



Toolbox de binSMART: estudio de velocidad de su dinámica

Reynaldo Andrés Rivas Oliva*

Departamento de Sistemas de Información

Universidad del Bío-Bío

Concepción, Chile

Abstract

La máquina de Turing *SMART* (Small Minimal Aperiodic Reversible Turing machine) es un sistema dinámico topológico notable por su simplicidad estructural —cuatro estados y tres símbolos— y la riqueza de sus propiedades dinámicas: aperiodicidad, minimalidad, transitividad, reversibilidad y simetría temporal. En trabajos previos se demostró que *SMART* es topológicamente *weak mixing* en su modelo TMT [2], y se introdujo *binSMART*, una versión binaria que preserva la aperiodicidad, la minimalidad topológica y la transitividad, aunque pierde la simetría temporal [1].

En este trabajo se presenta una *Toolbox* analítica y computacional para *binSMART*, consistente en funciones de conteo de pasos que formalizan las operaciones fundamentales de la máquina: el cruce de lagunas de ceros, el llenado de la cinta y el reemplazo de símbolos positivos. Estas funciones permiten cuantificar con precisión el tiempo que toma alcanzar configuraciones finitas específicas. Además, mediante simulaciones computacionales exhaustivas que exploran todas las 2^t configuraciones de cinta y los ocho estados posibles, se identifican las configuraciones más rápidas para que el cabezal alcance una posición objetivo t . Los resultados experimentales no solo revelan patrones consistentes —donde ciertas configuraciones iniciales, en particular aquellas con cinta vacía desde los estados $3G'$ y $1G'$, alcanzan sistemáticamente los tiempos mínimos— sino que además permiten estimar la velocidad de propagación de la dinámica de *binSMART*, proporcionando una caracterización cuantitativa del ritmo al cual la máquina recorre su cinta. Aunque la propiedad de *weak mixing* no se aborda directamente, la *Toolbox* desarrollada y la estimación de velocidad obtenida sientan las bases formales para su estudio futuro en *binSMART*.

Trabajo realizado en conjunto con:

Rodrigo Torres-Avilés¹, Departamento de Sistemas de Información, Universidad del Bío-Bío, Concepción, Chile.

References

- [1] CONCHA-VEGA, P., TORRES-AVILÉS, R., *A Binary Complete and Aperiodic Turing Machine*, Int. Journ. of Unconventional Computing **16**, (2020). 19–39.
- [2] TORRES-AVILÉS, R., *Topological mixing notions on Turing machine dynamical systems*, Information and Computation **285**, (2022). 104915.
- [3] HOOPER, P.K., *The undecidability of the Turing machine immortality problem*, J. Symbolic Logic **31**, (1966). 219–234.

*e-mail: reynaldo.rivas2001@alumnos.ubiobio.cl

¹e-mail: rtorres@ubiobio.cl