



מדוע כדאי למקם טלסקופים על פסגות של הרים ומקומות משונים נוספים?

Edward Gomez*

מצפה הכוכבים של לס קומברס, גולטה, קליפורניה, ארצות הברית

סוקר צעיר

GREG

גיל: 15



טלסקופים הם מכשירים בסיסיים שאסטרונומים משתמשים בהם כדי לגלות דברים חדשים על היקום. באמצעות פיתוחים טכנולוגיים ב-20 השנים האחרונות, כיום אפשר ליצור רשתות רבוטיות של טלסקופים. הטלסקופים הרבוטיים האלה מתחילים לחולל מהפכה במחקרים המדעיים וגם לגרום להם להיות נגישים יותר לתלמידים ולמורים בדרכים שמעולם לא נצפו קודם לכן.

היסטוריה קצרה של הטלסקופ

במהלך ימי הביניים, אם הייתם מסתכלים למעלה אל שמי הלילה הייתם רואים משהו שונה מאוד ממה שרואים כשמסתכלים לשמיים היום. חלק מהסיבה לכך הוא שהשמיים כיום בהירים הרבה יותר בשל תאורות רחוב ואורות חוץ אחרים בכל מקום מלבד המקומות המבודדים ביותר בעולם. זה גם בגלל שההבנה המודרנית שלנו של היקום שונה כל כך מזו שהייתה בעבר.

עבור אנשים קדומים הכוכבים נראו כנקודות קבועות של אור שהופרעו על-ידי כוכבי לכת ששוטטו לאיטם בשמי הלילה. לעיתים היה הבזק אור של מטאור, כוכב יורה בעל אורך חיים

סופרנובה (Supernova)

פיצוץ של כוכב מסיבי
בסוף חייו.

קצר. לעיתים נדירות מאוד אפשר היה לראות כוכב שביט בשמיים, ולעיתים נדירות עוד יותר פיצוץ **סופרנובה** היה בוער בבהירות בשמיים במהלך תקופה של חודשים או לפעמים אפילו שנים.

לפני ארבע מאות שנים הייתה מהפכה בזמן שבמערב אירופה התחילו לחשוב על אומנות ומדע בצורה שונה מאוד, אשר דומה לאופן החשיבה של היוונים בעת העתיקה. התקופה הזו נקראה רנסאנס. במהלך הרנסאנס, בחלק המוקדם של המאה השבע-עשרה, הטלסקופ האסטרונומי "הומצא" כמעט במקביל על-ידי תומס הרוט וגליליאו גליליי (הטלסקופ הומצא על-ידי האנס ליפרשי אולם הרוט וגליליאו היו הראשונים שהשתמשו בו באסטרונומיה).

המדע השתנה לעולמים. גליליאו הבחין בצדק ומצא שיש לו כוכבים שחגים סביבו ולא סביב השמש או סביב כדור הארץ. הוא היה מרותק מצדק וכוכביו ונעשה משוכנע שמערכת השמש היא דומה ושהשמש, ולא כדור הארץ, נמצאת במרכזה. גליליאו נכנס לצרות רבות בגלל האמונה הזו. נקודת מבט שכזו הייתה מנוגדת בתכלית לדוקטרינה הרשמית של הכנסייה, אז זו ככל הנראה הסיבה לכך שגליליאו נכנס לצרות, אולם ייתכן שהוא גם ביטא את דעותיו בצורה חריפה מדי ולכן יצר אויבים חזקים. בכל מקרה, גליליאו מצא את עצמו במעצר בית.

אייזיק ניוטון, המפורסם בזכות תיאוריית הכבידה וחוקי התנועה שלו, היה חלוץ בתיאוריה ובשימוש בעדשות ובמראות. ניוטון המציא טלסקופ שהשתמש במראה, במקום רק בעדשות, שנהפך ליסוד לאופטיקה של האסטרונומיה המודרנית. טלסקופים עם מראות יכולים להיבנות בגדלים גדולים הרבה יותר מטלסקופים שמשתמשים בעדשות, והמראות גם יכולות לאפשר להם להיות הרבה יותר נמוכים מטלסקופים שמבוססים על עדשות או על שבירת אור.

