



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα ΠΠ

Κβαντική Επεξεργασία Πληροφορίας

Ενότητα 36: Προοπτικές και Εφαρμογές Κβαντικών
Αλγορίθμων

Σγάρμπας Κυριάκος

Πολυτεχνική Σχολή

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας
Υπολογιστών

Σκοποί ενότητας

- Προοπτικές και εφαρμογές κβαντικών αλγορίθμων



Περιεχόμενα ενότητας

- Προοπτικές και εφαρμογές κβαντικών αλγορίθμων
- Random walks
- Quantum prisoner's dilemma
- Παιχνίδι 2 παικτών
- Minimax
- Decision trees



Προοπτικές και εφαρμογές κβαντικών αλγορίθμων

Προοπτικές / Εφαρμογές

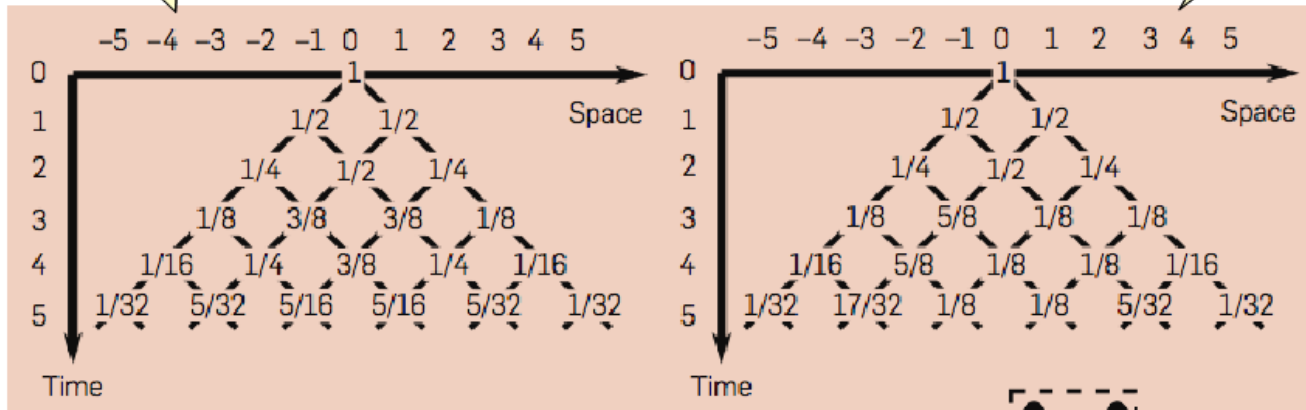
- Δημιουργία πραγματικά τυχαίων αριθμών – Βελτίωση στην απόδοση των γενετικών αλγορίθμων
- Quantum random walk / Καθοδηγούμενη αναζήτηση
- Approximate pattern matching – Ταυτοποίηση προσώπων / αποτυπωμάτων
- Planning / Scheduling
- Επίλυση προβλημάτων ικανοποίησης περιορισμών
- Κβαντική θεωρία παιγνίων (συνεργατικά παίγνια): οι παίκτες αποδίδουν καλύτερα αν στην αρχή έχουν μοιραστεί entangled qubits



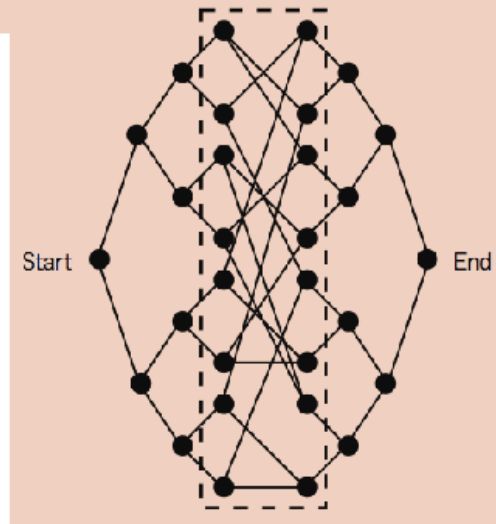
Τυχαίοι Περίπατοι (Random Walks)

Κλασσικός

Κβαντικός



- Επιλογή κατεύθυνσης με Hadamard.
- Μεγαλύτερη διασπορά από την (κάθε φορά) αρχική θέση.
- Αποφυγή καθυστερήσεων (ατέρμονων κύκλων) όταν χρησιμοποιείται για αναζήτηση.

