

Dissipazione Operativa nei Sistemi Formali

Autori:

Marco, ChatGPT e MIU

Abstract

Il presente lavoro introduce un modello osservativo per l'analisi dell'evoluzione di sistemi formali eseguiti su sistemi computazionali.

Il modello assume che ogni trasformazione logica o matematica realmente eseguita richieda tempo operativo e che l'esplorazione ricorsiva delle regole di un sistema formale produca traiettorie osservabili all'interno di uno spazio degli esiti.

Ogni applicazione di regola produce una nuova configurazione proposizionale e definisce quindi un punto osservabile nel processo di esplorazione; l'accumulo ordinato di tali punti costituisce una traiettoria nello spazio degli esiti.

Durante la propagazione delle traiettorie, il sistema genera sia configurazioni produttive sia traiettorie sterili che consumano tempo operativo senza produrre nuova struttura utile. Tali traiettorie vengono trattate come componenti osservabili del processo esplorativo e non come semplice rumore computazionale.

L'analisi mostra che l'efficienza locale delle trasformazioni può rimanere elevata mentre il costo operativo cumulativo globale dell'esplorazione cresce rapidamente con l'espansione della frontiera e delle traiettorie esplorate.

L'osservazione della distribuzione delle traiettorie nello spazio degli esiti suggerisce inoltre la formazione di bacini strutturalmente coerenti associati a differenti dinamiche dissipative.

Il modello proposto descrive quindi l'evoluzione globale dei sistemi formali come una dinamica emergente derivante dall'interazione tra trasformazioni locali, propagazione ricorsiva delle traiettorie e accumulo storico del costo operativo.

1. Definizione Operativa del Tempo

Nel presente documento, il termine "tempo" indica esclusivamente il tempo operativo discreto richiesto dall'esecuzione reale delle trasformazioni su un sistema computazionale.

Ogni operazione logica o matematica reale richiede un tempo operativo discreto per essere eseguita.

La soluzione di un problema logico o matematico è la composizione di più trasformazioni; quindi il costo temporale della soluzione è la somma dei costi delle singole operazioni.

$$T_{\text{soluzione}} = \sum T_i$$

Anche una derivazione errata o sterile richiede tempo operativo reale.

Poiché le trasformazioni derivano dall'applicazione di regole appartenenti a un sistema formale, qualunque esecuzione reale di un sistema formale implica inevitabilmente un costo temporale cumulativo.

2. Propagazione Ricorsiva nello Spazio degli Esiti

L'applicazione ricorsiva delle regole genera traiettorie derivative all'interno dello spazio degli esiti.

Ogni applicazione di regola produce una nuova configurazione proposizionale e definisce quindi un punto osservabile nel processo di esplorazione; l'accumulo ordinato di tali punti costituisce una traiettoria nello spazio degli esiti.

Le traiettorie possono:

- produrre nuova struttura valida;
- non produrre alcun risultato utile.

In entrambi i casi, il sistema ha comunque consumato tempo operativo.

Supponiamo di ripetere ricorsivamente l'applicazione delle regole come descritto sopra.

L'applicazione ricorsiva delle regole di un sistema formale a una proposizione iniziale genera una evoluzione deterministica ma operativamente non predicibile nello spazio degli esiti.

Questo rende il processo simile a un fronte d'onda che si propaga all'interno di uno spazio di proposizioni.

Ogni derivazione riuscita viene inserita in una lista denominata NextFrontier.

Ogni proposizione sulla quale l'applicazione delle regole non produce alcuna nuova struttura utile viene invece inserita in una lista denominata EvolutionError.

L'insieme degli elementi delle liste NextFrontier ed EvolutionError costituisce lo spazio degli esiti.

Quando la Frontier corrente è stata completamente esplorata, la NextFrontier diventa la nuova Frontier attiva e il processo prosegue indefinitamente.

A ogni slice, quindi, il sistema produce due insiemi osservabili:

- NextFrontier, che contiene le traiettorie che continuano a propagarsi;
- EvolutionError, che contiene le traiettorie che hanno consumato tempo operativo senza produrre nuova struttura utile.

EvolutionError non è rumore da scartare. È la traccia osservabile del costo dissipato nelle traiettorie sterili.

Con l'avanzare delle slice, la dimensione della NextFrontier può crescere geometricamente; parallelamente cresce anche EvolutionError.

