

Πανεπιστήμιο Πατρών
Πολυτεχνική Σχολή
Τμήμα Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και Πληροφορικής

Δρ. Αλέξιος Κ. Καπόρης

Βιογραφικό Σημείωμα, Υπόμνημα Εργασιών
&
Πίνακας Αναφορών

Ιούλιος 2008

Περιεχόμενα

0.1	Βιογραφικό Σημείωμα	1
0.1.1	Στοιχεία επικοινωνίας	1
0.1.2	Τίτλοι σπουδών & υποτροφίες	1
0.1.3	Διδακτορική διατριβή	2
0.1.4	Προσκλήσεις για παρουσίαση ερευνητικής δραστηριότητας	2
0.1.5	Κριτής σε περιοδικά και συνέδρια	2
0.1.6	Κεφάλαια σε βιβλία	3
0.1.7	Επιστημονικές δημοσιεύσεις σε διεθνή περιοδικά με κριτές	3
0.1.8	Επιστημονικές δημοσιεύσεις σε διεθνή συνέδρια με κριτές	4
0.1.9	Ερευνητικά ενδιαφέροντα	6
0.1.10	Ερευνητική και επαγγελματική ενασχόληση	6
0.1.11	Επικουρικό έργο	7
0.1.12	Συμμετοχή σε επιστημονικά σχολεία	7
0.2	Υπόμνημα Ερευνητικών Εργασιών και Αναφορών τους	8
0.2.1	Journal version: A. C. Kaporis, L. M. Kirousis, Y. C. S. Malvina Vamvakari and M. Zito “ <i>The unsatisfiability threshold revisited</i> ” Discrete Mathematics, Vol. 22, Issue 2, 1525–1538, Elsevier. Conference version: 16 th Annual IEEE Symposium on Logic in Computer Science (LICS '01) affiliated Workshop on Theory and Applications of Satisfiability Testing (SAT '01), Boston, USA.	8
0.2.2	Journal version: A. C. Kaporis, L. M. Kirousis, and Y. C. Stamatiou “ <i>A note on the non-colorability threshold of a random graph</i> ” Electronic Journal of Combinatorics, 7 (1) # R29 (2000)	10
0.2.3	Journal version: A. C. Kaporis, L. M. Kirousis, and I. Giotis Corrigendum to: “ <i>A note on the non-colorability threshold of a random graph</i> ” Electronic Journal of Combinatorics, 7 (1) (2000)	11
0.2.4	Journal version: A. C. Kaporis, L. M. Kirousis, E. Kranakis, D. Krizanc, Y. C. Stamatiou, E. C. Stavropoulos. “ <i>Locating information with uncertainty in fully interconnected networks with applications to world wide web information retrieval</i> ” Computer Journal, 44, 221–229	11
0.2.5	Book Chapter: A. C. Kaporis, L.M. Kirousis, Y.C. Stamatiou “ <i>Proving conditional randomness using the Principle of Deferred Decisions</i> ” Special Volume on Computational Complexity and Statistical Physics, Santa Fe Institute of Technology, Oxford University Press.	12

- 0.2.6 **Journal version:** A. C. Kaporis, L. M. Kirousis, E. G. Lalas “*The probabilistic analysis of a greedy satisfiability algorithm*” *Random Structures & Algorithms*, volume 28(4), 444–480.
Conference version: 10th Annual European Symposium on Algorithms (ESA ’02)
Conference version: 5th International Symposium on the Theory and Applications of Satisfiability Testing (SAT ’02), Cincinnati, USA
Invited lemma: *Thresholds for random k-SAT* (2002; Kaporis, Kirousis, Lalas) *The Encyclopedia of Algorithms*, Springer 13
- 0.2.7 **Journal version:** A. C. Kaporis, L. M. Kirousis, E. G. Lalas “*Selecting complementary pairs of literals*” *Electronic Notes in Discrete Mathematics (ENDM)*, Elsevier
Conference version: 18th Annual IEEE Symposium on Logic in Computer Science (LICS ’03) affiliated Workshop on Typical case complexity and phase transitions, Ottawa, Canada 18
- 0.2.8 **Conference version:** J. Díaz, G. Grammatikopoulos, A.C. Kaporis, L.M. Kirousis, X. Pérez, D. Sotiropoulos “*5-regular graphs are 3-colorable with positive probability*” 13th Annual European Symposium on Algorithms (ESA ’05).
Journal version: J. Díaz, A.C. Kaporis, G. Kemkes, L.M. Kirousis, X. Pérez, N.C. Wormald: *On the chromatic number of a random 5-regular graph*. *Journal of Graph Theory*, Wiley. To appear. 20
- 0.2.9 **Conference version:** A. C. Kaporis, C. Makris, S. Sioutas, A. Tsakalidis, K. Tsihclas, C. Zaroliagis “*Improved bounds for finger search on a RAM*” 11th Annual European Symposium on Algorithms (ESA ’03) 21
- 0.2.10 **Conference version:** A.C. Kaporis, C. Makris, G. Mavritsakis, S. Sioutas, A. Tsakalidis, K. Tsihclas, C. Zaroliagis “*ISB-Tree: A New Indexing Scheme with Efficient Expected Behaviour*” 16th Annual International Symposium on Algorithms and Computation (ISAAC ’05) 23
- 0.2.11 **Conference version:** A. C. Kaporis, L. M. Kirousis, E. I. Politopoulou, P. G. Spirakis “*Experimental results for Stackelberg scheduling strategies*” 4th International Workshop on Efficient and Experimental Algorithms (WEA ’05) 23
- 0.2.12 **Conference version:** J. Díaz, A.C. Kaporis, L.M. Kirousis, X. Pérez “*Partitioning networks into classes of mutually isolated nodes*” European Conference on Complex Systems (ECCS ’05) 23
- 0.2.13 **Conference version:** Alexis C. Kaporis, Lefteris M. Kirousis, Efthimios G. Lalas “*Lower bounds to the conjectured threshold value for the 3-SAT problem*” 4th Panhellenic Logic Symposium (PLS ’03) 24
- 0.2.14 **Conference version:** A. Kaporis, C. Makris, S. Sioutas, A. Tsakalidis, K. Tsihclas and C. Zaroliagis. “*Dynamic Interpolation Search Revisited.*” 33rd International Colloquium on Automata, Languages and Programming (ICALP ’06), July 9 - 16, 2006 S. Servolo, Venice - Italy. 24
- 0.2.15 **Conference version:** A.C. Kaporis and P.G. Spirakis. “*The price of Optimum in Stackelberg games on arbitrary networks and latency functions.*” 18th ACM Symposium on Parallelism in Algorithms and Architectures (SPAA ’06), Cambridge, MA, USA
Invited lemma: *Algorithms for the Price of Optimum in Stackelberg Games* (2005; Kaporis, Spirakis). *The Encyclopedia of Algorithms*, Springer
Journal version: *Theoretical Computer Science* (2008), doi:10.1016/j.tcs.2008.11.002.

0.2.16	Conference version: A.C. Kaporis, L.M. Kirousis, E.C. Stavropoulos. “ <i>Approximating almost all instances of Max Cut within a ratio above the Hastad threshold.</i> ” 14th Annual European Symposium on Algorithms (ESA ’06), 11-13 September 2006, ETH Zürich, Zürich, Switzerland.	27
0.2.17	Conference version: D. Fotakis, A.C. Kaporis and P. Spirakis. <i>Atomic congestion games: fast, myopic and concurrent.</i> 1st International Symposium on Algorithmic Game Theory (SAGT ’08). April 30 - May 2, 2008, Paderborn, Germany. Journal version: Invited paper to a special issue to journal <i>Theory of Computing Systems</i> (TOCS), dedicated to the SAGT’08 best papers	29
0.2.18	Conference version: Dimitris Kalles, Alexis C. Kaporis, Paul G. Spirakis: Myopic Distributed Protocols for Singleton and Independent-Resource Congestion Games. 7th International Workshop, WEA 2008, Provincetown, MA, USA, May 30-June 1, 2008, Proceedings. Lecture Notes in Computer Science 5038 Springer 2008.	30

0.1 Βιογραφικό Σημείωμα

0.1.1 Στοιχεία επικοινωνίας

Όνομα:	Αλέξης
Επώνυμο:	Καπόρης Επιστημονικός Συνεργάτης ΤΕΙ Μεσολογγίου
Τρέχουσα θέση:	ΣΕΠ στο Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο (ΠΑΗ 30) Επ. Καθηγητής Μηχανικών Η/Υ & Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Πατρών, ΠΔ 407/80
Ημερομηνία γέννησης:	4 Αυγούστου 1971
Υπηκοότητα:	Ελληνική
Οικογενειακή κατάσταση:	Άγαμος
Στρατιωτική θητεία:	1998-2000 Ανθ/γός Πεζικού
Διεύθυνση:	Τμήμα Μηχανικών Η/Υ & Πληροφορικής Πανεπιστήμιο Πατρών TK: 265 04
Τηλέφωνο:	+30 2610 996943 (γραφείο), 995932 (σπίτι), 6945 111 374
Ομοιοτυπία:	+30 2610 996980
Ηλεκτρονική θυρίδα:	kaporis@ceid.upatras.gr
Ιστοσελίδα:	http://students.ceid.upatras.gr/~kaporis/
Ιστοσελίδα Αναφορών:	http://scholar.google.com/

0.1.2 Τίτλοι σπουδών & υποτροφίες

Βασικό Πτυχίο

Αποφοίτησε από το Τμήμα Μαθηματικών του Πανεπιστημίου Πατρών τον Δεκέμβριο του 1997.

Διδακτορικό

Τον Μάρτιο του 1997 έγινε δεκτός ως μεταπτυχιακός φοιτητής στο Τμήμα Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών & Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Πατρών. Την επίβλεψη των μεταπτυχιακών του σπουδών είχε ο Καθηγητής κ. Ελευθέριος Κυρούσης. Από τον Μάρτιο του 1998 ως Μάρτιο του 2000 υπηρέτησε στον Ελληνικό Στρατό. Τον Ιούνιο του 2003 υπερασπίστηκε με επιτυχία τη διδακτορική του διατριβή.

Υποτροφίες

- [2007 – 2008] Ερευνητής στο Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα: IST Program of the European Union under contract number IST-015964 (AEOLUS). Φορέας χρηματοδότησης: *Ερευνητικό Ακαδημαϊκό Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών*. - Ν.Π.Ι.Δ.
- [2004 – 2006] Βασικός ερευνητής στο ερευνητικό έργο “Πυθαγόρας Γ’ με τίτλο: “Υπολογιστικά Δύσκολα Προβλήματα και Εφαρμογές. Προσέγγιση μέσω Σύγχρονων Τεχνικών”. Φορέας χρηματοδότησης: *Επιτροπή Ερευνών, Πανεπιστήμιο Πατρών*.

- [2000 – 2003] Βασικός ερευνητής στο ερευνητικό έργο “Κ. Καραθεοδωρή” με τίτλο: “Αλλαγή φάσης σε τυχαία δείγματα υπολογιστικά δύσκολων συνδυαστικών προβλημάτων”. Φορέας χρηματοδότησης: Επιτροπή Ερευνών, Πανεπιστήμιο Πατρών.
- [1997 – 1998] Βασικός Ερευνητής στο ερευνητικό έργο ΠΕΝΕΔ “Τεχνητή Εξαγωγή Συμπερασμάτων: Μέθοδοι και Εφαρμογές”. Κωδικός 95 ΕΔ 86. Γενική Γραμματεία Έρευνας & Τεχνολογίας. Φορέας χρηματοδότησης: Ερευνητικό Ακαδημαϊκό Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών. - Ν.Π.Ι.Δ.
- Χρηματοδοτήθηκε από το Ερευνητικό Ακαδημαϊκό Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών για την κάλυψη εξόδων μετακινήσεως και συμμετοχής σε διεθνή ερευνητικά συνέδρια που έλαβαν χώρα τόσο στην Αμερική όσο και στην Ευρώπη.
- [Ιανουάριο- Μάρτιο 2002] Χρηματοδοτήθηκε από το Institute de Mathematiques de Luminy (IML) και το Laboratoire d' Informatique de Marseille (LIF), France.
- [Μάρτιος 2002] Χρηματοδοτήθηκε από το University of Cincinnati, Ohio, USA.
- [Μάρτιος 2003] Χρηματοδοτήθηκε από το πρόγραμμα High-level Scientific Conferences της Ευρωπαϊκής Ένωσης, σε συνδυασμό με το Schloss Dagstuhl International Conference and Research Center for Computer Science, Germany.
- [Ιούνιος 2003] Χρηματοδοτήθηκε από το Alexander S. Onassis Public Benefit Foundation σε συνδυασμό με το Foundation for Research and Technology-Hellas (FORTH).

0.1.3 Διδακτορική διατριβή

Το Ιούνιο του 2003 υπερασπίστηκε με επιτυχία ενώπιον της επταμελούς εξεταστικής επιτροπής την διδακτορική του διατριβή. Η διατριβή ολοκληρώθηκε υπό την επίβλεψη του Καθηγητή κ. Ελευθέριου Κυρούση. Ο τίτλος της διατριβής ήταν “Μελέτη φαινομένων αλλαγής φάσης σε συνδυαστικά προβλήματα”. Τον Ιούλιο του 2003 ορκίστηκε διδάκτορας.

0.1.4 Προσκλήσεις για παρουσίαση ερευνητικής δραστηριότητας

- [Μάρτιος 2003] Προσκεκλημένος ομιλητής στο διεθνές συνεδριακό κέντρο Θεωρητικής Πληροφορικής Dagstuhl της Γερμανίας.
- [Νοέμβριος 2004] Προσκεκλημένος ομιλητής στο Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα “ΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΘΕΩΡΙΑ ΑΛΓΟΡΙΘΜΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ”.
<http://www.math.uoa.gr/mpla/>
- *Typical case optimization problems on large graphs.* Optimization in Complex Networks Satellite Workshop at ECCS '06 27 - 28 September 2006, European Conference on Complex Systems 2006, Said Business School, University of Oxford 25-29 September 2006.

0.1.5 Κριτής σε περιοδικά και συνέδρια

Έχει κρίνει ερευνητικές εργασίες στα συνέδρια SAT '04, '05, STACS '03, LICS '03, ESA '06, CIAC '06, LICS '03, SAGT '08, IPCO'08, WEA '08 καθώς και στα περιοδικά Random Structures & Algorithms, Journal of Artificial Intelligence, Journal of Discrete Algorithms, Theory of Computing Systems, Journal of Combinatorial Theory.

Τέλος, γράφει άρθρα για ερευνητικές εργασίες στο American Mathematical Society: Mathematical Reviews database.

0.1.6 Κεφάλαια σε βιβλία

1. A. C. Kaporis, P. G. Spirakis: *Selfish splittable flows and NP-completeness*. Handbook on NP-Completeness: Theory and Applications. Chapman & Hall-CRC, Computer & Information Science Series. (In preparation.)
2. A. C. Kaporis, L. M. Kirousis, Y. C. Stamatiou. *Proving Conditional Randomness using the Principle of Deferred Decisions*. Computational Complexity and Statistical Physics, Oxford University Press.
3. *Algorithms for the Price of Optimum in Stackelberg Games* (2005; Kaporis, Spirakis). The Encyclopedia of Algorithms, Springer.
4. *Thresholds for random k-SAT* (2002; Kaporis, Kirousis, Lalas) The Encyclopedia of Algorithms, Springer.

0.1.7 Επιστημονικές δημοσιεύσεις σε διεθνή περιοδικά με κριτές

1. A. C. Kaporis, L. M. Kirousis, Y. C. Stamatiou Malvina Vamvakari and M. Zito: *The unsatisfiability threshold revisited*. Discrete Applied Mathematics, Vol. 22, Issue 2, 1525–1538, Elsevier.
18 Αναφορές, αναλυτική παρουσίαση στην Ενότητα 0.2.1.
2. A. C. Kaporis, L. M. Kirousis, and Y. C. Stamatiou: *A note on the non-colorability threshold of a random graph*. Electronic Journal of Combinatorics, **7** (1) (2000).
17 Αναφορές, αναλυτική παρουσίαση τους στην Ενότητα 0.2.2.
3. A. C. Kaporis, L. M. Kirousis, and I. Giotis: *Corrigendum to: A note on the non-colorability threshold of a random graph*. Electronic Journal of Combinatorics, **7** (1) (2000).
4 Αναφορές, αναλυτική παρουσίαση τους στην Ενότητα 0.2.3.
4. A. C. Kaporis, L. M. Kirousis, E. Kranakis, D. Krizanc, Y. C. Stamatiou, E. C. Stavropoulos: *Locating information with uncertainty in fully interconnected networks with applications to world wide web information retrieval*. Computer Journal, **44** 221–229
1 Αναφορά, αναλυτική παρουσίαση της στην Ενότητα 0.2.4.
5. A. C. Kaporis, L. Kirousis, Y. Stamatiou: *Proving conditional randomness using the principle of deferred decisions*. Special Volume on Computational Complexity and Statistical Physics, Santa Fe Institute of Technology, Oxford University Press.
7 Αναφορές, αναλυτική παρουσίαση τους στην Ενότητα 0.2.5.
6. A. C. Kaporis, L. M. Kirousis, E. G. Lalas: *The probabilistic analysis of a greedy satisfiability algorithm*. Random Structures and Algorithms, Wiley, 28(4), 444–480.
75 Αναφορές, μεταξύ αυτών στα περιοδικά **Nature**, **Science**, **Journal of the American Mathematical Society**, **Journal of the Association of Computing Machinery**, αναλυτική παρουσίαση τους στην Ενότητα 0.2.6.
Αποτελεί προσκεκλημένο λήμμα στην **Encyclopedia of Algorithms**:
<http://refworks.springer.com/algorithms>.
7. A. C. Kaporis, L. M. Kirousis, E. G. Lalas: *Selecting complementary pairs of literals*. Electronic Notes in Discrete Mathematics (ENDM), Elsevier Science, 16 (2003)
32 Αναφορές, αναλυτική παρουσίαση τους στην Ενότητα 0.2.7.
8. J. Díaz, A.C. Kaporis, G. Kemkes, L.M. Kirousis, X. Pérez, N.C. Wormald: *On the chromatic number of a random 5-regular graph*. Journal of Graph Theory, Wiley. To appear.
A preliminary version has appeared in Proc: 13th Annual European Symposium on Algorithms (ESA '05), Spain, October 3-6, 2005.
2 Αναφορές, αναλυτική παρουσίαση της στην Ενότητα 0.2.8.

9. A. C. Kaporis and P. G. Spirakis. *The price of Optimum in Stackelberg games on arbitrary networks and latency functions*. Theoretical Computer Science (2008), doi:10.1016/j.tcs.2008.11.002
17 αναφορές. Αναλυτική παρουσίαση στην Ενότητα 0.2.15.
Αποτελεί προσκεκλημένο λήμμα στην **Encyclopedia of Algorithms**:
<http://refworks.springer.com/algorithms>.