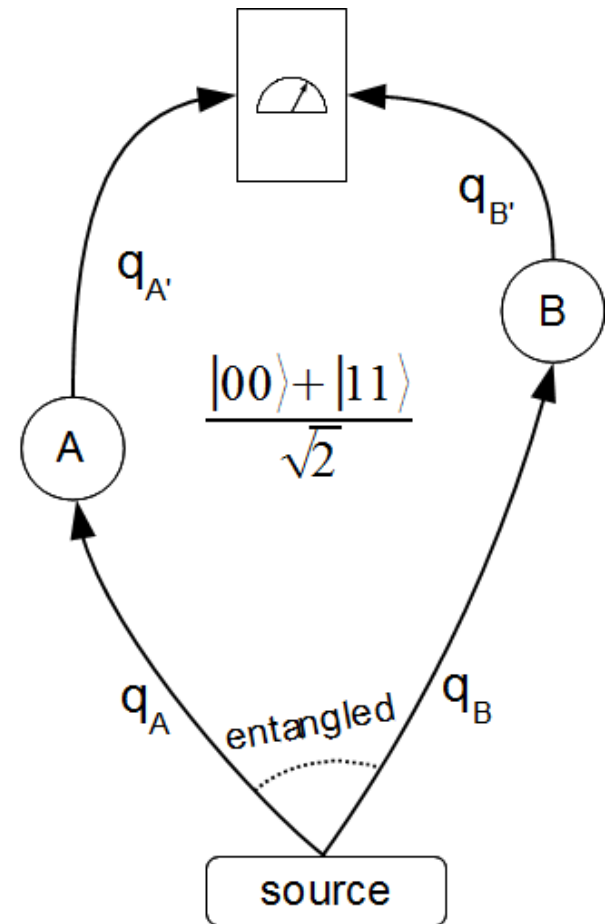


A.M.Childs, R.Cleve, E.Deotto, E.Farhi, S.Gutmann, D.A.Spielman, "Exponential algorithmic speedup by quantum walk", in Proc. 35th ACM Symposium on Theory of Computing (2003), 59–68.



Quantum Prisoner's Dilemma

	B: άρνηση	B: ομολογία
A: άρνηση	(-1,-1)	(-10,0)
A: ομολογία	(0,-10)	(-7,-7)