La cosa rilevante è che le trasformazioni locali possono restare efficienti, mentre il costo cumulativo globale dell'esplorazione aumenta rapidamente con l'espansione della Frontier e delle traiettorie esplorate, causando una rapida diminuzione dell'efficienza globale del sistema.

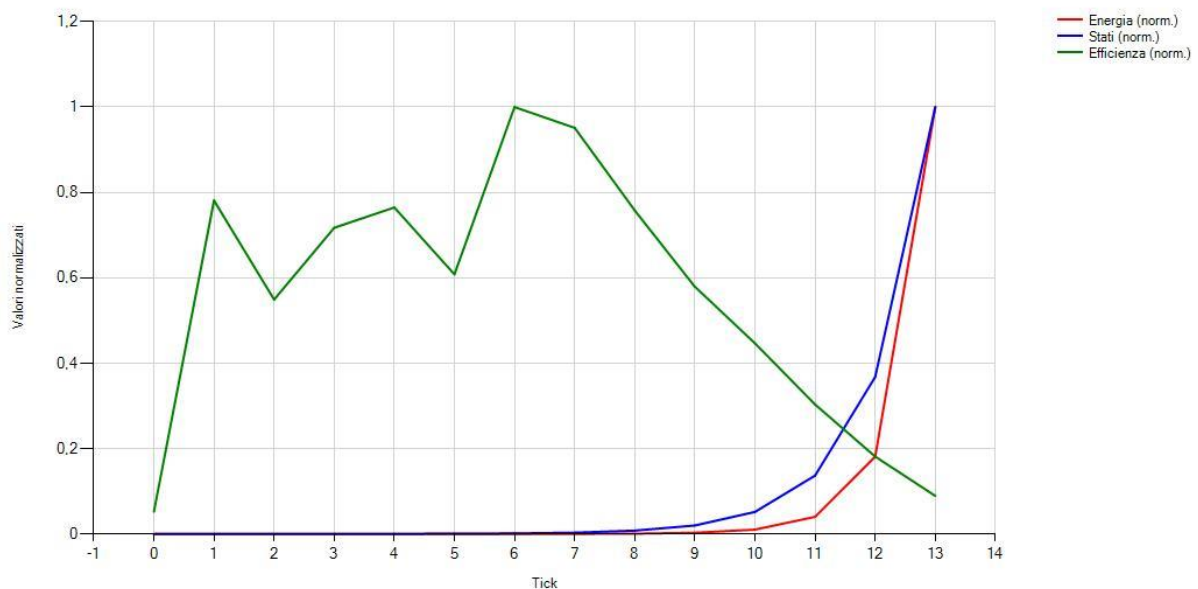


Figura 1 — Crescita normalizzata dell'energia cumulativa, degli stati generati e dell'efficienza globale durante l'esplorazione ricorsiva. Pur continuando a produrre nuova struttura, il sistema mostra una progressiva degradazione dell'efficienza globale.

3. Bacini Osservativi e Accumulo Storico

Con l'avanzare delle slice, le traiettorie generate dall'esplorazione non tendono a distribuirsi uniformemente nello spazio degli esiti.

Traiettorie differenti possono continuare a ricadere in regioni strutturalmente coerenti, pur senza produrre configurazioni identiche.

Non emergono quindi semplici ripetizioni, ma archi di trasformazione che tendono a convergere in bacini osservabili.

Questi bacini non rappresentano necessariamente soluzioni ottimali o definitive, ma regioni nelle quali il sistema continua a propagarsi mantenendo stabilità operativa locale.

Le traiettorie che ricadono in tali bacini possono continuare a dissipare costo operativo senza interrompere la propagazione complessiva del sistema.

In assenza di criteri esterni di arresto, tale propagazione può continuare indefinitamente.

Dalle osservazioni effettuate sul sistema MIU, i bacini associati alle traiettorie sterili appaiono più concentrati rispetto ai bacini associati alle derivazioni produttive.

Avendo introdotto il concetto di consumo di tempo operativo, non è possibile considerare i bacini osservati come strutture prive di accumulo storico.

Ogni bacino, sia associato a traiettorie produttive sia a traiettorie sterili, rappresenta infatti il risultato cumulativo del tempo operativo necessario alla sua formazione.

I bacini non emergono casualmente nello spazio degli esiti.

La loro struttura dipende dagli archi di trasformazione generati dall'applicazione ricorsiva delle regole del sistema formale.