Σύνολο αναφορών όλων των εργασιών που εμφανίζονται σε περιοδικά: 142

0.1.8 Επιστημονικές δημοσιεύσεις σε διεθνή συνέδρια με κριτές

1. A. C. Kaporis, L. M. Kirousis, Y. C. Stamatiou Malvina Vamvakari and Michele Zito: *The unsatisfiability threshold revisited*. In Proc.: 16th Annual IEEE Symposium on Logic in Computer Science (LICS '01) affiliated Workshop on Theory and Applications of Satisfiability Testing (SAT '01), Boston, USA.
15 Αναφορές, αναλυτική παρουσίαση τους στην Ενότητα 0.2.1.
2. A. C. Kaporis, L. M. Kirousis, Y. C. Stamatiou M. Vamvakari and M. Zito: *Coupon collectors, q -binomial coefficients and the unsatisfiability threshold*. In Proc.: 7th Italian Conference on Theoretical Computer Science (ICTCS '01), Torino, Italy.
3. A. C. Kaporis, L. Kirousis, Y. Stamatiou: *How to prove conditional randomness using the principle of deferred decisions*. In Proc: "Phase Transitions And Algorithmic Complexity", June 3-5, 2002 Institute for Pure and Applied Mathematics (IPAM '02), University of California, Los Angeles, USA.
7 Αναφορές, αναλυτική παρουσίαση τους στην Ενότητα 0.2.5.
4. A. C. Kaporis, L. Kirousis, Y. Stamatiou, M. Zito: *Upper bounds to the satisfiability threshold: a review of the rigorous results* Workshop on Computational Complexity and Statistical Physics September 4-6, 2001, Santa Fe, New Mexico, USA, Sponsored by Los Alamos National Laboratory, the Santa Fe Institute and the University of New Mexico.
5. A. C. Kaporis, L. M. Kirousis, E. G. Lalas: *The Probabilistic analysis of a greedy satisfiability algorithm*. In Proc.: 10th Annual European Symposium on Algorithms (ESA '02) Rome, Italy. Lecture Notes in Computer Science, Springer-Verlag, Vol: 2461/2002, January 2002, pp. 574-585
Also in Proc: 5th International Symposium on the Theory and Applications of Satisfiability Testing (SAT '02), Cincinnati, USA.
75 Αναφορές, μεταξύ αυτών στα περιοδικά **Nature**, **Science**, **Journal of the American Mathematical Society**, **Journal of the Association of Computing Machinery**, αναλυτική παρουσίαση τους στην Ενότητα 0.2.6.
Αποτελεί προσκεκλημένο λήμμα στην **Encyclopedia of Algorithms**:
<http://refworks.springer.com/algorithms>.
6. A. C. Kaporis, L. M. Kirousis, E. G. Lalas: *Selecting complementary pairs of literals*. In Proc: 18th Annual IEEE Symposium on Logic in Computer Science(LICS '03) affiliated Workshop on Typical case complexity and phase transitions, Ottawa, Canada.
34 Αναφορές, αναλυτική παρουσίαση τους στην Ενότητα 0.2.7.
7. A. C. Kaporis, L. M. Kirousis, E. G. Lalas: *Lower bounds to the conjectured threshold value for the 3-SAT problem*. In Proc: 4th Pan-Hellenic Logic Symposium (PLS '03), Thessaloniki, Greece.
Αναλυτική παρουσίαση στην Ενότητα 0.2.13.
8. A. C. Kaporis, C. Makris, S. Sioutas, A. Tsakalidis, K. Tsihclas, C. Zaroliagis: *Improved bounds for finger search on a RAM*. In Proc. 11th Annual European Symposium on Algorithms (ESA '03), Budapest, Hungary.
Αναλυτική παρουσίαση στην Ενότητα 0.2.9.

9. A. C. Kaporis, L. M. Kirousis, E. I. Politopoulou, P. G. Spirakis: *Experimental results for Stackelberg scheduling strategies*. In Proc: 4th International Workshop on Efficient and Experimental Algorithms (WEA '05), Springer Verlag, Lecture Notes in Computer Science 3503, 77-89, Santorini Islands, Greece, 2005.
Αναλυτική παρουσίαση στην Ενότητα 0.2.11.
10. J. Díaz, G. Grammatikopoulos, A.C. Kaporis, L.M. Kirousis, X. Pérez, D.G. Sotiropoulos.: *5-Regular Graphs are 3-Colorable with Uniformly Positive Probability*. In Proc: 13th Annual European Symposium on Algorithms (ESA '05), Spain, October 3-6, 2005.
2 Αναφορές, αναλυτική παρουσίαση της στην Ενότητα 0.2.8.
11. A.C. Kaporis, C. Makris, G. Mavritsakis, S. Sioutas, A. Tsakalidis, K. Tsihclas, C. Zaroliagis: *ISB-Tree: A New Indexing Scheme with Efficient Expected Behaviour*. In Proc: 16th Annual International Symposium on Algorithms and Computation (ISAAC '05), December 19 - 21, 2005, Sanya, Hainan, China.
Αναλυτική παρουσίαση στην Ενότητα 0.2.10.
12. J. Díaz, A.C. Kaporis, L.M. Kirousis, X. Pérez.: *Partitioning networks into classes of mutually isolated nodes*. In Proc: European Conference on Complex Systems (ECCS '05), Paris, 14-18 November 2005.
Αναλυτική παρουσίαση στην Ενότητα 0.2.12.
13. A.C. Kaporis, C. Makris, S. Sioutas, A. Tsakalidis, K. Tsihclas and C. Zaroliagis. *Dynamic Interpolation Search Revisited*. 33rd International Colloquium on Automata, Languages and Programming (ICALP '06) July 9 - 16, 2006 S. Servolo, Venice - Italy.
Αναλυτική παρουσίαση στην Ενότητα 0.2.14
14. A.C. Kaporis and P. G. Spirakis. *The price of Optimum in Stackelberg games on arbitrary networks and latency functions*. 18th ACM Symposium on Parallelism in Algorithms and Architectures Cambridge (SPAA '06), MA, USA July 30 - August 2, 2006.
17 Αναφορές, αναλυτική παρουσίαση τους στην Ενότητα 0.2.15.
Αποτελεί προσκεκλημένο λήμμα στην **Encyclopedia of Algorithms**:
<http://refworks.springer.com/algorithms>.
15. A.C. Kaporis, L.M. Kirousis, E.C. Stavropoulos. *Approximating almost all instances of Max Cut within a ratio above the Hastad threshold*. 14th Annual European Symposium on Algorithms (ESA '06), 11-13 September 2006, ETH Zürich, Zürich, Switzerland.
2 Αναφορές, αναλυτική παρουσίαση τους στην Ενότητα 0.2.16.
16. D. Fotakis, A.C. Kaporis and P. Spirakis. *Atomic congestion games: fast, myopic and concurrent*. 1st International Symposium on Algorithmic Game Theory. April 30 - May 2, 2008, Paderborn, Germany, Venue: Heinz-Nixdorf-Forum (HNF)
2 Αναφορές, αναλυτική παρουσίαση τους στην Ενότητα 0.2.18.
17. Dimitris Kalles, Alexis C. Kaporis, Paul G. Spirakis: *Myopic Distributed Protocols for Singleton and Independent-Resource Congestion Games*. 7th International Workshop, WEA 2008, Provincetown, MA, USA, May 30-June 1, 2008, Proceedings. Lecture Notes in Computer Science 5038 Springer 2008.

Σύνολο αναφορών όλων των εργασιών που εμφανίζονται σε συνέδρια: 131.

Η Ενότητα 0.2 περιέχει λεπτομέρειες για κάθε εργασία και αναλυτικά τις αναφορές που έχει λάβει, οι οποίες συνολικά είναι 153.

0.1.9 Ερευνητικά ενδιαφέροντα

- Στα πλαίσια της διδακτορικής του διατριβής επικέντρωσε στη μελέτη καταφυλικών φαινομένων αλλαγής φάσης σε συνδυαστικά προβλήματα. Μελέτησε την τυπική συμπεριφορά της ιδιότητας ικανοποιησιμότητας τυχαίων λογικών προτάσεων σε k Κανονική Συζευκτική Μορφή, k -SAT. Επίσης, μελέτησε την σχεδόν βέβαιη χρωματισσιμότητα τυχαίων γραφημάτων, k -Coloring. Τέλος μελέτησε το πρόβλημα MAX CUT.
- Επίσης, τα ερευνητικά του ενδιαφέροντα στράφηκαν στη μελέτη δυναμικών δομών αναζήτησης δεδομένων με χρήση πιθανοτικών μεθόδων. Μελέτησε οικογένειες κατανομών για τα δεδομένα εισόδου, και σχεδίασε δομές δεδομένων που εκμεταλλεύονται τις κατανομές αυτές για να επιτύχουν χαμηλό χρόνο αναζήτησης και ανανέωσης της δομής με μεγάλη πιθανότητα. Τέλος, απλοποίησε σε σημαντικό βαθμό κλασσικές δομές αναζήτησης διαμορφώνοντας αυτές σε απλές ρίψεις σφαιριδίων σε κελιά.
- Ένα νέο πεδίο έρευνας είναι η μελέτη συνδυαστικών ιδιοτήτων (π.χ. διάμετρος, συνεκτικότητα, κ.α.) του Παγκόσμιου Ιστού. Σημαντικός ερευνητικός στόχος είναι η εφαρμογή ισχυρών εργαλείων της Πιθανοτικής Μεθόδου, της Θεωρίας Τυχαίων Γραφημάτων και της Στατιστικής Μηχανικής για την απόδειξη τυπικών ιδιοτήτων για τον Παγκόσμιο Ιστό. Η κατεύθυνση έρευνας αξιοποιήσει κλασσικά και πρόσφατα αποτελέσματα στην Θεωρία Παιγνίων (Game Theory) και γενικότερα στην Μικροοικονομική Θεωρία. Μελέτησε ζητήματα αλγοριθμικής πολυπλοκότητας που αφορούν *Παίγνια* με εφαρμογές στο Διαδίκτυο.

0.1.10 Ερευνητική και επαγγελματική ενασχόληση

- [1997 – 1998] Έλαβε υποτροφία από την Γενική Γραμματεία Έρευνας & Τεχνολογίας και συμμετείχε ως μόνος νέος ερευνητής, υπό την επιστημονική επίβλεψη του Καθηγητή κ. Ελευθέριου Κυρούση, στο πρόγραμμα βασικής έρευνας ΠΕΝΕΔ “*Τεχνητή Εξαγωγή Συμπερασμάτων: Μέθοδοι και Εφαρμογές*” με κωδικό 95 ΕΔ 86.
- [1998–2000] Υπηρέτησε ως δόκιμος έφεδρος Ανθυπολοχαγός στο Πεζικό Σώμα του Ελληνικού Στρατού. Το χρονικό διάστημα 1998-2000 υπηρέτησε στο 218 ΤΕ στη Καλαμώνη Χίου. Το χρονικό διάστημα 1999-2000 ήταν υπεύθυνος του τμήματος μηχανογράφησης στην 71 ΜΕ, Ριγανόκαμπου Πατρών.
- [2000 – 2003] Έλαβε υποτροφία από την Επιτροπή Ερευνών του Πανεπιστημίου Πατρών και συμμετείχε ως μόνος νέος ερευνητής, στο πρόγραμμα βασικής έρευνας “Κ. Καραθεοδωρή” υπό την επιστημονική επίβλεψη του Καθηγητή κ. Ελευθέριου Κυρούση. Ο τίτλος του προγράμματος ήταν “*Αλλαγή φάσης σε τυχαία δείγματα υπολογιστικά δύσκολων συνδυαστικών προβλημάτων*”.
- [2004–2006] Βασικός ερευνητής στο ερευνητικό έργο “*Πυθαγόρας Γ*” με τίτλο: “*Υπολογιστικά Δύσκολα Προβλήματα και Εφαρμογές. Προσέγγιση μέσω Σύγχρονων Τεχνικών*”. Φορέας χρηματοδότησης: *Επιτροπή Ερευνών, Πανεπιστήμιο Πατρών*.
- [2003 – 2004] Αναπληρωτής καθηγητής στην μέση εκπαίδευση, Τεχνικό Επαγγελματικό Λύκειο Καλαβρύτων.
- [2003 – 2004] Λέκτορας Τμήματος Επιστήμης Υλικών, ΠΔ 407, Πανεπιστημίου Πατρών.
- [2004–2008] Μέλος Συνεργαζόμενου Εκπαιδευτικού Προσωπικού (ΣΕΠ) στο Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο (ΕΑΠ), στην θεματική ενότητα *Θεμελιώσεις Επιστήμης Η/Υ (ΠΑΗ 30)*.
- [2004 – 2008] Μέλος Έκτακτου Εκπαιδευτικού Προσωπικού στο Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα (ΤΕΙ) Μεσολογγίου, όπου δίδαξε τα μαθήματα *Αλγόριθμοι*, *Προγραμματισμός Ι (γλώσσα C)*, *Μεταγλωττιστές και Αντικειμενοστραφής Προγραμματισμός*.
- [2005 – 2007] Επίκουρος Καθηγητής, Τμήματος Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και Πληροφορικής (ΠΔ 407), Πανεπιστημίου Πατρών.

0.1.11 Επικουρικό έργο

- [Σεπτέμβριος 2000 - Δεκέμβριος 2000] Δίδαξε *Θεωρία Πιθανοτήτων*, σε προπτυχιακούς φοιτητές του Τμήματος Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών & Πληροφορικής του Πανεπιστημίου της Πάτρας.
- [Ιανουάριος 2001 - Ιούνιος 2001] Δίδαξε *Πιθανοτικές Τεχνικές*, σε προπτυχιακούς φοιτητές του Τμήματος Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών & Πληροφορικής του Πανεπιστημίου της Πάτρας.
- [2001 - 2002] Δίδαξε *Υπολογιστική Πολυπλοκότητα, Διακριτά Μαθηματικά I* σε προπτυχιακούς φοιτητές του Τμήματος Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών & Πληροφορικής του Πανεπιστημίου της Πάτρας.
- [Σεπτέμβριος 2003 - Δεκέμβριος 2003] Δίδαξε το υποχρεωτικό μάθημα *Γλώσσα Προγραμματισμού Fortran 90*, σε προπτυχιακούς φοιτητές του Τμήματος Επιστήμης Υλικών, Πανεπιστημίου Πατρών (ΠΔ 407).
- [2004 – 2008] Διδάσκει *Θεωρία Αλγορίθμων, Τυπικών Γλωσσών και Αυτομάτων* καθώς και *Υπολογιστική Πολυπλοκότητα*, ως ΣΕΠ στο Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο (ΕΑΠ), στην θεματική ενότητα *Θεμελιώσεις Επιστήμης Η/Υ (ΠΛΗ 30)*.
- [2004 – 2008] Διδάσκει *Αλγόριθμους, Προγραμματισμό I, Μεταγλωττιστές και Αντικειμενοστραφή Προγραμματισμό* στο (ΤΕΙ) Μεσολογγίου.
- [2005 - Δεκέμβριος 2007] Δίδαξε τα υποχρεωτικά μαθήματα *Διακριτά Μαθηματικά I* και *Ειδικά Θέματα Υπολογιστικής Πολυπλοκότητας* σε προπτυχιακούς φοιτητές του Τμήματος Μηχανικών Ηλεκτρονικών Υπολογιστών, Πανεπιστημίου Πατρών (ΠΔ 407).

0.1.12 Συμμετοχή σε επιστημονικά σχολεία

1. [28 Ιανουαρίου - 1 Μαρτίου 2002] *Logique et Interactione*, CIRM Institute de Mathematiques de Luminy (IML) Laboratoire d' Informatique de Marseille (LIF), France.
2. [15 - 19 Ιουνίου 2003] *Algorithmic aspects of the World Wide Web*, πραγματοποιήθηκε στο Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας (ΙΤΕ) στο Ηράκλειο της Κρήτης.
3. [15 - 19 Ιουνίου 2003] *Algorithmic aspects of Game Theory in Large Scale Networks*, πραγματοποιήθηκε στη Σαντορίνη, υπό την υποστήριξη των Ευρωπαϊκών Προγραμμάτων Έρευνας Delis, Evergrow και το Ερευνητικό Ακαδημαϊκό Ίδρυμα Τεχνολογίας Υπολογιστών.
4. [15 - 19 Ιουνίου 2003] *Summer School on Game Theory in Computer Science June 26-30, 2006*, Department of Computer Science, University of Aarhus, Denmark.

0.2 Υπόμνημα Ερευνητικών Εργασιών και Αναφορών τους

0.2.1 Journal version: A. C. Kaporis, L. M. Kirousis, Y. C. S. Malvina Vamvakari and M. Zito “*The unsatisfiability threshold revisited*” *Discrete Mathematics*, Vol. 22, Issue 2, 1525–1538, Elsevier.

Conference version: 16th Annual IEEE Symposium on Logic in Computer Science (LICS '01) affiliated Workshop on Theory and Applications of Satisfiability Testing (SAT '01), Boston, USA.

Στο πρόβλημα SAT πρέπει να αποφασίσουμε αν μια δοσμένη λογική πρόταση έχει τουλάχιστον μία απονομή αλήθειας που την ικανοποιεί. Ο Cook σε ένα διάσημο αποτέλεσμα έδειξε ότι είναι το SAT είναι πλήρες στην κλάση NP. Μια λογική πρόταση είναι σε Κανονική Συζευκτική Μορφή αν αποτελείται από συζεύξεις διαζεύξεων προσημασμένων μεταβλητών. Το k -SAT είναι περιορισμός του SAT, όπου κάθε λογική πρόταση είναι σε Κανονική Συζευκτική Μορφή με ακριβώς k προσημασμένες μεταβλητές ανά σύζευξη, και είναι πλήρες στην κλάση NP για κάθε $k \geq 3$.

Σε μία προσπάθεια κατανόησης της ενδογενούς πολυπλοκότητας του προβλήματος, πειραματιστές εκτέλεσαν μεγάλης κλίμακας πειράματα με τυχαίες k -SAT λογικές προτάσεις. Παρατήρησαν ότι η πυκνότητα r των λογικών προτάσεων, η οποία είναι το πλήθος των συζεύξεων προς το πλήθος των μεταβλητών, επιδρούσε καθοριστικά στην δυσκολία επίλυσης τους. Δηλαδή το εμπειρικό φαινόμενο ήταν ότι για μικρές τιμές (μεγάλες τιμές, αντίστοιχα) της πυκνότητας r σχεδόν όλες οι λογικές προτάσεις επιλύονταν γρήγορα (γρήγορα αποδεικνυόταν ότι δεν είχαν λύση, αντίστοιχα). Το σημαντικό ήταν ότι η μέγιστη δυσκολία λύσεως εμφανιζόταν κοντά σε μία κρίσιμη τιμή r_k^* της πυκνότητας r_k . Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται *φαινόμενο αλλαγής φάσης* και η κρίσιμη τιμή r_k^* της πυκνότητας ονομάζεται *κατωφλική τιμή πυκνότητας*.