באופן הדרגתי, ככל שאנשים הסתכלו על שמי הלילה באמצעות טלסקופים טובים יותר ויותר, התרחבה הבנתנו את היקום. הגיעה נקודה שבה הטלסקופ מוגבל לא על-ידי הטכנולוגיה שלו אלא על-ידי המיקום שלו. הטלסקופים המוקדמים מאד של גליליאו, הרוט וניוטון היוו שיפור עצום ביחס ל**תצפית** בעין בלתי מזוינת, אולם בזמן שהטכנולוגיה התפתחה במטרה לְעֵדן את תהליך בניית הטלסקופ, צצה בעיה אחרת.

טלסקופים מרוחקים

האטמוספירה של כדור הארץ הכרחית להישרדותם של בני האדם מאחר שהיא מאפשרת לנו לנשום, חוסמת את הקור של החלל ומגינה עלינו מפני הקרינה המזיקה של השמש, כמו גם מקרינה קוסמית, ממטאורים ומסכנות אחרות מהחלל. אולם האטמוספירה מציגה בעיות רבות לאסטרונומים מאחר שהיא גורמת לאור הכוכבים לנצנץ. זה אפקט דומה מאוד למראָה תעתועים (מיראז'), והוא מגיע מכיסים באטמוספירה שמשנים באופן רציף את הטמפרטורה והצפיפות שלהם.

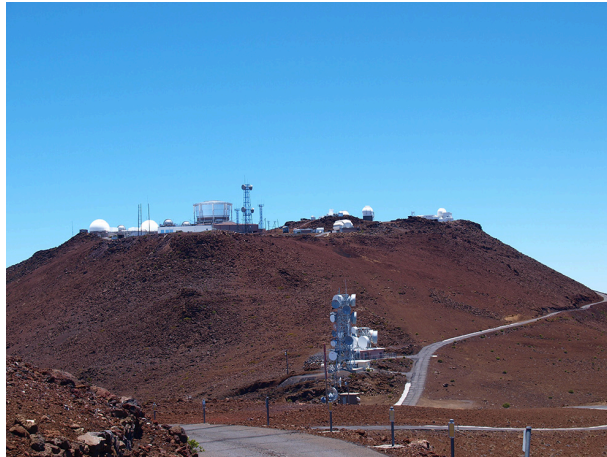
מזעור האפקט של האטמוספירה על תצפיות באמצעות טלסקופ עושה הבדל עצום באיכות התצפיות. אסטרונומיה היא מדע ייחודי והיא פסיבית כמעט לגמרי. בני אדם יושבים לרוב על כדור הארץ ואוספים אור מאחר שזה כמעט כל מה שאנו יכולים לעשות כדי ללמוד על היקום. כדי להיות אסטרונום צריך להיות רב-תושייה ולמצות כל פיסת נתונים מכל חלקיק אור שמגיע

תצפית (Observation)

העבודה של הזות טלסקופ
לאזור מסוים בשמיים
וצילום תמונות.

איור 1

הר הליקלה במאוי, הוואי.
המיקום הזה מהווה בית
למצפים אסטרונומיים רבים,
כולל הצומת של הוואי - מצפה
לס קומברס.



איור 1

מהחלל. רק לאחרונה יחסית נעשינו מסוגלים לנסוע לחלל, והמרחק שנסענו הוא מיקרוסקופי יחסית למרחקים של האובייקטים שצפינו בהם באמצעות טלסקופים. אנו עדיין רחוקים מאוד מלהיות מסוגלים לבקר כוכבים או גלקסיות אחרות כדי לגלות עוד על האופן שבו הם נוצרים, או למדוד חור שחור מקרוב.