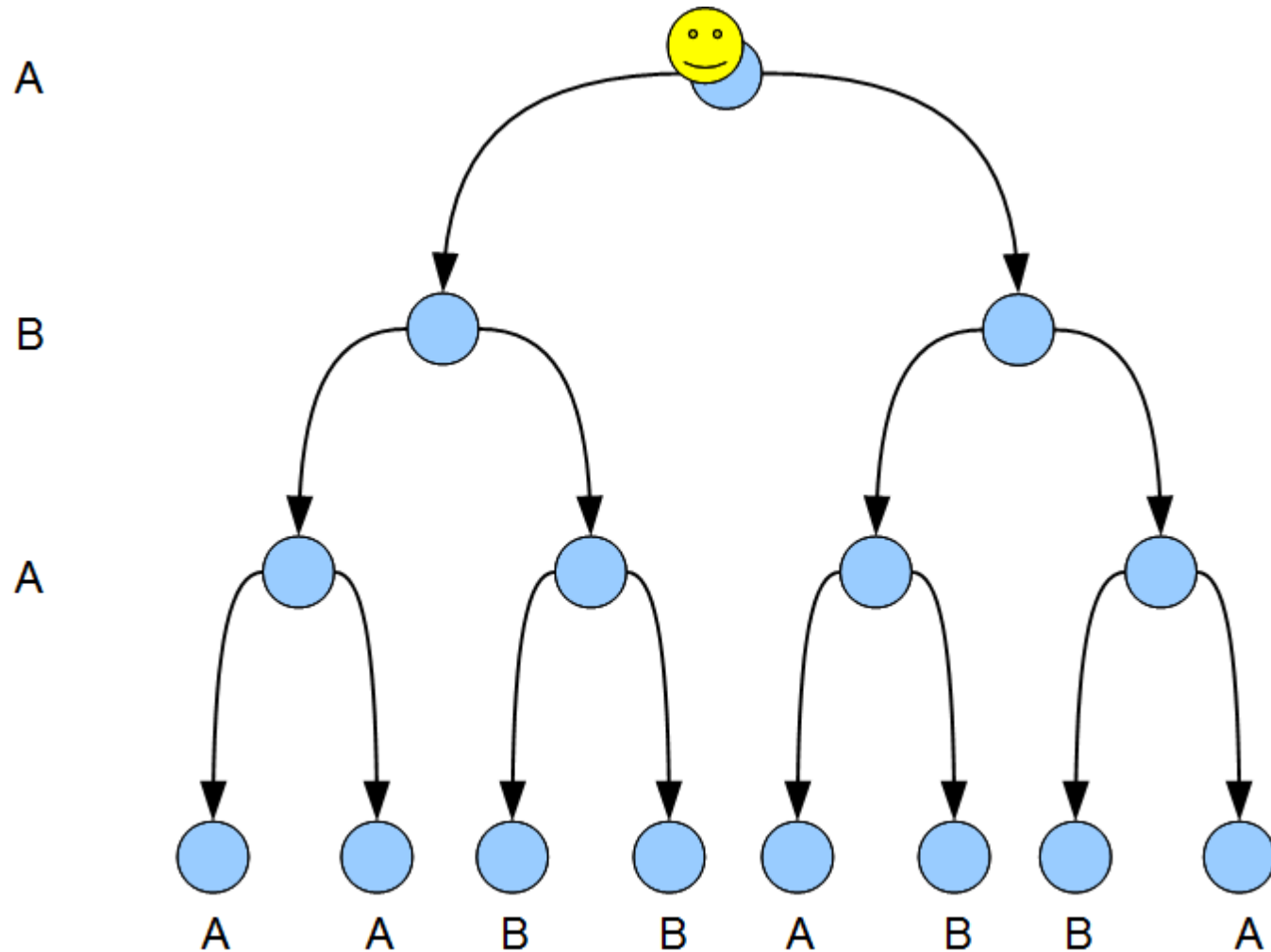


Αν οι 2 φυλακισμένοι έχουν προνοήσει να μοιραστούν ένα ζεύγος συζευγμένων qubits πριν συλληφθούν, μπορούν να συνεργαστούν με ασφάλεια.

