



מחשבים יכולים לסייע לנו למצוא דביבונים ויצורים חיים אחרים

Gracielle Teixeira Higino*, Norma Forero, Francis Banville, Gabriel Dansereau | Timothée Poisot

המעבדה לאקולוגיה כמותית וחשובית, המחלקה למדעי הביולוגיה, אוניברסיטת מונטריאול, מונטריאול, קוויבק, קנדה

סוקרים צעירים

DARIO
גיל: 14



LEONIE
גיל: 13



VALERIE
גיל: 13



כדי להגן על סביבתנו, ראשית עלינו לדעת היכן נמצאים חיות וצמחים. האם הם חבוים ביער? האם הם מצויים ליד ערים? אם כן, אילו יערות או אילו ערים? טיולים בכל רחבי העולם במטרה לאתר היכן נמצאים דברים חיים, עשויה להיראות מרגשת בתחילה. אולם, בטווח הארוך, היא עשויה להיות קצת מעייפת. לשמחתנו, איננו צריכים לחקור כל פינה בכדור הארץ כדי לדעת היכן ניתן למצוא חיות וצמחים. במקום זאת, מדענים משתמשים במחשבים כדי להסיק היכן מינים מסוימים עשויים להיות. במאמר זה, נתאר כיצד ניתן למצוא היכן דביבונים חיים, באמצעות מתן הוראות מיוחדות למחשב. כדי לעשות זאת, אנו נדרשים רק לכמה תצפיות על דביבונים; לתנאים הסביבתיים שבהם הם זהו ולערכת הוראות שבהן נוכל להזין את המחשב שלנו.

מציאת צמחים וחיות

האם אי פעם שמתם לב כיצד, בעת טיול למקום רחוק, אתם מפסיקים לראות מינים מסוימים של חיות שאתם בדרך כלל פוגשים ליד ביתכם? או שכאשר ביולוגית המשדרת בטלוויזיה נוסעת למקום שרחוק מאוד ממקום מגורכם, היא מציגה מינים רבים של ציפורים, יונקים

וצמחים שאף פעם לא ראיתם קודם? כיצד אנו יודעים היכן ביכולתנו למצוא את החיות והצמחים האלה?

אנו יכולים לנסות לחקור כל פינה בכדור הארץ, ולערוך רשימה של כל היצורים החיים שנמצאים בכל מקום בעולם. מדענים נהגו להבין את הטבע באמצעות עריכת תצפיות כאלה. שוטטות זו ברחבי העולם כדי לדגום כל דבר, הייתה כרוכה בעבודה רבה. כיום, אנו עדיין מעוניינים לדעת היכן היצורים החיים נמצאים. אולם, אקולוגים של ימינו יכולים להשתמש במחשבים כדי לענות על השאלות האלה בלי שיצטרכו לעזוב את מעבדותיהם ולצאת אל השטח, ואתם יכולים לסייע להם לעשות זאת!

דביבונים

דְּמִינוּ שאתם רוצים לדעת כמה רחוק עליכם ללכת מביתכם כדי למצוא דביבון (רְקוּן). ראשית, אתם צריכים לקבל מעט מידע על דביבונים, כמו למשל היכן הם חיים ומה הם אוהבים לאכול. לצורך כך, אתם מחפשים נתונים על אודותיהם.

עונת הרבייה של דביבונים מתרחשת בסביבות ינואר ונמשכת כחודשיים, ולאחריה הנקבה מולידה 4-6 גורים. לכן, כשאתם רואים קבוצת דביבונים, זו קרוב לוודאי משפחה שיוצאת להליכה. בגיל 10 חודשים, גורי הדביבונים יהיו עצמאיים, יצודו את מזונם בעצמם ויבחרו מקום חדש לחיות בו. חוקרים ביקשו לדעת כיצד דביבונים בוררים את מאורותיהם.

בילוגים גילו כי דביבונים בדרך כלל בוחרים אזור של יער שקרוב למקור מים, אך בעיקרון כל מקום שקט עם מזון ומים יכול לשמש עבורם כמאורה. ומה לגבי ארוחת ערב? הרגליים הקדמיות של דביבונים רגישות מאוד, ומספקות להם כלי שימושי לגילוי מה שנמצא בתפריט! חיות אלה ניזונות מדיאטה של אוכלי-כול, כלומר הן אוכלות צמחים, חרקים, צפרדעים, ביצים ומכרסמים כמו חולדות. עם דיאטה כל כך מגוונת, באפשרותם של דביבונים לנצל את בני האדם מאחר שגם אנו אוכלי-כול, והאנושות מבזבזת מזון רב. לכן, דביבונים יכולים להתענג בקלות על מה שאנו זורקים לזבל מְדִי יום!

