

פתירת קובייה הונגרית

קובייה הונגרית היא חידה מכנית פופולרית שהומצאה על ידי ארנו רוביק, פסל ופרופסור לאדריכלות הונגרי. הקובייה נקראה במקור **קוביית הקסם** ומאוחר יותר שמה שונה ל**קוביית רוביק** (באנגלית: Rubik's Cube) על שמו של הממציא.

כל קובייה הונגרית מכילה שש פאות (צדדים) כאשר לכל אחת מהן ריבועים בעלי צבע המשותף לכולם. ישנן מספר קוביות בעלות כמות שונה של חלקים, הן יכולות להגיע בפריסות של $2\times2\times2$, $3\times3\times3$, $4\times4\times4$ וכן הלאה. הפריסה הפופולרית ביותר של קובייה זו היא פריסת ה- $3\times3\times3$, המורכבת מ־26 חלקים שונים ובה לכל פאה 9 ריבועים שונים המסודרים בפריסת 3×3 . בספר זה נתמקד בפתירת קובייה הונגרית בעלת פריסה זו.

הקובייה מגיעה עם "סידור ראשוני" – מצב בו כל פאה מכילה ריבועים בצבע אחד בלבד, ולאחר סיבוב פאות הקובייה מתגלה כי צבעי הפאות התפזרו ברחבי הקובייה, באופן זה כל פאה מכילה מספר צבעים. המטרה בחידת הקובייה ההונגרית היא להחזיר אותה לסידור הראשוני בו לכל פאה ריבועים מאותו הצבע.

בספר זה נלמד שיטה אחת לפתירת החידה הפופולרית קובייה הונגרית. קיימות אינספור דרכים לפתירת הקובייה, כך ששיטה זו אינה היחידה שקיימת.

תוכן עניינים

רקע

פתרון הקובייה ההונגרית

חלק א' – השכבה העליונה

שלב 1: בניית הצלב העליון

שלב 2: שלב הפינות

חלק ב' – השכבה האמצעית

שלב 3: פתרון הפינות האמצעיות

חלק ג' – השכבה האחרונה (התחתונה)

שלב 4: הצלב השני

שלב 5: התאמת הצבעים לצלב השני ולשכבה האמצעית

שלב 6: מיקום הקודקודים בשכבה העליונה בהתאם לצבעים הסמוכים להם

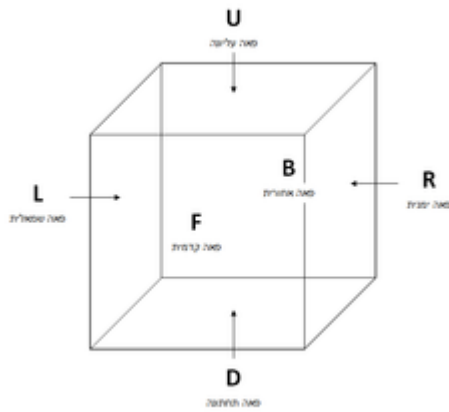
שלב 7: התאמת צבעי הקודקודים באמצעות סיבוב

רקע

השיטה המפורטת בספר זה היא אחת מתוך מספר שיטות לפתירת הקובייה ההונגרית.

לפני שנתחיל, לימוד השיטה דורש שנכיר כמה תנועות ואת הפאות (הצדדים) של הקובייה, הצדדים הם:

- פאה עילית, או עליונה (U)
- פאה שמאלית (L)
- פאה ימנית (R)
- פאה קדמית (F)
- פאה אחורית (B)
- פאה תחתונה (D)



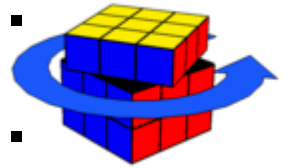
פאותיה של הקובייה ההונגרית

ניתן להפוך כל פאה בכיוון השעון או נגד כיוון השעון, ביחס לאמצע שלה (**הערה** - תנועה שתראה לצופה בכיוון השעון כאשר הוא מסתכל על הקובייה, יכולה להיות נגד כיוון השעון ביחס לאמצע הקובייה). השמות לתנועות השונות (הפאה העליונה - U תשמש כדוגמה) הם:



