

DRUGA ZASADA TERMODYNAMIKI DLA
PROCESÓW STOCHASTYCZNYCH A
TRANSPORT OPTYMALNY, CZYLI ILE
KOSZTUJE PUSZCZENIE W NIEPAMIĘĆ
SECOND LAW OF THERMODYNAMICS FOR
STOCHASTIC PROCESSES AND OPTIMAL
TRANSPORT, OR HOW MUCH IT COSTS TO
ERASE MEMORY

Krzysztof Gawędzki

Laboratoire de Physique, ENS de Lyon

e-mail: kgawedzk@ens-lyon.fr

Relacje między informacją i termodynamiką mają długą historię sięgającą eksperymentu myślowego Maxwella z demonem walczącym z drugą zasadą termodynamiki (1867). W 1961 r. Landauer sformułował prawo stwierdzające, że wymazanie jednego bitu informacji w temperaturze pokojowej rozprosza co najmniej 2.8×10^{-21} dżuli energii cieplnej. Przedstawię analizę prostego modelu stochastycznego wymazywania informacji dla którego można otrzymać dolną granicę dla dodatkowego ciepła rozproszonego jeśli proces wymazywania pamięci przebiega w określonym przedziale czasowym. Oszacowanie bazuje na teorii optymalnego transportu masy Monge'a-Kantorowicza. Pozwala też opisać protokół z minimalnym rozpraszaniem energii oparty na rozwiązaniu równania różniczkowego Burgersa. Przykład prostego problemu łączącego teorię informacji, fizykę statystyczną i matematykę.

The relations between information and thermodynamics have a long history going back to Maxwell's thought experiment with the demon fighting against the second law of thermodynamics (1867). In 1961, Landauer formulated a principle stating that the erasure of 1 bit of information at room temperature dissipates at least 2.8×10^{-21} joules of heat. I shall analyze a simple stochastic model of memory erasure and will describe the best lower bound on the extra heat-dissipation if the erasure of memory is done in a fixed time window. The bound is based on the Monge-Kantorovich optimal mass transportation theory. It comes with the erasure protocol saturating the bound which involves a solution of the Burgers PDE. An example of a simple problem intertwining information theory, statistical physics and mathematics.

Literatura

- [1] R. Landauer, Irreversibility and heat generation in the computing process, *IBM Journal of Res. and Dev.* **5:3**: 183-191 (1961).
- [2] C. Villani, *Topics in Optimal Transportation*, Graduate Studies in Mathematics Vol. 38, American Mathematical Society, Providence R.I. 2003
- [3] E. Aurell, K. Gawędzki, C. Mejía-Monasterio, R. Mohayae and P. Muratore-Ginanneschi, Refined second law of thermodynamics for fast random processes, *J. Stat. Phys.* **147**: 487-505 (2012)