

Método y sistema computacional para la detección de transiciones operativas en sistemas complejos mediante métricas entrópicas y de sincronización

Solicitante / Inventor: Genaro Carrasco Ozuna

Correo: geozunac3536@gmail.com

11 de enero de 2026

CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se ubica en el campo del procesamiento de señales, cómputo científico e ingeniería de sistemas, particularmente en la detección de transiciones operativas críticas en sistemas complejos dependientes del tiempo mediante métricas entrópicas y de sincronización.

En realizaciones preferentes, la invención se aplica a la generación y verificación de configuraciones estructurales sostenibles de conjuntos discretos de materia (por ejemplo, cadenas peptídicas/proteicas, polímeros o ensamblajes particulados) condicionadas explícitamente por un sustrato definido. Sin embargo, el método y sistema descritos no se limitan a dicho dominio, siendo aplicables, sin restricción, a sistemas técnicos donde una señal temporal represente la evolución de un sistema físico, biológico, geofísico, electrónico, cognitivo, computacional o de infraestructura.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

En múltiples dominios técnicos, los eventos críticos tales como fallas, rupturas, colapsos, transiciones de fase u oportunidades de control han sido tradicionalmente tratados como fenómenos estocásticos o dependientes de condiciones iniciales desconocidas, limitando la capacidad de anticipación y toma de decisiones.

Los enfoques convencionales suelen privilegiar métricas energéticas, geométricas o estadísticas que no capturan adecuadamente la reorganización interna del sistema previa a dichas transiciones. En particular, la ausencia de criterios causales basados en reducción entrópica verificable y aumento sostenido de sincronización dificulta distinguir señales genuinas de ruido o coincidencias espurias.

Existe, por tanto, una necesidad técnica transversal de métodos y sistemas que identifiquen transiciones operativas a partir de señales temporales, utilizando criterios reproducibles, auditables y causales, independientemente del dominio específico del sistema analizado.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

La invención proporciona un método y un sistema computacional para identificar transiciones operativas críticas en sistemas complejos mediante el análisis de señales temporales representativas del sistema.

El método comprende la adquisición de señales, el cálculo de métricas entrópicas y métricas de sincronización o bloqueo, la detección de una condición de transición cuando dichas métricas convergen de manera consistente, y la generación de una ventana temporal de acción, control o decisión asociada a dicha transición.

En realizaciones preferentes, el método se implementa para generar y verificar configuraciones estructurales sostenibles de materia condicionadas por un sustrato explícito, reduciendo dependencia de catálogos históricos y evitando circularidad estadística.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

Arquitectura General

El sistema se implementa como un motor computacional ejecutable en CPU o GPU, en entornos locales o distribuidos, capaz de transformar señales temporales y parámetros de contexto en decisiones operativas auditables. El motor puede integrarse como componente de un kernel computacional consultable por módulos externos.

Adquisición y Representación de Señales

El sistema recibe al menos una señal temporal representativa del sistema complejo. En realizaciones particulares, dicha señal puede derivarse de configuraciones estructurales de materia, trazas físicas, variables biológicas, registros geofísicos o flujos computacionales.

Cálculo de Métricas

A partir de la señal temporal, el sistema calcula:

- una métrica entrópica o proxy entrópico que cuantifica la dispersión o reorganización del sistema;
- una métrica de sincronización, coherencia o bloqueo que cuantifica estabilidad temporal o convergencia de fase.

Detección de Transición Operativa

Se detecta una transición operativa cuando se cumple simultáneamente una reducción entrópica verificable y un incremento sostenido de sincronización. Esta convergencia constituye un criterio causal de transición, independiente del dominio específico.

Ventana Temporal y Salida Auditible

El sistema genera una ventana temporal asociada a la transición detectada y emite una salida auditible que incluye métricas calculadas, veredicto de decisión y huellas de trazabilidad criptográfica para reproducibilidad.

REIVINDICACIONES

Reivindicación 1. Un método implementado por computadora para identificar una transición operativa en un sistema complejo, que comprende: (a) adquirir al menos una señal temporal representativa del estado del sistema; (b) calcular al menos una métrica asociada a la entropía de dicha señal; (c) calcular al menos una métrica asociada a la sincronización, coherencia o bloqueo temporal de dicha señal; (d) detectar una condición de transición cuando se cumple simultáneamente una reducción entrópica verificable y un incremento sostenido de sincronización; y (e) generar una ventana temporal de acción, control o decisión asociada a dicha condición.

Reivindicación 2. El método de la reivindicación 1, donde el sistema complejo corresponde a un conjunto de materia condicionado por un sustrato definido explícitamente.

Reivindicación 3. El método de la reivindicación 2, donde el sustrato incluye al menos uno de: un componente hidrofóbico, electromagnético, geométrico, orgánico, histórico o de superficie sintética.

Reivindicación 4. El método de la reivindicación 1, donde la métrica de sincronización se obtiene como una medida de bloqueo de fase o estabilidad temporal en una ventana final.

Reivindicación 5. El método de la reivindicación 1, donde la reducción entrópica constituye una condición necesaria para validar la transición, aun cuando las métricas de sincronización superen umbrales predefinidos.

Reivindicación 6. Un sistema que comprende al menos un procesador y memoria, configurado para ejecutar el método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

Reivindicación 7. Un medio legible por computadora que almacena instrucciones que, cuando son ejecutadas por un procesador, hacen que el procesador realice el método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.

Reivindicación 8. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el sistema complejo corresponde, sin limitación, a un sistema geofísico, biológico, electrónico, cognitivo, computacional, financiero o de infraestructura crítica.

RESUMEN

Se describe un método y sistema computacional para identificar transiciones operativas en sistemas complejos mediante el análisis de señales temporales. El sistema calcula métricas entrópicas y métricas de sincronización, detecta una transición cuando ambas convergen causalmente y genera una ventana temporal de acción asociada. La invención es aplicable a múltiples dominios técnicos y produce salidas auditables con trazabilidad, permitiendo anticipación, control y toma de decisiones basada en criterios reproducibles.