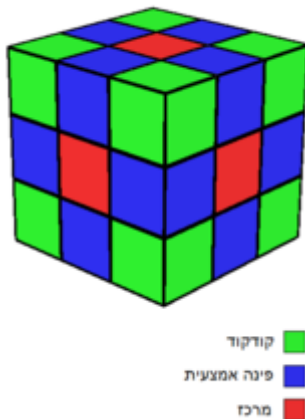
■ סיבוב של 90 מעלות בכיוון השעון לפאה, מיוצגת לפי האות שמייצגת את הפאה (לדוגמה U).

■ סיבוב של 90 מעלות נגד כיוון השעון לפאה, מיוצגת לפי האות שמייצגת את הפאה ולאחריה גרש (לדוגמה 'U', נקראת גם U



prime) (זוהי בעצם התנועה U כאשר היא מתבצעת שלוש פעמים).

■ סיבוב של 180 מעלות נגד או בכיוון השעון מיוצג לפי האות שמייצגת את הפאה ולאחריה סימן של חזקה שנייה (U^2 , נקראת גם **U squared**) והתנועה היא כמו 2 סיבובים בכיוון השעון או נגד כיוון השעון.



חלקיה השונים של הקובייה ההונגרית. בין היתר ניתן לראות כי היא מכילה קודקודים, פינות אמצעיות וריבועים מרכזיים

חלקי הקובייה מיוצגים על ידי שילוב של 2 אותיות לצורך ייצוג קצוות או על ידי 3 אותיות לייצוג פינות. לדוגמה, החלק בפינה הימנית העליונה של הפאה הקדמית נקרא U - **חתיכה עליונה**; R - **בפינה הימנית**; F - **של הפאה הקדמית (פאה F)**, או בקיצור URF, והקצה בצד השמאלי-התחתון של הקובייה נקרא DL. הסימונים הללו מתייחסים לחלקים שנמצאים במקומות אלו עכשיו, לא החלקים שאמורים להיות שם.

6 התנועות (U D L R F B), וכל רצף של תנועות, לא מזיז את המקום של 6 הריבועים האמצעיים (הם "מסובבים" את החלקים שבאמצע). הפתרון הזה מניח שהסיבוב של חלקים אלו הוא לא חשוב, אך ניתן לסובב אותם מבלי להשפיע על שאר הקובייה.

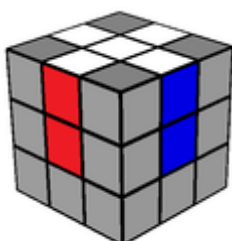
פתרון הקובייה ההונגרית

פתרון הקובייה ההונגרית מתחלק לעקרון של 3 שכבות: עליונה, אמצעית ותחתונה.

החלק הראשון יהיה לשכבה העליונה כאשר כל ההסתמכות בפתרון היא על פי הצבע המסומן במרכז השכבה, הריבוע האמצעי לעולם לא מתחלף ועל פיו קובעים היכן יש למקם כל ריבוע צדדי.

חלק א' – השכבה העליונה

שלב 1: בניית הצלב העליון



השלב הראשון בפתרון הקובייה ההונגרית הוא יצירת צורה של צלב בחלק העליון של הקובייה. ניתן לבצע זאת בדרך אחת בלבד: על ידי העברת כל החלקים הצדדיים בצבע לבחירתך לפאה שבמרכזו ריבוע בצבע המתאים.

