

ניטור מבקרים בשטחים פתוחים – סקר ספרות

תוכן עניינים

2.....	מילון מושגים, מונחים וקיצורים
3.....	הקדמה: סקירת שיטות לניטור מבקרים
4.....	1. רישום בכניסה: ניטור על בסיס תשלום או דרך ורישום אחרת
4.....	2. תצפיות ישירות
4.....	סקרי מבקרים בשטחים פתוחים
5.....	ניטור מבקרים באמצעות ניתוח תמונה
5.....	חישה מרחוק
6.....	מצלמות וידאו
6.....	מונים לספירה עבור ניטור מבקרים
7.....	3. ניטור מבקרים על בסיס מקורות מידע
7.....	נתוני עתק מרשתות חברתיות
8.....	נתונים סלולריים
12.....	5. קונספט מחקרי: אזור בוחן- פארק כרמל
14.....	6. מסקנות
15.....	7. ביבליוגרפיה

מילון מושגים, מונחים וקיצורים

1. מכ"ם (מגלה כיוון מרחק): מערכת אלקטרונית לגילוי ומעקב אחר עצמים במרחב באמצעות שימוש בגלי רדיו.
2. ממ"ג (מערכות מידע גיאוגרפיות): מערכת מידע ממוחשבת המאפשרת ניהול, עדכון ושמירת נתונים גיאוגרפים משכבות מידע שונות.
3. סטריאוסקופיה: שיטת צילום וצפייה בתמונות אשר צולמו בגיאומטריה שמאפשרת יכולה מדידה בתלת ממד.
4. רזולוציה: כושר אבחנה בתמונה, רזולוציה מגדירה את היחס בין מרחק בין אובייקטים בתמונה לבין המרחק במציאות.
5. GPS (Global Positioning System): מערכת איכון עולמית אשר מאפשר למקם באופן מדויק אלמנטים במרחב.

הקדמה: סקירת שיטות לניטור מבקרים

הערכת מספר מבקרים בשמורות טבע וגנים לאומיים שלא בתשלום (להלן אתרים לא בתשלום או שטחים פתוחים), לצד הבנת דפוסי הפעילות וחווית הביקור שלהם באזורים אלו, הם מרכיבים קריטיים וחיוניים עבור מנהלים ומקבלי החלטות. ניתוח הפעילות האנושית באתרים לא בתשלום והבנת תבניות הביקור, יכולים להוביל להתאמת המרחב עבור המבקרים בפרמטרים רבים כגון: בטיחות, חווית ביקור, שמירה על משאבי טבע ועוד. אולם, השיטות והגישות המסורתיות הקיימות לניטור מבקרים באתרים לא בתשלום אינן מאפשרות מענה מספק על סוגיות אלו. שכן, גישות אלו מבוססות בעיקר על סקרים המבוצעים על ידי אנשים, שיטה אשר מחייבת משאבים רבים וכרוכה באופרציה מורכבת וארוכת טווח. בשנים האחרונות, כחלק מעלייה במספר המבקרים בשטחים פתוחים, עלה השימוש בטכנולוגיות לצורך ניטור מבקרים (Pickering et al., 2018). האמצעים הטכנולוגיים בהם נעשה שימוש הם: מוני דריכה, צילומי וידאו, ניתוח מיפוי ומערכות מידע גיאוגרפיות (להלן מ"ג), מידע מרשתות חברתיות, תצלומי לוויין ועוד. אלו, בצירוף לשיטה האנושית המסורתית, מאפשרים לייצר ניטור איכותי של שטחים פתוחים.

רשות הטבע והגנים עושה כיום שימוש במספר שיטות לניטור מספר המבקרים בשטחים אותם היא מנהלת. באתרים בתשלום נעשה ניטור באמצעות קופות התשלום בעמדות הכניסה ואמצעי זה עונה על צרכי הרשות. באתרים שלא בתשלום קיימים מונים שמוטמנים בקרקע ומופעלים בעת מעבר כלי רכב \ הולך רגל. פתרון זה אינו מספק מענה מספק ועל אחת כמה וכמה אינו מותאם לאזורים רחבי היקף הכוללים מספר כניסות. לכן, נכון לפתח פתרון ישים לניטור מבקרים באתרים שלא בתשלום תחת הבנת אילוצי גיאוגרפיה וטופוגרפיה וכן אילוצי עלויות וכוח אדם.

מטרת מסמך זה היא הצגת כלל הכלים הקיימים כיום לניטור שטחים פתוחים וסקירת היתרונות והחסרונות של כל כלי. המסמך אמור לשמש כתשתית שעליה יבנה מחקר פיילוט שייבחן הלכה למעשה את הכלים ואת השילוב המיטבי ביניהם.