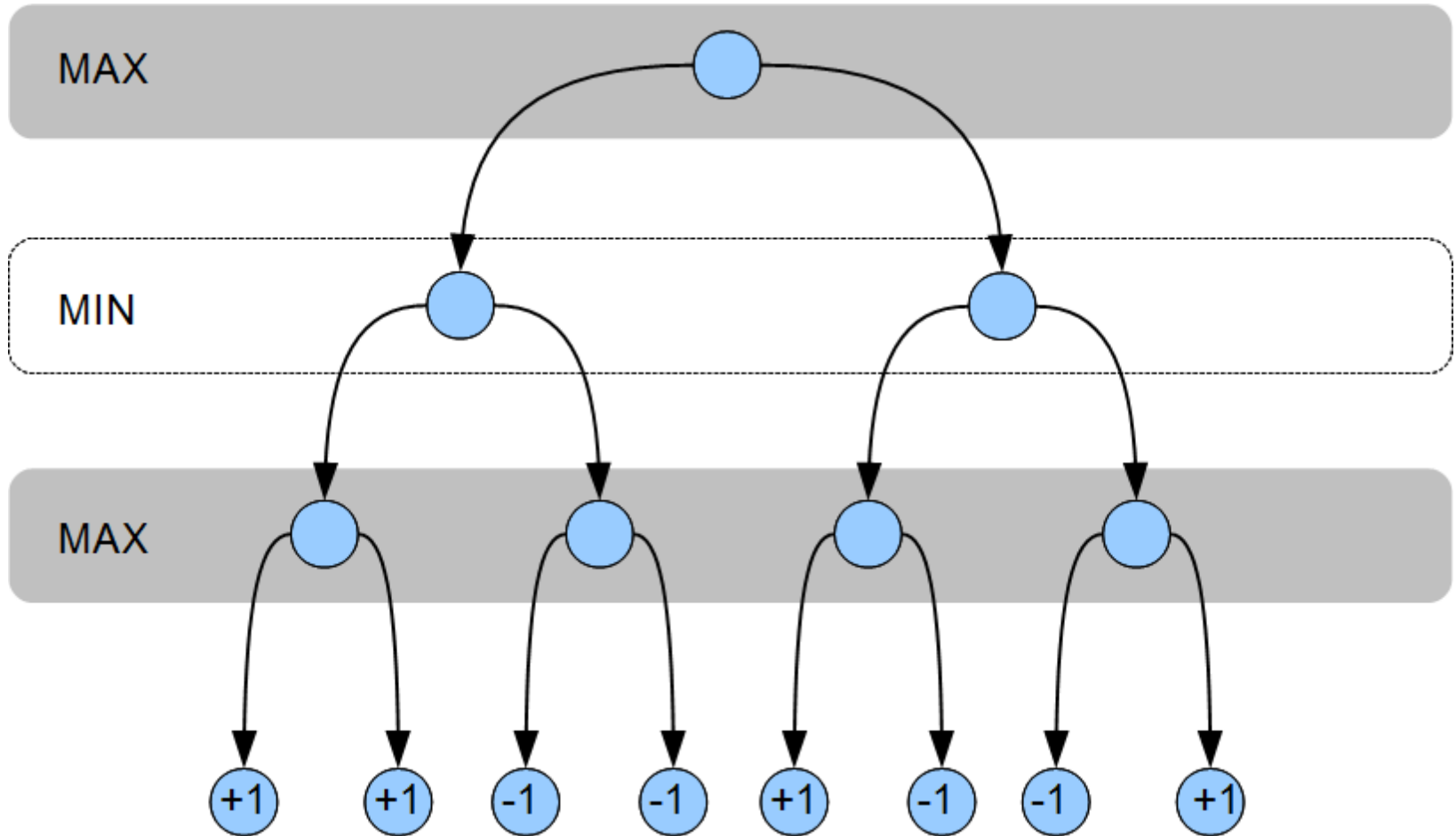
K.-Y.Chen, T.Hogg, "How Well Do People Play a Quantum Prisoner's Dilemma?", Quantum Information Processing, Vol.5, No.1, pp.43-67, 2006