הצורך למזער את ההתערבות של האטמוספירה ולמצות כמה שיותר מידע מכמויות זעירות של אור שזמינות לנו משמעותו שאנו צריכים למקם את הטלסקופים שלנו במיקומים משונים ואקזוטיים כמו פסגות של הרים או אפילו פסגות של הרי געש רדומים. המיקומים המרוחקים האלה ממזערים את הנצנוץ מאחר שהאטמוספירה זקה יותר בנקודות האלה. אם המיקום נבחר בקפידה אנו גם יכולים לבטל את הזוהר של אורות חוץ, אשר מוחזר מהאטמוספירה וגורם לבהירות מלאכותית בשמיים. איכות האוויר חשובה עבור תצפיות טובות מאחר שכל החלקיקים באוויר מחזירים אור וגם גורמים לשמיים לזהור. לבסוף, למזג האוויר יש השפעה מכרעת על איכות התצפית. באופן אידיאלי התצפיות צריכות להתרחש כמה שיותר גבוה מעל לעננים.

כשמביאים את כל הגורמים האלה בחשבון, זה רעיון טוב למקם **מצפה כוכבים** במקום מרוחק, הרחק מערים וממקומות בנויים, כמה קילומטרים מעל לגובה פני הים (ראו איור 1).

ברגע שטלסקופ ממוקם במיקום איכותי מאוד האתגר הופך להיות כיצד להשתמש בכלי הזה באופן יעיל לחקירה מדעית. שלא כמו טלסקופים שאתם יכולים לרכוש לשימוש ביתי, רק במעט מאוד מצפים אסטרונומיים מחוברים לטלסקופים עיניים, וכמות קטנה עוד יותר של אסטרונומים מקצועיים מסתכלים דרך עיניים במטרה לרשום את המדידות. במקום זאת, טלסקופים רבים שמסתכלים על האור הנראה משתמשים ב-**CCD** כדי לתפוס את האור. מכשירי CCD הם המכשירים שנמצאים בתוך מצלמות דיגיטליות שמאתרות חלקיקי אור. חיבור של מצלמה דיגיטלית באיכות גבוהה לטלסקופ מספק לאסטרונומים דרך אמינה למדוד במדויק את כמות האור שנפלטת מהמקור האסטרונומי. באמצעות שימוש בפילטרים באמצעות המצלמות האלה, אסטרונומים יכולים למדוד כיצד כל מטרה אסטרונומית נראית בצבעים שונים. שילוב של המידע הזה עם הידע של אסטרופיזיקה מאפשר לאסטרונומים לפענח מהו האובייקט ואלה תהליכים מתרחשים במהלך חייו.

מצפה כוכבים (Observatory)

מבנה שמכיל טלסקופ
(או טלסקופים).

CCD (Charge Coupled Device)

מכשירי CCD נמצאים בשימוש
במצלמות דיגיטליות במטרה
לרשום את מצב האור ולהפוך
אותו לתמונת דיגיטליות.

טלסקופים רובוטיים

אם יש לכם רק טלסקופ אחד אתם תלויים בחסדו של מזג האוויר. מצפי כוכבים רבים עדיין דורשים מאסטרונומים להימצא באתר כדי להפעיל אותם, מה שיכול להיות מתסכל מאוד אם מזג האוויר רע.

באמצעות מערכות המעוצבות בקפידה עבור ניטור של דברים כמו מזג אוויר, תנאי השמיים, סטטוס הטלסקופים וה**טלמטריה** של טלסקופים; שליטה בהיבטים המכניים והחשמליים של המצפה וחיבור של המצפה דרך האינטרנט, מרבית המצפים יכולים להיעשות רובוטיים ומופעלים מרחוק. מצפי הכוכבים עדיין דורשים מהאדם להיות בעל שליטה מרחוק על כל היבט בתפעול שלהם כמו לדוגמה פתיחת הכיפה של המצפה, הזזת הטלסקופ והתחלת חשיפה של מצלמה. המפתח אולם הוא שאדם זה יכול להיות בכל מקום בעולם ועדיין לשלוט על הטלסקופ [1].