כל המידע (דָאָטָה) הזה לגבי דביבונים מלמד אותנו רבות לגבי היכן מְרַב הסיכויים שנמצא אותם: באזורים שבהם ישנם עצים, מזון (אפילו זבל!) ומים, וככל הנראה נוכל למצוא יותר מהם יחד בתחילת השנה. מְחַשְׁבִים באים לעזרנו בסיוע לנתח את כל המידע וְלִאֶתֶר דביבונים, או כל מין אחר שאנו מתעניינים בו [1].

כיצד מחשבים יכולים לסייע לאקולוגים

כשאנו מבקשים ממחשב לסייע לנו למצוא דביבונים, ראשית עלינו לעדכן במחשב את מה שאנו כבר יודעים לגבי החיות האלה. זאת כדי שהמחשב ידע איזו סביבה צריכה להתקיים כך שדביבונים יחיו בה. לאחר מכן, באפשרותנו להציג למחשב סביבה שונה, והוא ידווח לנו מהי הסבירות שנמצא שם דביבונים, בהתבסס על מאפייני הסביבה הנתונה. כיצד המחשב מְבַצֵע זאת בפועל?

אקולוג (Ecologist)

מדען שחוקר מינים ואת האינטראקציות שלהם עם הסביבה.

אוכל-כול (Omnivorous)

בעל חיים שמסוגל לאכול הן צמחים הן חיות.

מידע (Data)

מידע מאורגן שיכול לְשַׁמֵּשׁ כדי לענות על שאלות מסוימות.

אלגוריתם (Algorithm)

הליך מסוים לפתרון בעיה
חישובית מוגדרת היטב.

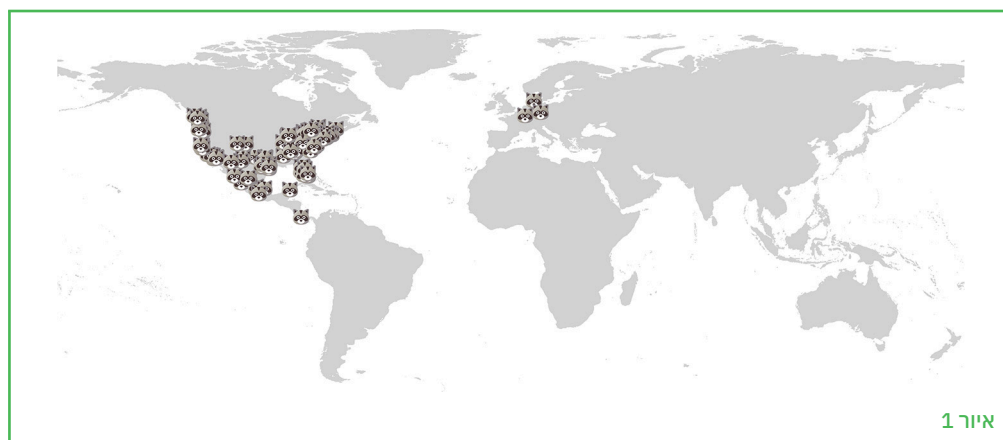
כדי לסייע לנו לזהות מקומות שבהם חיות מסוימות עשויות להיות, מחשב משתמש בכלי שנקרא אלגוריתם. זהו רצף פקודות שהמחשב עוקב אחריהן כדי להגיע לתשובה. מדי יום ביומו כולנו מקבלים החלטות באופן הדומה לזה שמשמש מחשבים. לדוגמה, לפני שאנו יוצאים מהבית, עלינו להחליט מה ללבוש. לצורך כך אנו אוספים מידע מסוים, כמו למשל אילו בגדים נקיים זמינים ואם יורד גשם או לא. השלב הבא הוא לשלול אפשרויות בהתבסס על המידע הזה, באמצעות רצף של הצהרות: אם יורד גשם, נלבש ז'קט וננעל מגפיים; אם לא יורד גשם, נלבש חולצה קצרה; היה יורד גשם אך הז'קט אינו נקי... נוכל ללבוש ז'קט מלוכלך, או להישאר בבית!