Για το 3-SAT τα εμπειρικά αποτελέσματα δείχνουν ότι είναι $r_3^* = 4.3$, και υποστηρίζουν ότι η κύρια υπολογιστική δυσκολία του προβλήματος είναι σε αυτήν την τιμή.

Σε αυτή την εργασία υπολογίζουμε βελτιωμένο άνω φράγμα για την εικαζόμενη κατωφλική τιμή r_3^* τυχαίων 3-SAT λογικών προτάσεων. Αποδεικνύουμε ότι σχεδόν όλες τις λογικές προτάσεις με πυκνότητα r_3 όροι/μεταβλητές μεγαλύτερη από την τιμή 4.571 είναι μη ικανοποιήσιμες, που σημαίνει ότι $r_3^* \leq 4.571$.

Για να αποδείξουμε σχεδόν βέβαιη μη ικανοποιησιμότητα για $r_3 > 4.571$ εφαρμόζουμε την μέθοδο της πρώτης ροπής (First Moment Method) σε ένα ειδικό υποσύνολο των *μεγίστων* απονομών αληθείας που ικανοποιούν μια τυχαία φόρμουλα. Το υποσύνολο αυτό αποτελείται από τις απονομές αληθείας που ικανοποιούν την λογική πρόταση και έχουν την ιδιότητα κατάλληλες αλλαγές τιμών σε ορισμένες μεταβλητές να δίνουν απονομή αληθείας που δεν ικανοποιεί την λογική πρόταση. Εκφράζουμε αυτές τις αλλαγές στις μεταβλητές με τυχαίο πείραμα ρίψεως σφαιρών σε κελιά. Κάθε μία κατάλληλη αλλαγή τιμής σε μεταβλητή εκφράζεται ισοδύναμα με το γεγονός ένα συγκεκριμένο κελί να μην μείνει άδειο. Ο ασυμπτωτικός υπολογισμός του γεγονότος οποιαδήποτε κατάλληλη αλλαγή στις μεταβλητές να δίνει απονομή που δεν ικανοποιεί την λογική πρόταση γίνεται με εφαρμογή ενός ισχυρού θεωρήματος για το πρόβλημα τυχαίων ρίψεων σφαιρών σε κελιά (Occupancy problem). Το θεώρημα αυτό δίνει ακριβή ασυμπτωτική έκφραση για την πιθανότητα κανένα κελί να μην μείνει άδειο. Όλες οι προηγούμενες εργασίες υπολόγιζαν ένα άνω φράγμα για την ιδιότητα κατάλληλες αλλαγές τιμών σε ορισμένες μεταβλητές να δίνουν απονομή αληθείας που δεν ικανοποιεί την λογική πρόταση. Επιπλέον, στην εργασία αυτή υπολογίζουμε ασυμπτωτικά το άθροισμα εκθετικά πολλών όρων που εκφράζει την μέση τιμή των παραπάνω μεγίστων απονομών αληθείας. Ο υπολογισμός αυτός γίνεται με εφαρμογή ενός άνω φράγματος για τους q δυωνυμικούς συντελεστές (q -nomial coefficients) (γενίκευση των δυωνυμικών συντελεστών). Το άνω φράγμα υπολογίζεται με χρήση γεννητριών συναρτήσεων και την μέθοδο του σαγματικού σημείου (Saddle Point

Method). Τέλος, μεταξύ των γνωστών πιθανοτικών μοντέλων $G(n, p)$, $G(n, m)$ και $G(n, mm)$ έχουν αποδειχθεί χρήσιμες ανισότητες για πιθανότητες που αφορούν μονότονες και αύξουσες (φθίνουσες) συνδυαστικές ιδιότητες, για παράδειγμα δείτε το βιβλίο Random Graphs του Bollóbas. Σε αυτή την εργασία, αποδεικνύουμε ανάλογες ανισοτικές σχέσεις για αντίστοιχες υπό συνθήκη πιθανότητες σε αυτά τα μοντέλα.

Βιβλιογραφικές αναφορές για την εργασία αυτή:

1. Achlioptas, D., Kirousis, L.M, Kranakis, E., Krizanc, D.: *Rigorous results for random $(2+p)$ -SAT*. Theoretical Computer Science, (265) , Issue 1(2) (2001)
2. Achlioptas, D., Moore, C.: *The asymptotic order of the random k -SAT threshold*. Proc: 43rd Annual IEEE Symposium on Foundations of Computer Science (FOCS '02), Vancouver, Canada, November 16-19, 2002, 779-788
3. Achlioptas, D. Moore, C.: *Random k -SAT: Two Moments Suffice to Cross a Sharp Threshold*. SIAM Journal on Computing, to appear.
4. Dubois, O., Boufkhad, Y., Mandler, J.: *Typical random 3-SAT formulae and the satisfiability threshold*. In Proc.: 11th Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms (SODA '00)
5. Flaxman, A.: *A spectral technique for random satisfiable 3CNF formulas* 14th Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms (SODA '03)
6. S. Finch. *Mathematical Constants*. Encyclopedia of Mathematics and its Applications, 94, Cambridge University Press.
7. Kautz, H., Selman, B.: *The State of SAT*, Discrete and Applied Mathematics, to appear.
8. Jeong Han Kim: *The Poisson Cloning Model for Random Graphs, Random Directed Graphs and Random k -SAT Problems*. Computing and Combinatorics, 10th Annual International Conference (COCOON '04), Jeju Island, Korea, August 17-20, 2004.
9. Krivelevich, M., Vilenchik, D.: *Solving random satisfiable 3CNF formulas in expected polynomial time*. In Proc: ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms (SODA 06), Miami, Florida, USA.
10. Nordström, J.: *Stålmarck's method versus Resolution: A comparative theoretical study*. Master Thesis (Under the supervision of Professor Joseph Håstad). Department of Numerical Analysis & Computing Science, Royal Institute of Technology.
11. Wilson, D.B.: *On the critical exponents of random k -SAT*. Random Structures & Algorithms. **21** (2) (2002) 182-195
12. Zito, M.: *An upper bound on the space complexity of random formulae in resolution*. Rairo-Theoretical Informatics and Applications **36** (4) (2002) 329–339
13. L.M. Kirousis, Y.C. Stamatiou, M. Zito. *The Unsatisfiability Threshold Conjecture: Techniques Behind Upper Bound Improvements*. Computational Complexity and Statistical Physics, Oxford University Press.
14. J. Kim. *Finding cores of random 2-SAT formulae via Poisson cloning* . Revised on July 28, 2006, Preprint.
15. E. Maneva. *Belief propagation algorithms for constraint satisfaction problems*. Phd dissertation, UNIVERSITY OF CALIFORNIA, BERKELEY. Committee in charge: A. Sinclair (Chair), C. Papadimitriou, E. Mossel, 2006

0.2.2 Journal version: A. C. Kaporis, L. M. Kirousis, and Y. C. Stamatiou “A note on the non-colorability threshold of a random graph” Electronic Journal of Combinatorics, 7 (1) # R29 (2000)

Στο Πρόβλημα του k -Χρωματισμού (k -Coloring), μας δίνουν ένα

γράφημα n κορυφών και m ακμών, και μας ζητάνε το χρωματισμό κάθε κορυφής με χρήση το πολύ k χρωμάτων, ώστε καμιά ακμή να μην λάβει ομόχρωμα άκρα. Ανάλογο φαινόμενο αλλαγής φάσης έχουμε και στο πρόβλημα αυτό. Η κρίσιμη παράμετρος για το πρόβλημα του k -Χρωματισμού είναι η πυκνότητα του γραφήματος $r_k = \text{ακμές}/\text{κορυφές}$. Η κατωφλική τιμή το πρόβλημα του 3-Χρωματισμού είναι $r_3^* = 2.3$, όπου εκατέρωθεν της $r_3^* = 2.3$ αλλάζει η σχεδόν βέβαιη συμπεριφορά του τυχαίο γραφήματος.

Σε αυτή την εργασία αποδεικνύουμε ότι σχεδόν όλα τα τυχαία γραφήματα με πυκνότητα $r_3 > 2.49$ δεν είναι δυνατόν να χρωματισθούν με 3 διαθέσιμα χρώματα.

Θεωρούμε μια ειδική κατηγορία κατάλληλων χρωματισμών που χρωματίζουν νόμιμα το γράφημα με χρήση 3 χρωμάτων. Οι χρωματισμοί αυτοί έχουν την ιδιότητα κάθε κατάλληλη αλλαγή χρώματος κορυφής να καταστρέφει την νομιμότητα του χρωματισμού του γραφήματος. Στην παρούσα εργασία, υπολογίζουμε ασυμπτωτικά την πιθανότητα ένας δοσμένος νόμιμος χρωματισμός να πάψει να είναι νόμιμος όταν γίνουν κατάλληλες αλλαγές χρωμάτων, με εφαρμογή ενός Θεωρήματος των Kamath, Motwani, Spirakis and Palem για το Occupancy Problem. Όλες οι προηγούμενες εργασίες υπολόγιζαν ένα άνω φράγμα για την παραπάνω πιθανότητα. Εφαρμόζοντας την μέθοδο της πρώτης ροπής σε αυτή την ειδική κατηγορία χρωματισμών αποδεικνύουμε σχεδόν βέβαιη μη χρωματισσιμότητα για κάθε $r_3 > 2.49$.

Βιβλιογραφικές αναφορές για την εργασία αυτή:

1. Achlioptas, D. Moore, C.: *Almost all graphs with average degree 4 are 3-colorable*. Proc. 34th Annual ACM Symposium on Theory of Computing (STOC '02) 199–208
2. H. Alt. *Computational Discrete Mathematics*. Advanced Lectures. LNCS 2122, Springer.
3. Armeni, S., Christodoulakis, D., Kostopoulos, I., Kountrias, P., Stamatiou, Y., Xenos, M.: *An Information Hiding Method Based on Computational Intractable Problems*. Pan-Hellenic Conference on Informatics 2001: 262-278
4. Braunstein, A., Mulet, R., Pagnani, A., Weigt, M., Zecchina, R.: *Polynomial iterative algorithms for coloring and analyzing random graphs*. Physical Review E (68) 036702 (2003)
5. Beacham, A. D.: *The Complexity of Problems without Backbones*, Master Thesis, University of Alberta. Under the supervision of Prof. Joseph Cullberson (2000)
6. Cruz, R.: *Upper bound on the non-colorability threshold of the 2+p-COL problem* 2nd Brazilian Symposium on Graphs, Algorithms and Combinatorics April 27-29, 2005 Angra dos Reis (Rio de Janeiro), Brazil (GRACO 05)
7. Ein-Dor, L., Monasson, R.: *The dynamics of proving uncolourability of large random graphs. I. Symmetric Colouring Heuristic*. J. Phys. A 36, 11055 (2003)
8. Dubois, O., Boufkhad, Y., Mandler, J.: *Typical random 3-SAT formulae and the satisfiability threshold*. In Proc.: 11th Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms (SODA '00)
9. Dubois, O., Mandler, J.: *On the non-3-colourability of random graphs*. Preprint. Available at <http://xxx.arxiv.cornell.edu/list/math/0209>
10. Fountoulakis, N., McDiarmid, C.: *Upper bounds on the non-3-colourability threshold of random graphs*. Discrete Mathematics and Theoretical Computer Science. 5 (1) (2002) 205–225
11. Fountoulakis, N.: *Doctor of Philosophy Thesis*. St. Hugh's College, Oxford. Advisor: C. McDiarmid, Oxford University

12. Molloy, M.: *Thresholds for colourability and satisfiability for random graphs and Boolean formulae*. Book chapter in *Surveys in Combinatorics*, J. Hirschfeld (ed.), Cambridge University Press, (2001)
13. Molloy, M.: *When does the giant component bring unsatisfiability?*, *Combinatorica* (to appear).
14. Mulet, R., Pagnani, A., Weigt, M., Zecchina, R.: *Coloring random graphs*. *Physical Review Letters* **89** (26) (2002)
15. Nikolettseas, S., Spirakis, P.: *How to certify in deterministic polynomial time the high chromatic number of instances of sparse random graphs*. ALCOMFT-TR-03-181
16. Promel, H.J., Taraz.: *Random graphs, random triangle-free graphs, and random partial orders A* *Computational Discrete Mathematics: Advanced Lecture Notes in Computer Science* **2122** (2001) 98–118
17. Wilson, D.B.: *On the critical exponents of random k -SAT*. *Random Structures & Algorithms*. **21** (2) (2002) 182-195

0.2.3 Journal version: A. C. Kaporis, L. M. Kirousis, and I. Giotis Corrigendum to: “A note on the non-colorability threshold of a random graph” *Electronic Journal of Combinatorics*, 7 (1) (2000)

Στην προηγούμενη εργασία δείξαμε ότι πιθανότητα ένα τυχαίο γράφημα να είναι 3-χρωματίσιμο είναι το πολύ η μέση τιμή των 3-χρωματισμών ενός τυχαίου γραφήματος. Η μέση τιμή εκφραζόταν ως μια συνάρτηση $(\text{Βάση})^n$, όπου n το πλήθος των κορυφών του γραφήματος. Η προηγούμενη εργασία έδειξε ότι η Βάση εκφράζεται ως προς 4 μεταβλητές και είναι < 1 για κάθε πυκνότητα $r_3 > 2.49$. Στην εργασία αυτή συμπληρώνουμε την απόδειξη μεγιστοποίησης της Βάσεως ως προς της τέσσερις μεταβλητές. Δείχνουμε ότι η Βάση είναι κυρτή, αποδεικνύοντας ότι οι κύριες υποορίζουσες της Hessian εναλλάσσουν πρόσημο. Ο συμβολικός υπολογισμός των υποορίζουσών και του πρόσημου τους επιτυγχάνεται με την βοήθεια του πακέτου συμβολικού υπολογισμού Maple.

Βιβλιογραφικές αναφορές για την εργασία αυτή:

1. Dubois, O., Boufkhad, Y., Mandler, J.: *Typical random 3-SAT formulae and the satisfiability threshold*. In Proc.: 11th Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms (SODA '00)
2. Dubois, O., Mandler, J.: *On the non-3-colourability of random graphs*. Preprint. Available at <http://xxx.arxiv.cornell.edu/list/math/0209>
3. Fountoulakis, N., McDiarmid, C.: *Upper bounds on the non-3-colourability threshold of random graphs*. *Discrete Mathematics and Theoretical Computer Science*. **5** (1) (2002) 205–225
4. Fountoulakis, N.: *Doctor of Philosophy Thesis*. St. Hugh's College, Oxford. Advisor: Colin McDiarmid.

0.2.4 Journal version: A. C. Kaporis, L. M. Kirousis, E. Kranakis, D. Krizanc, Y. C. Stamatiou, E. C. Stavropoulos. “Locating information with uncertainty in fully interconnected networks with applications to world wide web information retrieval” *Computer Journal*, 44, 221–229

Σε αυτή την εργασία μοντελοποιούμε την αναζήτηση πληροφορίας στο διαδίκτυο ως τυχαίο παιχνίδι όπου ένας ανιχνευτής αναζητά μία συγκεκριμένη ιστοσελίδα. Θεωρούμε ένα τυχαίο γράφημα όπου κάθε κορυφή αναπαριστά μία ιστοσελίδα του δικτύου. Κάθε ακμή μεταξύ δύο κορυφών αναπαριστά την σύνδεση (hyperlink) για τις αντίστοιχες ιστοσελίδες. Κάθε φορά που ο ανιχνευτής περνάει για πρώτη φορά ένα κόμβο τοποθετεί ένα bit (χρωματίζει τη σελίδα) ώστε αν ξαναπεράσει στο μέλλον από αυτή να το αντιληφθεί. Η τεχνική αυτή

εφαρμόζεται από τα περισσότερα προγράμματα πλοήγησης στο διαδίκτυο (web browsers). Η αναζήτηση της ιστοσελίδας (στόχου) είναι δύσκολη διότι με πιθανότητα p ένας κόμβος δίνει σωστή πληροφορία στον ανιχνευτή (θα λέμε ότι ο κόμβος είναι τίμιος), αλλιώς δίνει λάθος πληροφορία (θα λέμε ότι ο κόμβος είναι ψεύτης). Ως χρόνο αναζήτησης ορίζουμε το πλήθος των ενδιαμέσων κόμβων που διέρχεται ο ανιχνευτής μέχρι να βρει την ιστοσελίδα-στόχο. Σε αυτή την εργασία, υπολογίζουμε ασυμπτωτικά το χρόνο αναζήτησης $f(p)$, ως συνάρτηση της πιθανότητας p . Είναι φανερό ότι όσο αυξάνει η πιθανότητα p η τρέχουσα ιστοσελίδα να αντιστοιχεί σε ψεύτη, τόσο αυξάνει ο χρόνος αναζήτησης $f(p)$. Εφαρμόζοντας τεχνικές της Πιθανοτικής Μεθόδου αποδεικνύουμε για κάθε τιμή $p \in [0, 1]$ ότι σχεδόν πάντα ο ανιχνευτής διατρέχει $f(p)$ ιστοσελίδες.

Βιβλιογραφικές αναφορές για την εργασία αυτή:

1. Pelc, A.: *Searching games with errors - fifty years of coping with liars*. Theoretical Computer Science. **270** (1-2) (2002) 71–109

0.2.5 Book Chapter: A. C. Kaporis, L.M. Kirousis, Y.C. Stamatiou “*Proving conditional randomness using the Principle of Deferred Decisions*” Special Volume on Computational Complexity and Statistical Physics, Santa Fe Institute of Technology, Oxford University Press.