ישנן ארבע שיטות מרכזיות לניטור מבקרים בשטחים פתוחים (Cessford & Muhar, 2003). ניתן להגדיר את השיטות באופן הבא:

1. **רישום בכניסה:** ניטור על בסיס תשלום או דרך רישום אחרת.
2. **תצפיות ישירות:** שיטות שמכילות אסטרטגיות לספירה ישירה ובקרה ויזואלית של מבקרים (Read et al., 2021). גישות כאלו כוללות: ספירת אנשים באמצעות מונים, סקרים, שאלונים ועוד. גישות אלה מדויקות, גמישות ומותאמות לצורך אך כרוכות בעלויות גבוהות ובמשאבים רבים, ועל כן לא ניתן ליישמן בצורה זהה אחידה בכל מקום (Cessford & Burns, 2008). קיימות גם שיטות אוטומטיות של תצפיות ישירות. בין אלו: חישה מרחוק וצילומי וידאו לאיסוף נתונים המאפשרים ניתוח פעילות של מבקרים.
3. **מונים לספירה** – שיטות הכוללות טכנולוגיות אשר יכולות לאפשר ספירת מבקרים ובחינה של תנועתם ללא פעולה אקטיבית (Read et al., 2021; Job et al., 2021). גישות אלו יכולות לכלול:

- 3.1. מונים מכניים: מונים המופעלים על ידי תנועה או הזזה של אובייקטים במרחב. המונים מזהים שינוי במשקל או בפעולה מכנית כמו תנועת שער המפעילים את המונה.

3.2. מוני לחץ: מונים המופעלים על ידי לחץ הנגרם מפעולת דריכה של משתמשים. מידע הנצרך בשיטה זו בדרך כלל נאגר בשטח ומועבר בשלב מאוחר יותר לעיבוד במשרד.

4. **מקורות מידע:** שימוש במקורות מידע לשם הערכת מספר המבקרים ופעילותם באמצעות מיצוי מידע ממקורות שונים כדוגמת: רשתות חברתיות ונתונים סלולריים.

בהמשך הסקירה יוצגו ארבע השיטות. עבור כל שיטה יוצג הסבר כללי המסכם מחקרים קודמים בתחום וכן יוצגו יתרונותיה ובחסרונותיה. לאחר מכן תוצג טבלה השוואתית לסיכום יתרונות וחסרונות כלל השיטות. בסיום המסמך יוצג מקרה בוחן המציג שילוב שיטות שונות לניטור משתמשים בשטחים פתוחים.

1. רישום בכניסה: ניטור על בסיס תשלום או דרך רישום אחרת

תשלום בכניסה לאתרים שונים ואז רישום בעמדות קבלה בכניסות לאתרים מהווים שיטה נוחה ופשוטה לניטור מבקרים בשטחים פתוחים. שיטות אלה הן אמינות מאוד, ככל שכן הן מאפשרות לבצע רישום וניטור משתמשים באופן ישיר. אולם, שיטות אלה ברובן, אינן מתאפשרות בשטחים פתוחים, כאשר באזורים אלה ישנן דרכי גישה וכניסות רבות ולא ניתן לאכוף כניסת מבקרים.

יתרונות השיטה

שיטה נוחה ליישום ומימוש ומאפשרת איסוף נתונים ישיר ממבקרים באתרים. שיטה זו מדויקת ואמינה שכן ניתן לבצע ספירה מדויקת של מבקרים. בשיטה זו אין מורכבות טכנולוגית והיא מבוססת על ספירת כניסת מבקרים בצורה שיטתית וסדורה.

מגבלות השיטה

שיטה זו מוגבלת משום שהיא אפשרית באתרים בתשלום או במספר מועט של אתרים לא בתשלום שקיימת רק כניסה אחת אליהם. עבור איסוף נתונים על בסיס רישום התנדבותי נדרש שיתוף פעולה של המבקרים. במקרים אלה, מספר האנשים המשתתפת בדרך כלל היא נמוכה ולכן תהליך איסוף הנתונים הוא מורכב. בנוסף, בשיטה זו, נדרש להעסיק אנשים אשר יאספו את הנתונים, ולאחר מכן נדרש לבצע תהליכים ידניים לעיבוד וסיכום נתוני המבקרים.

2. תצפיות ישירות

(א) סקרי מבקרים בשטחים פתוחים

באמצעות שימוש בסקרים ובשאלונים מוכנים ניתן לאסוף נתונים אודות מבקרים בשטחים פתוחים. במספר מחקרים נעשתה בחינה של היכולת להשתמש בסקרים ובראיונות משתמשים לניתוח חווית משתמשים בשטחים פתוחים.. בנוסף, הם הוכיחו שקיים קשר בין גודל תאי השטח הנחקרים לבין גודל הסקר הנדרש, כך שככל תא השטח גדל, נדרש לבצע סקר גדול ומקיף יותר לטובת שיפור אמינות תוצאות הסקר. (Rice et al., 2020; Job et al., 2021)

יתרונות השיטה

שיטה זו מאפשרת לבצע סקרים ושאלות מול קהל מבקרים. בשיטה זו אפשר לשאול שאלות מותאמות אשר יכולות לתת מענה לשאלות רבות ומגוונות. באמצעות שיטה זו ניתן לכייל שיטות אחרות ולבחון את תשובתן מול תשובות אמת מהסקר.

מגבלות השיטה

שיטה זו מוגבלת בכך שהיא יקרה ולוקחת זמן רב. נדרש להעסיק סוקרים אשר נדרשים להכין ולעצב שאלות מראש. שיטה זו מוגבלת במספר הנתונים שניתן לאסוף כתלות במספר האנשים שמפעילים את הסקרים, וכן במסגרת הזמן הניתנת לפרויקט עבור איסוף הנתונים.

(ב) ניטור מבקרים באמצעות ניתוח תמונה

ב.1. חישה מרחוק

שימוש בתמונת לוויין כדוגמת Sentinel-1 יכול לאפשר לפתח פיתרון אלגוריתמי שמשתמש בחישוב על גבי תמונה לטובת חילוץ פיקסלים בתמונה אשר מייצגים אובייקט במציאות.