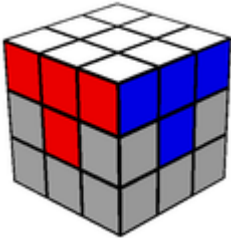
תחילה יש לאתר חלק צדדי המכיל את הצבע שאיתו בחרת לבנות את הצלב, חלק זה מכיל צבע נוסף כלשהו. כעת, יש לאתר את הצבע השני במרכז פאה אחרת ולהעביר את החלק שמצאת לפני כן לשכבה התחתונה של פאה זו. לבסוף, יש להעביר אותו לשכבה העליונה על ידי סיבוב הפאה בזווית של 180

מעלות (הפעולה שיש לבצע היא: F^2).

בצע פעולות אלו על שלושת החלקים הצדדיים האחרים עד אשר נוצרת צורה של צלב, באותו האופן המתואר בתמונה משמאל.

הערה: ייתכנו מקרים בהם הצבעים של החלק שהועבר יהיו הפוכים ביחס לצבע בריבוע המרכזי של הפאות המתאימות. אם הדבר אכן קורה, יש להפוך את הצבעים באופן הבא: $F' U L' U'$. באופן זה, הצבעים יהיו תואמים לריבועים המרכזיים של הפאות.

שלב 2: שלב הפינות



לאחר בניית הצלב על גבי השכבה העליונה, יש לכסות את כולה בצבע הנבחר ובכך להשלים את השכבה הראשונה. על מנת לעשות זאת יש להעביר את החלקים החסרים בשכבה זו שנותרו להשלמה, אלו הם הקודקודים.

בשונה מחלקי הצד שהיה צורך בהתאמתם לשתי פאות בצבעים שונים, הקודקודים מכילים שלושה צבעים שונים, כך שיש להתאימם לאזור בו נמצאות שלוש פאות סמוכות בצבעים אלו.

את הקודקודים יש להעביר מהשכבה התחתונה של הקובייה לשכבה העליונה עליה נמצא הצלב. על מנת להעביר אותם למקומם, יש לפעול על פי הנוסחה המתאימה:

- במקרה בו הצבע המופיע על גבי הצלב שבנינו נמצא בצידו הימני של הקודקוד, יש להחזיק את הקובייה באופן בו החלק שברצונכם להעביר לשכבה העליונה נמצא בפאה הימנית ולבצע את הנוסחה הבאה: $R' D' R D$.
- במקרה בו הצבע המופיע על גבי הצלב שבנינו נמצא בצידו השמאלי של הקודקוד, יש להחזיק את הקובייה באופן בו החלק שברצונכם להעביר לשכבה העליונה נמצא בפאה השמאלית ולבצע את הנוסחה הבאה: $L D' L' D$.
- במקרה בו הצבע המופיע על גבי הצלב שבנינו נמצא בתחתית הקודקוד, יש להחזיק את הקובייה באופן בו החלק שברצונכם להעביר נמצא באחת מפאות הצדדים ולבצע את הנוסחה הבאה:
 - עבור הפאה הימנית: $R' D^{-2} R D$.
 - עבור הפאה השמאלית: $L D^2 L' D'$.

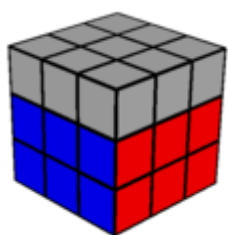
שתי פעולות אלו יביאו את הקודקוד למצב הראשון/השני (כלומר הצבע המשותף בין הקודקוד לצלב לא נמצא בפאה התחתונה), כך שלאחר ביצוע פעולות אלו יש לפעול לפי אחת הנוסחאות הראשונות.

אם הגעת למצב המתואר בתמונה משמאל, עבור לחלק השני בפתרון הקובייה: השכבה האמצעית.

הערה: ייתכן מצב בו הקודקוד להעברה ממוקם בשכבה העליונה אך אינו תואם לצבעים הסמוכים לו, אפילו אם הוא מכיל את אותם הצבעים. במקרה זה יש להחזיר את הקודקוד לשכבה התחתונה באופן הבא: צד ימין – $R' D' R D$; צד שמאל – $L D L' D'$. לאחר מכן, יש לנסות להעלות אותו שוב על פי הנוסאות לעיל.

