



פרויקט Agridan

בית החינוך המשותף שער הנגב



פסולת חלל היא שם כולל לעצמים הנמצאים בעיקר במסלול מסביב לכדור הארץ ואינם בשימוש עוד. לדוגמה - לוויינים מקולקלים חתיכות של לוויינים וחלליות שהשתחררו ציוד שמאבדים אסטרונאוטים ופיסות של צבע וחומרים שונים הנפלטים מחלליות.

לווין בדרך כלל מתקלקל בגלל אחת מהסיבות הבאות:

- ▶ הדלק נגמר והלווין ממשיך במסלולו
 - ▶ חלק בלווין מתקלקל והלווין ממשיך במסלולו הקודם
 - ▶ הלווין מתנגש במשהו והחלקים מתפזרים למסלולים שונים
- אם לווין התקלקל הוא נחשב ל"פסולת חלל"

פסולת החלל מסכנת את כל העצמים שנחוצים את מסלולה. הפסולת יכולה להישאר במסלולה גם אלפי ומיליוני שנים כך שיש צורך רב בסילוקה!

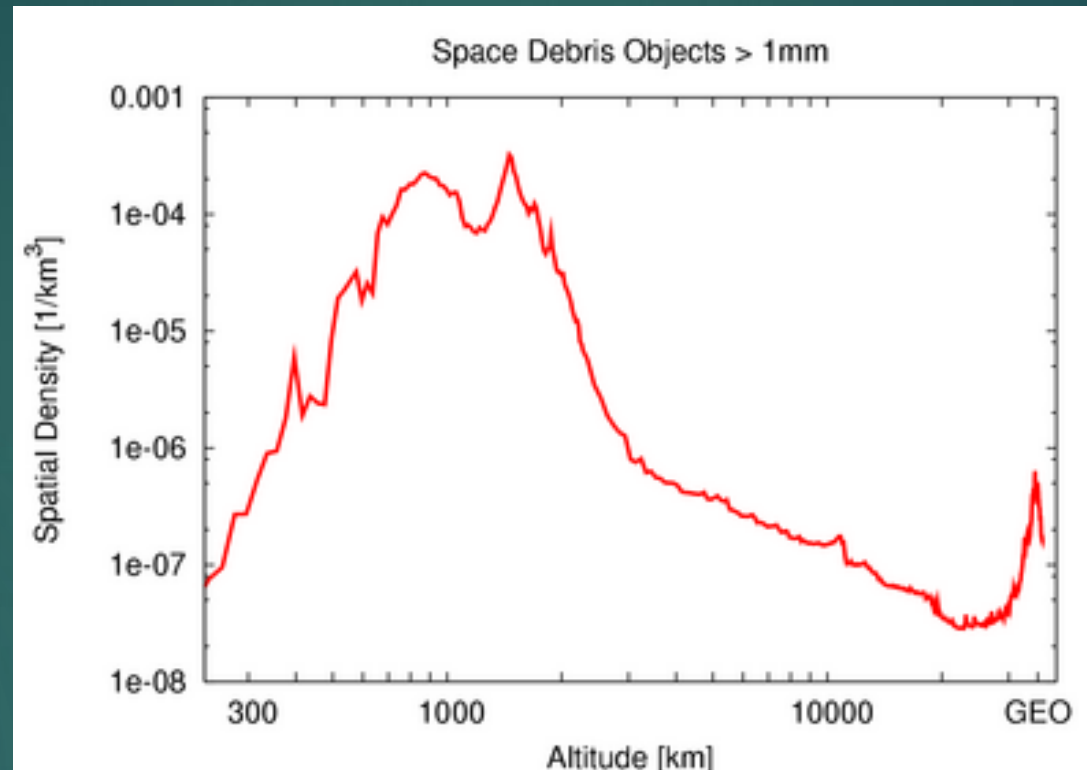
הפרוייקט שלנו

3

משום שפסולת החלל מסכנת את הלוווינים הנמצאים בסביבתה אנחנו רוצים "לנקות" אותה או להחזיר אותה לשימוש וכך לאפשר ללווינים חופש פעולה ותזוזה גדול יותר ולהוריד את סיכון ההתנגשות.