מצפה כוכבים רובוטי אוטומטי

ברגע שמצפה כוכבים מוקם להפעלה מרחוק החלק המאתגר באמת הוא להסיר את מפעיל הטלסקופ ולגרום למצפה להיות מסוגל "לחשוב" עבור עצמו, באופן מוגבל. זה דורש תוכנות מחשב מתוחכמות שיכולות לקבל החלטות כמו אם תנאי השמיים טובים מספיק ועל מה לתצפת מִבֵּין אפשרויות ידועות מראש. תוכניות גיבוי גם צריכות להיכלל במערכת במקרה שמהשהו משתבש. אם הטלסקופ נתקע בעודו **מסתובב על צירו** (זו אל מיקומו הייעודי), המוח הדיגיטלי של המצפה צריך לזהות את הסימנים ולהתריע את האדם כך שהטלסקופ לא יינזק ויוכל להיות מתוקן.

כדי לגרום למצפה להיות ניתן להפעלה מרחוק נדרשים כסף ומאמצים רבים, אולם זה יכול לעשות את ההבדל בין מצפה ממוצע לבין מצפה יעיל ברמה עולמית.

באופן אידיאלי המוח הדיגיטלי של המצפה צריך גם לקחת את כל בקשות התצפית מאסטרונומים ברחבי העולם ולסדר אותן בלוח זמנים יעיל, עם מספר חורים מינימלי. זה יאפשר יותר תצפיות של יותר אובייקטים אסטרונומיים ליותר אנשים, מה שיגדיל באופן משמעותי את הפרודוקטיביות של המצפה. אם למצפה יש מאגר אינטרנטי של נתונים, אסטרונומים יכולים לערוך תצפית ולנתח את הנתונים בתוך דקות ספורות [2].

רשת של טלסקופים רובוטיים חכמים

עדיין ישנה בעיה בהחזקת טלסקופ בודד במקרה שמזג האוויר רע במשך תקופה ארוכה. התשובה היא פשוטה: צריך לבנות עוד טלסקופים במיקומים שונים. מיקום טלסקופים גם בחצי הכדור הצפוני וגם בחצי הכדור הדרומי ופיזורם באופן שווה ברחבי כדור הארץ מאפשר לערוך תצפיות על כל השמיים ואפילו יותר מכך – להוסיף חיבור אינטרנט ותוכנות מיוחדות כדי ליצור רשת של טלסקופים שהיא עוצמתית יותר מסכום חלקיה. מצפה כוכבים כזה הופך למצפה גלובלי, ולמוח הדיגיטלי שלו יש משאבים נוספים רבים לשחק איתם. רשת

טלמטריה (Telemetry)

