

גלעד עיני וגיל חנקין – דו"ח מספר 1 (קלט 1 ו2 קיבלנו ממך במייל והשאר שלנו)

נזכיר, פונקציית המטרה היא $\text{Min}(k + \max(\sigma(\text{bin})))$ for $2 \leq k \leq 10$

קלט 1

input selected: (1, 1, 1, 1, 1, 2, 3, 4, 5, 6)

```
#####bestSolutionFound just got replaced "Target function=16 Number of Machines=10 . Content: <1>,<6>,<5>,<4>,<3>,<2>,<1>,<1>,<1>,<1>" #####
#####bestSolutionFound just got replaced "Target function=15 Number of Machines=9 . Content: <1,1>,<6>,<5>,<4>,<3>,<2>,<1>,<1>,<1>" #####
#####bestSolutionFound just got replaced "Target function=14 Number of Machines=8 . Content: <1,1,1>,<6>,<5>,<4>,<3>,<2>,<1>,<1>" #####
#####bestSolutionFound just got replaced "Target function=13 Number of Machines=7 . Content: <1,1,1,1>,<6>,<5>,<4>,<3>,<2>,<1>" #####
#####bestSolutionFound just got replaced "Target function=12 Number of Machines=6 . Content: <1,1,1,1,1>,<6>,<5>,<4>,<3>,<2>" #####
#####bestSolutionFound just got replaced "Target function=11 Number of Machines=4 . Content: <1,1,1,1,1,2>,<3,4>,<6>,<5>" #####
```

BEST FOUND: "Target function=11 Number of Machines=4 . Content: <1,1,1,1,1,2>,<3,4>,<6>,<5>"

nodes seen: 127281 . run time: 0.273 seconds

מכיוון שסיגמה על זמן העיבוד הוא 25 והג'וב המקסימלי הוא 6:

- חילוק אופטימלי לBINS לא בהכרח קיים

K	Optimal bins	Target function
1	25	26
2	13,12	15
3	8,8,9	12
4	6,6,6,7	11
5	5,5,5,4,6	11
6	4,4,4,4,2,6	12

אין טעם להמשיך בגלל הג'וב המקסימלי(באדום). אי אפשר להשיג יותר טוב מ11 - אכן האופטימלי.

עכשיו נרנדם את סדר הקלט ונראה אם האופטמלי תמיד יושג וגם נתבונן בכמה צמתים וזמן עבודה(נכניס רק את הקלט ואת שתי השורות האחרונות של הפלט):

input selected: (3, 2, 1, 1, 1, 4, 1, 6, 1, 5)

BEST FOUND: "Target function=11 Number of Machines=4 . Content: <3,2,1,1>,<1,4,1,1>,<6>,<5>"

nodes seen: 113516 . run time: 0.286 seconds
 input selected: (1, 1, 2, 1, 1, 5, 4, 3, 1, 6)
 BEST FOUND: "Target function=11 Number of Machines=4 . Content: <1,1,2,1,1,1>,<5>,<4,3>,<6>"
 nodes seen: 124568 . run time: 0.296 seconds
 input selected: (1, 1, 6, 1, 1, 1, 4, 3, 2, 5)
 BEST FOUND: "Target function=11 Number of Machines=4 . Content: <1,1,1,1,1,2>,<6>,<4,3>,<5>"
 nodes seen: 113906 . run time: 0.289 seconds
 input selected: (1, 2, 1, 1, 3, 1, 1, 5, 6, 4)
 BEST FOUND: "Target function=11 Number of Machines=4 . Content: <1,2,1,1,1,1>,<3,4>,<5>,<6>"
 nodes seen: 109946 . run time: 0.297 seconds
 input selected: (1, 1, 2, 1, 3, 5, 1, 4, 1, 6)
 BEST FOUND: "Target function=11 Number of Machines=4 . Content: <1,1,2,1,1,1>,<3,4>,<5>,<6>"
 nodes seen: 124743 . run time: 0.319 seconds
 input selected: (4, 5, 1, 6, 3, 1, 1, 2, 1, 1)
 BEST FOUND: "Target function=11 Number of Machines=4 . Content: <4,1,1,1>,<5,2>,<6,1>,<3,1>"
 nodes seen: 93930 . run time: 0.227 seconds
 input selected: (1, 4, 2, 3, 1, 1, 5, 1, 6, 1)
 BEST FOUND: "Target function=11 Number of Machines=4 . Content: <1,4,2>,<3,1,1,1,1>,<5>,<6>"
 nodes seen: 92659 . run time: 0.238 seconds
 input selected: (6, 4, 1, 3, 5, 1, 1, 1, 1, 2)
 BEST FOUND: "Target function=11 Number of Machines=4 . Content: <6,1>,<4,3>,<5,1,1>,<1,1,2>"
 nodes seen: 103776 . run time: 0.27 seconds
 input selected: (1, 5, 4, 6, 1, 1, 1, 1, 2, 3)
 BEST FOUND: "Target function=11 Number of Machines=4 . Content: <1,5,1>,<4,1,1,1>,<6>,<2,3>"
 nodes seen: 98812 . run time: 0.243 seconds
 input selected: (1, 2, 4, 3, 1, 6, 1, 1, 5, 1)
 BEST FOUND: "Target function=11 Number of Machines=4 . Content: <1,2,4>,<3,1,1,1,1>,<6>,<5>"
 nodes seen: 90425 . run time: 0.241 seconds

אכן פונקציית היעד תמיד 11.