המטרה היא להיפטר מכל הלוווינים המקולקלים והפסולת שנמצאים במסלול הגיאוסטציונרי ובכך לאפשר ללווינים חדשים לתפוס את מקומם.

איפה יש זבל חללי



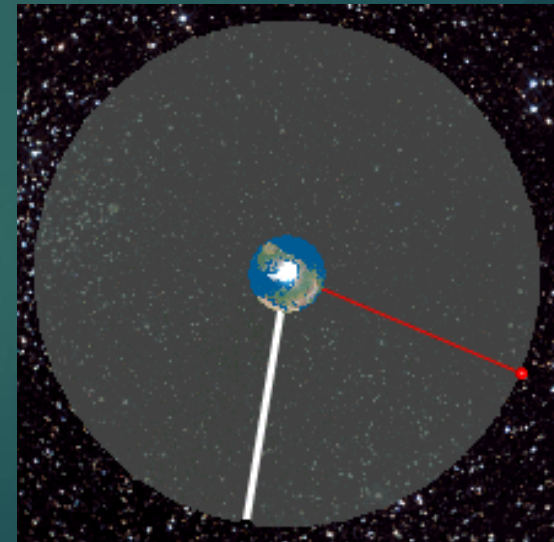
כמות פסולת החלל בגבהים שונים

מסלול גיאוסטציונרי

5

המסלול הגיאוסטציונרי הוא מסלול סביב קו המשווה של כדור הארץ, מ מעל פני הקרקע וכאשר שולחים לשם לוויין הוא "ק" 35,786 בגובה של מסתובב במהירות שווה למהירות הסיבוב של כדור הארץ מה שמביא לכך שהלוויינים במסלול זה נשארים באותה נקודה ביחס לכדור הארץ שעות 24 הקפה ב

<http://stuffin.space/>



דרך הפעולה של אגרידן

6

הלוויין הרובוטי הלא מאויש ינוע מעל המסלול הגיאוסטציונרי בגובה של כ- 36000 ק"מ לערך. הצוות בכדור הארץ יגדיר מטרה עבור הלוויין, בהתאם למידע שמצוי ברשותו על לויני התקשורת. הלוויין שלנו יזהה באמצעות המיפוי והחיישנים את המטרה. צוות הקרקע יתכנן מסלול שעובר מעל חגורת המשווה וישלח את הלוויין שלנו לכיוון הפסולת. עם ההגעה למיקום יכנס הלוויין המוצע למסלול של המטרה כדי לתפוס אותו ולתקן או לפרק אותו.

כשחלקי החילוף נגמרים ישלחו מיכלים חדשים וחלקי חילוף ללווינים ודלק ממרכז שיגור ולגויסטיקה בכדור הארץ. אם הלוויין עצמו מתקלקל הוא יתקן את עצמו בעזרת להק הרובוטים שבו.