חלק ב' – השכבה האמצעית

שלב 3: פתרון הפינות האמצעיות



בשלב זה חל שינוי באופן פתירת הקובייה ההונגרית. מאחר ופתרנו את השכבה העליונה, לא נזדקק לה יותר. לפיכך, יש להפוך את החלק העליון שיהווה את חלקו התחתון של הקובייה מעכשיו ועד סוף פתרון הקובייה.

אחר כך, יש לאתר בשכבה העליונה החדשה חלק צדדי שאינו מכיל את הצבע שנמצא בריבוע המרכזי של שכבה זו ולהעבירו לאזור המכיל שני ריבועים מרכזיים סמוכים המתאימים לצבעים של החלק שמצאת. חלקים אלו יועברו בשלב זה לשכבה האמצעית.

לשלב הזה יש שתי נוסחאות, יש להשתמש בנוסחה המתאימה לכיוון ההעברה: עם כיוון השעון (צד ימין) או נגד כיוון השעון (צד שמאל). הנוסחאות דומות האחת לשנייה, אך השוני היחיד הוא בכיוון הסיבוב של הפאות לצורך ההעברה.

יש להחזיק את הקובייה באופן בו החלק ברצונכם להעביר נמצא מולכם ולפעול על פי אחת מהנוסחאות הבאות:

■ על מנת להעביר חלק צדדי לשכבה האמצעית בכיוון מחוגי השעון, יש לבצע את הנוסחה הבאה: $U R U' R' U' F' U F$.

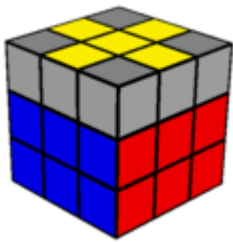
■ על מנת להעביר חלק צדדי לשכבה האמצעית בכיוון המנוגד למחוגי השעון, יש לבצע את הנוסחה הבאה: $U' L' U L U F U' F$.

אם הגעת למצב המתואר בתמונה משמאל, המשיך לחלק האחרון: השכבה האחרונה (התחתונה). חלק זה מכיל מספר שלבים בגלל המקום הפנוי המצומצם שנשאר להעברת חלקי הקובייה.

הערה: ייתכן כי תתקל במצב בו חלק מסוים מתאים מבחינת הצבעים, אך הפוך ביחס למיקומו בין שתי הפאות. במצב זה יש להוריד חלק כלשהו מהשכבה העליונה, אפילו חלק המכיל צבע הנמצא בריבוע המרכזי של שכבה זו, ולפעול בהתאם לנוסחאות לעיל, לפי כיוון הורדת החלק העליון. לאחר מכן, יש להעביר את החלק שוב למקומו המתאים להורידו לשכבה האמצעית על פי הנוסחאות, ובהתאם לכיוון ההעברה.

חלק ג' – השכבה האחרונה (התחתונה)

שלב 4: הצלב השני



בניית הצלב השני שונה מהאופן בו בנינו את הצלב הראשון. הצבע שנותר, שעד כה לא הופיע בשכבות שפתרנו, ישמש למילוי השכבה האחרונה, ובשלב זה נשתמש בו לבניית הצלב השני.

בשלב זה אין צורך בהתאמת הצבעים האחרים על גבי החלקים הצדדיים המרכיבים את הצלב לצבעים המופיעים בריבועים המרכזיים בשכבה האמצעית. את ההתאמה הזו נבצע בשלב הבא.

בתחילת שלב זה, ייתכן שתמצא חלק של הצלב שכבר נפתר בעוד שפתרת את השכבה האמצעית, ואף ייתכן מקרה בו הצלב יהיה פתור כולו, במצב זה ניתן לדלג לשלב הבא.

