

From "Captain Internet", January 19 1999, By Dafna Lewy Yanovitz,
Title: "The secret language of ants",
Sub Title: In order to build smarter Internet search engines
scientists at the Technion are studying the communication
techniques of ants

השפה הסודית של הנמלים

דפנה לוי-ינוביץ

קפטן אינטרנט, הארץ 19.1.1999

באף אחת ממעבדות המחקר של הפקולטה למדעי המחשב בטכניון לא ניתן למצוא מושבת נמלים, ואיש מהחוקרים לא מבלה את זמנו בתצפיות על קנים בחצר, אך נמלים הן שהיוו את ההשראה למחקר חדש שהסתיים שם לאחרונה, שיישומיו אמורים לסייע בבנייתם של רובוטים יעילים, ולפשט ולקצר את משך הזמן שלוקח למנועי חיפוש לסרוק את האינטרנט.

הסיבה המרכזית שבזכותה משכו הנמלים את תשומת לבם של שלושה חוקרים - פרופ' אלפרד ברוקשטיין, פרופ' מיכה לינדנבאום והדוקטורנט ישראל וגנר - היתה יכולתם המופלאה לדווח זו לזו על מהלכיהן בעולם ולבצע מטלות מורכבות מאוד ביחד. כישוריהם אלה מעניינים במיוחד לנוכח העובדה שלנמלה אין לכאורה אפשרות לדווח לחברותיה על מעשיה, ואפילו לא ראייה רחבה מספיק, כך שנמלה קטנה ובודדה כלל אינה מודעת לכך שמעשיה מסייעים להשלמת תוכנית אב גרנדיוזית, ושביתחם עם חברותיה לקן היא שותפה לפעילות יעילה במערכת מורכבת מאוד.

"האינטרנט הוא מקום רחב מאוד, שאין לו מפה ואין לו אפילו מבנה קבוע", מסביר ברוקשטיין. "כדי לסרוק אותו ביעילות ולדעת שאנחנו מכסים אגב כך את כל השטח צריך להסתכל על הנמלים, ולראות איך הן, באמצעותיהן הדלים, עושות דברים כאלה".

האמצעים הדלים האלה, מסתבר, כוללים זיכרון קלוש למדי, מבנה פשוט והתנהגות לא מורכבת, אבל גם יתרון אחד גדול: "הנמלים, כמו חרקים מסוימים, משתמשות בפרומונים, חומרים כימיים שהן משאירות כעקבות בכל מקום שבו הן עוברות", מסביר ברוקשטיין. "הנמלה הבאה המזדמנת למקום יודעת לקרוא את המסר שצפון בפרומון הזה, ומקבלת ממנו נתונים על מהלכיה של הנמלה הקודמת, על המקומות שבהם היא היתה ועל הכיוון שאליו הלכה".

פרומונים ממוחשבים

התחליף הממוחשב לפרומונים הוא סוג של קובץ, שבו מאוחסן מידע חיוני, ושמנוע החיפוש או הנציגים הפשוטים והמהירים הנשלחים מטעמו אל אתרים שונים, ישאירו שם - לנוחיותם של נציגים נוספים, שיידעו לאן לא להיכנס, איפה כבר נמצא מידע, ובאיזה כיוון טרם נשלח נציג כמותם. "הנמלים בונות מסלולים מאוד ישרים ויעילים", מסביר וגנר, "האינטראקציה הקולקטיבית שלהם עושה אופטימיזציה של המסלול שבו הן הולכות לחפש מזון, למשל. אוסף של ישויות פשוטות מאוד מספרות זו לזו על תנאי הסביבה, יודעות לזהות האחת את קרבת האחרת ויודעות מה לעשות כשהן נפגשות. אלה בדיקת התכונות הנדרשות מרובוט כדי לבצע משימה ביעילות, וממנוע חיפוש - כדי לתפקד במהירות ובפשטות".