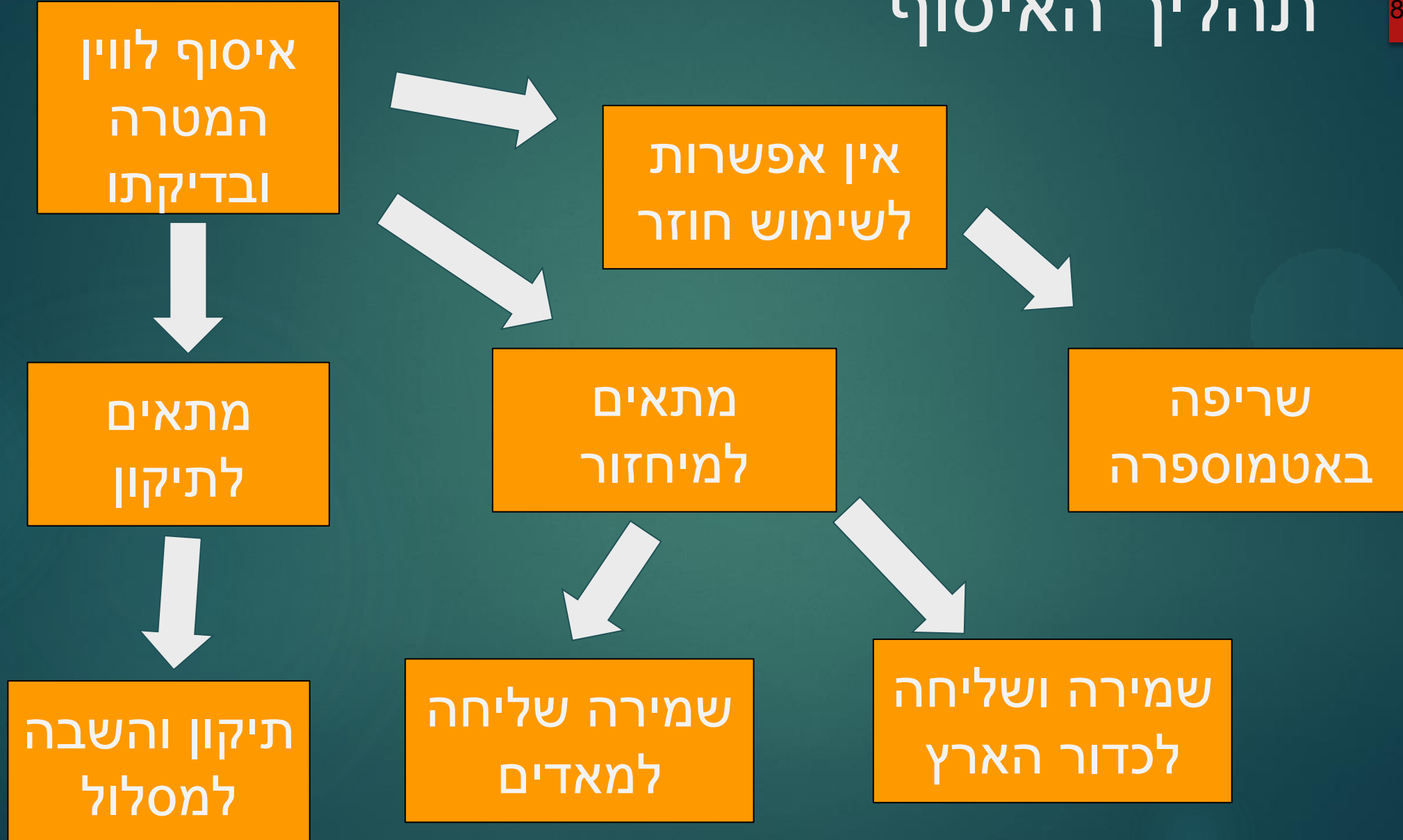
פירוק ותיקון

7

אם מתקבלת החלטה לתקן את הלווין המקולקל הוא תופס אותו מבחוץ ומחליף לו דלק או חלקים מקולקלים בעזרת להק של רובוטים קטנים. אם הרובוט מחליט לפרק את הלווין הוא מבריג החוצה את הלוחות הסולאריים ומכניס אותם לתוך מכל המיחזור לאחר מכן הוא מפרק את לוחות המתכת המגינים על הלווין ומחליט אם לשמור אותם או לזרוק אותם לאחר מכן הוא מפרק את הלווין ומחליט איזה חלקים לשמור ואיזה לזרוק, כל זה בהתאם להנחיות שנתקבלו מהמרכז בכדור הארץ.

תהליך האיסוף

8



מיכל המחזור והפסולת

9

- ▶ אם יוחלט לשלוח את הפסולת בחזרה לכדור הארץ הרובוט ישחרר את המכל הממונע לכיוון כדור הארץ מעל האוקיינוס כשהמכל יגיע למרחק של כ 10ק"מ מעל מפני הים הוא יתחיל להאט למהירות של מאך 2 ויפתח מצנח כשהרובוט יגיע לפני הים יפתחו מצופים הדומים בפעולתם לסירה מתנפחת או חגורת הצלה
- ▶ כאשר הפסולת תנחת במים תגיע סירה ותאסוף את המכל

אם יוחלט לשלוח את הפסולת למאדים הרובוט ישחרר את מיכל המחזור לכיוון מאדים המכל ימשיך להתקדם בעזרת מנועים עד שיגיע למאדים שם הוא יפתח מצנח וינחת לעומת זאת כשמיכל הפסולת מתמלא הרובוט מתקרב לכדור הארץ ופותח דלתות אחוריות שמשחררות את הפסולת לכיוון כדור הארץ שם הפסולת תישרף באטמוספירה והמכל נשאר במקומו