מחשבים יכולים ליישם את אותו ההיגיון עבור בעיית הדביבונים שלנו: אם הסביבה קרה או מושלגת מדי, או חמה ויבשה מדי, ככל הנראה לא יימצאו שם דביבונים. כך גם אם אין בסביבה מזון שהדביבונים יכולים לאכול. מצד שני אם ישנו יער שבו הטמפרטורה אינה קרה מדי או חמה מדי, ויש בו מספיק מים נקיים לשתיה, דביבונים עשויים להימצא חבויים היכן שהוא בעיר. אם ישנם עיר או כפר קרובים, עם שפע מזון שהם יכולים למצוא באשפה, דביבונים עשויים להימצא גם שם.

לאחר הרצת האלגוריתם, המחשב מציג קבוצת מספרים, שנקראת הסתברויות. מספרים אלה מתארים את הסיכוי לכך שמשוהו הוא נכון-במקרה זה, שניתן למצוא דביבונים בסביבה. לפי המידע שסיפקנו למחשב, הוא מחשב מספר, בין 0 ל-1, עבור כל מקום בעולם. אם המספר הזה נמוך, רוב הסיכויים שלא תוכלו למצוא באותו מקום דביבון. אך אם המספר הזה גבוה, דביבון עשוי להתחבא שם היכן שהוא [2]. אנו יכולים להשתמש במספרים האלה כדי ליצור מפות יפהפיות!

היכן דביבונים עשויים להיות

יצרנו מפה אחת כזו (איור 1) באמצעות שני סוגי מידע: המיקומים המדויקים שבהם דביבונים נצפו בעבר, בציון פרטי מיקומים אלה לרבות טמפרטורה; כמות המשקעים הכוללת ונוכחות של עצים, מים ואזורים עירוניים (כלומר היכן שנמצא אשפה)!



איור 1

מהמפה הזו, המחשב שלנו למד על המאפיינים של סביבת מחיה מתאימה עבור דביבונים. אחר כך ביקשנו מהמחשב לבחון אתרים בכל רחבי העולם ולהציג לנו מְהֵם הסיכויים שנוכל

איור 1

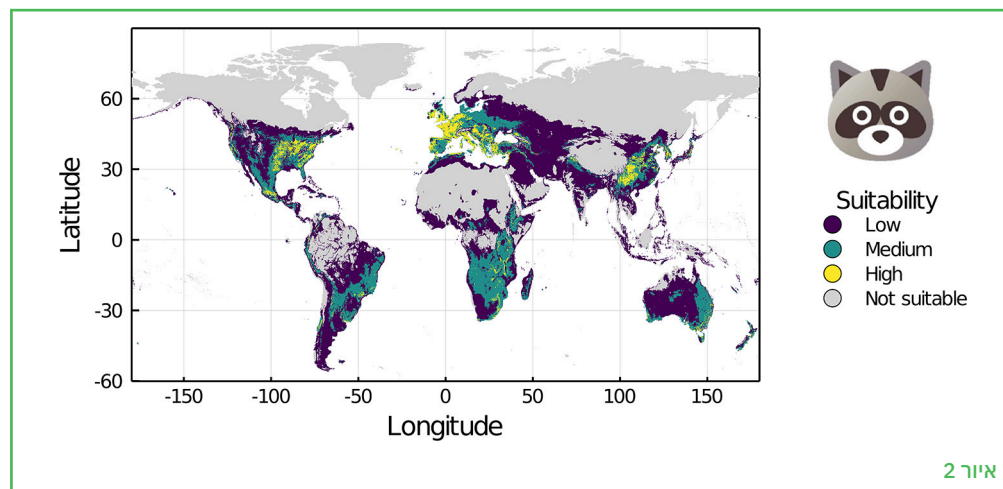
**מפה המציגה היכן ידוע
שדביבונים חיים כיום.** עבור כל נקודה במפה, אספנו מידע לגבי אלה: נוכחות של דביבונים; הטמפרטורה באותו המקום; כמות המשקעים הכוללת וכן נוכחות של עצים, מים ואזורים עירוניים. פרטים אלה על הסביבות שבהן דביבונים נמצאים, שימשו ליצירת אלגוריתם ממוחשב שיכול לחזות מיקומים אחרים בעלי סבירות להימצאות דביבונים (כפי שמוצג באיור 2). סמלון הדביבון עוצב על ידי Freepik.

