## הבעיה

בחלק זה של המטלה אנו מציגים תכנון דינאמי של הבעיה הקודמת כשיש אפשרות לדחות מטלות, לכל מטלה יש עלות לדחייתה ואסור שסכום עלויות אלו יעלה על המקסימום הנותר.

*קלט:ווקטור e. שלם E. ווקטור p, ווקטור w, שלם s שלם t ושלם K.*

בבעיה זו יש k עבודות, בכל סידור עבודות, כולל בסידור האופטימלי, העבודות יתחלקו לשלושה קטגוריות, עבודות שיבוצעו לפני ההפסקה(לפני s), עבודות שיבוצעו לאחריה (אחרי t) ועבודות שיידחו לגמרי. כל זה תחת ההגבלות שסכום הזמנים (p) של המטלות שלפני ההפסקה יהיה קטן או שווה לזמן תחילת ההפסקה ושסכום עלויות הדחייה (e) יהיה קטן או שווה למקסימום המותר(E).

מאחר שלאחר שנקבע מי נמצא באחת משתי הקבוצות הראשונות אזי באופן זהה לבעיה הקודמת (שהרי הקבוצה השלישית לא משפיעה על המינימום ושתי הראשונות זהות לבעיה הקודמת) הסדר הפנימי שלהם ייקבע על ידי אזי אפשר להניח מראש שהם סודרו בסדר יורד כזה בקלט.

לכן החישוב הרקורסיבי הוא כדלהלן עבור k מייצג את המספר הסידורי של המטלה האחרונה שחישבנו, b(before) מייצג את סוף הזמן של המטלה האחרונה שמיקמנו לפני ההפסקה, a(after) מייצג את סוף הזמן של המטלה האחרונה שמיקמנו לאחר ההפסקה, ו E מייצג את סכום עלות דחיית המטלות שדחינו עד כה:

מתחילים עם (0,0,0,0,0), כשמסיימים מחפשים בין העלים של הרקורסיה (שבהם חושבו כל החפצים) את המקום עם Z מינימלי כך שE ןb לא חורגים מהגודל המותר להם

מאחר שיש פיצול לשלושה כל פעם קל לראות שהסיבוכיות היא , ניתן ליעל את הסיבוכיות בכך שעוצרים כשמגיעים למגבלות s,E, אך עדיין זה אקספוננציאלי.

אך ניתן עם תכנות דינאמי בו מתקדמים חפץ אחר חפץ לפתור את הבעיה, וזאת מכיוון שללא תלות איך הגענו ל ניתן להמשיך אזי אין צורך לשמור יותר מצומת אחת עם חמישייה סדורה מסויימת.

כעת יש לנו תכנות דינאמי עם 5 משתנים שהתוכן של כל תא בוליאני (האם הצלחנו להגיע למצב זה או לא), בסיבוכיות . פסאודו פולינומיאלי

*נותר לראות אילו משתנים ניתן להוריד מהחמישייה. להוריד את k בעייתי כי אנחנו תלויים בסדר של החפצים, וגם לא נצרך לכאורה כי זה וודאי מספר שלם. ניתן להוריד את Z ולשים אותו בתוך התאים, שהרי מה שיתווסף מכאן ולהבא לא תלוי בZ לכן מספיק לקחת את המינימלי, ואז לא נהיה תלויים בZ, ניתן לחילופין להוריד את המשתנים a או b או e שהרי אם הגענו לקונפיגורציה כלשהי עם שני a וכו' וודאי נעדיף את המינימלי שהרי זה לא יכול להזיק, רק להועיל.*

*מסקנה: אנחנו פסאודו פולינומיאליים ביחס לזמנים בכל מקרה וצריכים לבחור בנוסף את z או e (ניתן לבחור לחילופין להוריד את b או a אבל עדיין ישאר השני ותהיה לנו בעיה עם זמנים שהם לא מספרים שלמים).*

*אלגוריתם כשמורידים את z:*

*קלט:ווקטור e. שלם E. ווקטור p, ווקטור w, שלם s שלם t ושלם k.*

*פלט:ווקטור n עם הערכים 0,1,2 שמייצג: 0-המטלה תבוצע אחרי t, 1-המטלה תבוצע לפני s, 2-המטלה תדחה.*

1. *צור טבלה וסמן את כל התאים בה כלא נגישים*
2. *סמן את התא [0][0][0][0] כנגיש ושים בו את הערך 0*
3. *For i=0;i<k;i++*

*עבור כל תא שמסומן כנגיש שהאינדקס שלו הוא [i][x][y][c] בצע:*

1. *אם סמן את [i+1][][y][c] כנגיש, והכנס לתוכו*

*אלא אם כן היה בתוכו ערך קטן יותר ואז השאר אותו.*

1. *סמן את [i+1][][y][c] כנגיש והכנס לתוכו*

*אלא אם כן היה בתוכו ערך קטן יותר ואז השאר אותו.*

1. *אם סמן את [i+1][][y][c] כנגיש, והכנס לתוכו*

*אלא אם כן היה בתוכו ערך קטן יותר ואז השאר אותו.*

*4. מצא את התא [k+1][x][y][c] המסומן כנגיש עם הערך המינימלי*

*5. for i=k;i>=0;i--*

*אם אזי*

אחרת, אם  *אזי*

*אחרת*

*6. החזר כפלט את n*

*ניתן לראות שהסיבוכיות של החלק הראשון היא*  ושל השני O(K)

*אלגוריתם כשמורידים את E (ניקח חסם עליון טריוויאלי לZ):*

*קלט:ווקטור e. שלם E. ווקטור p, ווקטור w, שלם s שלם t ושלם k.*

*פלט:ווקטור n עם הערכים 0,1,2 שמייצג: 0-המטלה תבוצע אחרי t, 1-המטלה תבוצע לפני s, 2-המטלה תדחה.*

1. *צור טבלה וסמן את כל התאים בה כלא נגישים*
2. *סמן את התא [0][0][0][0] כנגיש ושים בו את הערך 0*
3. *For i=0;i<k;i++*

*עבור כל תא שמסומן כנגיש שהאינדקס שלו הוא [i][x][y][c] בצע:*

1. *אם סמן את [i+1][][y][c] כנגיש, והכנס לתוכו*

*אלא אם כן היה בתוכו ערך קטן יותר ואז השאר אותו.*

1. *סמן את [i+1][][y][c] כנגיש והכנס לתוכו*

*אלא אם כן היה בתוכו ערך קטן יותר ואז השאר אותו.*

1. *אם סמן את [i+1][][y][c] כנגיש, והכנס לתוכו*

*אלא אם כן היה בתוכו ערך קטן יותר ואז השאר אותו.*

*4. מצא את התא [k+1][x][y][c] המסומן כנגיש עם האינדקס z המינימלי*

*5. for i=k;i>=0;i--*

*אם אזי*

אחרת, אם  *אזי*

*אחרת*

*6. החזר כפלט את n*

*ניתן לראות שהסיבוכיות של החלק הראשון היא*  ושל השני O(K)