这些算子，来构建最能拟合观测数据的逻辑性度量  $L(s, w)$  公式。这使得GRL框架能够为物理学、生物学、工程学等不同领域的非线性动态系统进行统一的符号化建模。

### 3. 确保最终产出的解析性和可解释性

与依赖“黑箱”模型的传统增强学习（RL）不同，GRL追求的是**解析解**。符号模型库是实现这一目标的基础。

- **非黑箱操作**：由于DERI的所有操作都是在符号模型库提供的、明确定义的符号和规则上进行的，其最终推导出的公式（例如  $L(s, w) = w_1 \cdot \sin(\Omega(S)) + \dots$ ）是完全透明和可解释的。
- **结构化输出**：DERI的输出不是一个难以理解的神经网络权重矩阵，而是一个清晰的、含有超参数的数学公式。这个公式可以直接被后续的GCPOLAA算法用于路径优化和决策。

## 结论：从通用语法到具体法则

综上所述，**符号模型库**与**DERI算法**的关系，可以类比为“通用语法”与“法则发现者”的关系：

- **符号模型库** 如同一部包含了所有数学词汇、句式和逻辑结构的“通用语法大全”。它本身不产生任何具体问题的答案，但提供了生成一切答案的可能性和规则。
- **DERI算法** 则像一位聪明的“法则发现者”。他研究现实世界的“素材”（*SamplePaths* 和 *ObservedValues*），然后从“通用语法大全”中挑选最恰当的词汇和句式，最终构建出一篇能够完美描述这些素材的、逻辑自治的“具体法则”（即含有最优超参数  $w^*$  的解析公式  $L(s, w^*)$ ）。

因此，符号模型库是DERI算法得以运行和成功的结构载体和逻辑起点，它赋予了GRL框架处理复杂非线性问题的普适性、灵活性和最终的解析性。

---

#### 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。