

רובוטים אוטונומיים מטלה 2 החללית בראשית

מגישים:

אריאל יפעי : 206159394

תהילה עבאדי : 207067919

חלק ראשון:

מדוע התרסקה החללית בראשית?

החללית בראשית, ששוגרה ב-22 בפברואר, השלימה את מסעה לירח ללא תקלות, אך בעודה מתקרבת לנחיתה, חל כשל משמעותי והיא התרסקה במקום לבצע נחיתה מבוקרת.

בחלק זה נתאר את הכשלים שהובילו להתרסקות החללית על הירח.

את הדרך לירח עשתה בראשית בהקפות אליפטיות גדולות והולכות סביב כדור הארץ, כשהמעבר בין כל מסלול מתבצע בתמרון של הפעלת המנוע לזמן קצר - עד כמה דקות. ב-4 באפריל היא ביצעה את התמרון המסובך ביותר חוץ מהנחיתה עצמה, הפעלת המנוע להאטה וכניסה למסלול סביב הירח. כעבור שבוע ועוד כמה תמרוני האטה החלה הנחיתה עצמה, שבה הופעל המנוע שוב לבלימה כדי לאפשר לה לנחות ברכות.

תחילה הכול התנהל כשורה, אבל בעשר הדקות האחרונות לפני הנחיתה החלה סדרת תקלות שהובילה לכיבוי המנוע ובסופו של דבר להתרסקותה של החללית על הירח.

התרסקות החללית קרתה עקב מספר סיבות הנגררות אחת אחרי השניה:

1: תקציב

החללית נבנתה בתקציב קטן יחסית עבור משימות חלל מורכבות, כאשר הסכום כלל את עלויות התפעול ושיגור החללית.

החלקים היו זולים יחסית, ובנוסף היה מחשב יחיד על החללית, דבר שפגם באופן שמירת הנתונים.

2: כשל בפעילות המצלמות האחראיות על דיווח הזווית

עוד בליל השיגור נוסע למהנדסים האחראיים על החללית כי צמד המצלמות הנקראות "עוקבי כוכבים", האחראיות על צילום השמיים, זיהוי כוכבים מסויימים ואמצעות המידע הזה לזהות את הזווית של החללית, חוות קשיים בתפעול.

מצלמות אלה מהוות חלק קריטי עבור הפעלת המנוע, כיוון שזווית לא נכונה תשלח את החללית למסלול שונה לחלוטין מזה המתוכנן לה.

ככל הנראה בעת ההיפרדות מטיל השיגור נחתו חלקיקי אבק על המגינים הכהים שאמורים להגן על עוקבי הכוכבים מאור השמש ישיר, החזירו אור ו"סינוורו" את המצלמות, כך שהדיווחים על הזווית הנוכחית של החללית השתנו.

בוצעו מספר נסיונות תמרון של צוות המהנדסים כדי להתחמק מאור השמש המסנוור, אך גם זה לא הספיק, ויחד עם איתחולי המחשב הבלתי צפויים המשימה הפכה כמעט בלתי אפשרית.

3: אתחול לא מתוכנן של מחשב החללית

כנראה בשל חשיפת המערכת האחראית על התקשורת בין החללית למחשב לקרינה, המערכת חוותה קשיים רבים ובשל כך בוצעו איתחולים רבים שלא כמתוכנן, כאשר המרכז יוהקריטי ביותר היה האיתחול שבוצע רגעים ספורים לפני הנחיתה, אשר גם כך כללה סיבוכים רבים, אך האתחול הלא צפוי גזל עוד כמה רגעים יקרים.

4: כיבוי מד תאוצה יחיד מבין שניים

רגע לפני הנחיתה הגורלי, נכבה אחד ממדי התאוצה של החללית, המסוגלת לתפקד עם אחד בלבד. החלטת הצוות בארץ על הניסיון להפעיל אותו בכל זאת, יצרה שרשרת אירועים שבמהלכם כבה המנוע הראשי ממש בשיא הנחיתה, ועקב כך התרסקה החללית. לסיכום, ניתן לראות כי רצף של כשלים לוגיים וטכניים, וקבלת החלטות אומללה במהלך תהליך הנחיתה הובילו להתרסקותה של חללית בראשית על הירח, יחד עם כשלים לא צפויים כמו העובדה כי זווית החללית לא הייתה ידועה בעת ההתרסקות עקב כשל בפעילותם של החיישנים האחראיים על הדיווח.

חלק שני:

במטלה שלנו מצורף קוד וקובץ readme המתאר את שלבי הפעילות, אך באופן מקוצר:

הקוד כולל סימולציה של הנחתת החללית על הירח כאשר העקרון המנחה הוא כזה,

בתחילת הנחיתה התנועה מתבצעת סביב הירח במעגלים, כאשר מגיעים לגובה הרצוי, משנים את זווית הנחיתה לכיוון השני ומגבירים את פעולת המנוע וכך מתבצעת ההאטה.

מכך נובע כי ככל שמתקרבים לירח והגובה יורד, המהירות של החללית עולה ופעילות המנוע מוגברת יותר ויותר, והזווית האנכית יורדת ומתקרבת לאפס, עד שמתבצעת הנחיתה הסופית.

מקורות:

<https://www.youtube.com/watch?v=HMdUcchBYRA&t=1612s>

סרטון המציג באופן ישיר את פעילות הנחיתה של החללית על הירח יחד עם דיווחים מהשטח ותצוגת לוח הבקרה, ניתן לראות כי כמה רגעים לפני הסוף, נאמר כי המסך המייצג את הבקרים לא אמין, כיוון שהחיבור של החללית עם המחשב נפל.

<https://davidson.weizmann.ac.il/online/sciencepanorama>

האתר של מכון דוידסון, המתאר שלב אחרי שלב את הכשלים שהובילו להתרסקות החללית על הירח.

<https://www.ynet.co.il/articles/0,7340,L-5681547,00.html>

אתר ynet המביא את התוצרים של מכון דוידסון עם מסקנות נוספות.