וגנר השקיע בפיתוח הרעיון ארבע שנים של עבודה על הדוקטורט שלו. במהלך השנים הללו ביצעו שלושה סדרה של פרויקטים, שניסו לנתח מערכות מורכבות ולהציע דרכי חקירה פשוטות שלהן. "כשרובוט אמור לבצע מטלה, כמו נגיד לכסח מדשאה", מסביר לינדנבאום, "יש לו כמה אפשרויות לעשות זאת. הדרך הבטוחה ביותר תהיה לתת לרובוט מפה מדויקת ומפורטת מאוד של השטח, וללמד אותו איך לכסח בו כל מילימטר. זה כמובן ייקח המון זמן, ויש לזה מגרעות רבות: הרובוט לא יידע מה לעשות אם ייקרה בדרכו מכשול לא צפוי. "דרך שנייה - המקובלת כיום בהפעלתם של רובוטים בכל מיני מטלות מסוג כזה - היא לתת לרובוט מורכב וחכם לעשות את העבודה ולנוע בשטח באופן אקראי. התוצאה יכולה להיות טובה מאוד, אבל הרובוט יכול גם לדלג על אזורים מסוימים, לבזבז זמן על גישה חוזרת לאותם אזורים וכדומה. אנחנו מציעים תחליף: במקום רובוט אחד מורכב, נשחרר לשטח כמה רובוטים קטנים, מהירים, פחות מתוחכמים - ורק נלמד אותם להשאיר מידע שאותו יוכלו הרובוטים האחרים בשטח לזהות, וניתן להם להסתדר בינם לבין עצמם".

כמו קבצנים בימי הביניים

לינדנבאום מצביע על כך שמעקב אחרי רובוטים כאלה מלמד שהם לא רק מבצעים את העבודה טוב יותר, הם גם יודעים להתמודד עם מצבים בלתי צפויים. רובוט ש"מת" או עוזב את השטח אינו משבש את העבודה, כי אחיו הרובוטים מכסים באופן אוטומטי את החלקה שהוא אמור היה לפעול בה, מזהים אזור שטרם כוסה או כוסת, ומשלימים את החסר. "ההשוואה לאינטרנט ממש מתבקשת", אומר לינדנבאום. "מדובר בשטח עצום, מורכב, שאין לנו ולא תהיה לנו עבורו מפה, ושכל הזמן מתרחשים בו שינויים: אתרים קמים ונסגרים, שרתים עולים ויורדים וכדומה".

"מנועי החיפוש הקיימים כיום", מסביר וגנר, "מחפשים למעשה בתוך מאגר מידע שלהם עצמם, שאת רובו מקטלגים אנשים. גם במקרה של מאגר כמו אלטה ויסטה, המקוטלג על ידי תוכנה, החיפוש לא נעשה בזמן אמת, כי באמצעים הקיימים היום חיפוש כזה ייקח זמן ארוך באופן בלתי סביר. זאת הסיבה שמנוע כזה מחזיר תשובות חלקיות בלבד, לא מעודכנות ולא מייצגות את כל הרשת, שלעתים קרובות עלולות לא לכלול בדיוק את המידע שאנחנו מחפשים. הרעיון שלנו - להשאיר אותות בכל אתר שבמהלכו עובר המנוע תוך כדי חיפוש - מקצר את זמני החיפוש באופן משמעותי, ומאפשר לחשוב על חיפוש בזמן אמת כעל אפשרות ריאלית".

איך יכול מנוע חיפוש להשאיר עקבות או קבצים או מספרי רישום באתרים שאליהם הוא נכנס? האם הם לא מוגנים מפני כניסות כאלה?

וגנר: "בכל מערכת הפעלה של שרת יש זיכרון זמני, הפתוח לציבור ומאפשר כניסה שאינה פולשנית. אנחנו מקווים לשכנע ווב-מאסטרים לאפשר להשאיר מידע במקום הזה".

ברוקשטיין: "אבי סיפר לי שברומניה בימי הביניים היתה מקובלת שפה סודית של סימנים בין הקבצנים. הם נהגו לחרוט סימנים במשקופי הדלתות בבתים השונים, כדי שהקבצן הבא יידע אם פה יש אנשים רגישים, מלאי חמלה, קשוחים, קמצנים או נדיבים. אנחנו מנסים לעשות את אותו דבר לאינטרנט".