במחקר מתקדם נעשה שימוש בלוויין מסוג מכ"ם (מגלה כיוון מרחק) לטובת הערכת כמות וצפיפות של אובייקטים ב-250 חניוני רכב ברחבי צרפת. החוקרים ניסו להשתמש בשיטה זו לניטור מבקרים על ידי ספירת מספר רכבים בחניון. הפתרון שלהם נבחן אל מול מצלמות וידאו קרקעיות אשר משמשות לאבטחת חניונים, והם הצליחו להוכיח קורלציה גבוהה בין הערכת הצפיפות שלהם לבין מידע אימות המתקבל מדוחות צריכה ומסחר באזורי חניה (Drouyer & Franchis, 2020). במחקר נוסף בתחום הלוויינות, נעשה שימוש בהדמאות לוויין של חברת Planet Labs. החוקרים פיתחו פתרון לזיהוי רכבים באזור ערב הסעודית על ידי שימוש בהדמאות לוויין ברזולוציה של 1-5 מטר, ייחוד פתרון זה הוא השימוש ברזולוציה נמוכה יחסית ובתדירות גבוהה (בערך הדמאות לוויין אחת ביום עבור כל מיקום בעולם) לזיהוי רכבים (Drouyer & Franchis, 2019).

מחקרים אחרים השתמשו בניטור מבקרים על יד צילום רחפן. החוקרים השתמשו בתמונות רחפן ברזולוציה גבוהה בשביל ללמוד על מספר ותנועת מבקרים באתרים בספרד. בפתרון זה קיימות מגבלות שונות וביניהן: תנאי מזג אוויר, כיסוי שטח מוגבל, וזמן הסוללה. בניסוי נעשה שימוש במצלמות 4K, כאשר כל 3 שניות נלקחת תמונה (Murguzur et al., 2019; Donaire et al., 2020).

יתרונות השיטה

חישה מרחוק הינה שיטה למיצוי מידע מתמונות המצלמות מסנסורים שונים. שיטה זו מדויקת ושימוש בחישה מרחוק ממצלמות אוויריות או מסנסורים לוויינים מאפשרים לאסוף נתונים בספיקת שטח גבוהה ובזמן קצר. איסוף לווייני המתקיים ברזולוציה גבוהה מאפשר במרבית המקרים איסוף נתונים באופן איכותי ומדויק.

מגבלות השיטה

אחד החסרונות המרכזיים של שיטה זו היא השפעת תנאים סביבתיים על איכות התמונה. מזג אוויר, תנאי תאורה ועננות הם חלק ממאפיינים הסביבתיים אשר משפיעים על יכולת זיהוי אובייקטים בתמונה ועל טיב ניטור מבקרים. בנוסף, לטווח הרחוק, איסוף תמונות מסנסורים שונים יכול לקחת זמן וכתלות באילוצים של חברות הצילום. כמו כן, העלויות בשימוש בסנסורים הינו לפעמים יקר ותלוי בסוג הסנסור ובגודל תא השטח אותו מצלמים.

2. מצלמות וידאו

טכנולוגיה של צילום וידאו יכולה לשמש במדידת כניסת מבקרים בפארקים ובשטחים פתוחים. מספר מחקרים הוכיחו, שניתן להשתמש בצילומי וידאו בזמן אמת לטובת ניטור משתמשים, הם הוכיחו זאת על ידי השוואה מול איסוף מידע באמצעות סקרים או באמצעות דיווח עצמי של מטיילים (Gray & Wikle, 2020; Muhar et al., 2005).

טכנולוגיה נוספת שפותחה היא היכולת לחלץ אלמנטים בתלת ממד באמצעות תמונות ממצלמות סטריאוסקופיות. באמצעות טכנולוגיה זו ניתן לחלץ מידע מדויק על מיקום המבקרים (וכן על פרמטרים נוספים שמאפשר התלת ממד, למשל מיקומי גובה של מבקרים) במחקר אשר בוצע בארה"ב באזור National Mall and Memorial Parl הוכחה היכולת לאמוד את מספר המבקרים על ידי חילוץ בתלת ממד בהצלחה של 97% של זיהוי וספירת מבקרים (Read et al., 2021).

יתרונות השיטה

פתרון שימוש במצלמות וידאו הינו פתרון ישים אשר יאפשר איסוף נתונים בזמן אמת. בנוסף, שימוש במצלמות מאפשר מעקב רציף וברזולוציה גבוהה אודות תנועת משתמשים באתרי פתוחים.

מגבלות השיטה

בשיטת שימוש במצלמות וידאו קרקעיות לניטור מבקרים קיימות מגבלות, כאשר השימוש בצילום הינו יקר ונדרש לתחזוקה. בנוסף, לטובת שימוש במצלמות נדרש חיבור למערכות נוספות כמו: חשמל, אחסון ומערכות שליטה ובקרה. נדרשת הפעלה ידנית של המערכות ובקרה על תהליכי איסוף התמונות וניתוחן.