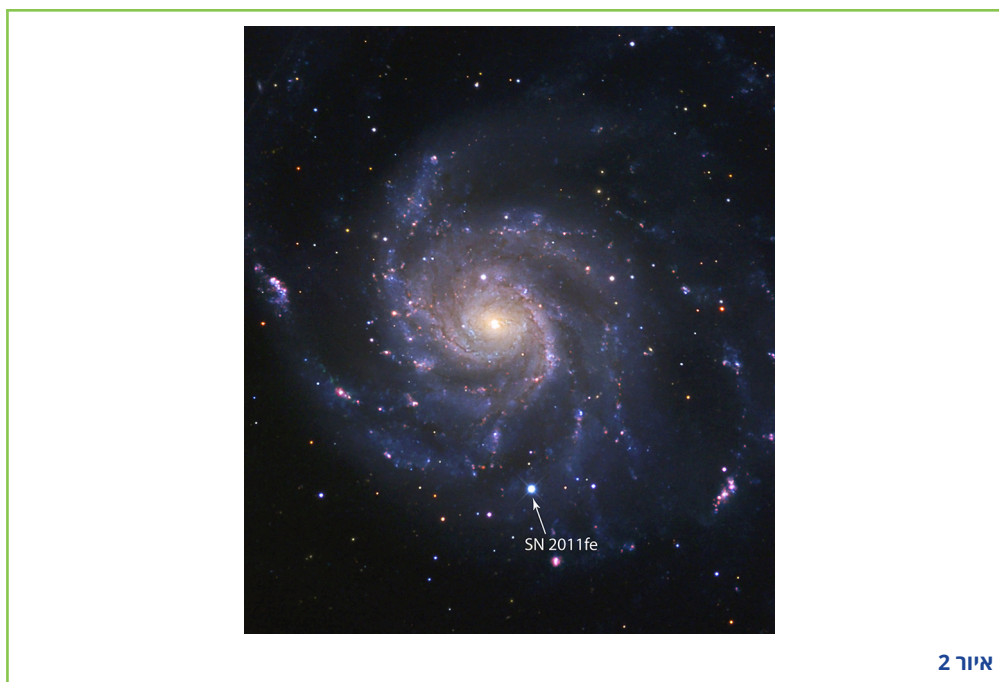
מידע שנשלח מציוד בעל יכולת חישה כמו טלסקופים אל מרכז בקרה (שלו רוב נמצא רחוק). במקרה של טלסקופים רובוטיים, זה יכול להיות מידע על מיקומו של הטלסקופ או מדידות מחיישני מזג האוויר.

סיבוב על ציר (Slew)

תנועת הטלסקופ בעודו נע אל עבר מיקום הצפייה במטרה.

איור 2

סופרנובה SN2011fe בגלקסיית גלגל הרוח המרוחקת. הסופרנובה נראית כמו כוכב בהיר מהגלקסיה שלנו, אולם היא מרוחקת למעשה פי מיליונים ונמצאת בגלקסיה אחרת. זהו פיצוץ של כוכב גדול בהרבה מהשמש שלנו כשהוא הגיע לסוף חייו. האופן שבו הבהירות שלו השתנתה עם הזמן היה מרכזי בהבנת סוג התופעה הזו, והתאפשר רק בזכות שימוש ברשת של טלסקופים רובוטיים. התמונה הזו צולמה על-ידי רשת הטלסקופים הרובוטית של מצפה כוכבים לס קומברס.



איור 2

של טלסקופים רובוטיים מביטחה שיהיה מקום כלשהו על פני כדור הארץ שמתאים לצפייה בתופעות אסטרונומיות חשובות.

צפייה ביקום המשתנה

הרבה מהמחקר באסטרונומיה המודרנית מוקדש לדברים שמשתנים בסקאלות זמן של דקות או ימים, ולא של מיליוני שנים. הפיצוצים המסיביים של כוכבים, אסטרואידים שחולפים סמוך לכדור הארץ וכוכבים חדשים מחוץ למערכת השמש שלנו כולם דוגמאות לאירועים שצריכים להיחקר במהירות. אם סוגי האירועים האלה לא נחקרים לעומק מיד אחרי הגילוי שלהם, ייתכן שלא תהיה הזדמנות נוספת, וההזדמנות ללמוד עוד עליהם עלולה להיאבד (ראו איור 2).

מרבית התופעות המעניינות האלה מתגלות על-ידי טלסקופים ענקיים שעוקבים ברציפות אחר השמיים. בהינתן שעבודתם היא לסרוק באופן רציף את כל השמיים, כשהטלסקופים האלה מוצאים משהו חדש אין להם זמן להתמקד בפרטים שלו. זה המקום שבו לטלסקופים רובוטיים יש תפקיד חשוב לשחק. אפשר להודיע לטלסקופים רובוטיים על תגלית חדשה, והם יכולים להתחיל לצפות בה באופן מיידי. ביצוע מדידות מהירות הוא לעיתים קרובות הכרחי להבנת המדע שעומד מאחורי האירועים המרגשים האלה. התצפיות והמדידות האלה מסייעות לאסטרונומים להבין את היקום באופן שמעולם לא התאפשר קודם לכן.