הסתברות (Probability)

מדד מספרי של הסיכוי שאירוע מסוים יתרחש.

איור 2

מפה המציגה את הניחוש של המחשב לגבי היכן דביבונים עשויים לחיות. זאת בהתבסס על המאפיינים של כל סביבה. שימו לב לכך שהמחשב אינו יודע כי דביבונים אינם חיים בחצי הכדור הדרומי, ולכן חשוב שבני אדם יתקפו את התוצאות שמופקות על ידי אלגוריתמים במחשב!
Suitability = התאמה:
Low = נמוכה
Medium = בינונית
High = גבוהה
Not suitable = אין התאמה.



תוכלו לראות מהאיור שהמחשב סייע לנו למצוא להיכן אנו צריכים ללכת קודם אם ברצוננו למצוא דביבונים! אם למקום יש ערך גבוה, עלינו לגשת אליו קודם, מאחר שהסיכויים למצוא שם דביבונים גבוהים מאוד. לעיתים המחשב מציג מידע שלפיו עלינו ללכת למקומות שאנו כבר יודעים שאין בהם דביבונים, כמו למשל מיקומים בחצי הכדור הדרומי. לכן, חשוב שבני אדם יתקפו את תוצאות המחשב וישתמשו בהן רק כהדרכה לחיפושים שלנו. ביכולתנו לסייע למחשבים להימנע מביצוע טעויות כאלה. מאחר שהעולם משתנה, דביבונים יוסיפו לנוע כל הזמן ולהסתגל למקומות חדשים, מה שמעלה עוד יותר את ערכה של עבודת המחשב. מחשבים אפילו יכולים לסייע לנו לחזות היכן אנו עשויים למצוא דביבונים בעתיד הקרוב.

ניתן להשתמש במחשבים לחיפוש של כל יצור חי, לא רק דביבונים, ומחשבים אף יכולים לשמש לחיפוש דברים שאינם חיים. לדוגמה, אם אנו מבקשים לחפש סוג חיה אחרת שמתנהגת ממש כמו דביבונים, המפות שלנו יכולות להראות לנו היכן חי אופוסום! אופוסומים משתייכים למין אחר, אך כמו דביבונים, הם ניזונים מדיאטה של אוכלי-כול. כמו כן גם להם יש הֶרְגָלִים ליליים, והגורים נשארים עם אימותיהם במהלך החודשים הראשונים לחייהם.

כשחיות נעות למקומות חדשים

נשאלת השאלה, אם דביבונים ואופוסומים יכולים להסתגל בקלות לסוגי מקומות רבים, מדוע איננו יכולים למצוא אותם בכל המיקומים שמתאימים עבורם? סיבה אחת היא יכולתם להתפזר, שלעיתים קרובות מצריכה מְסָנָלוּת להתגבר על מכשולי הטבע, כמו למשל נהרות, הרים, או סביבות מחיה קשות. אפילו אם דביבון מצליח להתגבר על המכשולים האלה ולהתיישב במקום חדש, הוא נדרש להיות מסוגל להתרבות ולהתחיל חֶבְרוֹת חדשות, אך זה עשוי להיות קשה אם באזורים אלה אין דביבונים רבים נוספים [3]. מיני חיות נעים

לבתיים חדשים מסיבות רבות, ייתכן כי מאחר שהסביבה בבתייהם הישנים השתנתה, או כיוון שבני אדם משנים את התנאים במקומות חדשים, מה שמקל על החיות לעבור לשם [3]. מצד שני העובדה שמקום הוא נהדר לחיות בו, אינה סיבה מספקת לכך שנרצה לעבור לשם: מקומות אלה אינם טובים מספיק אם חברינו ומשפחתנו אינם נמצאים בהם. עבור החיות והצמחים שלנו המשמעות היא שאינם מוצאים באזורים החדשים חיות וצמחים אחרים שהם צריכים לתקשר איתם, כמו במצב שבו אין מאבקים עבור עץ פרי.

לעיתים, כאשר צמחים או חיות נעים למקום חדש שמכיל מינים שונים מאלה שהיו בביתם המקורי, צמחים או חיות חדשים אלה עלולים להוות עבורם בעיה גדולה. כשזה מתרחש, אנו מכנים אותם **מינים פולשים**. מינים כאלה עשויים להתרבות בעודף, לאכול יותר מדי מהמינים המקומיים, או לגרום למינים מקומיים להתרבות יתר. סוג המפוח שאנו יוצרים באמצעות מחשבים מסייע לנו להישאר מודעים למיקומים שאליהם מינים עשויים לנוע, ועלולים להפוך למינים פולשים [1]. אז, ביכולתנו לנסות למנוע ממינים פולשים להתבסס במיקומים האלה, במקרה הצורך, או אפילו להעבירם בזהירות למיקומים חדשים, אם הם עומדים להיכחד בבתייהם הישנים.