(3) מונים לספירה

אחד הכלים המרכזיים למדידה וניטור משתמשים בפארקים פתוחים בהתבסס בין השאר על מונים מוכנים ומוני לחץ. **מונים מכנים** הינם מונים אשר יכולים להיות מופעלים בהינתן תופעה של תנועה או תזוזה אשר מהווים כלי מדידה של כניסת מקרים לפארקים פתוחים ואילו **מוני לחץ**, אלה מונים אשר סופרים בתגובה ללחץ המופעל עליהם. ישנם סוגים שונים של מוני לחץ:

(1) מונה צעד\שביל - מופעלים על ידי לחיצה ומונחים על גבי קרקע ובדרכי גישה אסטרטגיות (Job et al., 2021; Cessford&Burns, 2008).

(2) מוני גשר - מונים המורכבים על גבי גשרים.

יתרונות השיטה

מונים מכנים מורכבים במרבית המקרים על בסיס תשתיות קיימות, ועל כן הם זולים ומהירים לשימוש. אמצעים אלה משמשים מזה זמן רב, ועל כן נצבר ניסיון רב באופן הפעלתם וביכולת לקבל מהם מידע.

במוני לחץ קיים יתרון בכך שמדובר ברכיבים קטנים אשר קל לחבר אותם לרכיבים נוספים לטובת איסוף ועיבוד נתונים. בנוסף, צריכת החשמל שלהם נמוכה וניתן לכייל אותם לטובת סינון מדידות שגויות.

מגבלות השיטה

לטובת תחזוקת מונים מכנים נדרש צוות יעודי באתר, כמו כן, מונים מכנים מושפעים רבות מתנאי מזג אוויר ולחות אשר משפיעים על חומרים בהיבטים של: שינויי חומר, חלודה ועוד. על כן, נדרש תהליך תחזוקה ובקרה לשימוש באמצעים אלה.

במוני לחץ יש חיי סוללה מוגבלים ולכן נדרשת תחזוקה ובקרה של כיול המונים ושמירה על אמינות המוצר לאורך זמן. במרבית המקרים דיוק המכשיר מושפע מאיכות ההתקנה של המונה, הכיול והתחזוקה, ולכן נדרש לעקוב ולשמור על תקינות המונים.

4. מקורות מידע

(א) נתוני עתק מרשתות חברתיות

בשנים האחרונות חלה התקדמות טכנולוגית הכוללת עלייה בשימוש מכשירי טלפונים חכמים (סמארטפונים) המאפשרים צילום תמונות שמתויגות גיאוגרפית. מגמה נוספת אשר מתרחבת היא השימוש ברשתות חברתיות (כדוגמא: Flickr, Instagram, Twitter). רשתות חברתיות אלו מחוללות מהפכה בדרך בה נתונים מופצים ומשותפים בקהילה בקנה מידה עולמי. לאחרונה גדל מספר המחקרים אשר עסקו בשימוש בנתוני מיקום מדויקים המבוססים על לויני מיקום (GPS) וברשתות חברתיות לטובת ניטור מבקרים באזורים פתוחים ובאזורי פנאי על בסיס נתונים המשותפים לציבור הרחב (Job et al., 2021).

אתגר מרכזי בשימוש בנתונים מרשתות חברתיות הוא היכולת לפתח פתרונות למיצוי ועיבוד נתונים. השימוש ברשתות חברתיות גדל ומהווה מקור נתונים רחב והטרוגני. נתוני זמן ומרחב המחולצים מנתונים גיאוגרפיים המשותפים בפלטפורמות חברתיות, יכולים להוות מדד מהימן לייצוג מספר המבקרים באזורים פתוחים, בנוסף הם יכולים לאפשר ניתוח תנועת מבקרים והבנה של מיקומי הביקורים ומשך זמן ביקורים.

מרבית המחקרים העוסקים בניטור מבקרים בשטחים פתוחים באמצעות שימוש ברשתות חברתיות עבור ניטור מבקרים בשטחים פתוחים נשענים על מקור המידע FLICKR. בדרך כלל מחקרים אלו עוסקים בשלושה נושאים עיקריים: (1) הערכת מספר המבקרים, (2) ניתוח תופעות מרחביות של תנועת מבקרים (3) הבנת חווית המבקרים בשטחים פתוחים (Wilkins et al., 2020).

מספר חוקרים בחנו את השימוש ברשתות חברתיות שונות עבור ניטור מבקרים והשוו לסקרים המבוצעים באזורים פתוחים. במחקרם הם הוכיחו שהתוצאות המתקבלות מרשתות חברתיות הינן

טובות יותר משאר מקורות המידע הזמינים. במחקר אחד נבחנו 56 פארקים בפינלנד ובדרום אפריקה, ונמצא כי Instagram היא הרשת החברתית הפופולרית ביותר בהשוואה לפלטפורמות אחרות ואילו במחקר אחר, נמצא ששימוש במאגר תמונות של Flickr משמש כמקור מידע מהימן לניטור משתמשים (Tenkanen et al., 2017; Heikinheimo et al., 2017; Sinclair et al., 2020).

מחקר נוסף הראה ששימוש בחתימת זמן הנתונה בתמונות מתווגות גאוגרפית מאפשרת שימוש בחתימת הזמן של הנתונים בשלושה רבדים: חודשי, שבועי ויומי. מסקנת המחקר הייתה ששימוש במידע מרשתות חברתיות יכול לשמש לניטור מבקרים בפארקים פתוחים תחת שימוש בחתימת הזמן (Barros et al., 2019).