Σε αυτή την εργασία αναπτύσσουμε μία τεχνική η οποία είναι χρήσιμη στην ανάλυση πιθανοτικών αλγορίθμων οι οποίοι λειτουργούν πάνω σε τυχαίες δομές. Μας επιτρέπει τον καθορισμό των παραμέτρων που πρέπει να γνωρίζουμε σε κάθε αλγοριθμικό βήμα, ώστε η απλοποιημένη δομή που προκύπτει από το τρέχον βήμα να είναι τυχαία δοθέντος τις παραμέτρους αυτές. Για παράδειγμα, μία τυχαία δομή μπορεί να είναι ένα τυχαίο γράφημα με m ακμές και n κορυφές. Η τεχνική αυτή βασίζεται στην *Αρχή των Αναβλημένων Αποφάσεων* του Donald Knuth. Είναι γνωστό ότι αν από ένα τυχαίο γράφημα με m ακμές και n κορυφές επιλέξουμε τυχαία μία κορυφή και σβήσουμε αυτή και τις ακμές της τότε το γράφημα που προκύπτει παραμένει τυχαίο δοθέντος τα νέα πλήθη m' και n' ακμών και κορυφών, αντίστοιχα. Αν όμως, επιλέξουμε τυχαία μία κορυφή καθορισμένου βαθμού i και την σβήσουμε μαζί με τις ακμές της τότε το νέο γράφημα παραμένει τυχαίο με βάση πολύ πιο σύνθετη πληροφορία (απαιτείται επιπλέον η γνώση των πληθών των κορυφών βαθμού $j \leq i$). Είναι φανερό ότι αν ένας αλγόριθμος εκτελεί συνθετότερα βήματα τότε είναι πιο δύσκολος ο καθορισμός των παραμέτρων βάση των οποίων το προκύπτον γράφημα παραμένει τυχαίο. Η τεχνική που αναπτύσσουμε στην εργασία αυτή μας επιτρέπει με κατάλληλη χρήση καταχωρητών να εντοπίζουμε τις σημαντικές παραμέτρους όπου η γνώση τους επιτρέπει διατήρηση τυχειότητας σε κάθε βήμα.

Βιβλιογραφικές αναφορές για την εργασία αυτή:

1. Cocco, S., Monasson, R, Montanari, A., Semerjian, G.: *Approximate analysis of search algorithms with physical methods*. To appear in: Special Volume on Computational Complexity and Statistical Physics, Santa Fe Institute of Technology, Academic Press.
Available at <http://www.lpt.ens.fr/monasson/prep.html>
2. Ein-Dor, L., Monasson, R.: *The dynamics of proving uncolourability of large random graphs. I. Symmetric Colouring Heuristic*. J. Phys. A **36**, 11055 (2003)
3. J. Franco. *Typical case complexity of satisfiability algorithms and the threshold phenomenon*. Discrete Applied Mathematics, **153**(1), 2005. Special issue: Typical case complexity and phase transitions.
4. Fountoulakis, N.: *Doctor of Philosophy Thesis*. St. Hugh's College, Oxford. Advisor: C. McDiarmid.
5. Interian, Y. *Approximation algorithm for random Max Sat*. 7th International Conference on Theory and Applications of Satisfiability Testing (SAT '04), Vancouver, Canada, 10-13, May 2004
6. Heule, M., Van Maaren, H.: *Observed lower bound for random 3-SAT phase transition density using linear programming*. 8th International Conference on Theory and Applications of Satisfiability Testing (SAT '05), Springer LNCS 3569 (2005), 122-134.

7. R. Monasson. *Introduction to Phase Transitions in Random Optimization Problems*. Notes of the lectures delivered in Les Houches during the Summer School on Complex Systems (July 2006).

0.2.6 Journal version: A. C. Kaporis, L. M. Kirousis, E. G. Lalas “*The probabilistic analysis of a greedy satisfiability algorithm*” *Random Structures & Algorithms*, volume 28(4), 444–480.

Conference version: 10th Annual European Symposium on Algorithms (ESA '02)

Conference version: 5th International Symposium on the Theory and Applications of Satisfiability Testing (SAT '02), Cincinnati, USA

Invited lemma: *Thresholds for random k-SAT* (2002; Kaporis, Kirousis, Lalas) *The Encyclopedia of Algorithms*, Springer

Το αποτέλεσμα που παρουσιάζουμε στην ενότητα αυτή έχει λάβει εξαιρετικά μεγάλο πλήθος αναφορών. Τονίζουμε αναφορές σε περιοδικά όπως: **Nature, Science, Physical Review Letters, Journal of the American Mathematical Society, Journal of Association on Computing Machinery.**

Στην εργασία αυτή αναλύουμε έναν τυχαίο Davis-Putnam αλγόριθμο για το πρόβλημα Ικανοποιησιμότητας Λογικών Προτάσεων σε 3 Κανονική Συζευκτική Μορφή 3-SAT. Ο αλγόριθμος σε κάθε βήμα επιλέγει την εμφάνιση μεταβλητής με τις περισσότερες εμφανίσεις στην τρέχουσα λογική πρόταση. Δίνει τιμή 1 σε αυτή την εμφάνιση, ικανοποιώντας και σβήνοντας έτσι το μέγιστο δυνατό πλήθος όρων. Ταυτόχρονα, σβήνει την άρνηση της εμφανίσεως μεταβλητής που επέλεξε από όλους τους όρους που εμφανίζεται. Πιο απλά, ο αλγόριθμος σε κάθε βήμα ικανοποιεί το μέγιστο δυνατό πλήθος όρων.

Με την τεχνική που αναπτύξαμε στην προηγούμενη εργασία, καθορίζουμε τις παραμέτρους βάση των οποίων η απλοποιημένη πρόταση παραμένει τυχαία σε κάθε βήμα. Η διατήρηση της τυχειότητας ανά βήμα είναι απαραίτητη για την διατύπωση θεωρημάτων σχετικά με στατιστικές ιδιότητες της απλοποιημένης λογικής πρότασης. Εφαρμόζουμε ένα θεώρημα του Wormald που μας επιτρέπει να υπολογίζουμε με μεγάλη πιθανότητα αυτές τις παραμέτρους κατά την εξέλιξη του αλγορίθμου. Στην συνέχεια, διαμορφώνουμε ένα σύστημα διαφορικών εξισώσεων η λύση του οποίου μας δίνει τις παραμέτρους βάση των οποίων η απλοποιημένη φόρμουλα παραμένει τυχαία.

Ο αλγόριθμος αυτός είναι ο πρώτος που σε κάθε βήμα επιλέγει μεταβλητή και της αναθέτει τιμή εκμεταλλευόμενος πληροφορία σχετικά με το βαθμό αυτής. Παρά την απλότητα του, απλοποιεί σημαντικά την φόρμουλα σε κάθε βήμα με αποτέλεσμα να είναι πολύ πιο αποδοτικός από προγενέστερους αλγορίθμους. Επιτυγχάνει εύρεση απονομής με είσοδο λογικές προτάσεις μέχρι πυκνότητας 3.42.

Τέλος, στην εργασία αυτή παρουσιάζουμε μια ισχυρότερη παραλλαγή του αλγορίθμου. Η παραλλαγή αυτή σε κάθε βήμα επιλέγει την μεταβλητή όπου *μεγιστοποιεί* το πλήθος των όρων της φόρμουλας που ικανοποιούνται και *ελαχιστοποιεί* το πλήθος των όρων που χάνουν εγγραφή μεταβλητής (αυτοί οι όροι, λόγω της μείωσης του πλήθους των διαζεύξεων που τους αποτελούν, έχουν αυξημένη πιθανότητα να δημιουργήσουν μια αντίφαση-αποτυχία). Επιτυγχάνει εύρεση απονομής με είσοδο λογικές προτάσεις μέχρι πυκνότητας 3.52.

Ο καλύτερος προηγούμενος αλγόριθμος μπορούσε να βρει με θετική πιθανότητα απονομές αληθείας σε τυχαίες 3-SAT φόρμουλες πυκνότητας ≤ 3.26 . Αξίζει εδώ να σημειώσουμε ότι ο προηγούμενος αλγόριθμος είχε αποδειχθεί ότι ήταν ο βέλτιστος στην κλάση των *μυωπικών αλγορίθμων*. Δηλαδή την κλάση των αλγορίθμων όπου κάθε επιλογή μεταβλητής βασιζόταν στα πλήθη των υπαρχόντων 3, 2, 1-όρων. Συνεπώς, ο νέος αλγόριθμος που προτείνουμε αποδεικνύει ότι η κλάση των αλγορίθμων που επιλέγουν μεταβλητές με βάση το *βαθμό* τους είναι σημαντικά ισχυρότερη από την αντίστοιχη των *μυωπικών αλγορίθμων*.

Οι Sorkin, Hajiaghayi ήρθαν σε προσωπική επικοινωνία με εμάς προτείνοντας μια μη σωστή βελτίωση του παρόντος αλγορίθμου. Το λάθος εστιαζόταν στο καθορισμό των παραμέτρων που θα διέπουν την λειτουργία του αλγορίθμου διατηρώντας, παράλληλα, την τυχειότητα της απλοποιημένης φόρμουλας σε κάθε βήμα.

Βιβλιογραφικές αναφορές για την εργασία αυτή: Μεταξύ των παρακάτω 75 αναφορών, αξίζει να τονίσουμε αναφορές σε περιοδικά όπως: **Nature, Science, Physical Review Letters, Journal of the American Mathematical Society, Journal of Association on Computing Machinery.**

1. D. Achlioptas, F. Ricci-Tersenghi: *On the solution-space geometry of random constraint satisfaction problems*. Proceedings of the thirty-eighth annual ACM symposium on Theory of computing (STOC '06), 2006, 130–139, Seattle, WA, USA
2. Achlioptas, D. Moore, C.: *The asymptotic order of the random k -SAT threshold*. Proc: 43rd Annual IEEE Symposium on Foundations of Computer Science (FOCS '02), Vancouver, Canada, November 16-19, 2002, 779-788
3. Achlioptas, D. Moore, C.: *Random k -SAT: Two Moments Suffice to Cross a Sharp Threshold*. SIAM Journal on Computing, to appear.
4. Achlioptas, D., Naor, A., Naor, Y.: *Rigorous location of phase transitions in hard optimization problems*. **Nature** 435, 759-764, (9 June 2005)
5. Achlioptas, D., Peres, Y.: *The threshold for random k -SAT is $2^k(\ln 2 + o(1))$* . Proc: 35th Annual ACM Symposium on Theory of Computing (STOC '03).
Journal version: **Journal of the American Mathematical Society**, 17 (2004), 947-973.
6. Alekhnovitch, M., Sasson, E. B.: *Linear upper bounds for random walk on small density random 3-CNFs*. In Proc: 44th Annual IEEE Symposium on Foundations of Computer Science (FOCS '03), 352–361
7. Alekhnovitch, M., Sasson, E. B.: *Linear upper bounds for random walk on small density random 3-CNFs*. SIAM J. COMPUT, 36(5), 1248-1263, 2006.
8. Atserias, A.: *On sufficient conditions for unsatisfiability of random formulas*, **Journal of the Association of Computing Machinery (JACM)**, (51), 2, 281–311, (2004)
9. Atserias, A.: *Definability on a random 3-CNF formula*. In Proc: 20th IEEE Symposium on Logic in Computer Science (LICS '05).
10. Battaglia: *Survey Propagation Methods for Efficient Optimization and Probing of Glassy States*. Thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy. International School for Advanced Studies of Trieste, Italy.
11. Battaglia, D., Kola, M., Zecchina, R.: *Minimizing energy below the glass thresholds*, Physical Review E (Statistical, Nonlinear, and Soft Matter Physics) Phys. Rev. E 70, 036107 (2004)
12. D. D. Bailey, P. G. Kolaitis. *Phase Transitions of Bounded Satisfiability Problems* IJCAI '03
13. Beame, P.: *Satisfiability and Unsatisfiability: Proof complexity and Algorithms*. Invited talk in: 8th International Conference on Theory and Applications of Satisfiability Testing (SAT '05), June 19th-23rd 2005 University of St. Andrews Conference Centre St. Andrews, Scotland.
14. Boufkhad, Y., Dubois, O., Interian, Y., Selman., B.: *Regular Random k -SAT: Properties of balanced formulas*. Journal of Automated Reasoning, 2005.
15. Braunstein, A., Mezard, M., Zecchina, R.: *Survey propagation: An algorithm for satisfiability*. Random Structures & Algorithms, (27), Issue 2, 201–226, (2005)
16. Chen., H. Interian, Y.: *A Model for Generating Random Quantified Boolean Formulas*. Proc 19th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI '05), 2005, Edinburgh, Scotland.
17. Chen., H.: *An Algorithm for SAT Above the Threshold*. Sixth International Conference on Theory and Applications of Satisfiability Testing, (SAT '03), S. Margherita Ligure - Portofino, Italy.
18. P. Clote, E. Kranakis. *Boolean Functions and Computational Models*. Springer 2002

19. Cocco, S., Monasson, R.: *Heuristic average-case analysis of the backtrack resolution of random 3-satisfiability instances*. Theoretical Computer Science archive, (320) , Issue 2-3, (2004),345 – 372
20. Cocco, S., Monasson, R.: *Restarts and exponential acceleration of the DLLP algorithm: a large deviation analysis of the generalized unit clause heuristic for random 3-SAT*. J. Phys. A 36, 11055 (2003).
21. Cocco, S., Ein-Dor, L., Monasson. R.: *Analysis of backtracking procedures for random decision problems* Chapter for *New optimization algorithms in physics*. Eds: A. Hartmann, H. Rieger, Wiley (2004)
22. Cocco, S., Monasson, R, Montanari, A., Semerjian, G.: *Approximate analysis of search algorithms with physical methods*. To appear in: Special Volume on Computational Complexity and Statistical Physics, Santa Fe Institute of Technology, Academic Press. . Available at <http://www.lpt.ens.fr/monasson/prep.html>
23. Cooper, C., Frieze, A.M., Sorkin, G.B.: *A note on random 2-SAT with prescribed literal degrees* 13th Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms (SODA '02) 316–320
24. Connamacher, H., Molloy, M.: *The Exact Satisfiability Threshold for a Potentially Intractable Random Constraint Satisfaction Problem*. In Proc: 45th Annual IEEE Symposium on Foundations of Computer Science (FOCS'04) (00), 590 – 599
25. Coppersmith, D., Gamarnik, D., Hajiaghayi, M., Sorkin, G.: *Random MAX 2-SAT and MAX CUT* 14th Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms (SODA '03). Random Structures and Algorithms, (24), Issue 4 , 502–545
26. Creignou, N., Daude, H., Dubois, O.: *Approximating the Satisfiability Threshold for Random k-XOR-formulas* Combinatorics, Probability and Computing, (12), Issue 2
27. Creignou, N., Daude, H., Dubois, O.: *Generalized satisfiability problems: minimal elements and phase transitions*, Theoretical Computer Science, (302), Issue 1-3
28. Creignou, N., Daude, J. Franco. *A sharp threshold for the renameable-Horn and the q-Horn properties*. Discrete Applied Mathematics 153, (2005), 48-57.
29. Cruz, R.: *Upper bound on the non-colorability threshold of the 2+p-COL problem* 2nd Brazilian Symposium on Graphs, Algorithms and Combinatorics April 27-29, 2005 Angra dos Reis (Rio de Janeiro), Brazil (GRACO 05)
30. Ein-Dor, L., Monasson, R.: *The dynamics of proving uncolourability of large random graphs. I. Symmetric Colouring Heuristic*. J. Phys. A 36, 11055 (2003)
31. Deroulers, S., Monasson, R.: *Critical behavior of combinatorial search algorithms, and the unitary-propagation universality class*. Phys. Rev. E 69, 016126 (2004).
32. Deroulers, S., Monasson, R.: *Criticality and universality of the Unit-Propagation search rule*. Eur. Phys. J. B.
33. Dubois, O., Boufkhad, Y., Mandler, J.: *Typical random 3-SAT formulae and the satisfiability threshold*. 11th Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms (SODA '00)
34. Boufkhad, Y., Dubois, O., Interian, Y., Selman, B.: *Regular Random k-SAT: Properties of balanced formulae*. Journal of Automated Reasoning, 2005.
35. J. Franco. *Typical case complexity of satisfiability algorithms and the threshold phenomenon*. Discrete Applied Mathematics, 153(1), 2005. Special issue: Typical case complexity and phase transitions.

36. U. Feige, E. Mossel and Dan Vilenchik. *Complete convergence of message passing algorithms for some satisfiability problems*. In Proc of Random 2006, LNCS 4110 Springer, 339-350, 2006.
37. Feige, U., Ofek, E.: *Easily refutable sub formulas of large random 3-CNF formulas*. In Proc: 31st International Colloquium on Automata, Languages and Programming (ICALP' 04), 519-530
38. Feige, U., Vilenchik, D.: *A local search algorithm for 3SAT*. TR, Wisdom archive, Weizmann Institute.
39. Flaxman, A.: *A spectral technique for random satisfiable 3CNF formulas* 14th Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms (SODA '03)
40. Flaxman, A.: *A sharp threshold for a random constraint satisfaction problem*. Discrete Mathematics 285(1-3): 301-305 (2004)
41. Fournier, N. G.: *Value-Distribution for constraint satisfaction problems*. A thesis submitted to the University of Manchester for the degree of Doctor of Philosophy. Advisor: J. Shapiro.
42. Friedman, J. Goerdts, A., Krivelevich, M.: *Recognizing more unsatisfiable random k-SAT instances efficiently*. In Proc.: 28th International Colloquium on Automata, Languages and Programming (ICALP ' 01), LNCS 2076, 310-321, (2001)
43. Gamarnik, D.: *Linear Phase Transition in Random Linear Constraint satisfaction Problems*, Discrete Mathematics and Theoretical Computer Science AC, 2003, 113-126
44. Hajiaghayi, M., Sorkin, G.: *The Satisfiability Threshold of Random 3-SAT Is at least 3.52*. IBM TR: RC22942, (2003)
45. Heule, M., Van Maaren, H.: *Observed lower bound for random 3-SAT phase transition density using linear programming*. 8th International Conference on Theory and Applications of Satisfiability Testing (SAT '05), Springer LNCS 3569 (2005), 122-134.
46. A. K. Hartman, H. Rieger. *New Optimization Algorithms in Physics*. Wiley.
47. A. K. Hartmann, M. Weigt (Eds). *Phase Transitions in Combinatorial Optimization Problems: Basics, Algorithms and Statistical Mechanics*.
48. Christopher M. Homan, Lane A. Hemaspaandra: *Guarantees for the Success Frequency of an Algorithm for Finding Dodgson-Election Winners*. <http://arxiv.org/abs/cs.DS/0509061>.
49. Interian, Y. *Approximation algorithm for random Max Sat*. 7th International Conference on Theory and Applications of Satisfiability Testing (SAT '04), Vancouver, Canada, 10-13 May 2004
50. Interian, Y.: *Regular random k-SAT: properties of balanced formulas*. SAT 2005. To appear in Special issue of the Journal of Automated Reasoning.
51. Kautz, H., Selman, B.: *The State of SAT*, Discrete and Applied Mathematics, to appear.
52. Kalapala, V.: *A compilation of results on Phase Transitions, Scale-Invariance*. Master of Science Thesis, University of New Mexico, Albuquerque, New Mexico. Advisor: C. Moore.
53. Kalapala, V., Moore, C.: *The phase transition in exact cover*. <http://arxiv.org/abs/cs.CC/0508037>
54. Krivelevich, M., Vilenchik, D.: *Solving random satisfiable 3CNF formulas in expected polynomial time*. In Proc: ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms (SODA 06), Miami, Florida, USA.
55. E. Maneva, E. Mossel, M. Wainwright *A New Look at Survey Propagation and its Generalizations*. In Proc: 16th Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms (SODA '05)

