

## **Локальные квантовые протоколы многосторонних сепарабельных измерений.**

В недавней работе [1] показали, как построить квантовый протокол для реализации двустороннего, сепарабельного квантового измерения, используя только локальные операции по подсистемам и классическую связь между сторонами (LOCC (Local Operations on subsystems and Classical Communication)) [22] в течение любого фиксированного количества раундов общения, всякий раз, когда такого протокола не существует. Здесь обобщено построение одного протокола, который применяется для любого числа сторон. Одно важное наблюдение состоит в том, что построение автоматически определяет порядок измерений сторонами, преодолев значительные трудности очевидные в разработке протоколов более чем двух сторон. Представлены также другие результаты LOCC. В том числе, показывающие что если в том или ином измерении оператор сепарабельных измерений рассматриваемый локально в одной подсистеме для двух разных подсистем имеет ранг-1 и не повторяется в любом другом измерении оператором измерения, то это сепарабельное (счетное или разъемное) измерение не может быть точно реализовано посредством LOCC в любое конечное число измерений. Целью квантовой теории информации давно было стремление понять, что может быть достигнуто путем пространственного разделения сторон совместной многосторонней квантовой системы, когда подсистемы не могут быть вместе в одной лаборатории. В этом случае, стороны ограничиваются местными операциями по подсистемам и классическими связями между сторонами (LOCC). Многочисленные результаты понимания LOCC достигались на протяжении многих лет [2-11]. Легко показать, что класс LOCC является подмножеством класса сепарабельных операций [12]. Много исследований сепарабельных операций были проведены для понимания LOCC [11, 13-16]. Важное открытие было сделано в [17], где было показано, что определенный набор параметров состояния не может быть полностью определен использованием LOCC. Это была первая демонстрация того, что класс сепарабельных операций строго больше, чем LOCC. Вскоре последовало много других примеров [18-20]. В недавней работе [1] описано построение LOCC протоколов для реализации квантового сепарабельного измерения, действующего на двудольные системы. Там же доказано, что эта конструкция обеспечивает такой протокол всякий раз, когда она существует в любое фиксированное, конечное, но произвольное, количество раундов связи, а также будет определять, когда такого протокола не существует.

Доказательство было дано для двудольных систем, и главная цель работы [22] состоит в расширении построения и доказательстве того, что оно выполняет то, что только что было заявлено в предыдущем предложении, в случае любого количества сторон. Итак, показано [22], как обобщить построение LOCC протоколов для случая более чем двух подсистем сепарабельных измерений, двудольный случай описан в [1]. Представлен ряд результатов о существовании таких протоколов. Результаты справедливы для любого числа подсистем. Сепарабельное измерение не может быть точно реализовано LOCC. Показано, что конструкция [22] автоматически определяет, как выбрать порядок преодоления значительных очевидных трудностей разработки протоколов, когда LOCC имеет дело с более чем двумя сторонами. Рассмотрены также случаи, когда одна из сторон случайно решает, какие подсистемы будет измерять дальше, и показано, что можно отказаться от случайного выбора в целом, оставив только протоколы, которые никогда не включают локальные измерения, имеющие несколько повторяющихся (пропорциональных) результатов. Представленный подробный алгоритм построения [22] справедлив для любого числа подсистем и продемонстрировал, что эта конструкция обеспечит LOCC протокол  $R$  раундов всякий раз, когда такой протокол существует, для любого конечного, но произвольного  $R$ . Как уже отмечали, построение LOCC деревьев для данного сепарабельного измерения производится без непосредственного рассмотрения операторов Kraus [21,23] для этого измерения. Скорее, нужно только рассмотреть положительные операторы, соответствующие этим Kraus операторам. Таким образом, вопрос о существовании LOCC протокола для данного сепарабельного измерения зависит только от этих положительных операторов, а не от самих операторов Крауса. Когда протокол LOCC существует для обоих измерений, оба протокола одинаковы за исключением дополнительного унитарного преобразования, которое должно быть выполнено в конце.

[1] S. M. Cohen, Phys. Rev. A 84, 052322 (2011).

[2] J. Walgate, A. J. Short, L. Hardy, and V. Vedral, Phys. Rev. Lett. 85, 4972 (2000).

[3] C. Bennett, G. Brassard, S. Popescu, B. Schumacher, J. Smolin, and W. Wootters, Phys. Rev. Lett. 76, 722 (1996).

[4] C. Bennett, H. J. Bernstein, S. Popescu, and B. Schumacher, Phys. Rev. A 53, 2046 (1996).

- [5] J. I. Cirac, W. Dür, B. Kraus, and M. Lewenstein, Phys. Rev. Lett. 86, 544 (2001).
- [6] M. A. Nielsen, Phys. Rev. Lett. 83, 436 (1999).
- [7] F. Anselmi, A. Chefles, and M. B. Plenio, New J. Phys. 6, 164 (2004).
- [8] M. Hillery, V. Buzek, and A. Berthiaume, Phys. Rev. A 59, 1829 (1999).
- [9] D. W. Berry, Phys. Rev. A 75, 032349 (2007).
- [10] L. Yu, R. B. Griffiths, and S. M. Cohen, Phys. Rev. A 81, 062315 (2010).
- [11] A. Chefles, Phys. Rev. A 69, 050307 (2004).
- [12] E. M. Rains, Phys. Rev. A 60, 173 (1999).
- [13] V. Gheorghiu and R. B. Griffiths, Phys. Rev. A 78, 020304 (2008).
- [14] V. Gheorghiu, L. Yu, and S. M. Cohen, Phys. Rev. A 82, 022313 (2010).
- [15] E. Chitambar and R. Duan, Phys. Rev. Lett. 103, 110502 (2009).
- [16] D. Stahlke and R. B. Griffiths, Phys. Rev. A 84, 032316 (2011).
- [17] C. H. Bennett, D. P. DiVincenzo, C. A. Fuchs, T. Mor, E. Rains, P. W. Shor, J. A. Smolin, , and W. K. Wootters, Phys. Rev. A 59, 1070 (1999).
- [18] D. P. DiVincenzo, T. Mor, P. W. Shor, J. A. Smolin, and B. M. Terhal, Commun. Math. Phys. 238, 379 (2003).
- [19] J. Niset and N. J. Cerf, Phys. Rev. A 74, 52103 (2006).
- [20] N. Alon and L. Lovasz, J. Combin. Theory, Series A 95, 169179 (2001).
- [21] K. Kraus, States, Effects, and Operations (Spring-Verlag, Berlin, 1983).
- [22] S. M. Cohen . Local quantum protocols for separable measurements with many parties. <http://arxiv.org/pdf/1303.5006v1.pdf>
- [23] [http://en.wikipedia.org/wiki/Quantum\\_operation](http://en.wikipedia.org/wiki/Quantum_operation)