יתרונות השיטה

מידע משותף ברשתות חברתיות הינו מידע הפתוח לציבור במרבית המקרים. על כן, ניתן לפתח יכולות טכנולוגיות לשליפת נתונים, המידע מתעדכן באופן תדיר וניתן לגשת אליו באמצעות חיבור ל-API של רשת חברתית. על אף שמידע מרשתות חברתיות עלול להיות מוטעה, שכן הוא איננו מייצג את כלל האוכלוסייה, מספר רב של מחקרים הראו כי הוא משקף באמינות גבוהה תוצאות של סקרים ידניים ולכן הוא מהימן מהימנים במידה מספקת. בנוסף, הוצג שפופולריות של מבקרים ניתנת לגילוי בצורה מספקת מרשתות חברתיות על בסיס השוואה שנעשתה מול מידע סטטיסטי קיים (Wood et al., 2013; Tenkanen et al., 2017).

כמו כן, הורדת הנתונים הינה לעיתים רבות ללא עלות, ומכאן שניתן לייצר בסיס נתונים מתעדכן ורלוונטי ללא צורך בתשלום על כל צפיה בנתונים. בנוסף, שיטה זו הינה גלובלית שכן נתונים הנאספים בפלטפורמות חברתיות פרוסים בכל מקום בעולם, מכאן שפתרון מסוג זה יכול להיות מיושם בכל מקום בעולם.

מגבלות השיטה

שימוש ברשתות חברתיות לטובת תיאור פעילויות ותנועה של משתמשים בסביבות שונות הכוללות שטחים פתוחים הוא אפשרי אך מוגבל. מחקרים שונים מתארים מגבלות בשימוש ברשתות חברתיות הכוללות בין השאר: היסט דגימה, אי-זמינות נתונים ואי-דיוק במיקום הנתונים. אחד החששות המרכזיים בשימוש ברשתות חברתיות, הוא שהן אינן מייצגות נכונה את הרכב האוכלוסייה, ולכן מסקנות המופקות ממיצוי נתונים יכולות להיות מוטעות (Heikinheimo et al., 2019; Barros et al., 2017; Read et al., 2021).

ב. נתונים סלולריים

נתונים סלולריים מהווים דוגמא נוספת לנתוני עתק שיכולים לשמש לניטור משתמשים בשטחים פתוחים. קיימים מספר מחקרים שבחנו וחקרו את השימוש בנתונים מסוג זה ללמידה על תנועת משתמשים ומספרם. אחד המחקרים בחן את תנועת משתמשים בשני פארקים בעיר שנגחאי. במחקר, השתמשו בנתונים סלולריים אשר נאספו מחברת תקשורת מקומית כאשר פרטי המשתמשים נשמרו חסויים. במחקר בוצע ניתוח של מעל 1.5 מיליון מבקרים בשני אזורים בתקופה מעל חצי שנה. הנתונים התקבלו על ידי טבלה אשר מציגה את מספר האנשים שעברו מאזור אחד

לשני על בסיס אנליזת מטריצת מרחקים מאזור אחד לשני (לפי חלוקה לתאים). במחקר אחר בתחום נעשה שימוש של נתונים סלולריים של SafeGraph¹ לניתוח תופעות מרחביות של מבקרים באחד מהפארקים הפופולריים ביותר בארה"ב, פארק ילוסטון (Yellowstone). תוצאות המחקר הראו קורלציה גבוהה עם נתונים רשמיים על ביקור בפארק. הצלחה פחותה הייתה בניתוח נתונים דמוגרפים וסוציו-אקונומיים הכוללים: שכר ורמת חינוך בהשוואה אל מול בסיסי נתונים נוספים (Jaung & Carrasco, 2020; Liang et al., 2022)

יתרונות השיטה

נתונים סלולריים הם נתונים מסופקים ברזולוציה גבוהה ומספקים מידע מהימן אודות התנהגות משתמש. הנתונים מסופקים באופן רציף ומאפשרים לקבל נתונים מפורטים מאוד, על כן ניתן ללמוד רבות על התנהגות של מבקרים באתרים פתוחים.

מגבלות השיטה

בבחינת שימוש בנתונים סלולריים נדרש לבדוק את דיוק הנתונים באופן מפורש. ישנם פרמטרים רבים המשפיעים על איכות הדיוק ועבורם נדרש לפתח תהליכי ולידציה. מגבלה נוספת בשיטה זו הינה יכולת מוגבלת באיסוף נתונים, בשיטה זו מרבית הנתונים הינם בחסות חברות פרטיות, מכאן שיכולת לקבל מידע מסוג זה הינה מורכבת ובעלת עלויות גבוהות (Liang et al., 2022).

¹ [/https://www.safegraph.com](https://www.safegraph.com)

4. סיכום: השוואת גישות שונות לניטור מבקרים בשטחים פתוחים

קיימות גישות שונות לניטור מבקרים בשטחים פתוחים. בבחירת ניטור שטח פתוח יש להכיר את החלופות השונות ולהבין את היתרונות והחסרונות של כל גישה. פתרון אופטימלי עשוי להתבסס על שילוב כלים גישות שונות. להלן טבלה המתארת את היתרונות והחסרונות של כל שיטה.