56. E. Maneva. *Belief propagation algorithms for constraint satisfaction problems*. Phd dissertation, UNIVERSITY OF CALIFORNIA, BERKELEY. Committee in charge: A. Sinclair (Chair), C. Papadimitriou, E. Mossel, 2006
57. Mezard, M.: *Glass Phases in Optimization Problems*, Invited talk to: KAVLI INSTITUTE FOR THEORETICAL PHYSICS, Colloquia and Special Seminars. Santa Barbara campus, University of California, USA.
<http://www.kitp.ucsb.edu/inside/>
58. Mezard, M., Parisi, G., Zecchina, R.: *Analytic and algorithmic solution of random satisfiability problems*. **Science**, 297 (5582) (2002) 812-815
59. Mezard, M., A. H. Poincare. *Optimization and Physics, Satisfiability of Random Formulae*. In: International Conference on Theoretical Physics, Paris, July 22-27, 2002. Eds: D. Iagolnitzer, J. Z. Justin, V. Rivasseau .
60. Mezard, M., Zecchina, R.: *Random K -satisfiability problem: From an analytic solution to an efficient algorithm*. Physical Review E, 66, (5) (2002)
61. Molloy, M.: *When does the giant component bring unsatisfiability?*, *Combinatorica* (to appear).
62. Monasson, R.: *A generating function method for the average-case analysis of DPLL*. Proc: 8th. International Workshop on Approximation Algorithms for Combinatorial Optimization Problems (APPROX '05) and 9th International Workshop on Randomization and Computation (RANDOM '05), 22-24 August 2005, Soda Hall, UC Berkeley
63. Oghlan, A.C., Goerdts, A., Lanka, A., Schädlich. F.: *Techniques from combinatorial approximation algorithms yield efficient algorithms for random $2k$ -SAT*. in Proc. FCT 2003 15-26. Also, in *Theoretical Computer Science*, (329), Issue 1-3, 1–45 (2004)
64. Puyhaubert, V.: *Generating function and the satisfiability threshold*. *Discrete Mathematics and Theoretical Computer Science (DMTCS)*, 6(2): 425-436, 2004
65. Puyhaubert, V.: *Doctorate These de l'Ecole Polytechnique*, Advisors: Dubois, O., Noy, M., (2005)
66. Sang, T., Beame, P., Kautz, H.: *Heuristics for Fast Exact Model Counting*. In Proc.: 8th International Conference on Theory and Applications of Satisfiability Testing (SAT '05), 226–240
67. Frank Schädlich. *Effizientes Verifizieren co -NP-vollständiger Probleme am Beispiel zufälliger 4-SAT-Formeln und unifoermer Hypergraphen*. Phd Dissertation. Advisor committee: A. Goerdts, H. Lefmann, A. Steger. Technische Universität Chemnitz.
68. Semerjian, G., Monasson, R.: *Relaxation and Metastability in the RandomWalkSAT search procedure*. *Physical Review E* 67, (066103) 2003.
69. Seitz, S., Orponen, P.: *An efficient local search method for random 3-satisfiability*. In Proc. 18th Annual IEEE Symposium on Logic in Computer Science (LICS '03) affiliated Workshop on Typical case complexity and phase transitions, Ottawa, Canada.
70. Welzl, E.: *Boolean Satisfiability Combinatorics and Algorithms*, ETH Zurich
71. Wilson, D.B.: *On the critical exponents of random k -SAT*. *Random Structures & Algorithms*, 21 (2) (2002) 182-195
72. Zecchina, R.: *Statistical Physics, Optimization and Source Coding*. *Pramana - Journal of Physics*, in press. Also in Proc. of: Statphys22 - Bangalore, 2004

73. Zecchina, R. *Statistical physics, optimization and source coding*. PRAMANA journal of physics, Indian Academy of Sciences, 64 (6), 2005, 1161-1173.
74. K. Xu, F. Boussemart, F. Hemery and C. Lecoutre. *Random Constraint Satisfaction: Easy generation of hard satisfiable instances*. In Proc. of 19th IJCAI, pp.337-342, Scotland, 2005.
75. K. Xu, F. Boussemart, F. Hemery and C. Lecoutre. *Random Constraint Satisfaction: Easy generation of hard satisfiable instances*. Artificial Intelligence, to appear.

0.2.7 Journal version: A. C. Kaporis, L. M. Kirousis, E. G. Lalas “Selecting complementary pairs of literals” Electronic Notes in Discrete Mathematics (ENDM), Elsevier

Conference version: 18th Annual IEEE Symposium on Logic in Computer Science (LICS '03) affiliated Workshop on Typical case complexity and phase transitions, Ottawa, Canada

Παρουσιάζουμε μία βελτιωμένη έκδοση του αλγορίθμου που αναλύσαμε στην προηγούμενη εργασία του ESA '02. Στην προηγούμενη εργασία ο αλγόριθμος ικανοποιούσε σε κάθε βήμα το μέγιστο πλήθος από όρους, επιλέγοντας και ικανοποιώντας την πιο συχνή εμφάνιση μεταβλητής στην λογική πρόταση. Η αντίθετη εγγραφή της μεταβλητής ήταν μία τυχαία εμφάνιση μεταβλητής στην πρόταση. Δηλαδή, ο αλγόριθμος δεν έκανε καμία έξυπνη κίνηση ώστε να μειώσει το πλήθος των όρων που έχαναν εμφάνιση μεταβλητής.

Σε αυτή την εργασία παρουσιάζουμε έναν νέο αλγόριθμο όπου σε κάθε βήμα επιλέγει μία μεταβλητή ώστε να ικανοποιήσει το μέγιστο πλήθος από όρους ενώ ταυτόχρονα η άρνηση της επιλεγμένης μεταβλητής εμφανίζεται στο ελάχιστο πλήθος όρων. Έτσι, σε κάθε βήμα απλοποιείται κατά το μέγιστο δυνατό η πρόταση μειώνοντας ταυτόχρονα στο ελάχιστο την πιθανότητα δημιουργίας αντίφασης (0-όρου).

Σε αυτή την περίπτωση η λογική πρόταση παραμένει τυχαία αν σε κάθε

βήμα έχουμε ως συνθήκη συγκεκριμένες παραμέτρους, το πλήθος των οποίων είναι σημαντικά πιο αυξημένο σε σχέση με τον αλγόριθμο στην προηγούμενη εργασία. Η απόδειξη διατήρησης της τυχαιότητας δεν είναι τετριμμένη και στην προσπάθειά μας αυτή απαντήσαμε ένα ανοιχτό πρόβλημα που είχε τεθεί από τον Molloy.

Εφαρμόζουμε ένα θεώρημα του Wormald, το οποίο επιτρέπει τον ασυμπτωτικό υπολογισμό των παραμέτρων, ανά αλγοριθμικό βήμα. Οι παράμετροι προκύπτουν από την επίλυση συστήματος διαφορικών εξισώσεων.

Βιβλιογραφικές αναφορές για την εργασία αυτή: Το Google Scholar εμφανίζει 33 αναφορές, παραθέτουμε μερικές παρακάτω:

1. D. Achlioptas, F. Ricci-Tersenghi. *On the solution-space geometry of random constraint satisfaction problems*. Annual ACM Symposium on Theory of Computing archive Proceedings of the thirty-eighth annual ACM symposium on Theory of computing (STOC '06) .
2. D. Achlioptas, F. Ricci-Tersenghi. *Random Formulas have Frozen Variables*. To appear in SIAM Journal of Computing.
3. Achlioptas, D., Haixia, J., Moore, C.: *Hiding satisfying assignments: two are better than one*. Proc: 19th National Conference on Artificial Intelligence (AAAI '04), July 25-29, 2004, San Jose, California, 131-136
4. D.A. Battaglia. SURVEY PROPAGATION METHODS FOR EFFICIENT OPTIMIZATION AND PROBING OF GLASSY STATES Thesis submitted for the degree of Philosophiae Doctor. SECTOR OF CONDENSED MATTER THEORETICAL AND COMPUTATIONAL PHYSICS. Scuola Internazionale Superiore di studi Avanzati.
5. Achlioptas, D. Moore, C.: *Random k-SAT: Two Moments Suffice to Cross a Sharp Threshold*. SIAM Journal on Computing, to appear.

6. Boufkhad, Y., Dubois, O., Interian, Y., Selman, B.: *Regular Random k -SAT: Properties of balanced formulas*. Journal of Automated Reasoning, 2005
7. H. Chen and Y. Interian. A Model for Generating Random Quantified Boolean Formulas. In Proc. of 9th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI05), 2005.
8. Connamacher, H.: *A random constraint satisfaction problem that seems hard for DPLL*. 7th International Conference on Theory and Applications of Satisfiability Testing (SAT '04), Vancouver, Canada, 10-13 May 2004
9. Connamacher, H., Molloy, M.: *The Exact Satisfiability Threshold for a Potentially Intractable Random Constraint Satisfaction Problem*. In Proc: 45th Annual IEEE Symposium on Foundations of Computer Science (FOCS'04) (00), 590 – 599
10. Feige, U., Ofek, E.: *Easily refutable subformulas of large random 3-CNF formulas*. In Proc: 31st International Colloquium on Automata, Languages and Programming (ICALP' 04), 519–530
11. J. Franco. *Typical case complexity of satisfiability algorithms and the threshold phenomenon*. Discrete Applied Mathematics, 153(1), 2005. Special issue: Typical case complexity and phase transitions.
12. Ofek, E. *Rigorous Analysis of Heuristics for NP-hard Problems*. Phd Thesis. Department of Computer Science and Applied Mathematics, The Weizmann Institute of Science, Weizmann Institute of Science Rehovot, 76100, Israel June 2006.
13. Ofek, E., Feige, U.: *Random 3CNF formulas elude the Lovasz theta function*. ECCV Report TR06-043, accepted on Mar 26, 2006.
14. Hajiaghayi, M., Sorkin, G.: *The Satisfiability Threshold of Random 3-SAT Is at least 3.52*. IBM TR: RC22942, (2003)
15. Hajiaghayi, M., J. Kim.: *Tight Bounds For Random MAX 2-SAT*. Submitted to Random Structures & Algorithms
16. Heule, M., Van Maaren, H.: *Observed lower bound for random 3-SAT phase transition density using linear programming*. 8th International Conference on Theory and Applications of Satisfiability Testing (SAT '05), Springer LNCS 3569 (2005), 122-134.
17. Interian, Y. *Approximation algorithm for random Max Sat*. 7th International Conference on Theory and Applications of Satisfiability Testing (SAT '04), Vancouver, Canada, 10-13 May 2004
18. E. Maneva, A. Sinclair. On the satisfiability threshold and clustering of solutions of random 3-SAT formulas To appear in Theoretical Computer Science, 2008
19. J. McQuillan, C. Damon. *Discovering the Impact of Group Structure on 3-SAT*. FCS 2006: 163-168
20. Moore, C., Istrate, G., Demopoulos, D., Vardi. M.: *A continuous-discontinuous second-order transition in the Satisfiability of random-horn sat formulas*. Proc. RANDOM 2005, to appear.
21. Navarro, J., Voronkov, A.: *Generation of Hard Non-Clausal Random Satisfiability Problems*. AAAI 2005: 436-442
22. J. Navarro, A. Voronkov. *Encodings of Problems in Effectively Propositional Logic*. In Proc. of: 10th International Conference, on Theory and Applications of Satisfiability Testing (SAT '07), Lisbon, Portugal, May,28-31, 2007
23. Oghlan, A.C., Goerdts, A., Lanka.: *Strong refutation heuristics for random k -SAT*, In Proc.: 8th International Workshop on Randomization and Computation (RANDOM 04), Cambridge, MA, USA, August 22-24, LNCS 3122, Springer

24. Oghlan, A.C., Goerdt, A., Lanka, A., Schädlich, F.: *Techniques from combinatorial approximation algorithms yield efficient algorithms for random 2k-SAT*. in Proc. FCT 2003 15-26. Theoretical Computer Science, (329), Issue 1-3, 1–45 (2004)
25. Percus, A., Istrate, G., Moore, C.: *Introduction: where statistical physics meets computation*. In Computational Complexity and Statistical Physics. Oxford University Press, 2006.
26. Selman, B.: *The Boolean Satisfiability Problem: Theory and Practice*. Hybrid Systems: Computation and Control (HSCC '06) Affiliated Workshop in: Topics in Computation and Control Santa Barbara, California March 29–31, 2006

**0.2.8 Conference version: J. Díaz, G. Grammatikopoulos, A.C. Kaporis, L.M. Kirousis, X. Pérez, D. Sotiropoulos “5-regular graphs are 3-colorable with positive probability” 13th Annual European Symposium on Algorithms (ESA '05).
Journal version: J. Díaz, A.C. Kaporis, G. Kemkes, L.M. Kirousis, X. Pérez, N.C. Wormald: *On the chromatic number of a random 5-regular graph*. Journal of Graph Theory, Wiley. To appear.**

Ο χρωματικός αριθμός $\chi(G)$ ενός γραφήματος G είναι το ελάχιστο πλήθος αναγκαίων χρωμάτων ώστε το γράφημα να βαφεί νόμιμα (καμιά ακμή να μην λάβει ομόχρωμα άκρα). Μια σημαντική ιδιότητα των τυχαίων r -κανονικών γραφημάτων είναι ο καθορισμός του σχεδόν βέβαιου χρωματικού αριθμού, δείτε και την γνωστή εργασία του Wormald “Models of random regular graphs” για μια διεξοδική παρουσίαση των σημαντικότερων ιδιοτήτων των r -κανονικών γραφημάτων. Ένα τυχαίο r -κανονικό γράφημα με n κορυφές κατασκευάζεται αν σε κάθε κορυφή u θεωρήσουμε r ημι-ακμές (ακμές που ξεκινούν από την u και το άλλο άκρο τους δεν καταλήγει σε κορυφή, δηλαδή είναι ελεύθερο). Συνδέουμε τις συνολικά rn ημιακμές με τυχαίο τρόπο (απαγορεύοντας ακμές που και τα δύο άκρα τους καταλήγουν στην ίδια κορυφή και ζεύγη κορυφών που ενώνονται μεταξύ τους με περισσότερες από δύο ακμές).

Θα λέμε ότι ο χρωματικός βαθμός τυχαίων r -κανονικών γραφημάτων είναι σχεδόν βέβαια k αν το ποσοστό των γραφημάτων που έχουν χρωματικό βαθμό k τείνει στο 1.

Στην εργασία αυτή δείχνουμε ότι ένα ποσοστό, κάτω φραγμένο από θετική σταθερά, των 5-κανονικών γραφημάτων είναι 3 χρωματίσιμα.

Η σημασία του αποτελέσματος γίνεται φανερή από τις προσπάθειες των παρακάτω επιστημόνων που σύντομα περιγράφουμε. Ο Molloy στην εργασία “The chromatic number of sparse random graphs” αρχικά έδειξε ότι τα τυχαία 6-κανονικά γραφήματα έχουν σχεδόν βέβαια χρωματικό αριθμό ≥ 4 . Εφάρμοσε την Μέθοδο της Πρώτης Ροπής και έδειξε ότι σχεδόν βέβαια δεν υπάρχει 6-κανονικό γράφημα χρωματίσιμο με 3 χρώματα. Οι Achlioptas και Moore στην εργασία “Almost all graphs with average degree 4 are 3-colorable” έδειξαν ότι τα τυχαία 4-κανονικά γραφήματα έχουν χρωματικό αριθμό 3 με πιθανότητα κάτω φραγμένη από θετική σταθερά. Ανέλυσαν πιθανοτικό αλγόριθμο που με θετική πιθανότητα χρωμάτιζε όλες τις κορυφές με 3 χρώματα. Στην συνέχεια οι Achlioptas και Moore στην εργασία “The chromatic number of random regular graphs” εφαρμόζοντας τη Μέθοδο της Δεύτερης Ροπής έδειξαν ότι τα r -κανονικά γραφήματα ($r \geq 3$) έχουν σχεδόν βέβαια χρωματικό αριθμό $\{k, k+1, k+2\}$, όπου k είναι ο ελάχιστος ακέραιος ώστε $r < 2k \log k$. Επίσης αναφέρουν ότι απέτυχαν με αυτή την μέθοδο να δείξουν ότι ο χρωματικός αριθμός των τυχαίων 5-κανονικών γραφημάτων είναι 3. Το αποτέλεσμα αυτό δείχνει ότι τα τυχαία 4-κανονικά γραφήματα έχουν χρωματικό αριθμό ενδεχομένως 3 ή 4, ενώ τα 5-κανονικά γραφήματα μπορεί να έχουν ενδεχόμενος 3, 4 ή 5, χωρίς όμως να μπορέσουν να τον υπολογίσουν ακριβώς. Επίσης, οι Fountoulakis και McDiarmid, βασιζόμενοι στην μέθοδο της Πρώτης Ροπής, διατύπωσαν συνθήκες μη k -χρωματισιμότητας για τυχαία r -κανονικά γραφήματα. Απέτυχαν όμως να δείξουν ότι τα 5-κανονικά γραφήματα είναι σχεδόν βέβαια μη 3-χρωματίσιμα (δηλαδή ότι έχουν χρωματικό αριθμό > 3).

Στην συνέχεια, το πιο πρόσφατο αποτέλεσμα ήταν των Wormald και Shi όπου στην εργασία τους “Colouring random regular graphs” απόδειξαν ότι ο χρωματικός αριθμός των 4-κανονικών γραφημάτων είναι σχεδόν βέβαια 3, των 6-κανονικών γραφημάτων είναι σχεδόν βέβαια 4, και των 5-κανονικών γραφημάτων είναι σχεδόν βέβαια 3 ή 4. Η μέθοδος τους βασίζεται στην πιθανοτική ανάλυση ενός αλγορίθμου. Επίσης ο Wormald σε

προσωπική επικοινωνία είχε αναφέρει δικιά του αποτυχία εφαρμογής της μεθόδου της δεύτερης ροπής (που χωρίς επιτυχία εφάρμοσαν οι Achlioptas και Moore) για να υπολογίσει το χρωματικό αριθμό των τυχαίων 5-κανονικών γραφημάτων. Τονίζουμε εδώ ότι ο Wormald είχε αποτύχει, παρόλο που εφάρμοσε την μέθοδο της δεύτερης ροπής σε κατάλληλα επιλεγμένες τυχαίες μεταβλητές.