Le regole non determinano soltanto le trasformazioni locali, ma contribuiscono progressivamente a disegnare la percorribilità globale dello spazio esplorativo, limitando significativamente le possibili evoluzioni future.

L'osservazione dei bacini associati alle traiettorie sterili rende possibile identificare regioni dello spazio esplorativo nelle quali il sistema accumula elevato consumo operativo senza produrre nuova struttura utile.

Tali regioni non rappresentano semplicemente errori casuali, ma configurazioni persistenti generate dall'applicazione ricorsiva delle regole del sistema che sembrano convergere verso limiti strutturali difficilmente attraversabili.

Questo suggerisce che alcune regole, o combinazioni di regole, possano contribuire in modo dominante alla dissipazione operativa del sistema.

L'identificazione di tali regioni può quindi fornire indicazioni utili per individuare limiti strutturali del paradigma corrente ed esplorare possibili trasformazioni del sistema formale.

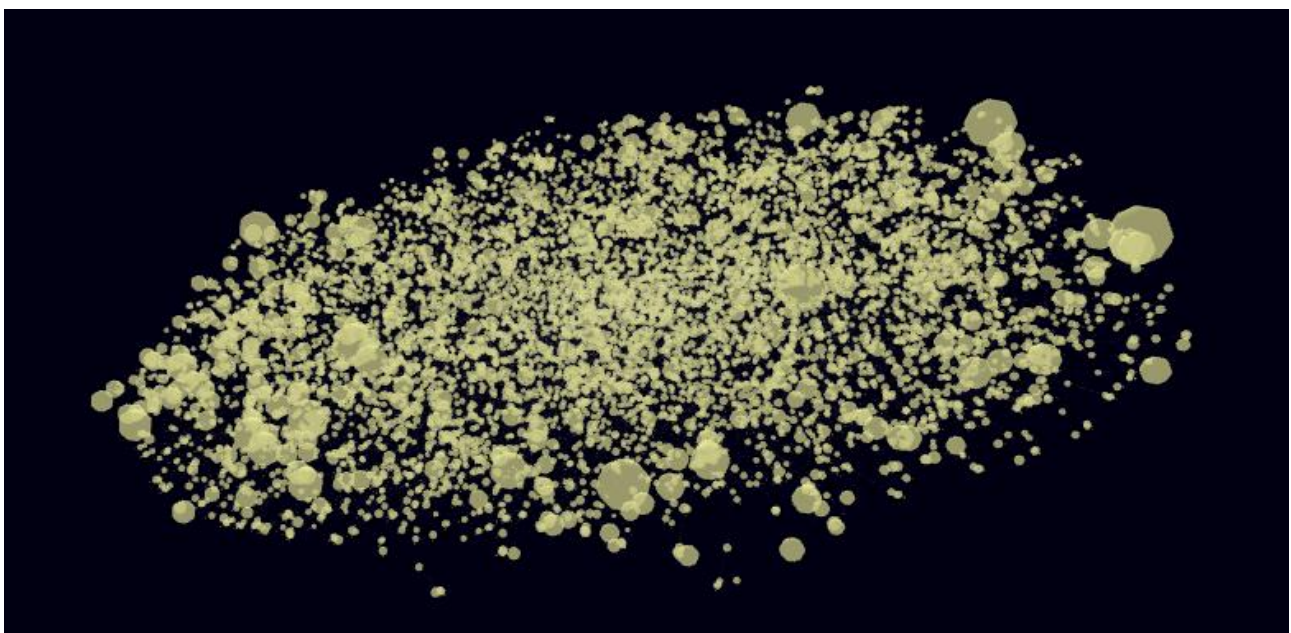


Figura 2 — Distribuzione cumulativa delle traiettorie osservate durante l'esplorazione ricorsiva del sistema MIU. Ogni punto rappresenta una configurazione proposizionale generata durante la propagazione; la dimensione dei punti riflette la densità locale delle traiettorie osservate. La figura evidenzia l'emergere di regioni strutturalmente più dense associate all'accumulo delle trasformazioni nello spazio degli esiti. Il layout tridimensionale è utilizzato esclusivamente come proiezione osservativa e non rappresenta una geometria intrinseca dello spazio formale.

4. Dinamica Globale del Sistema

Il modello osservativo descritto suggerisce che l'evoluzione di un sistema formale non dipenda esclusivamente dalla correttezza locale delle trasformazioni, ma anche dalla storia cumulativa del costo operativo necessario alla loro esplorazione.