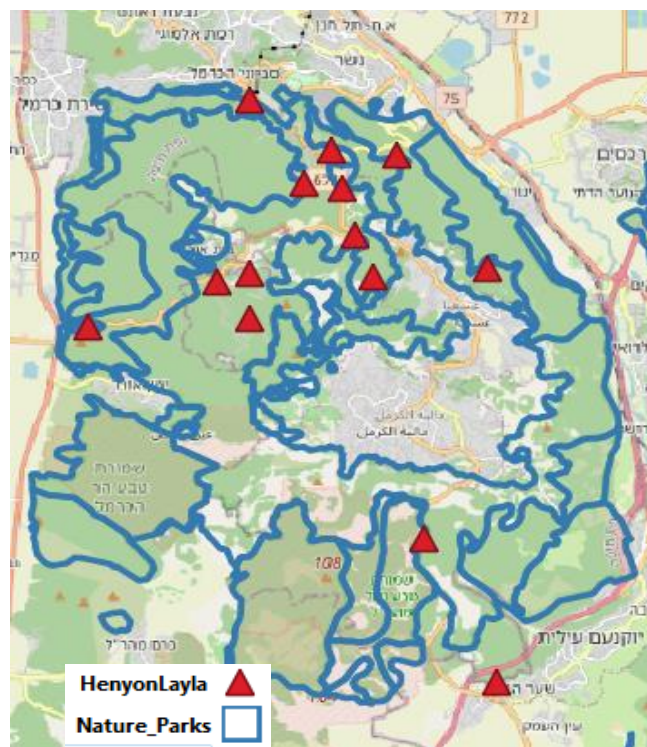
טבלה 1 – ניטור מבקרים: השוואה בין שיטות

גישות לניטור מבקרים	שיטה	תיאור	יתרונות	חסרונות	מאמרים
תצפיות ישירות	סקרי מבקרים בשטחים פתוחים	ראיונות, שאלונים וסקרים המבוצעים על ידי צוותי סוקרים	1. קל ליישום 2. מאפשר ניתוח מאפיינים ויזואליים 3. מאפשר לחלץ מידע לא מפורש דיוק גבוה	2. עלות גבוהה 3. מוגבל במשאבים 4. זמן איסוף נתונים הוא רב	Rice et al., 2020; Job et al., 2021
	ניטור מבקרים באמצעות ניתוח תמונה	מצלמות וידאו-תמונות וידאו המצלמות ברצף	1. רזולוציה גבוהה 2. צילום וניתוח בזמן אמת יכולת חילוץ מאפייני מבקרים.	1. עלות גבוהה: נדרשת מערכת שלמה לתמיכה בצילום וידאו (חומרה/תוכנה) 2. מוגבלות בכיסוי שטח פרטיות המבקרים	Gray & Wikle, 2020; Muhar et al., 2005; Read et al., 2021;
		חישה מרחוק-מידע צילומי אווירי (מטוסים, לוויינים ורחפנים)	1. רזולוציה מרחבית מגוונת. 2. כיסוי שטח גבוה. 3. מבוסס תהליכים אוטומטיים. כיסוי גלובלי עולמי.	1. עלות גבוהה 2. מגבלת רזולוציה 3. מוגבל בתנאי מזג אוויר	Drouyer & Franchis, 2020; Drouyer & Franchis, 2019; Donaire et al., 2020;

Tenkanen et al., 2017; Heikinheimo et al., 2017; Sinclair et al., 2020; Barros et al., 2019;	1. מידע מוטה. 2. אזורים אשר חסרי נתונים. אקסטרפולציה	1. מידע פתוח ומשותף לציבור 2. מנגיש מידע מפורש הכולל נתוני זמן ומרחב. 3. מאפשר לחלץ מידע לא מפורש אודות פעילות מבקרים. 4. מידע הטרוגני ממקורות מידע שונים	ניתוח נתונים גאו-מרחביים מרשתות חברתיות	נתוני עתק מרשתות חברתיות	ספירת מבקרים על בסיס מקורות מידע
	1. לטובת קבלת נתונים נדרשת הסכמה של חברות סלולר. 2. עלות הנתונים גבוהה. 3. דיוק הנתונים תלוי בכיסוי הרשת. הרזולוציה המרחבית מוגבלת.	1. נתונים המספקים מידע רציף לניטור. 2. נתוני מסלול ברזולוציה גבוהה.	נתוני מיקום המתקבלים מחברות סלולר, אשר מעידים על תנועת מבקרים בתא שטח	נתונים סלולריים	
Job et al., 2021; Cessford & Burns, 2008	1. נדרשת ולידציה לכיול הסנסור. 2. נדרשים משאבים 3. סנסור בעל שגיאות. 4. נדרש מומחי תוכן בשביל חילוץ מידע.	1. מונה רציף 2. פתרון מוכר לניטור מבקרים 3. הפעלת ניטור פסיבית.	מונה המופעל על ידי לחץ שנגרם על ידי דריכת מבקרים.	מוני לחץ	מונים לספירה
	1. מושפע משינויים באובייקטים המפעילים את המונה 2. מזג אויר ותנאי לחות משפיעים על דיוק המונה	1. קל לתפעול 2. ניתן לשימוש בהסתמך על אובייקטים קיימים	מונה המופעל על תנועה או הזזה של אובייקטים במרחב	מונים מכנים	