Το πρόβλημα αυτό, εκτός από επιστήμονες της *Θεωρητικής Πληροφορικής*, είχε ελκύσει και επιστήμονες της *Στατιστικής Μηχανικής*. Οι Krzakala, Pagnani και Weigt στην εργασία τους “Threshold values, stability analysis and high- q asymptotics for the coloring problem on random graphs” αναλύοντας μια παραλλαγή του ισχυρότατου αλγορίθμου Survey Propagation (ο αλγόριθμος αυτός έχει εμφανιστεί και στο περιοδικό Science) έδειξαν ότι τα τυχαία 5-κανονικά γραφήματα είναι σχεδόν βέβαια 3

χρωματίσιμα. Προς το παρόν, ο αλγόριθμος αυτός είναι δύσκολο να αναλυθεί αυστηρά.

Τα παραπάνω φανερώνουν ότι το μόνο σημαντικό ερώτημα που είχε απομείνει στην περιοχή των τυχαίων r -κανονικών γραφημάτων ήταν αν, έστω και με θετική πιθανότητα, ο χρωματικός αριθμός των τυχαίων 5-κανονικών γραφημάτων μπορεί να είναι 3. Επίσης κάνουν φανερό την αδυναμία της μεθόδου της δεύτερης ροπής, τουλάχιστον με το τρόπο που είχε εφαρμοστεί αυτή μέχρι τώρα. Τέλος κάνουν φανερό ότι και ο δρόμος της αλγοριθμικής αποδείξεως είναι μάλλον εξαιρετικά δύσκολος.

Ποιος όμως είναι ο λόγος που η ερευνητική μας ομάδα πέτυχε να εφαρμόσει την μέθοδο της δεύτερης ροπής; Διαισθητικά, σε τυχαίο 5-κανονικό γράφημα, επειδή όλες οι κορυφές έχουν βαθμό 5, δεν είναι δυνατόν κάποια από αυτές να είναι ιδιαίτερα δημοφιλής. Πιο απλά, είναι λογικό να μην υπάρχουν κορυφές που να εμφανίζονται με το ίδιο χρώμα στην πλειονότητα των νομίμων 3-χρωματισμών. Συνεπώς οι συσχετίσεις μεταξύ των χρωματισμών είναι σχετικά ασθενείς (δηλαδή δεν τείνουν να συμφωνούν στην απονομή χρώματος σε ορισμένες ομάδες δημοφιλών μεταβλητών). Όμως, ενάντια στην παραπάνω διαίσθηση, η ερευνητική ομάδα διαπίστωσε ότι οι υπάρχουσες εξαρτήσεις, αν και ασθενείς, ήταν ο λόγος που οδηγούσαν σε αποτυχία την μέθοδο της Δεύτερης Ροπής.

Έπρεπε να βρεθεί ένας τρόπος ώστε ακόμα και αυτές οι ασθενείς συσχετίσεις μεταξύ των 3-χρωματισμών να εξαλειφθούν. Δηλαδή, ακόμα και αυτές οι ελάχιστα πιο δημοφιλείς κορυφές να εξαφανιστούν. Προς αυτό το στόχο, θεωρήσαμε τους σταθερούς 3-χρωματισμούς, όπου κάθε κορυφή είναι ισχυρά εξαρτημένη από τους γείτονες της, με τρόπο ώστε να μην μπορεί να λάβει με μεγάλη ελευθερία οποιοδήποτε από τα 3 διαθέσιμα χρώματα. Αυτό επιτυγχάνεται αν θεωρήσουμε νόμιμους 3-χρωματισμούς όπου κάθε κορυφή χρώματος i γειτονεύει με τουλάχιστον μια κορυφή καθενός από τα άλλα δύο χρώματα $i + / - 1 \pmod 3$.

Μεγιστοποιώντας μια συνάρτηση πολλών μεταβλητών επιτύχαμε να υπολογίσουμε την ακριβή σταθερά που φράσσει άνω την Διασπορά της παραπάνω τυχαίας μεταβλητής. Αποδεικνύοντας, τελικά, ότι τα 5-κανονικά γραφήματα είναι 3-χρωματίσιμα με θετική πιθανότητα.

Ο Wormald σε προσωπική επικοινωνία με το Diaz έμαθε την ακριβή τιμή αυτής της σταθεράς που φράσσει την διασπορά, και εφαρμόζοντας μια αρκετά γνωστή τεχνική πέτυχε να δείξει σχεδόν βέβαιη 3-χρωματισιμότητα στην πρόσφατη εργασία του “On the chromatic number of a random 5-regular graph” με τον Kemkes.

Βιβλιογραφικές αναφορές για την εργασία αυτή:

1. G. Kemkes and N. Wormald: On the chromatic number of a random 5-regular graph. Technical Report, University of Waterloo.
2. L. Shi and N. Wormald. *Colouring Random Regular Graphs*. Combinatorics, Probability and Computing, Cambridge University Press, 1-36, 2006.

0.2.9 Conference version: A. C. Kaporis, C. Makris, S. Sioutas, A. Tsakalidis, K. Tsihclas, C. Zaroliagis “Improved bounds for finger search on a RAM” 11th Annual European Symposium on Algorithms (ESA ’03)

Στην παρούσα ερευνητική εργασία παρουσιάζουμε πιθανοτική ανάλυση χρόνου αναζήτησης σε μία νέα δενδρική δομή δεδομένων. Η νέα δενδρική δομή συνδυάζει τη κλασσική μέθοδο αναζήτησης Interpolation Search, την τεχνική του Finger Search καθώς

και την ισχυρότατη δομή αναζήτησης των q^* -Heaps.

Η καλύτερη προηγούμενη δομή είχε *αναμενόμενο* χρόνο αναζήτησης $O(\log \log(n))$ για μια αρκετά μεγάλη οικογένεια κατανομών κλειδιών προς αποθήκευση, όπου n είναι το πλήθος των αποθηκευμένων κλειδιών. Η δομή που σχεδιάσαμε πετυχαίνει χρόνο αναζήτησης $O(\log \log(d))$ με πιθανότητα που τείνει στο 1, όπου d είναι το πλήθος (απόσταση) των αποθηκευμένων κλειδιών μεταξύ του κλειδιού που αναζητάμε και το κλειδί-δείκτης (finger) από το οποίο αρχίζει η αναζήτηση. Συνεπώς το d μπορεί να είναι σταθερός αριθμός. Επίσης, η καλύτερη προηγούμενη δομή είχε *σταθερό αναμενόμενο* χρόνο αναζήτησης για μια μικρότερη οικογένεια κατανομών κλειδιών προς αποθήκευση. Η δομή που σχεδιάσαμε πετυχαίνει *σταθερό* χρόνο αναζήτησης με *μεγάλη πιθανότητα* για μια γενικότερη οικογένεια κατανομών κλειδιών προς αποθήκευση.

Η πιθανοτική ανάλυση της νέας δομής αναζήτησης βασίζεται στην μελέτη τυχαίων ρίψεων *Σφαιρών σε Κελιά*, όπου, ή κύρια ιδιαιτερότητα των ρίψεων είναι ότι κάθε κελί δεν έχει προκαθορισμένο μέγεθος (ισοδύναμα, πιθανότητα να λάβει μια τυχαία σφαίρα). Στην υπάρχουσα βιβλιογραφία είχαν μελετηθεί *Ρίψεις σε Κελιά* όπου τα κελιά είχαν προκαθορισμένο μέγεθος.

Το μέγεθος κάθε κελιού είναι μια *τυχαία μεταβλητή*, η οποία εξαρτάται από πλήθος των αποθηκευμένων στοιχείων κατά την αρχικοποίηση της δομής.

Για την κατανόηση της νέας δένδρικής δομής παρουσιάζουμε ένα απλό παράδειγμα. Η βασική ιδέα μοιάζει με τον τρόπο που ένας άνθρωπος αναζητάει μία λέξη σε ένα λεξικό (δείτε και την ωραία περιγραφή του D. Knuth στο κλασικό βιβλίο του *Sorting and Searching*). Αν το αρχικό γράμμα της λέξης που αναζητούμε είναι κοντά στο

“A” τότε αναζητούμε την λέξη αυτή προς τις αρχικές σελίδες του λεξικού.

Η μέθοδος αυτή είναι ιδιαίτερα επιτυχημένη αν οι λέξεις εμφανίζουν *ομοιομορφία* ως προς την κατανομή τους. Δηλαδή, στο σύνολο όλων των λέξεων που είναι αποθηκευμένες υπάρχει το περίπου ίδιο πλήθος λέξεων στις οποίες εμφανίζεται ένα συγκεκριμένο γράμμα του αλφαβήτου σε μία καθορισμένη θέση της λέξης.

Για την κατανόηση της επιτυχίας αυτού του εμπειρικού τρόπου αναζήτησης ας φανταστούμε το σύνολο όλων των λέξεων του λεξικού χωρισμένο σε κελιά. Για παράδειγμα, στο κελί “A” περιέχονται όλες οι λέξεις που αρχίζουν από το γράμμα “A”. Λόγω της ιδιότητας της ισοκατανομής των γραμμάτων στις δυνατές θέσεις μίας λέξης, γίνεται φανερό ότι όλα τα κελιά περιέχουν περίπου το ίδιο πλήθος λέξεων. Συνεπώς, κατά την αναζήτηση του αρχικού γράμματος μίας λέξης παρατηρούμε ότι το σύνολο όλων των γραμμάτων S του λεξικού μειώνεται σημαντικά. Συγκεκριμένα, στο κελί που αντιστοιχεί στο αρχικό γράμμα της λέξης που αναζητούμε περιέχονται $\frac{S}{24}$ λέξεις.

Όμοια, στο κελί που αντιστοιχεί στο πρώτο γράμμα της λέξης που αναζητούμε, μπορούμε να φανταστούμε μια διαμέριση του σε 24 υπο-κελιά, όπου κάθε κελί αντιστοιχεί στο γράμμα που εμφανίζεται στην δεύτερη θέση της λέξης που αναζητούμε. Με αυτό τον τρόπο, στον υπο-κελί που αντιστοιχεί στο δεύτερο γράμμα της λέξης περιέχονται $\frac{S}{24^2}$ λέξεις.

Εργαζόμενοι εντελώς ανάλογα καταλήγουμε ότι το πλήθος των λέξεων που περιέχονται στο υπο-κελί που αντιστοιχεί στο i -οστό γράμμα της λέξης που αναζητούμε είναι $\frac{S}{24^i}$. Είναι φανερό ότι μετά από $\Theta(\log \log S)$ επαναλήψεις θα εντοπίσουμε την λέξη που αναζητούμε. Αξίζει να σημειώσουμε εδώ ότι αν η κατανομή των λέξεων δεν είναι ομοιόμορφη τότε δημιουργούνται κελιά με εξαιρετικά μεγάλο πλήθος λέξεων και τότε ο χρόνος αναζήτησης πλησιάζει την χειρότερη περίπτωση.

Στην συγκεκριμένη εργασία παρουσιάζουμε μία δένδρική δομή αναζήτησης. Σε κάθε κορυφή του δέντρου γίνεται αναζήτηση με την (*Interpolation Method*) μέθοδο, την οποία περιγράψαμε σε γενικές γραμμές στο παράδειγμα αναζήτησης με το λεξικό. Η δομή κάνει χρήση της προσφάτων ισχυρών αποτελεσμάτων σχετικά με την μέθοδο αναζήτησης με χρήση *δεικτών* (*Finger Search*).

Ένα σημαντικό πρόβλημα που επιλύσαμε ήταν η ανάπτυξη ενός δυναμικού συστήματος κελιών τα οποία μεταβάλλουν το μέγεθος τους, ανάλογα με την άγνωστη κατανομή εισόδου των στοιχείων στην δομή, ώστε κάθε νέο στοιχείο να επιλέγει σχεδόν *ομοιόμορφα* ένα κελί. Αξίζει εδώ να σημειώσουμε ότι η κατανομή εισόδου των στοιχείων, εκτός από άγνωστη, διαφοροποιείται αρκετά από την ομοιόμορφη. Λόγω της ικανότητας των κελιών να μεταβάλλονται δυναμικά, όλα τα κελιά αποκτούν περίπου το ίδιο πλήθος από στοιχεία (δηλαδή περίπου ίδια πιθανότητα επιλογής). Αυτή η ισοκατανομή των στοιχείων στα κελιά έχει σαν αποτέλεσμα το χρονικό κόστος αναζήτησης να γίνει ίδιο με το αντίστοιχο που ισχύει για την ομοιόμορφη κατανομή, δηλαδή $O(\log \log n)$.

0.2.10 Conference version: A.C. Kaporis, C. Makris, G. Mavritsakis, S. Sioutas, A. Tsakalidis, K. Tsihclas, C. Zaroliagis “*ISB-Tree: A New Indexing Scheme with Efficient Expected Behaviour*” 16th Annual International Symposium on Algorithms and Computation (ISAAC '05)

Παρουσιάζουμε μια νέα δομή αναζήτησης στοιχείων που αποθηκεύονται στην εξωτερική μνήμη (σκληρό δίσκο) του υπολογιστή. Η νέα δομή πετυχαίνει με μεγάλη πιθανότητα εκθετική βελτίωση σε σχέση με το αντίστοιχο χρόνο αναζήτησης ενός B -δέντρου (B -tree), δηλαδή του πλέον κλασσικού και καθιερωμένου τρόπου αναζήτησης στοιχείων σε εξωτερική μνήμη υπολογιστή. Αυτή η σημαντική βελτίωση στο χρόνο αναζήτησης επιτυγχάνεται εφαρμόζοντας την ιδέα των ρίψεων σφαιρών σε κελιά με μεταβλητό μέγεθος, που παρουσιάσαμε στην εργασία “Improved bounds for finger search on a RAM” που έγινε δεκτή στο ESA '03. Με τεχνικούς όρους, η παρούσα δομή αποτελεί externalization της αντίστοιχης δομής μας στο ESA '03.

0.2.11 Conference version: A. C. Kaporis, L. M. Kirousis, E. I. Politopoulou, P. G. Spirakis “*Experimental results for Stackelberg scheduling strategies*” 4th International Workshop on Efficient and Experimental Algorithms (WEA '05)

Στα μεγάλα δίκτυα, όπως το διαδίκτυο, δεν υπάρχει η δυνατότητα πλήρους κεντρικής διαχείρισης. Οι χρήστες δεν είναι παθητικοί και υπακούουν στις απαιτήσεις ενός πρωτοκόλλου μόνο αν έχουν προσωπικό συμφέρον. Αυτή η ιδιοτελής συμπεριφορά μπορεί να οδηγήσει σε ανεπιθύμητες καταστάσεις, όπως συμφόρηση του δικτύου, ή υπερφόρτωση κάποιων συνδέσμων και μη χρήση άλλων συνδέσμων. Τα δίκτυα στα οποία οι αποφάσεις έλεγχου λαμβάνονται από κάθε χρήστη του δικτύου ξεχωριστά και ανεξάρτητα με κριτήριο το προσωπικό όφελος και όχι το όφελος του δικτύου ονομάζονται ανταγωνιστικά.

Η Θεωρία Παιγνίων είναι ένα καλό πλαίσιο μελέτης για την κατανόηση της συμπεριφορά τους. Οι ιδιοτελείς χρήστες οδηγούν το δίκτυο σε μια σταθερή κατάσταση, η οποία μπορεί είναι πολύ μακριά από την βέλτιστη κατάσταση για το δίκτυο. Αυτή η σταθερή κατάσταση στην ουσία είναι μια ισορροπία που στη θεωρία παιγνίων ονομάζεται ισορροπία κατά *Nash*. Για να οδηγηθεί το δίκτυο σε καλύτερη κατάσταση από τη *Nash* ισορροπία θα πρέπει να σχεδιαστούν πρωτοκόλλα που θα λαμβάνουν υπόψη τους τη ιδιοτελή συμπεριφορά των χρηστών και θα τους δίνουν κίνητρα έτσι ώστε οι αποφάσεις που θα πάρουν να έχουν ως αποτέλεσμα καλύτερη συνολική απόδοση.

Η ερευνητική ομάδα ασχολήθηκε με το πρόβλημα της *Χρονοδρομολόγησης Συστήματος Παράλληλων Μηχανών* με συναρτήσεις καθυστέρησης οι οποίες εξαρτώνται από το φόρτο που δέχονται κάθε χρονική στιγμή. Ο *Διαχειριστής* ή *Αρχηγός* έχει στη διάθεσή του ένα μέρος του φόρτου που διοχετεύεται στο σύστημα και επιλέγει να τον αναθέσει με τέτοιο τρόπο ώστε να οδηγήσει το σύστημα κοντά στη βέλτιστη συμπεριφορά. Σε μια προσπάθεια προσέγγισης της βέλτιστης απόδοσης για το σύστημα παρουσιάστηκαν διάφορες Στρατηγικές Αρχηγού, και επίσης ο τρόπος υπολογισμού της βέλτιστης και της *Nash* ανάθεσης για δύο ειδών συστήματα μηχανών: (α) με γραμμικές συναρτήσεις και (β) με $M/M/1$ συναρτήσεις φόρτου.

Μελετήθηκε πειραματικά η απόδοση των υπάρχοντων στρατηγικών Αρχηγών. Προτάθηκε μια βελτιωμένη στρατηγική *New Leader Strategy (NLS)* για συγκεκριμένα όρια του φόρτου που έχει στη διάθεση του ο Αρχηγός. Για τις υλοποιήσεις χρησιμοποιήθηκε το προγραμματιστικό περιβάλλον *MATLAB* και δημιουργήθηκε η βιβλιοθήκη λογισμικού *Stackelberg Strategies Toolbox*, που περιέχει όλες τις απαραίτητες συναρτήσεις για τους υπολογισμούς στα παραπάνω συστήματα. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν εκτεταμένες βιβλιοθήκες και γραφικές δυνατότητες του μαθηματικού πακέτου *Maple*.

0.2.12 Conference version: J. Díaz, A.C. Kaporis, L.M. Kirousis, X. Pérez “*Partitioning networks into classes of mutually isolated nodes*” European Conference on Complex Systems (ECCS '05)

Σε μια προσπάθεια μελέτης των *Δικτύων Μεγάλης Κλίμακας* θεωρούμε τυχαία γραφήματα όπου κάθε κορυφή έχει σταθερό βαθμό. Μελετούμε συνθήκες όπου το δίκτυο μπορεί να διαμεριστεί σε υπο-πληθυσμούς κορυφών, όπου κάθε κορυφή εντός ενός υπο-πληθυσμού δεν γειτνιάζει (συγγενεύει) με κορυφή άλλου υπο-πληθυσμού.

0.2.13 Conference version: Alexis C. Kaporis, Lefteris M. Kirousis, Efthimios G. Lalas “Lower bounds to the conjectured threshold value for the 3-SAT problem” 4th Panhellenic Logic Symposium (PLS '03)

Σε αυτή την εργασία κάνουμε μια παρουσίαση των κυριότερων τυχαιοποιημένων αλγοριθμικών τεχνικών για το πρόβλημα 3-SAT. Παρουσιάζουμε τα κύρια πλεονεκτήματα των αλγορίθμων που επιλέγουν την επόμενη μεταβλητή για να αναθέσουν τιμή με βάση το βαθμό της, σε σχέση με τους προγενέστερους μωπικούς αλγορίθμους.

