

LOGICA DI BASE E COMPUTAZIONE QUANTISTICA

Giulia Battilotti e Paola Zizzi

Dipartimento di Matematica Pura ed Applicata
Università di Padova
via G. Belzoni n.7, I-35131 Padova, Italy
giulia@math.unipd.it
zizzi@math.unipd.it

Abstract

La logica di base costituisce una piattaforma per trattare in modo unificato la logica classica, lineare, intuizionista e quantistica. Secondo un suo principio fondazionale, cioè il principio di riflessione, le regole che governano i connettivi logici seguono da legami meta-linguistici fra giudizi.

Nel nostro lavoro, applichiamo questo procedimento ai legami fisici di sovrapposizione ed entanglement in quantum computing. Abbiamo considerato due semplici modelli a uno e due qubits, rispettivamente, servendoci di un ipotetico osservatore interno al quantum computer, il quale formula i giudizi tramite misure interne reversibili. Si sono quindi ottenuti due nuovi assiomi che manifestano una logica paraconsistente e simmetrica come la logica di base. Inoltre, nel caso di due qubits, sono formulabili giudizi con controllo differenziato del contesto nel caso di entanglement o separabilità degli stati. Ciò comporta che il trattamento di una coppia di qubits entangled sia analogo a quello di un unico qubit dal punto di vista computazionale. Ne risulta quindi un'illustrazione in termini logici di come l'entanglement acceleri la computazione.

Tali risultati sono peculiari del punto di vista dell'osservatore interno, e non sarebbero possibili usando l'approccio di un osservatore esterno che faccia delle misure quantistiche standard irreversibili (proiettori nello spazio di Hilbert). Infatti l'osservatore esterno usa la regola del taglio, che risulta essere l'analogo del proiettore nel calcolo dei sequenti, ottenendo così una logica quantistica standard. La regola del taglio rappresenta quindi il momento irreversibile della computazione ed illustra il passaggio logico tra l'interno e l'esterno del computer quantistico. Comunque, poichè la misura reversibile interna è l'origine logica della misura irreversibile esterna, i due diversi osservatori non risultano essere in contraddizione tra loro.

References

- [1] G. Battilotti, "Basic logic and quantum computing: logical judgements by an insider observer", Proc. FQI04, 16-19 april 2004, Camerino, Italy, International Journal of Quantum Information **3**, N. 1: 105-109 (2005). arXiv: quant-ph/0407057.
- [2] G. Battilotti and P. A. Zizzi, "Logical Interpretation of a Reversible Measurement in Quantum Computing", arXiv: quant-ph/0408068.
- [3] M. L. Dalla Chiara, R. Giuntini, "Paraconsistent Quantum Logic", Foundations of Physics **19**: 891-904 (1989).
- [4] M. L. Dalla Chiara, R. Giuntini, "Quantum Logic", in Handbook of Philosophical Logic, 2nd edition, D. Gabbay and F. Guenther Eds., Kluwer Academic Publishers, 2002.
- [5] M. L. Dalla Chiara, R. Giuntini, R. Leporini, "Quantum Computational Logics. A Survey", arXiv: quant-ph/0305029.
- [6] N. A. Nielsen, I. L. Chuang, *Quantum Computation and Quantum Information*, Cambridge University Press (2000).
- [7] G. Sambin, G. Battilotti and C. Faggian, "Basic Logic: Reflection, Symmetry, Visibility", The Journal of Symbolic Logic, **65**: 979-1013 (2000).
- [8] P. A. Zizzi, "Qubits and Quantum Spaces", Proc. FQI04, 16-19 april 2004, Camerino, Italy. International Journal of Quantum Information, **3**, N. 1: 287-291 (2005); arXiv: quant-ph/0406154.