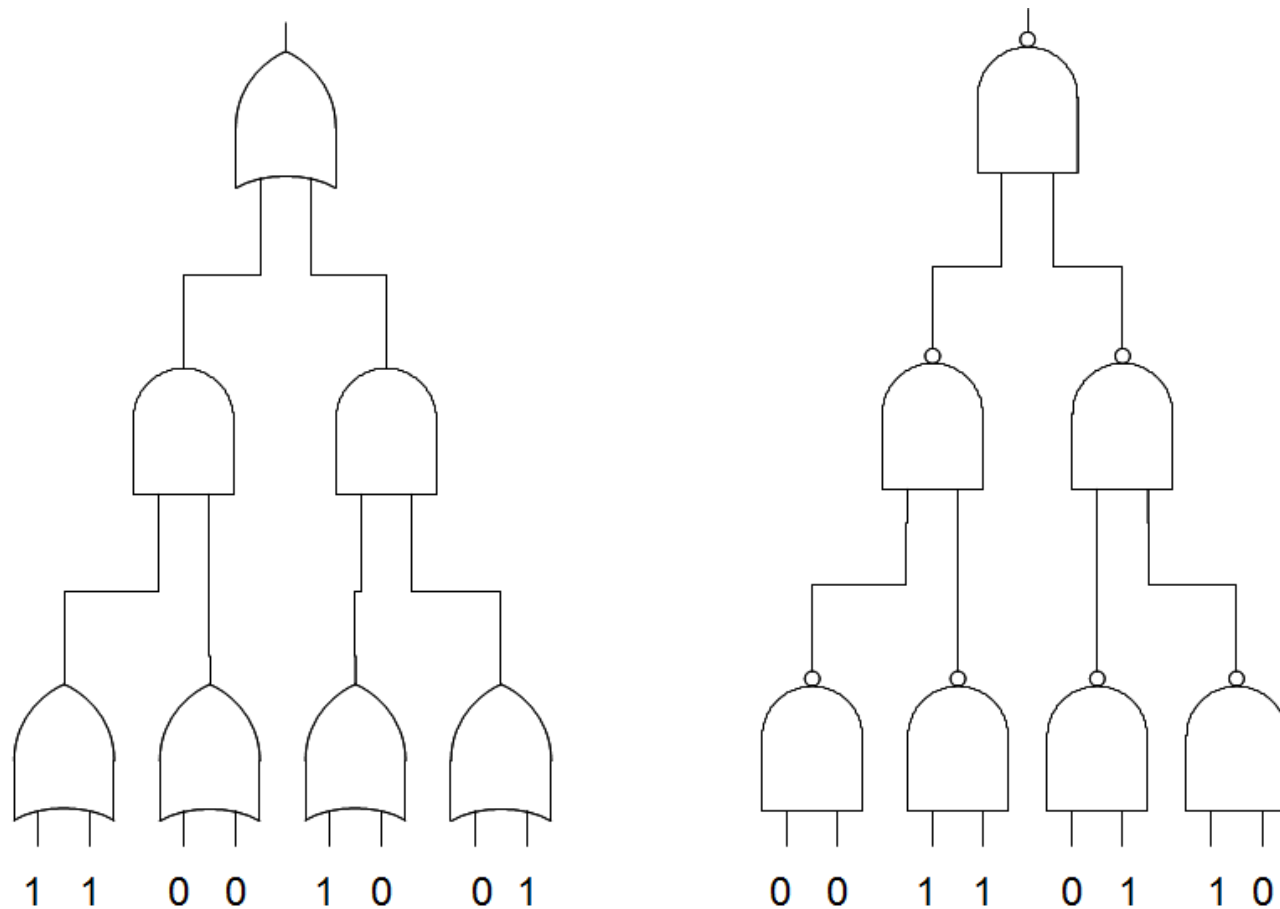
Παιχνίδι 2 Παικτών



Minimax



Ισοδύναμα Κυκλώματα Λογικών Πυλών

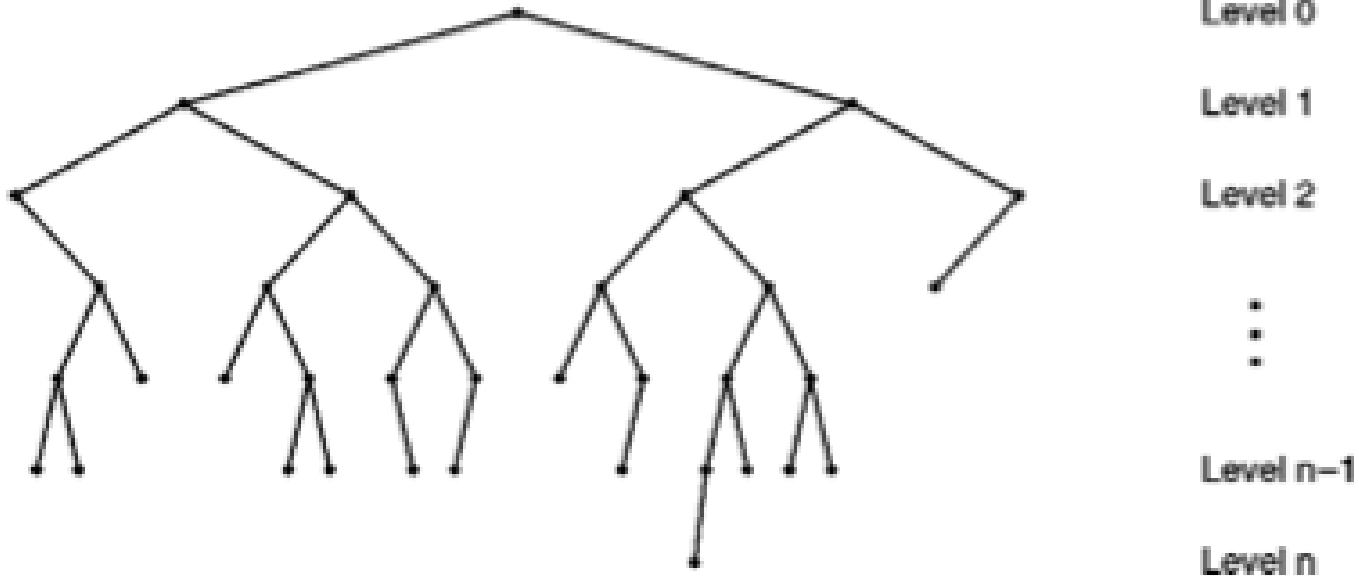


Κβαντικός υπολογισμός (με τυχαίο περίπατο) σε $O(N^{0.5})$ χρόνο, έναντι $\Omega(N^{0.753})$ του κλασσικού



E.Farhi, J.Goldstone, S.Gutmann, "A Quantum Algorithm for the Hamiltonian NAND Tree", Eprint arXiv:quant-ph/0702144, 2007.

