

תנאי הסביבה, יודעות לזהות האחת את קרכת האחרת וירודות מה לעשות כשהן נפגשות. אלה בדיקת התכוונת הדרשות מורכbat כדי לבצע משמה ביעילות, וממנוע חיפוש – כדי לתפרק ב מהירות ובפשטות".

וגנור השקייע בפיתוח הרעיון ארבע שנים של עבודה על הדוקטרט של, במהלך השנים הללו ביצעו השלשה סדרה של פרויקטים, שניטו לנוכח מערכות מרכבות להציג דרכי חקירה פשוטות שלן. "כשrobot אמר לבצע מטלה, כמו נגיד לכשם מדשאה", מסביר לנידנברג, "יש לו כמה אפשרויות לעשות זאת. הרדר הבטוחה ביתר תהיה לתת לרובוט מפה מוריקת ומפורת מאוד של השטה, וללמוד אותו איך לכசה בו כל מיילט. זה כמובן יקחzman זמן, ויש לו מגענות רבota: הרובוט לא יידע מה לעשות אם יקרה ברכבו מכשול לא צפוי.

"דרך שנייה – המקובל ביותר כולם בהפעלתם של רובוטים מכל מיני מטלות מסווג כוה – היא לתת לרובוט מרכיב וחקם לעשות את העבודה ולזנוח בשטח באופן אקריא. התוצאה יכולה להיות טובה מאוד, אבל הרובוט יכול גם לדלג על אוזרים מסוימים, לבוכו ומן על גישה חזרות לאותם אוזרים וכדומה. אנחנו מציעים תחליף: במקום רובוט אחד מרכיב, נשחרר לשטה כמה רובוטים קטנים, מהירות, פחות מתחממים – ורק נלמד אותם להשריד מידע שהוא הורוכטים האחרים בשיטה להזנת, וניתן להם להסתדר בין לבין עצם".

כמו קבוצת בימי הביניים

ליינדנברג מצביע על כך שמדובר לאחרי רובוטים כאלה מלמד שם לא רק מבצעים את העבודה טוב יותר, הם גם יודעים להתמודד עם מבנים בלתי צפויים. רובוט ש"מת" או עוזב את השטה אינו משਬש את העבודה, כי אכן הרובוטים מכיסים באופן אוטומטי את החלקה שהוא אומר היה להפעלה בבה, ומהווים אוור שטרםcosa או כוסה, ומשלים את החסר. "זה השואה לאינטראקט מושבשת", אומר לנידנברג. "מדוכר בשיטה עצום, מרכיב, שאין לנו ולא תהיה לנו עכורו. מפה, ושכל הזמן מתרחשים בו شيئاוים". "מנועי החיפוש הקיימים כולם", מסביר וגנור, "מחפשים למשה בתוך מאגר מידע שלהם עצם, שאת רוכב מקטליים אנסים. גם במקרה של מאגר כמו אלה ויסטה, המקטולג על ידי תוכנה, החיפוש לא עשה בזמנו את, כי במאגרים הקיימים היום החיפוש כוה ייקח וכן אורך באופן סביר. ואת הסיבה שהמנוע כוה מהויר תשבות החלקות בלבד, לא מעודכנות ולא מיצגות את כל הרשות, שלאיתים קרובות עלולות לא לכלול בבדיקה את המידע שאנחנו מחפשים. הרעיון שלנו – להשאיר אותן בכל אתר שבמכלול עובר המנייע תוך כדי חיפוש – מזכיר את זמני החיפוש באופן משמעותי, ומאפשר לחשב על חיפוש בזמן אמיתי, בעוד אוניברסיטת ריאלית". אין יכול מנועי החיפוש להשאיר עקבות או קבועים או מספררי רישום באתרים שאலיהם הוא נכנס? האם הם לא מוגנים מפני בניווט באלה?

וגנור: "בכל מערכת הפעלה של שרת יש ייכרנו זמני, המאפשר כניסה לא פולשנית. אנחנו מוכאים לשכנע ובו-MASTERים לאפשר להשאיר מידע במקום הזה". ברוקשטיין: "אבי סיפר לי שברומניה בימי הביניים הייתה מקובלת שפה סודית של סימנים בין הקבצנים. הם נהגו להרוט סימנים במשמעות הדלותות כתמים השונים, כדי שהקבצן הבא יידע אם זה יש אנשים, מלא חמלת, קשותים, קמצנים או נוראים. אנחנו מנסים לעשות את אותו דבר לאינטרנט".



אלוןיד ברוקשטיין עסידון

השפה הסודית של הנמלים

מדעני בטכניון מצאים את דרכי התקשרות של נמלים כדי לבנות מנועי חיפוש חכמים

רפנה לויינוביץ

כף אחת מעבדות המחקר של הפוקולטה למדעי המחשב בטכניון לא ניתן למצוא

מושבת נמלים, ואיש מהחוקרים לא מבלה את זמנו בתוצאות על קנים בחוץ, אך

נמלים הן שהיוו את ההשראה למחקר חדש שהשתווים שם לאחרונה, שיישומיו אמורים

לסייע בבנייתם של רובוטים ייעילים, ולפשט ולקזר את משך הזמן שלוקח

למנועי חיפוש לסרוק את האינטרנט. הסיבה המרכזית שבזכותה משלכו

הנמלים את תשומת לבם של שלושה חוקרים – פרופ' אלפרד ברוקשטיין, פרופ'

מייכה לנידנברג והדוקטורנט ישראאל גנרג

– היה יכולתם המופלאה לזרוח זו לו על מהליכיהם בעולם ולבצע מטלות

מורכבות מאוד כיצד. כישורייהם אלה מעוניינים במיוחד לנוכח העובדה שלנמליה אין לכורה אפשרות לדוחה לחבותיה על מעשה, ואפילו לא ראייה רחבה מספק,

כך שנמלת קטנה ובורדה כל אלה

מודעת לכך שמשמעותם מסיעים להשלמת

תוכנית אב גנדיות, ושביר עד

חברותיה لكن היא שותפה לפעילויות י Uhila

במערכת מורכבת מאוד.