0.2.14 Conference version: A. Kaporis, C. Makris, S. Sioutas, A. Tsakalidis, K. Tsuchias and C. Zaroliagis. “Dynamic Interpolation Search Revisited.” 33rd International Colloquium on Automata, Languages and Programming (ICALP '06), July 9 - 16, 2006 S. Servolo, Venice - Italy.

Η εργασία αυτή επιτυγχάνει πιθανοτική ανάλυση της μεθόδου Interpolation Search αναζήτησης δεδομένων σε κατανομές όπου τα στοιχεία προς αποθήκευση έχουν μετρήσιμη πιθανότητα επανάληψης εισόδου στην δομή. Από το 1957 που προτάθηκε η μέθοδος από τον W.W Peterson όλες οι πιθανοτικές αναλύσεις περιορίζονται μόνο σε συνεχείς κατανομές όπου τα προς αποθήκευση στοιχεία έχουν μηδενική πιθανότητα επανάληψης εισόδου στη δομή. Το ερευνητικό ενδιαφέρον αυτής της επέκτασης των κατανομών εισόδου το μαρτυρεί το μεγάλο πλήθος εργασιών που επικεντρώνουν στις αρνητικές συνέπειες των επαναλήψεων στοιχείων στην ταχύτητα της μεθόδου παρεμβολής, δείτε και την Εισαγωγή στην εργασία μας.

Στη προηγούμενη αντίστοιχη εργασία (ESA '03) η δενδρική δομή που σχεδιάσαμε βασιζόταν στη δενδρική δομή των Anderson & Matson (ICALP '92), η οποία, με τη σειρά της, είναι γενίκευση και βελτίωση της δομής των Mehlhorn & Tsakalidis (ICALP '85, JACM '92).

Ένα χαρακτηριστικό, κοινό σε όλες τις παραπάνω εργασίες, είναι ότι σε κάθε κόμβο του δέντρου, η απόφαση προς ποιο υπο-δέντρο θα συνεχιστεί η αναζήτηση λαμβανόταν με χρήση δύο arrays τη REP και ID. Σε κάθε κόμβο του δέντρου, η χρησιμότητα της REP είναι στην αποθήκευση των αντιστοιχών αντιπροσώπων (reps) των υποφακέλων που περιέχουν αποθηκευμένα κλειδιά που ανήκουν στο υποδέντρο του κόμβου. Αντίστοιχα, η ID λειτουργεί σαν μια “μεζούρα” με τις διαβαθμίσεις της να χωρίζουν σε ίσα τμήματα το αντίστοιχο διάστημα των πραγματικών αριθμών που ανήκουν όλα τα αποθηκευμένα κλειδιά του υπο-δέντρου του εκάστοτε κόμβου.

Στην παρούσα εργασία απλοποιούμε τις υπάρχουσες δενδρικές δομές, αφενός μεν, καταργώντας την REP, αφετέρου δε, ανάγοντας την ID ανά κόμβο σε ένα απλό σύστημα κελιών.

Όλες προηγούμενες δομές αναζήτησης που βασιζόταν στο μέθοδο Interpolation είχαν αναλυθεί πιθανοτικά μόνο για την περίπτωση που τα προς αποθήκευση κλειδιά ακολουθούν μια οποιαδήποτε συνεχή κατανομή. Εκτεταμένα πειραματικά αποτελέσματα από μεγάλο πλήθος ερευνητών, από την εποχή του πατέρα της μεθόδου Peterson, είχαν κάνει φανερό ότι η μέθοδος Interpolation είχε μειωμένη απόδοση σε διακριτές κατανομές με μετρήσιμη πιθανότητα επαναλήψεως κλειδιών προς αποθήκευση.

Στην εργασία αυτή καταδεικνύουμε ότι η κατανομή των κλειδιών που είναι αποθηκευμένα σε ένα υπο-δέντρο δοσμένου κόμβου επηρεάζεται κρίσιμα από την γνώση της array REP. Η κατανομή που προκύπτει δεν έχει της απαιτούμενες ιδιότητες που εξασφαλίζουν γρήγορο χρόνο αναζήτησης.

Η νέα δομή που προτείνουμε απαιτεί σχεδόν βέβαια $O(\log \log n)$ χρόνο αναζήτησης (προγενέστερα αποτελέσματα αφορούσαν αναμενόμενο χρόνο αναζήτησης) και για διακριτές κατανομές κλειδιών με μετρήσιμη πιθανότητα επαναλήψεως στοιχείων προς αποθήκευση. Διότι αποφεύγει να κρατά πληροφορία για τις στατιστικές ιδιότητες των αποθηκευμένων στοιχείων (π.χ. όπως η REP array) και, με αυτό τον τρόπο δεν αλλοιώνει την κατανομή των στοιχείων ανά υπο-δέντρο.

Ένα άλλο σημαντικό σημείο είναι ότι η δομή αυτή επιτυγχάνει σχεδόν πάντα $O(\log \log n)$ χρόνο αναζήτησης και για κατανομές λέξεων που συναντάμε σε γραπτά κείμενα (π.χ. Power Law).

Τέλος για υπερσύνολο των αντίστοιχων κατανομών που οι υπάρχουσες δομές επιτυγχάνουν $o(\log \log n)$ αναμενόμενο χρόνο αναζήτησης, η προτεινόμενη δομή απαιτεί σχεδόν βέβαια $O(1)$ χρόνο αναζήτησης.

- 0.2.15 Conference version: A.C. Kaporis and P.G. Spirakis. “*The price of Optimum in Stackelberg games on arbitrary networks and latency functions.*” 18th ACM Symposium on Parallelism in Algorithms and Architectures (S-PAA '06), Cambridge, MA, USA
 Invited lemma: *Algorithms for the Price of Optimum in Stackelberg Games* (2005; Kaporis, Spirakis). The Encyclopedia of Algorithms, Springer
 Journal version: Theoretical Computer Science (2008), doi:10.1016/j.tcs.2008.11.

Το αποτέλεσμα που περιγράφουμε σε αυτή την ενότητα αποτελεί προσκεκλημένο λήμμα στην **Encyclopedia of Algorithms**: <http://refworks.springer.com/algorithms>

Φανταστείτε ένα σύστημα M αποτελούμενο από m παράλληλες μηχανές ή σύνολο καλωδίων του διαδυσκτίου, όπου άπειρος αριθμός από ανεξάρτητους, λογικούς και εγωιστές χρήστες προσπαθεί να δρομολογήσει ένα απειροστό κομμάτι του συνολικού φόρτου r .

Το σύστημα περιέρχεται σε μια χαρακτηριστική κατάσταση λειτουργίας που ονομάζεται Nash Ισορροπία. Η κατάσταση αυτή γενικά έχει χειρότερο κόστος δρομολόγησης από την Βέλτιστη δρομολόγηση του φόρτου r στο σύστημα M .

Στην αρκετά γνωστή εργασία τους “Worst Case Equilibria” οι Koutsoupias & Papadimitriou πρότειναν μια μοντελοποίηση της συμπεριφοράς των χρηστών του διαδικτύου και μελέτησαν το τίμημα χρονικού κόστους στη Nash ισορροπία σε σχέση με το βέλτιστο κόστος του συστήματος. Πρότειναν το

$$\text{ΤΙΜΗΜΑ ΤΗΣ ΑΝΑΡΧΙΑΣ} = \frac{\text{κόστος (χειρότερης) Nash ισορροπίας}}{\text{κόστος βέλτιστης ανάθεσης φόρτου}} \quad (1)$$

ως ένα “φυσικό” μέτρο των αρνητικών επιπτώσεων του εγωισμού των παικτών. Για γενικής μορφής συναρτήσεις καθυστέρησης, όπως οι πολυωνυμικές, το τίμημα της αναρχίας (1) μπορεί να είναι μη φραγμένο άνω, με καταστροφικές συνέπειες για τη χρήση του δικτύου.

Ένας Αρχηγός μπορεί να μειώσει το ΤΙΜΗΜΑ ΤΗΣ ΑΝΑΡΧΙΑΣ, αν παίζει πρώτος, αναθέτοντας με σοφία ένα ποσοστό α του συνολικού φόρτου εργασιών r σε κατάλληλα επιλεγμένες μηχανές. Στην συνέχεια παίζουν οι χρήστες τον υπόλοιπο $(1 - \alpha)r$ φόρτο εγωιστικά στις πιο γρήγορες μηχανές. Το παραπάνω ασύμμετρο παίγνιο ορίζει ένα στιγμιότυπο του ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΚΑΤΑ STACKELBERG (M, r, α) , $0 \leq \alpha \leq 1$.

Στην εργασία Stackelberg Scheduling Strategies (STOC '01) ο Roughgarden αποδεικνύει ότι το πρόβλημα της εύρεσης της ανάθεσης του αr φόρτου του Αρχηγού ώστε το σύστημα να οδηγηθεί στο ελάχιστο δυνατό κόστος είναι σκληρό στην κλάση NP (Πρόβλημα εύρεσης Βέλτιστης Στρατηγικής Αρχηγού). Πιο συγκεκριμένα, ο Roughgarden ανάγει το NP-hard Πρόβλημα 1/3 – 2/3 Partition στο Πρόβλημα Δρομολόγησης Εργασιών κατά Stackelberg (M, r, α) , $0 \leq \alpha \leq 1$.

Αποδεικνύουμε, το αρχικά ανέλπιστο αποτέλεσμα, ότι σε πολυωνυμικό χρόνο μπορούμε να υπολογίσουμε αλγοριθμικά το ελάχιστο φόρτο που πρέπει να διαχειριστεί ο Αρχηγός ώστε να πετύχει την βέλτιστη στρατηγική καθώς και αυτή την βέλτιστη στρατηγική. Το αποτέλεσμα ισχύει για οποιοδήποτε δίκτυο και για οποιοδήποτε κατηγορία συναρτήσεων καθυστέρησης. Υπολογίζουμε μια οριακή τιμή ποσοστού φόρτου b_M του Αρχηγού, που επιδρά στη πολυπλοκότητα του προβλήματος με δραματικό τρόπο. Όταν ο συνολικός φόρτος εργασιών είναι r , έχουμε τα εξής:

- Αν το ποσοστό α του Αρχηγού είναι $\alpha < b_M$ τότε το Πρόβλημα εύρεσης Βέλτιστης Στρατηγικής Αρχηγού $(M, r, \alpha < b_M)$ παραμένει Σκληρό στη κλάση NP.
- Αντίστοιχα, αν $\alpha \geq b_M$ τότε το πρόβλημα εύρεσης Βέλτιστης Στρατηγικής Αρχηγού $(M, r, \alpha \geq b_M)$ ανήκει στην κλάση P.

(s, t)-δίκτυα με παράλληλες ακμές. Η απόδειξη βασίζεται στην ανάλυση του απλού αλγόριθμου Or-Top. Ο OrTop λειτουργεί σε επιμέρους κύκλους εργασιών. Σε κάθε κύκλο (i) βρίσκει της μηχανές (καλώδια) που δεν είναι επιθυμητά προς ανάθεση φόρτου από τους εγωιστές χρήστες (ii) αναθέτει με απολυταρχικό τρόπο

το φορτίο που θα είχαν στην βέλτιστη ανάθεση φόρτου σε όλο το σύστημα (iii) απομακρύνει αυτά τα καλώδια από το σύστημα.

Στην εργασία *Achieving Network Optimal using Stackelberg Scheduling Strategies* οι Lazar, Orda, Korilis παρουσιάζουν το αρνητικό αποτέλεσμα ότι δεν είναι δυνατόν να οδηγηθεί το σύστημα στο βέλτιστο κόστος για συναρτήσεις καθυστέρησης τύπου $M/M/1$ για κάποιες τιμές του φόρτου που διαθέτει ο Αρχηγός. Η εργασία μας επικεντρώνει στις αναγκαίες συνθήκες ώστε να είναι δυνατή η επίτευξη του βέλτιστου κόστους από τον Αρχηγό ακόμα και για τις $M/M/1$ συναρτήσεις καθυστέρησης. Επίσης φανερώνει ότι για ιδιαίτερα ανταγωνιστικά συστήματα μηχανών (όπου το τίμημα της αναρχίας είναι ιδιαίτερα υψηλό) το κρίσιμο ποσοστό β_M που απαιτεί ο Αρχηγός ώστε να επιτύχει το βέλτιστο κόστος είναι ιδιαίτερα χαμηλό.

(s, t)-δίκτυα με οποιαδήποτε μορφή. Το παραπάνω αποτέλεσμα ισχύει για οποιοδήποτε δίκτυο (και όχι μόνο για απλά δίκτυα με παράλληλες ακμές) δρομολόγησης εργασιών από συγκεκριμένη αφετηρία s προς προορισμό t και οτιδήποτε συναρτήσεις καθυστέρησης.

Ένα σημείο που πρέπει να προσέξουμε είναι ότι σε γενικά δίκτυα δεν υπάρχει αντίστοιχη στρατηγική αρχηγού εγγυημένης απόδοσης, όπως συμβαίνει στα απλά με τις παράλληλες ακμές. Συγκεκριμένα, στα δίκτυα με παράλληλες ακμές στην εργασία *Stackelberg Scheduling Strategies* ο Roughgarden έχει αποδείξει ότι η απόδοση της στρατηγικής του Αρχηγού είναι εγγυημένα $\leq 4/(3 + \alpha) \times \text{ΒΕΛΤΙΣΤΟ ΚΟΣΤΟΣ}$ για γραμμικές συναρτήσεις καθυστέρησης (ενώ $\leq 1/\alpha \times \text{ΒΕΛΤΙΣΤΟ ΚΟΣΤΟΣ}$ για γενικότερες συναρτήσεις καθυστέρησης). Σε γενικότερα δίκτυα, όμως, δεν ισχύει κάποιο αντίστοιχο άνω φράγμα. Πιο αναλυτικά, στην Proposition B.3.1 του Διδακτορικού του αποδεικνύει ότι υπάρχει γράφημα G και φόρτος r ώστε στο Stackelberg στιγμαίτυπο (G, r, α) καμία στρατηγική Αρχηγού, παροχετεύοντας ποσοστό α , να μην πετυχαίνει κόστος $\leq \frac{1}{\alpha} \times \text{ΒΕΛΤΙΣΤΟ ΚΟΣΤΟΣ}$.

Ένα άλλο σημαντικό σημείο είναι ότι σε εξαιρετικά ανταγωνιστικά δίκτυα, όπως αυτά με πολυωνυμικές συναρτήσεις καθυστέρησης, το ΤΙΜΗΜΑ ΤΗΣ ΑΝΑΡΧΙΑΣ στην Σχέση (1) είναι μη φραγμένο άνω. Όμως, σε αυτά τα ανταγωνιστικά δίκτυα, στα στιγμαίτυπα $(M, r, \alpha \geq b_M)$ η Σχέση (1) γίνεται ακριβώς 1.

Τέλος, σε εξαιρετικά ανταγωνιστικά δίκτυα το ελάχιστο ποσοστό β_M φόρτου εργασιών που πρέπει να δαπανήσει ο Αρχηγός έχουμε παρατηρήσει ότι είναι ιδιαίτερα μικρό. Μια διαπισθητική εξήγηση είναι η εξής: σε αυτά τα δίκτυα υπάρχουν λίγα ταχύτατα μονοπάτια που προσελκύουν σχεδόν όλους τους χρήστες. Τα υπόλοιπα μονοπάτια έχουν ελάχιστη κυκλοφορία. Στην βέλτιστη ανάθεση της συνολικής κυκλοφορίας είναι μικρές οι αλλαγές στη κυκλοφορία που πρέπει να επιβάλει ο Αρχηγός σε αυτά τα δύσβατα μονοπάτια (ακριβώς επειδή είναι αργά και η βέλτιστη ανάθεση φόρτου δεν τους δίνει πολύ φορτίο). Επικεντρώνει την προσοχή του περισσότερο στην ρύθμιση της κυκλοφορίας μεταξύ των πλέον επιθυμητών διαδρομών μη δαπανώντας επιπλέον φόρτο.

Βιβλιογραφικές αναφορές για την εργασία αυτή:

1. Po-An Chen, David Kempe. *Altruism, Selfishness, and Spite in Traffic Routing*. In Proc. of Electronic Commerce (EC '08), Chicago, IL
2. D. Fotakis. *Stackelberg Strategies for Atomic Congestion Games*. In Proc. of 15th Annual European Symposium (Algorithms - ESA 2007), Eilat, Israel, October 8-10, 2007.
3. D. Fotakis and P. G. Spirakis. *Cost-Balancing Tolls for Atomic Network Congestion Games*. In Proc. of 3rd International Workshop on Internet and Network Economics (WINE '07), San Diego, CA, USA, December 12-14, 2007,
4. S. Fischer, H. Racke, B. Vocking. *Fast Convergence to Wardrop Equilibria by Adaptive Sampling Methods*. Proceedings of 38th ACM Symposium on Theory of Computing (STOC '06) Washington, USA May 21-23, 2006.
5. M. Hoefer A.Skopalik. *Altruism in Congestion Games*. In arxiv.org. Also in CoRR abs/0807.2011
6. Martin Hoefer, Lars Olbrich, and Alexander Skopalik. *Taxing Subnetworks*. In Proc. of 4th International Workshop on Internet and Network Economics (WINE '08)

7. T. Roughgarden, *Selfish Routing and the Price of Anarchy*. OPTIMA, 2006
8. T. Roughgarden: *Selfish Routing And The Price Of Anarchy*. MIT Press. ISBN: 0262182432.
9. B. Vocking. *Learning Wardrop Equilibria*. Workshop on Algorithmic Graph Theory. MATHEMATISCHES FORSCHUNGSINSTITUT OBERWOLFACH. Organizers: Artur Czumaaj, Friedhelm Meyer auf der Heide, Klaus Jansen, Ingo Schiermeyer. 12-18th February, 2006. Report 7/2006
10. C. Swamy. *The Effectiveness of Stackelberg Strategies and Tolls for Network Congestion Games*. In Proc. ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms (SODA '07).
11. M. Mavronicolas. *Eight open problems in distributed computing*. The Distributed Computing Column. Bulletin of the EATCS, 90, 109-126, October 2006.
12. J.R. Correa and N.E. Stier-Moses. *Stackelberg Routing in Atomic Network Games*. INFORMS Annual Meeting, Seattle, WA, Nov 2007.
13. M. Mavronicolas, V. Papadopoulou and P. Spirakis. *Algorithmic Game Theory and Applications*. Wiley, 2006.
14. Y. Sharma and D. Williamson. *Stackelberg Thresholds in Network Routing Games or The Value of Altruism*. In Proc. 8th ACM conference on Electronic Commerce, 2007, San Diego.
15. Vincenzo Bonifaci, Tobias Harks, and Guido Schäfer. *Efficiency of Stackelberg routing with nonatomic followers in general networks*. TR (2007) TU-Berlin.
16. Vincenzo Bonifaci, Tobias Harks, and Guido Schäfer. *The impact of Stackelberg routing in general networks*. In Proc. of 4th International Workshop On Internet And Network Economics (WINE 2008), Shanghai, China, LNCS.
17. G. Karakostas and S. G. Kolliopoulos. *Stackelberg strategies for selfish routing in general multicommodity networks*. Algorithmica.

