

Reti cellulari quantistiche pregeometriche e l'emergenza della geometria lorentziana

Giuseppe Montalcini

Phys. Rev. D 137, 064017 (2038).

Abstract

Gli automi cellulari quantistici costituiscono da tempo un quadro naturale per lo studio di dinamiche quantistiche discrete soggette ai vincoli di unitarietà, causalità e propagazione limitata dell'informazione. Approcci precedenti hanno mostrato come dinamiche di campo relativistiche possano emergere, in opportuni limiti continui, da reti quantistiche discrete, mentre lavori successivi sugli automi cellulari quantistici non banali hanno dimostrato che un'evoluzione unitaria locale può codificare strutture topologiche globali non riducibili a circuiti locali di profondità finita.

Introduciamo qui i **Circuiti Nanoquasici (CNQ)**, una classe di reti quantistiche discrete nelle quali la località stessa non viene assunta come relazione primitiva. A differenza degli automi cellulari quantistici convenzionali, la cui evoluzione è definita su un reticolo o su un grafo di interazione preesistente, nei **CNQ** l'adiacenza è determinata dinamicamente dallo stato quantistico della rete. La distanza metrica, l'ordinamento causale e la dimensionalità effettiva emergono pertanto come proprietà collettive della struttura di interazione sottostante.

Mostriamo che, per una classe ristretta di operatori omogenei di transizione dei **CNQ**, il coarse-graining genera una varietà causale quadridimensionale efficace e recupera, nel limite delle basse energie, una propagazione invariante di Lorentz. Piccole deviazioni dallo stato di equilibrio della connettività si manifestano come termini di curvatura nella corrispondente descrizione continua.

Questi risultati suggeriscono che la geometria dello spazio-tempo possa essere interpretata come una fase emergente di un substrato quantistico-informazionale più fondamentale, anziché come l'arena fondamentale della dinamica quantistica. La località stessa non viene assunta come relazione primitiva.

- **G. M. D'Ariano & P. Perinotti**, “*Quantum cellular automata and free quantum field theory*”, *Frontiers of Physics* 12, 120301 ([2017](#)).
- **T. Farrelly**, “*A review of Quantum Cellular Automata*”, *Quantum* 4, 368 ([2020](#)).

- **L. Fidkowski, J. Haah & M. B. Hastings**, “*A quantum cellular automaton for every symmetry protected topological phase*”, Physical Review B 112, 035123 ([2025](#)).
- **A. Sato & M. Reinhardt**, “*Dynamical adjacency in background-independent quantum networks*”, Journal of Quantum Foundations 19, 441–487 (2031).
- **G. Montalcini & L. Chen**, “*Metric reconstruction from entanglement-weighted interaction graphs*”, Classical and Quantum Gravity 53, 085017 (2036).