חינוך

לטלסקופים רובוטיים יש תפקיד ייחודי גם בחינוך. תלמידים ומורים יכולים כעת להשתמש בחלק מהטכנולוגיה המתקדמת ביותר בעולם ובמצפי כוכבים מקצועיים באיכות גבוהה עבור

המחקרים של עצמם. באמצעות המצפים הרובוטיים האינטרנטיים האלה, תלמידים בבתי ספר יכולים לבצע תגליות ולפרסם את ממצאי המחקר שלהם בלי לעזוב את הכיתה שלהם.

היכולות של טלסקופים מתפתחות כל הזמן והם רק ישתפרו עם הזמן. לפני ארבע מאות שנים, באמצעות טלסקופ בגודל של כליב קטן, גליליאו יצר מהפכה באופן שבו אנו תופסים את היקום. כיום, באמצעות טלסקופים רובוטיים, אסטרונומים מקצועיים וחובבניים, תלמידי בית ספר והמורים שלהם יכולים לשנות את האופן שבו אנו תופסים את היקום באמצעות גילוי תגליות חשובות משלהם.

תרומת המחבר

המחבר מאשר שהוא התורם היחיד לעבודה הזו ושהוא מאשר אותה לפרסום.

מקורות

1. SkyNet. Available online at: <https://skynet.unc.edu/>
2. Las Cumbres Observatory. Available online at: <https://lco.global>

פורסם אונליין: 28 בינואר 2021

נערך על ידי: Shane L. Larson, Northwestern University, United States

ציטוט: Gomez E (2021) מדוע כדאי למקם טלסקופים על פסגות של הרים ומקומות משונים נוספים? Front. Young Minds. doi: 10.3389/frym.2019.00090-he

תורגם והותאם:

Gomez E (2019) Why Put Telescopes at the Top of Mountains and Other Strange Places? Front. Young Minds 7:90. doi: 10.3389/frym.2019.00090

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

COPYRIGHT © 2019 © 2020 Gomez. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון Creative Commons Attribution License (CC BY). השימוש, ההפצה או ההעתקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחבר(ים) המקוריים ולבעל זכויות היוצרים, ושהפרסום המקורי בעיתון זה מצוטט בהתאם למקובל באקדמיה. השימוש, ההפצה או ההעתקה אינם מותרים אם הם אינם עומדים בתנאים אלה.

סוקר צעיר

GREG, גיל: 15

היי, אני בן 15 ונמצא בשנת מעבר (שנה מחוץ לבית הספר בין מבחנים בקורסים) בבית. תחום העניין העיקרי שלי הוא פיזיקה אולם אני שמח לקרוא את מרבית המידע המדעי שמגיע אליי.





הכתב

EDWARD GOMEZ

אני אסטרונום במצפה הכוכבים של לס קומברס. אני גם מבלה הרבה זמן בכתיבת קוד מחשב (באמצעות פייתון) במטרה לערוך מחקר ולהשתמש בטלסקופים רבובטיים. אני מנהל את פרויקטי החינוך הגלובליים שלנו עבור תלמידי בתי ספר, מורים והציבור הרחב באמצעות מצפה הכוכבים של לס קומברס כדי שהם יוכלו לבצע את המחקרים שלהם ולקבל השראה מהחלל. אני גם חבר של קבוצת LCO Solar System research group שמנטרת אסטרואידיים ואת כוכבי השביט. *egomez@lco.global

Hebrew version
provided by

מזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים (ער.)
متحف العلوم على اسم بلومفيلد القدس
Bloomfield Science Museum Jerusalem