0.2.16 Conference version: A.C. Kaporis, L.M. Kirousis, E.C. Stavropoulos. “Approximating almost all instances of Max Cut within a ratio above the Hastad threshold.” 14th Annual European Symposium on Algorithms (ESA '06), 11-13 September 2006, ETH Zürich, Zürich, Switzerland.

Το πρόβλημα της εύρεσης της μέγιστης διαμέρισης τυχαίων γραφημάτων Max Cut είναι από τα πλέον γνωστά στη Θεωρία Γραφημάτων. Δίνεται ένα τυχαίο γράφημα $G = (V, E)$ με n κορυφές και m ακμές. Ζητείται μια διαμέριση $OPT = (V_1, V_2)$ του συνόλου κορυφών V τέτοια ώστε να επιτυγχάνει το μέγιστο πλήθος $mOPT(G)$ διασχίζουσων ακμών. Δηλαδή ακμών που συνδέουν ζεύγη κορυφών σε διαφορετικά μέρη της διαμέρισης $OPT = (V_1, V_2)$. Γενικότερα, στο Max k-Cut, ζητείται διαμέριση του V σε k υποσύνολα, $k \geq 2$.

Παραθέτουμε μια (μικρή) αναδρομή στα υπάρχοντα αποτελέσματα. Το πρόβλημα της εύρεσης της μέγιστης διαμέρισης είναι Σκληρό στην Κλάση NP. Υπάρχουν σημαντικά αποτελέσματα με α -προσεγγιστικούς αλγόριθμους. Θα λέμε ότι ένας αλγόριθμος A επιτυγχάνει α -προσέγγιση της βέλτιστης διαμέρισης $OPT(G)$ αν για οποιοδήποτε γράφημα G μας επιστρέφει μια διαμέριση $X = (V_1, V_2)$ του συνόλου V με πλήθος $mX(G)$ διασχίζουσων ακμών ώστε:

$$\frac{mX(G)}{mOPT(G)} \geq \alpha$$

δηλαδή, τουλάχιστον α -ποσοστό του βέλτιστου πλήθους διασχίζουσων ακμών.

Σε ένα διάσημο αποτέλεσμα οι Goeman, Williamson το '95 (Journal of the ACM) απόδειξαν ότι ένας τυχαιοποιημένος (randomized) αλγόριθμος σε οποιοδήποτε γράφημα κατά μέσο όρο επιτυγχάνει προσεγγιστική λύση με λόγο

$$\alpha_{GW} = 0.87856$$

Τα χρόνια που πέρασαν έγινε μεγάλη, μα ανεπιτυχής, προσπάθεια βελτίωσης του λόγου α_{GW} . Πρόσφατα, είχαμε το αρνητικό αποτέλεσμα Optimal Inapproximability Results for Max-Cut and Other 2-Variable CSPs των Khot, Kindler, Mossel, O'Donnell (FOCS '04). Η εργασία αυτή αποδεικνύει ότι αν είναι αληθής η Unique Games εικασία του Khot τότε ο αλγόριθμος των Goeman, Williamson είναι βέλτιστος (είναι πρόβλημα Σκληρό στην Κλάση NP η προσέγγιση του Max Cut με λόγο μεγαλύτερου του α_{GW}). Το αποτέλεσμα αυτό συνηγορεί θεωρητικά στην διαπιστωμένη δυσκολία βελτίωσης του λόγου α_{GW} .

Σε μια κλασσική εργασία του Hastad υπολογίζονται άνω φράγματα για τον αντίστοιχο βέλτιστο λόγο προσέγγισης καθενός από μια σειρά σημαντικών NP Σκληρών προβλημάτων. Εκεί το αντίστοιχο άνω φράγμα για το Max Cut είναι

$$\alpha_H = 16/17 > 0.9411$$

Αυτό αποδεικνύει ότι δεν υπάρχει ντετερμινιστικός αλγόριθμος που να πετυχαίνει προσεγγιστικό λόγο $> \alpha_H = 0.9411$.

Τα τελευταία χρόνια παρατηρούμε μεγάλη ερευνητική δραστηριότητα στη μελέτη της *Τυπικής συμπεριφοράς* συνδυαστικών ιδιοτήτων για προβλήματα Πλήρη στην Κλάση NP. Διαισθητικά, υποθέτουμε ότι τα στιγμιότυπα γεννιούνται με τυχαίο τρόπο υπό μια “φυσιολογική” κατανομή ή “μοντέλο” γέννησης τυχαίων στιγμιότυπων. Μας ενδιαφέρει η μελέτη μιας συνδυαστικής ιδιότητας σε *σχεδόν όλα* τα στιγμιότυπα που γεννάει το μοντέλο. Ένα κλασσικό και πολύ γνωστό μοντέλο για τυχαία γραφήματα είναι αυτό των Erdős, Rényi. Ενδιαφέρον παρουσιάζει ο σχεδιασμός α_0 -προσεγγιστικών αλγορίθμων ώστε σε σχεδόν όλα τα στιγμιότυπα να υπολογίζουν διαμέριση μεγέθους τουλάχιστον $\geq \alpha_0 \times$ (βέλτιστο μέγεθος). Η κύρια μεθοδολογία προς αυτή την κατεύθυνση είναι ο υπολογισμός όσο το δυνατών καλύτερων άνω και κάτω φραγμάτων για τη βέλτιστη διαμέριση σε σχεδόν όλα τα τυχαία στιγμιότυπα. Τότε ο προσεγγιστικός λόγος α_0 θα είναι τουλάχιστον η μικρότερη τιμή που μπορεί να λάβουν οι αντίστοιχοι λόγοι:

$$\alpha_0 \geq \frac{\text{σχεδόν βέβαιο κάτω φράγμα}}{\text{σχεδόν βέβαιο άνω φράγμα}}$$

για όλα τα δυνατά τυχαία στιγμιότυπα.

Στην περίπτωση του Max Cut έχουν υπολογιστεί κάτω και άνω φράγματα για το μέγεθος της βέλτιστης διαμέρισης που είναι δυνατόν να εμφανιστεί σε σχεδόν όλα τα τυχαία στιγμιότυπα του προβλήματος. Προς αυτή την κατεύθυνση είχαμε μια σειρά σημαντικών αποτελεσμάτων. Ενδεικτικά αναφέρουμε τους Coppersmith, Gamarnik, Hajiaghayi, Sorkin στην εργασία τους Random MAX SAT, random MAX CUT, and their phase transitions (SODA '03 & Random Structures and Algorithms '03). Αμέσως μετά χρονικά οι Coja-Oghlan, Moore, Sanwalani στην εργασία MAX k-CUT and approximating the chromatic number of random graphs (ICALP '03) βελτιώνουν ορισμένα αλγοριθμικά αποτελέσματα για το κάτω φράγμα του μεγέθους της βέλτιστης διαμέρισης που παρατηρούμε σε σχεδόν όλα τα στιγμιότυπα του Max Cut.

Τα άνω αποτελέσματα, καθώς και όλα τα υπάρχοντα αποτελέσματα, δίνουν προσεγγιστικούς λόγους σημαντικά χειρότερους από τον αντίστοιχο $\alpha_{GW} = 0.87856$ των Goeman, Williamson.

Στην εργασία μας δείχνουμε ότι σχεδόν όλα τα τυχαία γραφήματα είναι δυνατόν να επιλυθούν προσεγγιστικά με λόγο

$$\alpha_0 = 0.952 > \alpha_H = 16/17 > \alpha_{GW} = 0.87856$$

Ο λόγος α_0 επιτυγχάνεται για σχεδόν όλα τα τυχαία γραφήματα και είναι καλύτερος αισθητά από τον αντίστοιχο $\alpha_{GW} = 0.87856$ των Goeman, Williamson (που είναι ο βέλτιστος αν αποδειχθεί η ορθότητα της εικασίας του Khot). Επίσης είναι καλύτερος και από τον αντίστοιχο $\alpha_H = 16/17$ του Hastad.

Πετύχαμε τον τυπικό προσεγγιστικό λόγο $\alpha_0 = 0.952$ αναλύοντας έναν νέο ισχυρό αλγόριθμο που βελτιώνει το κάτω φράγμα για το τυπικό (σχεδόν βέβαιο) μέγεθος μιας διαμέρισης. Με εφαρμογή της Πρώτης Ροπής σε ένα ειδικό τύπο διαμερίσεων, τις *μέγιστες διαμερίσεις*, πετύχαμε και βελτίωση του αντίστοιχου άνω φράγματος.

Ο αλγόριθμος δέχεται στην είσοδο ένα τυχαίο γράφημα με n κορυφές και m ακμές. Τοποθετεί με διαδοχικό τρόπο τη μία μετά την άλλη, και σύμφωνα με τα κριτήρια (i, ii) παρακάτω, κάθε κορυφή στο κατάλληλο (αριστερό ή δεξιό) μέρος της διαμέρισης $V = (V_1, V_2)$. Ο αλγόριθμος (i) εντοπίζει εκείνες τις κορυφές που εμφανίζουν τη μέγιστη απόκλιση (απόλυτη διαφορά του πλήθους) των γειτονικών κορυφών που ήδη έχουν τοποθετηθεί σε αντίθετα μέρη της διαμέρισης. Στην συνέχεια (ii) από αυτές τις κορυφές μέγιστης αποκλίσεως, επιλέγει τη κορυφή με το μικρότερο πλήθος γειτόνων που δεν έχουν τοποθετηθεί σε μέρη. Με τον κανόνα (i) προστίθεται

ο μέγιστος δυνατός νέος αριθμός διασχίζουσων ακμών στη διαμέριση ενώ ταυτόχρονα ελαχιστοποιείται το πλήθος των ακμών που δεν θα συμπεριληφθούν σε αυτήν (δηλαδή που τα δυο άκρα τους θα καταλήξουν στο ίδιο μέρος). Με τον κανόνα (ii) αναβάλλει το δυνατόν περισσότερο την τοποθέτηση κορυφών σε μέρος οι οποίες έχουν μεγάλο πλήθος μη τοποθετημένων γειτόνων. Ο λόγος που αποφεύγει αυτές τις κορυφές είναι ότι καθώς ο αλγόριθμος τοποθετεί κορυφές, είναι πολύ πιθανό για αυτές να αποκτήσουν μεγάλη απόκλιση στα αντίστοιχα πλήθη των διαφορετικά τοποθετημένων γειτόνων τους.

Ο αλγόριθμος σε μια προκαταρκτική φάση απλοποιεί το γράφημα της εισόδου σβήνοντας αναδρομικά όλες τις κορυφές βαθμού ≤ 1 καθώς και τις προσπίπτουσες ακμές τους. Αυτές οι κορυφές μπορούν όλες εύκολα να τοποθετηθούν στο Cut διότι αντιστοιχούν σε άκυκλα υπογραφήματα της εισόδου. Με αυτό το τρόπο λαμβάνουμε το 2-core του γραφήματος εισόδου.

Τέλος, βελτιώσαμε το σχεδόν βέβαιο άνω φράγμα για το Max Cut, εφαρμόζοντας ισχυρές τεχνικές που βασίζονται στην Μέθοδο της Πρώτης Ροπής. Διαισθητικά, προσπαθήσαμε να ελαττώσουμε την εντροπία των διαμερίσεων με ένα δοσμένο πλήθος z (μέγεθος) διασχίζουσων κορυφών.

Η ιδέα είναι να παρατηρήσουμε ότι από κάθε διαμέριση μεγέθους z προκύπτει διαμέριση μεγέθους $\geq z$ όπου: (i) κάθε κορυφή v έχει την πλειονότητα των γειτόνων της στο αντίθετο μέρος της διαμέρισης από το μέρος της κορυφής v , και όπου: (ii) όλες οι κορυφές άρτιου βαθμού είναι στο αριστερό (ή σε ένα συγκεκριμένο πάντα) μέρος της διαμέρισης. Ονομάσαμε αυτές τις διαμερίσεις ως μέγιστες. Η κρίσιμη παρατήρηση είναι ότι αν σχεδόν όλες οι μέγιστες διαμερίσεις έχουν μέγεθος $\leq z$ τότε και το μέγεθος σχεδόν όλων των απλών διαμερίσεων θα είναι $\leq z$. Εφαρμόζοντας τη μέθοδο της Πρώτης Ροπής στη τυχαία μεταβλητή που μετρά τις μέγιστες διαμερίσεις ενός τυχαίου γραφήματος G επιτύχαμε βελτίωση του άνω φράγματος για τη βέλτιστη διαμέριση.

Βιβλιογραφικές αναφορές για την εργασία αυτή:

1. G. Galbiati and F. Maffioli. *Approximating Maximum Cut with Limited Unbalance*. Approximation and Online Algorithms 4th International Workshop, (WAOA '06), Zurich, Switzerland, September
2. D.J. Grainger and K. Kaparis, *Strong Upper Bounds for Max-Cut Using Lifted Cover Inequalities*. Submitted.

0.2.17 Conference version: D. Fotakis, A.C. Kaporis and P. Spirakis. *Atomic congestion games: fast, myopic and concurrent*. 1st International Symposium on Algorithmic Game Theory (SAGT '08). April 30 - May 2, 2008, Paderborn, Germany.

Journal version: Invited paper to a special issue to journal *Theory of Computing Systems* (TOCS), dedicated to the SAGT'08 best papers

Στην εργασία αυτή υπολογίζουμε τον αναμενόμενο χρόνο που απαιτεί ένα Παίγνιο Συμφόρησης (Congestion Game) να φθάσει σε σχεδόν-ισορροπία κατά Nash όταν n εγωιστές παίκτες επιλέγουν παράλληλα, με τοπικά κριτήρια και με κατανεμημένο τρόπο στρατηγικές, δηλαδή υποσύνολα από ένα σύνολο m διαθέσιμων Πόρων (Resources). Η αξία του αποτελέσματος γίνεται φανερή από τα παρακάτω.

Τα κλασικά αποτελέσματα αποδεικνύουν σύγκλιση σε Nash ισορροπία με χρήση κατάλληλης συναρτήσεως δυναμικού (potential function) που το ελάχιστο της αντιστοιχεί σε Nash ισορροπία. Η σύγκλιση επιτυγχάνεται δείχνοντας ότι η συνάρτηση δυναμικού φθίνει μονότονα όταν οι παίκτες παίζουν διαδοχικά ένας-ένας, βελτιώνοντας έκαστος την τρέχουσα στρατηγική του.

Αυτή η υπόθεση, όπου οι παίκτες δρουν διαδοχικά, είναι μη ρεαλιστική. Στην πράξη οι αλληλεπιδράσεις ανταγωνιστικών οντοτήτων γίνεται με τρόπο παράλληλο όπου ένας απεριόριστος αριθμός οντοτήτων αποφασίζει ταυτόχρονα να ανανεώσει τις τρέχουσες στρατηγικές του. Αυτός ο άναρχος τρόπος ταυτόχρονης αλληλεπίδρασης έχει ως αρνητικό αποτέλεσμα ότι το παίγνιο είναι δυνατόν να αποκλίνει από οποιαδήποτε Nash ισορροπία. Τέτοια φαινόμενα απόκλισης είναι αρκετά έντονα όταν υπάρχουν πόροι όπου το κόστος χρήσεως τους αυξάνει απότομα ως προς το πλήθος των χρηστών τους.

Βιβλιογραφικές αναφορές για την εργασία αυτή:

1. H. Ackermann, P. Berenbrink, S. Fischer, M. Hoefer. *Concurrent Imitation Dynamics in Congestion Games*. In arXiv.org>cs>arXiv:0808.2081
2. S. Fischer, P. Mahonen, M. Schongens, and B. Vocking. *Load Balancing for Dynamic Spectrum Assignment with Local Information for Secondary Users*. In Proc of 3rd IEEE Symposium on: New Frontiers in Dynamic Spectrum Access Networks (DySPAN 2008).

0.2.18 Conference version: Dimitris Kalles, Alexis C. Kaporis, Paul G. Spirakis: Myopic Distributed Protocols for Singleton and Independent-Resource Congestion Games. 7th International Workshop, WEA 2008, Provincetown, MA, USA, May 30-June 1, 2008, Proceedings. Lecture Notes in Computer Science 5038 Springer 2008.

Στην εργασία αυτή υπολογίζουμε πειραματικά τον αναμενόμενο χρόνο που απαιτεί ένα Παίγνιο Συμφόρησης (Congestion Game) να φθάσει σε σχεδόν-ισορροπία κατά Nash όταν n εγωιστές παίκτες επιλέγουν παράλληλα, με τοπικά κριτήρια και με κατανομημένο τρόπο στρατηγικές, δηλαδή υποσύνολα από ένα σύνολο m διαθέσιμων Πόρων (Resources). Η αξία του αποτελέσματος γίνεται φανερή από τα παρακάτω.

Τα κλασσικά αποτελέσματα αποδεικνύουν σύγκλιση σε Nash ισορροπία με χρήση κατάλληλης συναρτήσεως δυναμικού (potential function) που το ελάχιστο της αντιστοιχεί σε Nash ισορροπία. Η σύγκλιση επιτυγχάνεται δείχνοντας ότι η συνάρτηση δυναμικού φθίνει μονότονα όταν οι παίκτες παίζουν διαδοχικά ένας-ένας, βελτιώνοντας έκαστος την τρέχουσα στρατηγική του.

Αυτή η υπόθεση, όπου οι παίκτες δρουν διαδοχικά, είναι μη ρεαλιστική. Στην πράξη οι αλληλεπιδράσεις ανταγωνιστικών οντοτήτων γίνεται με τρόπο παράλληλο όπου ένας απεριόριστος αριθμός οντοτήτων αποφασίζει ταυτόχρονα να ανανεώσει τις τρέχουσες στρατηγικές του. Αυτός ο άναρχος τρόπος ταυτόχρονης αλληλεπίδρασης έχει ως αρνητικό αποτέλεσμα ότι το παίγνιο είναι δυνατόν να αποκλίνει από οποιαδήποτε Nash ισορροπία. Τέτοια φαινόμενα απόκλισης είναι αρκετά έντονα όταν υπάρχουν πόροι όπου το κόστος χρήσεως τους αυξάνει απότομα ως προς το πλήθος των χρηστών τους.

Σύνολο αναφορών: 160+