צמתים

• מינימלי 90425

- מקסימלי 127281 (שייך לקלט המקורי בסדר המקורי)

קלט 2

input selected: (1, 2, 3, 5, 6, 9)

```
#####bestSolutionFound just got replaced "Target function=15 Number of Machines=6 . Content: <1>,<9>,<6>,<5>,<3>,<2>" #####
#####bestSolutionFound just got replaced "Target function=14 Number of Machines=5 . Content: <1,2>,<9>,<6>,<5>,<3>" #####
#####bestSolutionFound just got replaced "Target function=13 Number of Machines=4 . Content: <1,2,3>,<9>,<6>,<5>" #####
#####bestSolutionFound just got replaced "Target function=12 Number of Machines=3 . Content: <1,2,5>,<3,6>,<9>" #####
BEST FOUND: "Target function=12 Number of Machines=3 . Content: <1,2,5>,<3,6>,<9>"
nodes seen: 247 . run time: 0 seconds
```

מכיוון שסיגמה על זמן העיבוד הוא 26 והג'וב המקסימלי הוא 9:

קל לראות שלא נשלם פחות מ9 על הבין המקסימלי. עכשיו נותר לראות האם אפשר בשני בינים להשיג 11. גם זה קל לראות שלא ניתן כי נותר זמן עיבוד 17.

נעשה את אותו דבר כמו בקלט 1 ונרנדם את הסדר:

input selected: (6, 2, 5, 1, 3, 9)

```
BEST FOUND: "Target function=12 Number of Machines=3 . Content: <6,2,1>,<5,3>,<9>"
nodes seen: 249 . run time: 0 seconds
```

input selected: (1, 6, 3, 5, 2, 9)

```
BEST FOUND: "Target function=12 Number of Machines=3 . Content: <1,6,2>,<3,5>,<9>"
nodes seen: 249 . run time: 0 seconds
```

input selected: (9, 6, 2, 5, 1, 3)

```
BEST FOUND: "Target function=12 Number of Machines=3 . Content: <9>,<6,2,1>,<5,3>"
nodes seen: 151 . run time: 0 seconds
```

input selected: (1, 2, 3, 5, 9, 6)

```
BEST FOUND: "Target function=12 Number of Machines=3 . Content: <1,2,5>,<3,6>,<9>"
nodes seen: 186 . run time: 0.002 seconds
```

input selected: (6, 3, 1, 5, 2, 9)

```
BEST FOUND: "Target function=12 Number of Machines=3 . Content: <6,3>,<1,5,2>,<9>"
nodes seen: 239 . run time: 0.003 seconds
```

input selected: (9, 1, 3, 5, 2, 6)

BEST FOUND: "Target function=12 Number of Machines=3 . Content: <9>,<1,3,5>,<2,6>"
 nodes seen: 202 . run time: 0.002 seconds
 input selected: (6, 3, 2, 5, 9, 1)
 BEST FOUND: "Target function=12 Number of Machines=3 . Content: <6,3>,<2,5,1>,<9>"
 nodes seen: 141 . run time: 0.002 seconds
 input selected: (5, 3, 1, 2, 6, 9)
 BEST FOUND: "Target function=12 Number of Machines=3 . Content: <5,3,1>,<2,6>,<9>"
 nodes seen: 244 . run time: 0 seconds
 input selected: (5, 3, 2, 1, 6, 9)
 BEST FOUND: "Target function=12 Number of Machines=3 . Content: <5,3,1>,<2,6>,<9>"
 nodes seen: 244 . run time: 0.004 seconds
 input selected: (9, 2, 1, 3, 6, 5)
 BEST FOUND: "Target function=12 Number of Machines=3 . Content: <9>,<2,1,6>,<3,5>"
 nodes seen: 205 . run time: 0.002 seconds

12 הושג בכולם. מספר צמתים נע בין 141 ל 249. הזמן זניח.

קלט 3 (6 הרצות על פרמוטציה של אותו קלט באורך 10)

קל ללראות שלא נשלם פחות מ 35 על BIN. השאלה האם ניתן לחלק ל 4 תאים ולא 5. הסכום הוא 152. לחלק ל 35 4.3 ולכן לא ניתן לחלק ל4.

