

Прогресс квантовой метрологии, протокол квантового освещения и когерентные состояния.

Запутанность является, пожалуй, ключевым квантово-механическим ресурсом повышения эффективности связи, точности измерений и вычислительных систем за пределами классической физики. Но запутанность очень чувствительна и нарушается из-за декогеренции и шума. В последнее время доказано, что очень большой прирост производительности дает использование запутывания при однофотонном обнаружении сцепленности. При этом исчезают потери из-за шума термостата по сравнению с тем, что может быть достигнуто с незапутанными однофотонными состояниями. Система когерентных состояний имеет преимущество из-за согласованной последовательности одиночных фотонов. Квантовое освещение может предложить скромный прирост производительности, если не ограничиваться однофотонным режимом.

В последние годы использование особенностей квантовых свойств различных состояний раскрыло возможности решения неожиданных задач и реализации устройств за пределами возможностей классической физики, создав новое поле квантовых технологий [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]. Среди которых квантовая метрология и обработка изображений направлены на повышение точности измерений и разрешения. При этом используются неклассические возможности, такие как сжатие, квантовые корреляции, сцепленные (запутанные) и диссонирующие состояния [10, 11, 12, 13, 14]. Тем не менее, в большинстве реалистичных сценариев потери и шум, как известно, сводили на нет преимущества применения квантовой стратегии [15]. Однако, уже подробно описана первая экспериментальная реализация протокола квантового освещения, направленного на обнаружение цели в шумном помещении, который сохраняет большое преимущество перед классическими даже при больших шумах и потерях. Эксперимент, вдохновленный теоретическими идеями, разработанными в [16, 17, 18, 19] (см. также [20, 21, 22, 23, 24]), был выполнен с использованием корреляций только числа фотонов в параллельных пучках. Таким образом, из-за своей простоты он может найти широкое применение. Еще более важно, что, бросая вызов распространенному мнению, будто бы реальное применение квантовых технологий ограничено их чувствительностью к шуму и потерям, он прокладывает путь к их реальным приложениям.

1. D. Bouwmeester, J.-W. Pan, K. Mattle, M. Eibl, H. Weinfurter, A. Zeilinger, Experimental Quantum Teleportation, *Nature* **390**, 575-579 (1997).
2. R. Ursin, T. Jennewein, M. Aspelmeyer, R. Kaltenbaek, M. Lindenthal, P. Walther and A. Zeilinger. Quantum teleportation across the Danube, *Nature*. **430**, 849 (2004).
3. **Boschi**, D; **Branca**, S; de **Martini**, F; **Hardy**, L; **Popescu**, S . Experimental Realization of Teleporting an Unknown Pure Quantum State via Dual Classical and Einstein-Podolsky-Rosen Channels. *Phys.Rev.Lett*, Vol. 80, 1998, p. 1121 - 1125.
4. O'Brien J L Optical Quantum Computing. 2007 <http://www.sciencemag.org/content/318/5856/1567.abstract>
5. **Yao**, X. C. Experimental demonstration of topological error correction. *Nature* **482**, 489–494(2012).
6. T. Yamamoto, M. Koashi, S. K. Ozdemir, Imoto: "Experimental extraction of an entangled photon pair from two identically decohered pairs," *Nature* **421**, 343-346 (2003).
7. J.W. Pan, C. Simon, Č. Brukner, A. Zeilinger, Entanglement Purification for Quantum Communication, *Nature* **410**, 1067-1070. (2001).
8. J.-W. Pan, S. Gasparoni, R. Ursin, G. Weihs, A. Zeilinger, Experimental entanglement purification of arbitrary unknown states, *Nature* **423**, 417-422 (2003).
9. **Ruo Berchera**, I. P. Degiovanni, S. Olivares and M. Genovese Quantum light in coupled interferometers for quantum gravity tests *Phys. Rev. Lett.* **110**, 213601 (2013)
10. Kolobov M. I. 2007. Quantum Imaging. (New York: Springer).
11. Treps N., Grosse N., Bowen W. P., Fabre C., Bachor H. A., Lam P. K. A quantum laser pointer. (2003) *Science* 301(5635), 940.
12. Boyer V., Marino A. M., Pooser R. C., Lett P. D. Production of entangled images by four-wave mixing. *Science*,321,544(2008).
13. Brida G., Genovese M., R. Berchera I. Experimental realization of sub-shot-noise quantum imaging.
<http://www.nature.com/nphoton/journal/v4/n4/abs/nphoton.2010.29.html>
14. Giovannetti V., Lloyd S., Maccone L. Advances in Quantum Metrology. MIT,2011.
<https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0CD4QFjAC&url=http%3A%2F%2Fdspace.mit.edu%2Fopenaccess-disseminate%2F1721.1%2F78939&ei=skv2UfbgJ-iQ4gTZs4HABg&usg=AFQjCNHBDaRVieCDjE5NGsIuAYItssO9hw&sig=2=zDcLyKqLLdVWtjODiyFHbw&bvm=bv.49784469,d.bGE&cad=rjt>

15. Thomas-Peter N, Smith B J, Datta A, Zhang L, Dorner U ,Walmsley I. Real-World Quantum Sensors: Evaluating Resources for Precision Measurement. A 2011 Phys. Rev. Lett.107, 113603.
16. Lloyd S. Enhanced Sensitivity of Photodetection via Quantum Illumination. <http://www.sciencemag.org/content/321/5895/1463.short>
17. Tan S-H, Erkmen B I, Giovannetti V, Guha S, Lloyd S, Maccone L, Pirandola S and Shapiro J H. Quantum Illumination with Gaussian States. 2008 <http://prl.aps.org/abstract/PRL/v101/i25/e253601>
18. Shapiro J H , Lloyd S 2009 Quantum illumination versus coherent-state target detection, New Journ. of Phys. 11 063045
19. Guha S , Erkmen B I Gaussian-state quantum-illumination receivers for target detection 2009 Phys. Rev. A 80, 052310
20. Sacchi M F Optimal discrimination of quantum operations. 2005 Phys. Rev. A 71 062340
21. Sacchi M F Entanglement can enhance the distinguishability of entanglement-breaking channels 2005 Phys. Rev. A 72 014305
22. Lopaeva E D, RuoBerchera I, Degiovanni I P, Olivares S, Brida G and Genovese M The Quantum Party 2013 Phys.Rev. Lett. 110 153603
23. E.D. Lopaeva, I. Ruo Berchera, S. Olivares, G. Brida, I.P. Degiovanni, M. Genovese. A detailed description of the experimental realisation of quantum illumination protocol. <http://arxiv.org/pdf/1307.3876v1.pdf>
24. X.-B. Wang, T. Hiroshima, A. Tomita, M. Hayashi. Quantum information with Gaussian states. <http://arxiv.org/pdf/0801.4604.pdf>