

סמינר באלגוריתמים מקוונים

הצעת סמינר לתואר שני במדעי המחשב

לאה אפשטיין

מרץ 2007

תוכן העניינים

עמ'	
2	1. מאפיינים
2	2. הנושא
2	3. מטרת הסמינר
3	4. רקע להצעה
3	5. ביבליוגרפיה

1. מאפיינים

שם הסמינר: סמינר באלגוריתמים מקוונים.

תחום: מדעי המחשב;

רמה: תואר שני.

נקודות זכות: 3.

ידע מוקדם נדרש: הקורס אלגוריתמים (20417) או קורס דומה לו.

קהל היעד: סטודנטים לתואר שני במדעי המחשב או סטודנטים לתואר ראשון (באישור מיוחד).

פיתוח ואחריות אקדמית: ד"ר לאה אפשטיין.

2. הנושא

הסמינר עסוק באלגוריתמים מקוונים וניתוח תחרותי שלהם. אלגוריתם מקוון אינו מקבל את כל הקלט שלו מראש אלא תוך כדי הריצה. אלגוריתם כזה צריך לבצע החלטות בתנאי חוסר ודאות. ניתוח של אלגוריתם מסוג זה נקרא ניתוח תחרותי והוא נעשה בהשוואה לאלגוריתם offline אופטימלי אשר מכיר את כל הקלט. המדד להצלחת האלגוריתם נקרא יחס תחרותיות.

בעיות רבות שאנו נתקלים בהן במציאות הן בעיות מקוונות, ניתן לומר שבאופן כללי, כמעט כל החלטה שאנו מבצעים בחיינו היא החלטה מקוונת. ברכישת דירה, אין אנו יודעים מה יהיו שערי ההמרה למטבע חוץ בזמן נתון בעתיד. בשכירת עובד, אין אנו יודעים אם בהמשך היה מגיע מועמד טוב יותר לתפקיד. וניתן למצוא דוגמאות נוספות רבות ומגוונות.

הסמינר יעסוק בבעיות קלאסיות אשר יש להן חשיבות בסביבה מקוונת, למשל בעיות הקשורות למערכות הפעלה, בהן הצרכים משתנים מרגע לרגע, והדרישות מגיעות בזמנים שונים. דוגמאות לבעיות כאלו הן **איזון עומסים** (בין מעבדים שונים של אותו מחשב, או בין מסלולים שונים של רשתות תקשורת), **תזמון** (של משימות שיש לבצע במערכת), **דפדוף** (תחלופת דפי זיכרון ביחידת הזיכרון המהירה של המחשב).

3. מטרת הסמינר

הסמינר מקנה דרך חשיבה חדשה לניתוח אלגוריתמים לא דרך זמן הריצה שלהם אלא דרך ניתוח תחרותי. האלגוריתמים מנותחים ניתוח תיאורטי אך רבים מהם מיושמים למשל במערכות הפעלה וברשתות אופטיות. הסטודנט יתמחה בנושא מסוים דרך קריאה מפורטת של מאמר ובו מוצגת בעיה מקוונת ואלגוריתמים לפתרונה. אלגוריתמים אלו מנותחים ניתוח תחרותי. כמו כן ניתנים ברוב המאמרים חסמים תחתונים על התחרותיות של אלגוריתמים לבעיה הנדונה בהם.

היכרות עם מספר בעיות מקוונות יאפשרו פיתוח חשיבה המתאימה לבעיות כאלו, אלגוריתמים מקוונים הם דינאמיים וערוכים לשניונים יותר מאלגוריתם המקבל את כל הקלט לפני תחילת פעולתו, ולכן תכנונם מצריך דרך חשיבה שונה מתכנון אלגוריתם כפי שנלמד בקורסים הקודמים.

4. רקע להצעה

כיום לא מוצע סמינר בנושא הזה. יש קשר בין הסמינר לאלגוריתמי קירוב, שכן המדד "יחס תחרותיות" דומה למדד "יחס קירוב" המשמש כמדד לאיכות אלגוריתם מקורב. ניתן לראות אלגוריתם מקוון כאלגוריתם מקורב העובד בצורה מקוונת. יחד עם זאת, אך הקורס המוצע בנושא מתמקד בנושאים שאינם מקוונים ולא קיים כמעט מחקר על אלגוריתמים מקוונים לבעיות אלו (רוב הבעיות המוצגות בקורס הנ"ל הן קשות כבר כבעיות offline רגילות).