עכשיו התור שלכם!

כעת תורכם להיות מדענים! הסתכלו על **איור 2**, מצאו היכן אתם חיים ובדקו אם המפה מצביעה על כך שאמור להיות קל למצוא דביבונים שם. סיעו לנו לתקף את התחזיות של המחשב שלנו באמצעות אמות אם אכן ישנם דביבונים במקום שבו אנו חושבים שאמורים להיות! האם המפה מציגה כי עשויים להיות דביבונים שחיים באזור שלכם, אך אתם יודעים בוודאות שאין בו דביבונים?

בעזרתם של קוראים כמוכם, אנו יכולים לעבוד במטרה לשפר את האלגוריתמים הממוחשבים שלנו, כך שנוכל לחזות טוב יותר היכן מינים שונים של חיות וצמחים עשויים להימצא. כדי לעשות זאת, מדענים נדרשים לנתונים רבים, במיוחד כאלה שמלמדים אותם היכן מינים כבר נמצאים. דרך טובה לאסוף את הנתונים האלה היא באמצעות פלטפורמות של מדע קהילתי, כמו למשל eBird ו-iNaturalist, שבהן באפשרותו של כל אחד להוסיף רשומות של מינים שנצפו. לאחר מכן, מדענים יכולים להשתמש בנתונים אלה ובמחשביהם כדי להבין כיצד ביכולתנו להגן על מינים-לדוגמה, באמצעות יצירת מפות כמו אלה שיצרנו כאן המיידעות היכן המינים שלנו יכולים לשגשג, והיכן הם עלולים להיכחד. המשמעות היא שכולם-כולל אתם!-יכולים לסייע לנו להגן על הטבע על ידי צפייה במינים ושיתוף המידע הזה באופן מקוון.

תודות

המחברים מודים לכל החברים במעבדת Poisot עבור תרומתם לסיעור המוחות הראשוני שהוביל להגית המאמר. כתבנו את המאמר הזה על קרקע הממוקמת בתוך השטח המסורתי הבלתי מוסדר של האמות: Saint Lawrence Iroquoian, Anishinabewaki, Mohawk, Huron-Wendat ו-Omamiwininiwak.

מין פולש

(Invasive species)

מין שהוכנס לסביבה חדשה, והוא בעל השפעות מזיקות על אותה הסביבה.

מקורות

1. Louppe, V., Leroy, B., Herrel, A., and Veron, G. 2019. Current and future climatic regions favourable for a globally introduced wild carnivore, the raccoon *Procyon lotor*. *Sci. Rep.* 9:9174. doi: 10.1038/s41598-019-45713-y
2. Gomes, V. H. F., IJff, S. D., Raes, N., Amaral, I. L., Salomão, R. P., de Souza Coelho, L., et al. 2018. Species distribution modelling: contrasting presence-only models with plot abundance data. *Sci. Rep.* 8:1003. doi: 10.1038/s41598-017-18927-1
3. Prange, S., Gehrt, S. D., and Wiggers, E. P. 2004. Influences of anthropogenic resources on raccoon (*Procyon lotor*) movements and spatial distribution. *J. Mamm.* 85:483–90. doi: 10.1644/1383946

פורסם אונליין: 27 בנובמבר 2023

נערך על ידי: Didone Frigerio

מנחים מדעיים: Gudrun Gegendorfer

ציטוט: Higino GT, Forero N, Banville F, Dansereau G | Poisot T (2023) מחשבים יכולים לסייע לנו למצוא דביבונים ויצורים חיים אחרים. *Front. Young Minds.* doi: 10.3389/frym.2021.595275-he

תורגם והתאם מ: Higino GT, Forero N, Banville F, Dansereau G and Poisot T (2021) Computers Can Help us Find Raccoons and Other Living Creatures. *Front. Young Minds* 9:595275. doi: 10.3389/frym.2021.595275

הצהרת ניגוד אינטרסים: המחברים מצהירים כל המחקר נערך בהעדר קשר מסחרי או פיננסי שיכול להתפרש כניגוד אינטרסים פוטנציאלי.