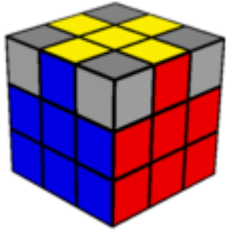
על מנת לפתור את הצלב השני יש להשתמש באחת הנוסחאות להלן, כפי שמתאימה למקרה בו נתקלת כאשר סיימת לפתור את השכבה האמצעית:

- במקרה בו אין בפאה העליונה חלקים התואמים לצבע שלה, יש לבצע את הנוסחאות הבאות: $B U L U' L' B'$ וגם: $B' L U L' U' B$. סדר ביצוע הנוסחאות אינו משנה, כך שניתן לבצע את הנוסחה השנייה לפני הראשונה, אך חובה לבצע את שתי הנוסחאות.
- במקרה בו מופיע הסימן — (קו אופקי), יש להחזיק את הקובייה באופן בו תראה את הקו בכיוון האופקי ולבצע את הנוסחה הבאה: $B' L U L' U' B$.
- במקרה בו מופיע הסימן L (האות הלוועזית L), יש להחזיק את הקובייה באופן בו תראה את האות כאשר היא מסובבת ב-90 מעלות בכיוון מחוגי השעון (כלומר, תראה את האות r) ולבצע את הנוסחה הבאה: $B U L U' L' B$.

לאחר ביצוע אחת או יותר מהנוסחאות לעיל, אם קיבלת צלב כפי שמתואר בתמונה משמאל, המשיך לשלב הבא.

שלב 5: התאמת הצבעים לצלב השני ולשכבה האמצעית

בשלב זה נתאים את הצבעים של חלקי הצד המופיעים בשכבה העליונה בין הצלב שזה עתה סיימנו לבנות לבין הצבעים בשכבה האמצעית, כפי שעשינו כחלק מתהליך בניית הצלב הראשון.



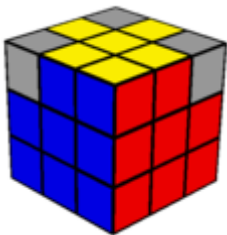
יש לאתר חלק אחד בו יש התאמה בין צבע הצלב לצבע הפאה כפי שמופיעה בריבוע המרכזי של השכבה האמצעית, להחזיק את הקובייה באופן בו החלק שנמצא מופנה כלפיכם ולבצע את הנוסחה הבאה: $R' U' R U^2 R$.

נוסחה זו "מזיזה" את שאר החלקים הצדדיים בשכבה העליונה נגד כיוון השעון, אך החלק אשר מופנה כלפיכם נשאר במקומו. באופן זה ניתן לסדר את החלקים כך שתהיה התאמה בין הצבעים בשכבה העליונה לבין הצבעים השכבה האמצעית.

אם הגעת למצב בו ישנה התאמה, כפי שמתואר בתמונה משמאל, המשיך לשלב הבא.

הערה: ייתכנו מצבים בהם אין אף לא חלק אחד שמתאים לצבעים בראש ובאמצע הקובייה, ואף מצבים בהם יש יותר מחלק אחד המתאים בצבעיו לשני האזורים האלו. במצב זה ניתן לסובב את השכבה האמצעית עד להגעה למצב בו יש חלק מתאים אחד, ואם הדבר לא מועיל, ניתן להשתמש בנוסחה לעיל ולנסות להתאים שוב חלק אחד בלבד בין צבעיו לבין שני האזורים הסמוכים לו.

שלב 6: מיקום הקודקודים בשכבה העליונה בהתאם לצבעים הסמוכים להם



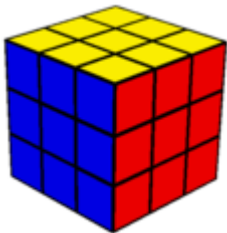
בשלב זה נתאים את הקודקודים שנותר לנו לפתור אותם למקום המתאים להם, בהתאם לצבעים המופיעים בפאות הסמוכות להם. כמו בשלב הרביעי, בו בנינו את הצלב השני, גם כאן לא נתאים את הצבעים במדויק אלא הדבר יעשה בשלב הבא והאחרון.