Decision Trees

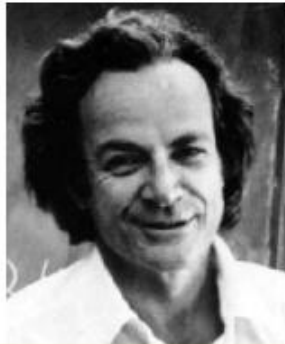


- Με κβαντικό τυχαίο περίπατο γίνεται αναζήτηση σε binary decision trees, όπως επίσης και (αδιαβατικό μοντέλο) με μια Χαμιλτονιανή που αλλάζει την κατάσταση του κβαντικού καταχωρητή ώστε να περνάει από όλους τους κόμβους του DT (ξεκινώντας από το root).
- Επιτυγχάνεται μέχρι και εκθετική αύξηση στην ταχύτητα (για συγκεκριμένες οικογένειες δέντρων).

E.Farhi, S.Gutmann, "Quantum Computation and Decision Trees", Physical Review A, Vol.58, No.2, pp.915-928, 1998.



QIP Hall of Fame



Richard Feynmann



David Deutsch



Lov Grover



Peter Shor



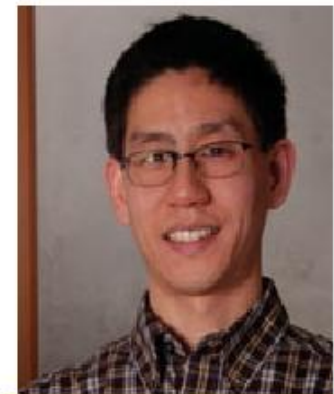
John Preskill



David DiVincenzo



Michael Nielsen



Isaac Chuang



Βιβλιογραφία (1)

- Ι.Καραφυλλίδης, “Κβαντικοί Υπολογιστές – Βασικές Έννοιες”, *Κλειδάριθμος, 2005*
- R.Perry, “**The Temple of Quantum Computing**”, 2010
- D.McMahon, “**Quantum Computing Explained**”, *Wiley, 2008*
- M.Nielsen, I.Chuang, “**Quantum Computation and Quantum Information**”, *Cambridge University Press, 2000*
- M.Nakahara, T.Ohmi, “**Quantum Computing - From Linear Algebra to Physical Realizations**”, *CRC Press, 2008*
- P.Kaye, R.Laflamme, M.Mosca, “**An Introduction to Quantum Computing**”, *Oxford University Press, 2007*



Βιβλιογραφία (2)

- Z.Meglicki, "**Quantum Computing without Magic - Devices**", *MIT Press*, **2008**
- D.Bacon, W.Van Dam, "**Recent Progress in Quantum Algorithms**", *Communications of the ACM*, Vol.53, No.2, pp.84-93, Feb.2010
- E.Farhi, S.Gutmann, "**Quantum Computation and Decision Trees**", *Physical Review A*, Vol.58, No.2, pp.915-928, 1998
- F.Lu, D.C.Marinescu, "**An $R \parallel C_{\max}$ Quantum Scheduling Algorithm**", *Quantum Information Processing*, vol.6, no.3, pp.159-178, June 2007
- A.Atici, R.A.Servedio, "**Improved Bounds on Quantum Learning Algorithms**", *Quantum Information Processing*, vol.4, no. 5, pp.355-386, November 2005
- K.Miakisz, E.W.Piotrowski, J.Sładkowski, "**Quantization of Games: Towards Quantum Artificial Intelligence**", *Theoretical Computer Science* vol.358, pp.15-22, Elsevier, 2005



Τέλος Ενότητας

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση **1.0**.

Έχουν προηγηθεί οι κάτωθι εκδόσεις:

- Έκδοση **1.0** διαθέσιμη [εδώ](#).



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Σγάρμπας Κυριάκος. «Κβαντική Επεξεργασία Πληροφορίας, Προοπτικές και Εφαρμογές Κβαντικών Αλγορίθμων». Έκδοση: 1.0. Πάτρα 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:

https://eclass.upatras.gr/modules/course_metadata/opencourses.php?fc=15



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

Διαφάνεια 6 : A.M.Childs, R.Cleve, E.Deotto, E.Farhi, S.Gutmann, D.A.Spielman, "Exponential algorithmic speedup by quantum walk", in Proc. 35th ACM Symposium on Theory of Computing (2003), 59–68.

Διαφάνεια 11: E.Farhi, S.Gutmann, "Quantum Computation and Decision Trees", Physical Review A, Vol.58, No.2, pp.915-928, 1998.