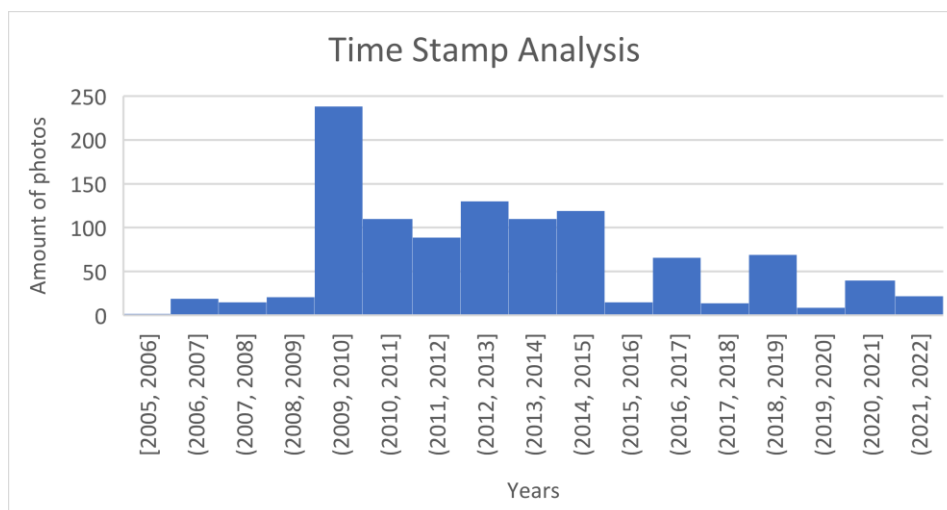
קונספט מחקרי: אזור בוחן- פארק כרמל

האזור הנחקר המוצג באיור 1, הינו פארק הכרמל. הפוליוגון הכחול המוצג באיור 1 מציג את הפוליוגון החיצוני של הפארק, כאשר הנקודות המסומנות מציגות את אזורי החניונים בפארק (עבור שנת לילה). פארק הכרמל הינו פארק המכיל שטחים פתוחים רבים, זהו אחד הפארקים המוכרים והפופולריים בישראל. האתגר המרכזי הינו להבין את מספר המבקרים בפארק, וכן לחלץ מידע על תבניות התנועה של מבקרים בפארק. נבחר אזור ניתוח ספציפי בפארק והינו אזור חנית נחל אורן (אשר נמצא בחלק המערבי של הפארק).



איור 1- פארק כרמל

לטובת בחינה פתרון על ידי היתוך מידע ממקורות שונים, בשלב ראשון חולץ מידע מרשת חברתית של Flickr, רשת חברתית שבה משתמשים מעלים תמונות מתווגות גיאוגרפית. באזור פארק כרמל חולצו 1088 תמונות בטווח זמן הכולל את השנים 2005-2022. כפי שמוצג באיור 2, ניתן לראות שבין שנת 2009 ל-2015 חולצו מרבית הנתונים. באמצעות אנליזה המתבססת על חתימת זמן, ניתן להבין את תבניות ביקור על בסיס יומי/חודשי. אל מול זה, כמות נתונים קטנה עלולה לפגוע באמינות הניתוח ובתובנות אותן ניתן לחלץ.



איור 2-ניתוח זמן של נתונים ממאגר Flickr באזור פארק כרמל

בשלב שני, בגישה שונה ומשלימה ניתן להשתמש בניתוח תמונה לטובת חילוץ אובייקטים בתהליכים אוטומטיים מהדמאות מעוגנות גיאוגרפית, גישה זו יכולה להתבסס על הדמאות לוויין. כפי שמוצג באיור 3, מוצגת הדמאת לוויין באזור חניון בית אורן, ניתן לראות שאפשר ולזהות רכבים, זיהוי רכבים באופן אוטומטי יכול לייצג את מספר המבקרים בתא שטח.



איור 3-זיהוי רכבים בהדמאת לוויין

באמצעות שימוש בניתוח מבוסס תמונות ניתן לחלץ מידע רלוונטי רק כאשר הרזולוציה היא מספקת (טובה מ-1 מ'), ניתן לחלץ אובייקטים כדוגמת רכבים. כפי שמתואר באיור 4, בצד שמאל מוצגת תמונה ברזולוציה נמוכה (ב-2 מ'), ובצד ימין מוצגת תמונה ברזולוציה גבוהה (ב-0.5 מ'). ברזולוציה של כ-2 מ' יש קשי רב בגילוי ובזיהוי רכבים, על כן העדיפות היא להשתמש בהדמאות ברזולוציה גבוהה לטובת יישום המחקר.



איור 4-הדמאת לוויין. ימין-רזולוציה 0.5 מ', שמאל-רזולוציה 2 מ'.

5. מסקנות

לפי הספרות המחקרית, בניטור שטחים פתוחים ישנה תלות בנתונים הזמינים ובמתאר השטח. יתר על כן, לא קיימת שיטה אחת שיכולה לספק את כלל הנתונים הנדרשים לניתוח ניטור מבקרים בשטחים פתוחים. לפיכך, נדרש לייצר פתרון אינטגרטיבי המשלב גישות שונות בעזרתן ניתן לבצע ניטור של מספר המבקרים ולהבין את דפוסי הביקור שלהם (Muhar et al., 2005). טכניקות ושיטות רבות יכולות להיות מפותחות ומותאמות עבור פתרונות לניטור מבקרים, פתרונות אשר יכולים לאפשר למקבלי החלטות להבין את מספר המבקרים וכן את תבניות המסלולים שלהם באזורים פתוחים ובשמורות טבע. מטרת הפרויקט של ניטור מבקרים הינה לפתח יכולת וכלים מקצה לקצה עבור רכישת נתונים ומידע על גבי ניטור מבקרים ככל הניתן בזמן אמת.