"האינטרנט הוא מקום רחב מאוד, שאין

לו מה ואין לו אפילו מבנה קבוע",

מסביר ברוקשטיין. "כדי לסרוק אותו

ביעילות ולדעת שאחנו מכם אגב כך

פרומזין ממוחשבים

התחליף הממוחשב לפורמוניים הוא סוג של קובי, שבו מוחון מידע חינוי, ושמנוו החיפוש או הנציגים הפוטוטים והמהירים הנשלחים מטעמו אל אחרים שונים, ישairo שם – לנוחותם של נציגים נוספים, שיידעו לא להיכנס, אפילו בכח נמצא מידע, ובאייה כיוון טרם נשלח נציג כמותם. "הנמלים בונות מסלולים מאוד ישרים ויעילים", מסביר גנרג, "האינטרנט אקציה הוקלטויות שלהם עשויה אופטימיזציה של המסלול שבו הוא הולכות להיפש מזון, למשל. אוסף של ישות פשוטות מאוד מספרות זו לו על

The secret language of ants

In order to build smarter Internet search engines, scientists at the Technion are studying the communication techniques of ants

By Dafna Lewy-Yanovitz

There are no ant farms in the Computer Science faculty of the Technion, nor do faculty members stake out colonies in the yard, but ants, nonetheless, were the inspiration behind a recently-completed study. The applications of this study will contribute to the construction of more efficient robots and more sophisticated Internet search engines.

The ants' astounding ability to communicate with each other from a distance and their ability to carry out extremely complex tasks were the characteristics which first caught the attention of the research team of Prof. Alfred Bruckstein, Prof. Michael Lindenbaum and doctoral student Yisrael Wenger. The trio was fascinated by the fact that despite being unaware that their individual actions help to carry out the grand plan, ants are an efficient part of a highly complex system.

"The Internet is an ever-changing, ever-evolving place; there are no maps, no fixed formats," says Prof. Bruckstein. "To effectively search the Internet and to be sure that we are covering the whole area, we must look and see how ants, with their limited resources, do it."

These limited resources include such disadvantages as a relatively short memory, a simple anatomy and uncomplicated behavior patterns. But ants do have one great advantage: "Ants, like certain other insects, leave traces of pheromones wherever they go. The next ant to pass along would be able to decipher the message encoded in the chemical and receive information about the previous ant's actions, where it had been and in which direction it continued."

The computerized version of a pheromone is a file containing vital information, left by the search



Prof. Alfred Bruckstein with his answer to more efficient Internet search engines, ants.

engine's speedy advance messengers, which would indicate where one of its predecessors had already collected the information and where to find the virgin territory.

"Ants build very straight and efficient routes," says Wenger. "Their collective interaction optimizes the route they take to look for food, for example. Ants live in colonies of extremely elementary creatures, yet they know how to tell each other about their environment, they know when there are other ants nearby and they know what to do when they bump into each other. These are exactly the characteristics needed by a robot to carry out a task ef-

fectively—and by a search engine to quickly and efficiently find data."

Wenger has dedicated the four years of his doctoral studies to developing the concept. Over the years, the three researchers have carried out several projects, attempting to crack the complex structure.

"When a robot is given a task—mowing the lawn, say—it has several possibilities," says Prof. Lindenbaum. "One way would be to provide the robot with a detailed map of the area and teach it to cut the lawn inch by inch. That would take forever, and has other disadvantages, too: the robot won't know what to do if it bumps into

an unexpected obstacle. Another way, the accepted system today, is to build a complex and intelligent robot, capable of cutting the lawn, and to let it wander around randomly. The results can be very good, but the robot could miss a part of the lawn or could waste time mowing a specific area twice."

"We are proposing a third option: Instead of one complex robot, we'll use several smaller, faster, less sophisticated robots. All we needed to do was to teach them to leave information in their wake that the other robots can interpret—and then we leave them to their own devices."

Lindenbaum points out that ob-

serving such robots proves that they not only carry out the work better, they also know how to deal with sudden disturbances. A robot which 'dies,' or leaves the area, does not trouble the others, who know how to cover the territory it was due to cover, and can recognize an area which has not yet been searched.

"The comparison with the Internet is obvious," says Lindenbaum. "It is a huge and complex area that will always remain impossible to map out. It is always changing: sites are opened and closed, servers go up and down."

"Today's search engines are really only searching their own data banks," says Wenger. "No matter how big that data bank is, a search engine never searches the Internet in real time: that would take an impossibly long time. That's why a search engine only returns partial results which may not be current and are certainly not representative of the entire Internet. Our idea is to leave signals in every site through which the engine passes during its searches. That would significantly shorten the time of each search, bringing the possibility of a real-time search closer to becoming a reality."

So how can a search engine leave traces of itself, whether as a file or a registry entry in the site? Aren't most sites protected from this sort of exposure?

Wenger explains: "Each server has a temporary memory which is open to public use, allowing non-intrusive access. We hope to convince webmasters to allow us to leave our data there."

"My father told me that in medieval Romania, the beggars had a secret sign language. They used to scratch signs in the various doors they visited, so that the next beggar would know whether the householder was generous or not. That's what we're trying to do with the Internet," says Bruckstein.