
La Catégorie SOP pour l'Informatique Quantique, Extension aux CPM, et Complétudes pour Clifford

Renaud Vilmart^{*1}

¹Laboratoire de Recherche en Informatique – Centre National de la Recherche Scientifique : UMR8623, Université Paris-Sud, Orsay, France – France

Résumé

Il y a deux ans a été introduite la notion de "sum-over-paths" (SOP), avec des règles de réécriture sur les termes, pour exprimer des évolutions quantiques, et potentiellement faire de la vérification. Le formalisme a spécifiquement été introduit pour raisonner sur les circuits quantiques, et une notion faible de complétude (qui permet de tester l'égalité de termes) a été donnée pour le fragment "Clifford" de la mécanique quantique. Une barrière importante empêche d'utiliser ce formalisme (avec son système de réécriture) pour attaquer le problème de simplification de circuits : étant donné un morphisme de SOP, il n'existe pas de méthode pour extraire un circuit qui représente ce morphisme. En fait, ces morphismes permettent même de représenter plus que des unitaires (capturés par les circuits quantiques). Nous montrons que SOP forme une catégorie dite "symétrique monoidale \dagger -compacte". Cette structure est notamment partagée par les langages graphiques comme le ZX-Calcul, le ZW-Calcul et le ZH-Calcul. Nous montrons comment passer d'un morphisme de SOP à un diagramme du ZH-Calcul équivalent, et vis-versa. Une autre conséquence de la structure de la catégorie SOP est qu'il est possible d'y appliquer la "construction discard", ce qui permet d'enrichir le formalisme pour représenter la mesure. Nous donnons un système de réécriture pour chacun des fragments Clifford des deux variantes (avec et sans mesure). Nous montrons que ceux-ci sont complets, "terminants" et confluents dans Clifford. Qui plus est, la réécriture termine en temps polynomial dans les deux cas.

*Intervenant