יש לציין שסמינר דומה הועבר על-ידי כותבת הצעה זו באוניברסיטת תל-אביב (בשנים 2000-2002) ובמכללה האקדמית של תל-אביב יפו (בשנה האקדמית 2004-2005). לסמינר כזה יש בדרך כלל הצלחה בקרב הסטודנטים שכן כל מאמר עומד בפני עצמו, וניתן להבינו היטב ולהפיק את מירב התועלת מקריאתו. המאמרים הינם תיאורטיים ויש להשקיע זמן ומאמץ על-מנת להביןם, אך זוהי אינה השקעה בלתי אפשרית, ורוב ההרצאות שניתנו על-ידי סטודנטים שלמדו את הסמינר היו טובות מאוד. בנושא המוצע קיימים מאמרים רבים עליהם ניתן להעביר הרצאות ברורות ומעניינות, ולא דווקא טכניות בלבד. המאמרים המוצעים נבחרו על בסיס התכונות האלו.

הקשר בין המאמרים השונים בסמינר: אם הסמינר יילמד במסגרת קבוצתית, היכרות עם מאמרים נוספים בתחום תאפשר ראייה כוללת יותר של סוגי הבעיות השונות שנעשה להן ניתוח תחרותי, והיכרות עם שיטות מגוונות לתכנון אלגוריתמים וניתוחם.

7. ביבליוגרפיה

היצע המאמרים העומד בפני הסטודנט יורכב ממאמרים במספר נושאים. להלן רשימת מאמרים לדוגמה בכל אחד מתחומים אלו. במידת הצורך ניתן להוסיף מאמרים נוספים אם הביקוש לאחד התחומים יהיה גדול מהביקוש לתחומים האחרים.

א. בעיות דפדוף (Paging).

[1] J. Boyar, L M. Favrholdt and K S. Larsen, *The relative worst order ratio applied to paging*, Proc. of the 16th Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms (SODA2005), pages 718-727, 2005.

[2] T. Feder, R. Motwani, R. Panigrahy, S. S. Seiden, R. van Stee and A Zhu, *Combining request scheduling with web caching*, Theoretical Computer Science, volume 324(2-3), pages 201-218, 2004

[3] M. Brehob, R. J. Enbody, E. Torng and S. Wagner, *On-line restricted caching*, Journal of Scheduling, volume 6(2), pages 149-166, 2003.

ב. בעיות צביעה ובעיות אריזה (Packing and Coloring).

- [4] S. O. Krumke, W. de Paepe, J. Rambau and L. Stougie, *Online bin coloring*, Proc. of the 9th Annual European Symposium on Algorithms (ESA2001), Springer LNCS 2161, pages 74-85. 2001.
- [5] H. Shachnai and T. Tamir, *Tight bounds for online class-constrained packing*, Theoretical Computer Science, volume 321(1), pages 103-123, 2004.
- [6] L. M. Favrholt and M. N. Nielsen, *On-Line edge-coloring with a fixed number of colors*, Algorithmica, volume 35(2), pages 176-191, 2003.
- [7] Cs. Imreh, *Online strip packing with modifiable boxes*, Operations Research Letters, volume 29(2), pages 79-85, 2001.
- [8] K. Iwama and S. Taketomi, *Removable online knapsack problems*, Proc. of the 29th International Colloquium on Automata, Languages and Programming (ICALP2002), Springer LNCS 2380, pages 293-305, 2002.

ג. בעיות תזמון ואיזון עומסים (Scheduling and load balancing).

- [9] Y. Azar, O. Regev. *On-line Bin-Stretching* Theoretical Computer Science, volume 268(1), pages 17-41, 2001.
- [10] C. Imreh. *Scheduling Problems on Two Sets of Identical Machines*, Computing, volume 70(4), pages 277-294, 2003
- [11] H. Raecke, C. Sohler and M. Westermann, *Online scheduling for sorting buffers*, Proc. of the 10th Annual European Symposium on Algorithms (ESA2002), Springer LNCS 2461, pages 820-832, 2002.
- [12] M. Englert and M. Westermann, *Lower and upper bounds on FIFO buffer management in QoS switches*, Proc. of the 14th Annual European Symposium on Algorithms (ESA2006), Springer LNCS 4168, pages 352-363. 2006.

ד. בעיות מקוונות אחרות (למשל בעיות חיפוש).

- [13] S. O. Krumke, N. Megow and T. Vredeveld, *How to Whack Moles*, Theoretical Computer Science, volume 361(2-3), pages 329-341, 2006.
- [14] A. Bar-Noy and Y. Mansour, *Competitive on-line paging strategies for mobile users under delay constraints*, Proc. of the 23rd Annual ACM Symposium on Principles of Distributed Computing (PODC2004), pages 256-265, 2004