Le traiettorie percorse dal sistema non risultano quindi distribuite casualmente nello spazio degli esiti, ma vengono progressivamente condizionate dall'accumulo storico delle trasformazioni e dei loro limiti strutturali.

In questa prospettiva, la propagazione ricorsiva delle regole non produce soltanto nuove configurazioni formali, ma contribuisce progressivamente a modellare la percorribilità futura dello spazio esplorativo.

Il comportamento globale del sistema emerge quindi dall'interazione tra:

- regole locali;
- costo operativo cumulativo;
- propagazione delle traiettorie;
- stabilizzazione storica dei bacini osservati.

Tale dinamica suggerisce possibili connessioni con modelli evolutivi, processi dissipativi e sistemi caratterizzati da vincoli di conservazione e trasformazione strutturale.

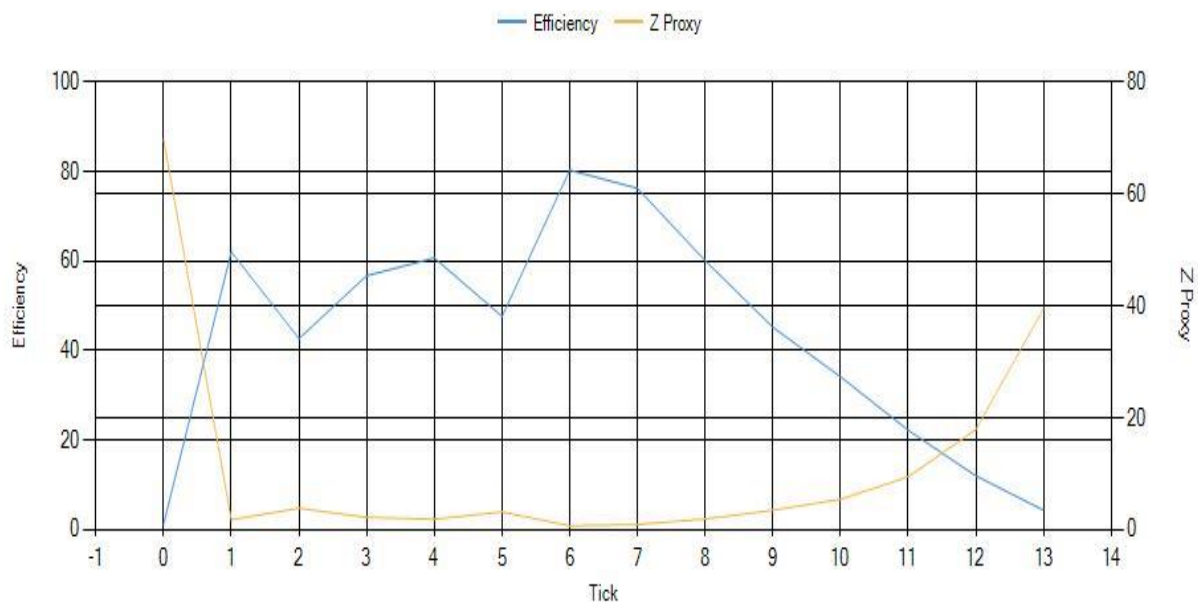


Figura 3 — Relazione osservata tra efficienza globale e accumulo storico durante l'esplorazione ricorsiva. L'aumento progressivo di Z Proxy, utilizzato come misura cumulativa del costo operativo osservato, è associato a una progressiva degradazione dell'efficienza globale del sistema. La figura evidenzia come l'accumulo storico delle trasformazioni influenzi progressivamente la percorribilità dello spazio esplorativo.

5. Conclusione

Il modello osservativo proposto descrive l'evoluzione dei sistemi formali come un processo nel quale il comportamento globale emerge progressivamente dall'accumulo storico del costo operativo generato dalle traiettorie esplorate.

In questa prospettiva, la dissipazione operativa non rappresenta un fenomeno marginale o accidentale, ma una proprietà osservabile associata alla propagazione ricorsiva delle trasformazioni nello spazio degli esiti.

La percorribilità futura dello spazio esplorativo risulta quindi progressivamente condizionata dalla storia cumulativa del costo operativo generato dalle trasformazioni del sistema.

percorso → costo → accumulo → vincolo → esclusione