משימה לא מאוישת

יתרונותיה של משימה לא מאוישת-

▶ יכולה להתבצע בצורה אוטונומית עם בקרה מהקרקע

▶ זולה יותר

▶ כרוכה בפחות סיכונים

▶ יכולה לעבוד לאורך זמן

▶ לא חייבת לקיים תנאי חיים

▶ פחות כוח אדם

▶ הפחתת טעויות אנוש

הצוות בארץ

המשימות של צוות הקרקע כוללות :

- ▶ תכנון המסלול של הליווי הרבובטי והפסולת שהוא יאסוף .
- ▶ ביצוע החלטות איזו פסולת לשמור ואיזו לזרוק.
- ▶ שליטה בשחרור המכלים
- ▶ ניטור הליווי
- ▶ מעקב אחר הפסולת במסלולים השונים
- ▶ מרכז לחידוש אספקה לליווי

מקורות אנרגיה

12

בזמן ההמראה והיציאה מהאטמוספירה הרובוט יעבוד על מנוע דלק מוצק עם גרעין בצורת גליל חלול (היוצר תאוצה עולה (כשהרובוט יתחיל לסייר בחלל הוא יעבוד על מנוע סולרי המופעל על ידי לוחות סולריים שממוקמים על גב החללית ועל מנוע יונים).

▶ בגלל שהרובוט לא יכול לעבוד רק על אנרגיה סולרית (כלומר שקרני השמש לא יגיעו ללוחות כל הזמן (הרובוט יצבור אנרגיה בזמן שקרני השמש מגיעות ללוחות לתוך בטרייה חזקה שתשמר את האנרגיה לזמן שבו קרני השמש לא מגיעות

▶ הרובוט יעבוד כל הזמן גם על מנוע יונים שבניגוד למנוע דלק יכול לעבוד זמן ממושך בלי לבזבז הרבה "דלק".

▶ מנוע יונים עובד על אלומות יונים שהואצו בעזרת שדה חשמלי חזק כדי ליצור דחף.

מקור הכוח של המנוע הינו אנרגיה חשמלית, האנרגיה החשמלית משמשת לשתי מטרות עיקריות: יינון החומר הנהדף והאצת היונים והדיפתם לאחור, לצורך יצירת כוח הדחף המניע את החללית.

בשביל שינוי הכיוון והתזוזה של החללית מפעילים את המנועים התחתונים כדי להגביה את החללית או כדי לשנות את זווית החללית, כדי לרדת מפעילים את המנועים עליונים, בשביל לנסוע שמאלה מפעילים את המנועים הימניים ולהפך.

בתוך הרובוט יהיו:

- ▶ Mascam - עם רזולוציה של 1600 היא יכולה להסתובב בזווית של 360 מעלות עם פוקוס אוטומטי ו 10 פריימים לשנייה.
- ▶ חיישני חישה מסוג position sensors שיכולים לקלוט מהירות, זווית תאוצה ועוד בלי נתונים מבחוץ.
- ▶ בתוך הרובוט יהיו גם מחשבים מסוג RCE שישלחו מידע לכדור הארץ בכל רגע נתון.
- ▶ מערכת מדידה אינרציאלית. INS ,
- ▶ טלמטריה המאפשרת מדידה מרחוק ושליחת מידע באופן אוטומטי.
- ▶ 2 זרועות רובוטיות שימיינו את החלקים של הלווין
- ▶ חלקי חילוף ודלק ללוויינים המקולקלים

מחוץ לרובוט יהיו:

▶ חיישן העובד על ספקטרוסקופיה (הספקטור מודד את הקרינה ומזהה חומרים לפי יחס הקרינה (שיבדוק ממה עשויה הפסולת.