תחילה, יש למצוא קודקוד אחד הממוקם בהתאם לצבעים המופיעים על גביו (כמובן ללא התייחסות לכיוון בו הוא מופיע) ולבצע את הנוסחה הבאה: $U R U' L' U R' U' L$.

נוסחה זו דומה מעט במהותה לנוסחה בה נתקלנו בשלב הקודם: היא מאפשרת להעביר את הקודקודים בכיוון המנוגד למחוגי השעון תוך "דילוג" על הקודקוד שנמצא בין הפאה הימנית לבין הפאה הקדמית, המופנית אלינו. יש לבצע מספר פעמים עד אשר כל הקודקודים ממוקמים ביחס לצבעים המופיעים על גבם ועל גבי הפאות הסמוכות להם, ללא התאמה בכיוון. אם אכן הגעת למצב שכזה, עבור לשלב הבא והאחרון בפתירת הקובייה ההונגרית.

הערה: ייתכן כי בתחילה לא תמצא אף לא קודקוד אחד הממוקם ביחס לצבעים המתאימים לו ופאות הסמוכות לו. במקרה זה יש לבצע את הנוסחה פעם אחת ולנסות לאתר שוב קודקוד מתאים, ולאחר מציאתו ניתן לבצע את ההתאמה הדרושה תוך שימוש בנוסחה פעם נוספת. ייתכן אף כי יהיה צורך בביצוע הנוסחה יותר מפעם אחת.

שלב 7: התאמת צבעי הקודקודים באמצעות סיבוב



שלב זה הוא האחרון בתהליך פתירת הקובייה ההונגרית, והוא גם המסובך ביותר, הן בשל אורכו והן בשל האזור המצומצם שנשאר לפתירת הקובייה.

בשלב זה נתאים את הקודקודים שמיקמנו בשלב הקודם בהתאם לכיוון המתאים להם, כך שכל צבע על גבי הקודקוד יהיה תואם לצבעים בפאות הסמוכות לו.

לצורך ביצוע ההתאמה הזו יש לפעול על פי הנוסחה הבאה:

$$R' D R F D F' U F D' F' R' D' R U'$$

פעולה זו מסובבת את שני הקודקודים העליונים בפאה הימנית בהתאם לאופן החזקת הקובייה. הסיבוב המתבצע לקודקודים אלו הוא באופן הבא: הקודקוד הקדמי מסתובב בכיוון מחוגי השעון ואילו הקודקוד האחורי מסתובב בכיוון המנוגד למחוגי השעון. שאר חלקי הקובייה נשארים במקומם כמות שהם.

יש למצוא את הקודקודים המתאימים לצורך ביצוע הסיבוב בכיוון המתאים על פי הנוסחה. ייתכן כי יהיה צורך בסיבוב זוג קודקודים יותר מפעם אחת, עד אשר יתאימו בכיוונם לצבעי הפאות הסמוכות.

אם סובבת את כל הקודקודים בהצלחה והגעת למצב המתואר בתמונה משמאל, סיימת לפתור את הקובייה ההונגרית. מומלץ לתרגל מספר פעמים את כל השלבים עד אשר ניכרת שליטה בתהליך פתרון הקובייה, באופן בו לא יהיה צורך במדריך.

השיטה שהוצגה בספר זה היא שיטה אחת מבין עשרות אלפי דרכים לפתרון הקובייה ההונגרית. ניתן להגיע לפתרון זה בדרכים שונות ומגוונות כך שאין דרך יחידה אחת להגיע אליו.

אוחזר מתוך "https://he.wikibooks.org/w/index.php?title=הונגרית_קובייה&oldid=167538"

דף זה נערך לאחרונה ב־21 בספטמבר 2022, בשעה 09:39.

הטקסט מוגש בכפוף לרישיון Creative Commons ייחוס-שיתוף זהה 3.0; ייתכן שישנם תנאים נוספים. ר' את תנאי השימוש לפרטים.