זכויות יוצרים © 2021 © 2023. Higino, Forero, Banville, Dansereau | Poisot 2023. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). השימוש, ההפצה או ההעתקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחברים המקוריים ולבעל זכויות היוצרים, ושהפרסום המקורי בעיתון זה מצוטט בהתאם למקובל באקדמיה. השימוש, ההפצה או ההעתקה אינם מותרים אם הם אינם עומדים בתנאים אלה.

סוקרים צעירים

DARIO, גיל: 14

קוראים לי Dario, ואני גר בכפר קטן באוסטריה. הכפר טובל בטבע, לכן בזמני הפנוי אני אוהב לטייל בחוץ עם הכלבים שלי, או לטפס על עצים. שני הוריי הם ביולוגים במקצועם, לכן נכנסתי לתחום הביולוגיה בשלב די מוקדם.



**LEONIE, גיל: 13**

אני לומדת בכיתה ח בחטיבת ביניים באוסטרליה. התחביבים שלי הם התעמלות, ציור וקריאה. אני גם אוהבת להיפגש עם חבריי.

**VALERIE, גיל: 13**

אני תלמידת כיתה ח בחטיבת ביניים באוסטרליה. התחביבים שלי הם רכיבה על סוסים, החלקה על גלגליות וריקוד. יש לי חתול זקן מאוד, ובקרוב נאמץ כלב. אני גם אוהבת להיפגש עם חבריי ולהאזין למוזיקה.

הכותבים**GRACIELLE TEIXEIRA HIGINO**

Gracielle היא אקולוגית שמנסה להבין כיצד העולם פועל באמצעות יצירת מינים מזויפים בסביבות מלאכותיות, אך גם על ידי תרגום חלקים מהטבע למספרים. חלומותיה הם להבין מדוע מינים מפולגים באופן שבו אנו רואים אותם כיום, ולדבר צרפתית באופן שוטף. Gracielle אוהבת לקרוא, לבלות זמן בפארקים ולשחק במשחקי וידיאו שהיא מרכיבה בעצמה באמצעות ראספברי פאי (מחשב לוח קטן במיוחד). *graciellehigino@gmail.com

**NORMA FORERO**

Norma היא דוקטורנטית לביוכימיה באוניברסיטת מונטריאול. המחקר שלה מתמקד בהבנת הדינמיקה של מחלות המשפיעות על אנשים ועל חיות (הן חיות מבויתות הן חיות פרא), באמצעות מחשבים. זאת במטרה לנתח נתונים לגבי המקום שבו הם חיים, וכיצד הם מתקשרים.

**FRANCIS BANVILLE**

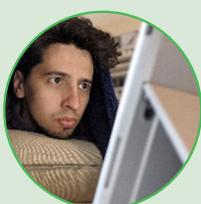
Francis הוא מעמד לדוקטורט בביוכימיה באוניברסיטת מונטריאול. המחקר שלו מתמקד באינטראקציות הרבות שמתקיימות בין מינים ברחבי העולם. ליתר דיוק, הוא משתמש במתמטיקה ובכלים חישוביים כדי לחזות כיצד מינים מתקשרים בסביבה נתונה. בזמנו הפנוי הוא נהנה לשחק משחקי לוח, ולרוץ ברחובות המושלגים של מונטריאול.

**GABRIEL DANSEREAU**

Gabriel הוא סטודנט לתואר שני בביוכימיה באוניברסיטת מונטריאול. תחומי העניין המחקריים שלו הם התפלגויות של מינים, כלומר היכן מינים נמצאים, ונקודות חמות של מגוון ביולוגי-מקומות מיוחדים שבהם אפשר למצוא מינים רבים; מינים מעטים; מינים נדירים או צירופים בלתי שגרתיים של מינים.

**TIMOTHÉE POISOT**

Timothée Poisot הוא אקולוג חישובי המתעניין בפתרון שאלות אקולוגיות באמצעות כלים ממדע



הנתונים, ממתמטיקה יישומית ומלמידת מכונה. המחקר שלו מתמקד בהבנת אינטראקציות בין מינים, ובחיזויין.

מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים
متحف العلوم على اسم بلومفيلد القدس
Bloomfield Science Museum Jerusalem



הוצאת פרונטירז מדע לצעירים ישראל
Hebrew version provided by



THE SAGOL NETWORK