- ▶ Navcams-מצלמת ניווט המצלמת בשחור לבן בזווית של 45 מעלות.
- ▶ Mascam - עם רזולוציה של 1600 היא יכולה להסתובב בזווית של 360 מעלות עם פוקוס אוטומטי ו 10 פריימים לשנייה.
- ▶ חיישני חישה מסוג position sensors שיכולים לקלוט מהירות, זווית תאוצה ועוד בלי נתונים מבחוץ.
- ▶ חיישני מיקום כדי לאתר את המיקום המדויק של הפסולת.
- ▶ 3 זרועות רובוטיות שיתקנו את הלווין יפרקו אותו ויכניסו אותו פנימה

מיגון הלוויין

למיגון חלקי הלוויין המגיעים לטמפרטורה הגבוהה מ 1260 מעלות צלזיוס כגון הלוחות הסולארים והחרטום נשתמש בפחמן מחוזק בסיבי פחמן (RCC).

חלק מחלקי הלוויין כגון הגחון יכוסו באריחי חומר הבידוד לטמפרטורה גבוהה (HRSI) האריחים עשויים מסיבי סיליקון דו חמצני טהור.

FRSI הוא פולימר מסוג מטא ארמיד או בכינויו נומקס לבן שבו נשתמש לחלקים אשר הטמפרטורה בהם לא עולה על 360 מעלות.

עוד שימושים לנומקס הלבן הם מיגון טרמי אשר עדיין בשימוש בתחנות כיבוי אש.

מיכל השחרור שיגע לכדור הארץ או למאדים ימוגן בשתי שכבות של RCC כדי שיוכל לשרוד את הנחיתה

השיגור יתבצע על ידי משגר טילים ולוויינים בעזרת טיל שמחובר לרובוט, הטיל שעובד על דלק יוציא את הרובוט מהאטמוספירה עד למרחק של 36,000מכדור הארץ לאחר זאת הטיל יחזור לכדור הארץ וישתמש במשגר רב פעמי שפותח על ידי חברת spaceX.

מידות הלווין

16

המיכלים 12X6X4: מטר

לוחות סולארים 10: מטר

גוף הלווין 4X6X4: מטר

מיכל הדלק 2X6: מטר

מיכל חלקי החילוף 2X6: מטר

זרוע הפירוק 10: מטר

זרועות התיקון והתפיסה 7: מטר

הלווין בנוי כך ששני המיכלים נמצעים ליד הגוף המרכזי שמתחתיו נמצא מיכל הדלק ומעליו מיכל חלקי החילוף על המיכלים האלה בנויים החיישנים והזרועות הרובוטיות הלוחות הסולארים ממוקמים על הגוף המרכזי.

מה החידוש במשימתנו

19

לעומת שיטות אחרות השיטה שלנו נפטרת מכל הפסולת לתמיד גם בעזרת שימוש חוזר, גם בעזרת תיקון וגם בעזרת שרפת הפסולת. הפסולת לא מסכנת יותר שום לווין או חללית וגם לא "גונבת" מקום של לווין אחר, הלווין הרבובטי שלנו מפנה את הפסולת לחלוטין וגם נותן הזדמנות "למחזר" אותה ולעשות בה שימוש חכם יותר שחוסך כסף במקום להשמיד אותה לגמרי ולבזבז ציוד בשווי של מיליוני דולרים.

הלווין הרבובטי שלנו יכול גם לאסוף פסולת גדולה במיוחד לעומת שיטות אחרות שיכולות לטפל רק בפסולת קטנה מאוד יחסית.

אגרידן הינו רב שימושי ואפשר להשתמש בו שוב ושוב לאורך זמן. אגרידן גם חוסך בכך שהוא מטפל בכל הפסולת ולא משאיר אותה במקום אחר עד שתפתח בעיה חדשה לעומת שיטות אחרות שפיתוח כיום.

רשימת מקורות

20

1. סוכנות החלל הישראלית
2. ויקיפדיה [חללית, מנוע יונים, גשושית מאדים, אפולו, 11 לוויין]space debris,
3. אתר נאס"א
4. הידען
5. Effective Space
6. stuffin.space
7. <http://www.space.com/16518-space-junk.html>

רשימת תודות

חברי צוות:

רם תמיר

אלכס פרידמן

אמילי דבוש

אושרי סיגרון

שם גולסט

כהן

ענבר ואוריאל מאיר

נעמה שפיר

רוני טרנובסקי בן עמי

רון מאיר

עמית לזרוביץ'

ירין ברונר

דן כרמל

יהלי ניצן

אסיף לוי

גבע רדאי

גלי מוגרבי

אור קלימי

עומר

נאור סוויסא