עיצוב פיתוח וארכיטקטורת מערכת הוליסטית ואופטימלית צריכה לשלב שילוב גישות שונות לטובת ספירת מבקרים. ניתן לשלב פתרונות לניטור מבקרים על בסיס מערכות תצפית מבוססות וידאו, אשר משולבות עם שיטות שונות. היעדר ומחסור בנתונים יכולים להוביל לתוצאות לא מדויקות. על כן, שילוב גישות שונות על בסיס מספר אזורי בוחן, אשר מושווים לנתוני אמת יכולים לאפשר לפתח פתרון שלם והוליסטי לניטור מבקרים (Muhar et al., 2022).

6. ביבליוגרפיה

1. Ancin-Murguzur, F. J., Munoz, L., Monz, C., & Hausner, V. H. (2020). Drones as a tool to monitor human impacts and vegetation changes in parks and protected areas. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 6(1), 105-113.
2. Barros, C., Moya-Gomez, B., & García-Palomares, J. C. (2019). Identifying temporal patterns of visitors to national parks through geotagged photographs. *Sustainability*, 11(24), 6983.
3. Cessford, G., & Muhar, A. (2003). Monitoring options for visitor numbers in national parks and natural areas. *Journal for nature conservation*, 11(4), 240-250.
4. Cessford, G., & Burns, R. (2008). Monitoring visitor numbers in New Zealand national parks and protected areas: A literature review and development summary. Science & Technical Pub., Department of Conservation.
5. Donaire, J. A., Galí, N., & Gulisova, B. (2020). Tracking visitors in crowded spaces using zenith images: Drones and time-lapse. *Tourism Management Perspectives*, 35, 100680.
6. Drouyer, S., & de Franchis, C. (2019, July). Highway traffic monitoring on medium resolution satellite images. In *IGARSS 2019-2019 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium* (pp. 1228-1231). IEEE.
7. Drouyer, S., & de Franchis, C. (2020). PARKING OCCUPANCY ESTIMATION ON SENTINEL-1 IMAGES. *ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences*, 5(2).
8. Gray, E. S., & Wikle, J. S. (2021). Using webcam video feed to measure and evaluate national park recreation patterns. *Journal of Park and Recreation Administration*, 39(1).
9. Heikinheimo, V., Di Minin, E., Tenkanen, H., Hausmann, A., Erkkonen, J., & Toivonen, T. (2017). User-generated geographic information for visitor monitoring in a national park: A comparison of social media data and visitor survey. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(3), 85.
10. Jaung, W., & Carrasco, L. R. (2020). Travel cost analysis of an urban protected area and parks in Singapore: a mobile phone data application. *Journal of environmental management*, 261, 110238.

- 11.** Job, H., Majewski, L., Engelbauer, M., Bittlingmaier, S., & Woltering, M. (2021). Establishing a standard for park visitation analyses: Insights from Germany. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 35, 100404.
- 12.** Liang, Y., Yin, J., Pan, B., Lin, M. S., Miller, L., Taff, B. D., & Chi, G. (2022). Assessing the validity of mobile device data for estimating visitor demographics and visitation patterns in Yellowstone National Park. *Journal of Environmental Management*, 317, 115410.
- 13.** Muhar, A., Arnberger, A., & Brandenburg, C. (2002). Methods for visitor monitoring in recreational and protected areas: An overview. *Monitoring and Management of Visitor Flows in Recreational and Protected Areas*. Institut for Landscape Architecture & Landscape Management Bodenkultur University Vienna, 2001, 1-6.
- 14.** Muhar, A., Arnberger, A., & Brandenburg, C. (2005, September). Monitoring of visitor flows and visitor needs as a basis for protected area management. In *Hohe Tauern National Park: 3rd Symposium of the Hohe Tauern National Park for research in protected areas* (pp. 15-17).
- 15.** Pickering, C., Rossi, S. D., Hernando, A., & Barros, A. (2018). Current knowledge and future research directions for the monitoring and management of visitors in recreational and protected areas. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 21, 10-18.
- 16.** Read, J. B., Daniels, M. J., & Harmon, L. K. (2021). Implementing technology-based visitor counts in parks: A methodological overview. *Journal of Park and Recreation Administration*, 39(1).
- 17.** Rice, W. L., Taff, B. D., Miller, Z. D., Newman, P., Zipp, K. Y., Pan, B., ... & D'Antonio, A. (2020). Connecting motivations to outcomes: A study of park visitors' outcome attainment. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 29, 100272.
- 18.** Sinclair, M., Mayer, M., Woltering, M., & Ghermandi, A. (2020). Using social media to estimate visitor provenance and patterns of recreation in Germany's national parks. *Journal of Environmental Management*, 263, 110418.
- 19.** Tenkanen, H., Di Minin, E., Heikinheimo, V., Hausmann, A., Herbst, M., Kajala, L., & Toivonen, T. (2017). Instagram, Flickr, or Twitter: Assessing the usability of social media data for visitor monitoring in protected areas. *Scientific reports*, 7(1), 17615.

- 20.** Wilkins, E. J., Wood, S. A., & Smith, J. W. (2021). Uses and limitations of social media to inform visitor use management in parks and protected areas: A systematic review. *Environmental Management*, 67(1), 120-132.
- 21.** Wood, S. A., Guerry, A. D., Silver, J. M., & Lacayo, M. (2013). Using social media to quantify nature-based tourism and recreation. *Scientific reports*, 3(1), 2976.