מספר צמתים מינימלי 8716 ומקסימלי 18107. זמן זניח.

input selected: (9, 7, 7, 11, 2, 31, 27, 35, 4, 19)
 BEST FOUND: "Target function=40 Number of Machines=5 . Content: <9,7,7,11>,<2,31>,<27,4>,<35>,<19>"
 nodes seen: 15492 . run time: 0.031 seconds
 input selected: (7, 2, 35, 19, 4, 11, 27, 9, 31, 7)
 BEST FOUND: "Target function=40 Number of Machines=5 . Content: <7,2,19,4>,<35>,<11,9,7>,<27>,<31>"
 nodes seen: 14099 . run time: 0.063 seconds
 input selected: (7, 4, 11, 35, 31, 7, 19, 9, 2, 27)
 BEST FOUND: "Target function=40 Number of Machines=5 . Content: <7,4,11,7,2>,<35>,<31>,<19,9>,<27>"

nodes seen: 18107 . run time: 0.079 seconds

input selected: (2, 7, 11, 35, 7, 31, 27, 9, 19, 4)

BEST FOUND: "Target function=40 Number of Machines=5 . Content: <2,7,11,7,4>,<35>,<31>,<27>,<9,19>"

nodes seen: 9556 . run time: 0.064 seconds

input selected: (2, 19, 11, 31, 35, 4, 7, 9, 27, 7)

BEST FOUND: "Target function=40 Number of Machines=5 . Content: <2,19,11>,<31,4>,<35>,<7,9,7>,<27>"

nodes seen: 12456 . run time: 0.078 seconds

input selected: (9, 4, 11, 7, 27, 35, 31, 19, 7, 2)

BEST FOUND: "Target function=40 Number of Machines=5 . Content: <9,4,11,7,2>,<27,7>,<35>,<31>,<19>"

nodes seen: 8716 . run time: 0.054 seconds

קלט 4-9

נקח את הקלט הקודם כבסיס (9, 7, 7, 11, 2, 31, 27, 35, 4, 19) – סכום 152

כל איטרציה נגריל איבר בין 10 ל 50 ונוסיף לקלט. נרוץ עד שנגיע לזמן רציני.

Input selected: (4, 2, 31, 35, 33, 27, 7, 9, 19, 7, 11) . Size: 11 . New element: 33

BEST FOUND: "Target function=41 Number of Machines=6 . Content: <4,2,27>,<31>,<35>,<33>,<7,9,19>,<7,11>"

nodes seen: 35601 . run time: 0.109 seconds

- סכום 185

- תשלום על בין 35

- האם אפשר בפחות מ6? נניח אפשר ב5. הראשון 35. נותר 150 לחלק ל4 = 37.5. לא אפשרי.

Input selected: (2, 35, 27, 19, 9, 43, 11, 7, 4, 7, 31, 33) . Size: 12 . New element: 43

BEST FOUND: "Target function=49 Number of Machines=6 . Content: <2,35,4>,<27,9,7>,<19,11,7>,<43>,<33>,<31>"

nodes seen: 411483 . run time: 1.033 seconds

- סכום 228

- תשלום על בין 43

- האם אפשר בפחות מ6? נניח אפשר ב5. הראשון 43. נותר 185 לחלק ל4 = 46.25. לא אפשרי.

Input selected: (35, 9, 43, 7, 27, 4, 33, 13, 31, 11, 7, 2, 19) . Size: 13 . New element: 13

BEST FOUND: "Target function=49 Number of Machines=6 . Content: <35,7>,<9,27,4,2>,<43>,<33,7>,<13,11,19>,<31>"

nodes seen: 1194967 . run time: 2.916 seconds

- סכום 241
- תשלום על בין 43
- האם אפשר בפחות מ6? נניח אפשר ב5. הראשון 43. נותר 198 לחלק ל4 = 49.5. לא אפשרי.

Input selected: (13, 7, 43, 7, 35, 34, 19, 11, 33, 9, 2, 31, 4, 27) . Size: 14 . New element: 34

BEST FOUND: "Target function=50 Number of Machines=7 . Content: <13,7,19,2>,<43>,<7,35>,<34,9>,<11,31>,<33,4>,<27>"

nodes seen: 3639782 . run time: 9.435 seconds

- סכום 275
- תשלום על בין 43
- האם אפשר בפחות מ7? נניח אפשר ב6. הראשון 43. נותר 232 לחלק ל6 = 38.66. אפשרי בתיאוריה. ניסינו לפרק כל תא (ע"י פיזור כל הג'ובים). לא נראה שאפשרי.

Input selected: (7, 34, 33, 31, 19, 9, 13, 7, 43, 27, 4, 37, 11, 2, 35) . Size: 15 . New element: 37

BEST FOUND: "Target function=51 Number of Machines=8 . Content: <7,34,2>,<33,9>,<31,7,4>,<19,13,11>,<43>,<27>,<37>,<35>"

nodes seen: 18203366 . run time: 48.047 seconds

- סכום 312
- תשלום על בין 43
- האם אפשר בפחות מ8? נניח אפשר ב7. הראשון 43. נותר 269 לחלק ל7 = 38.42. אותו הסבר כמו לדוגמא הנ"ל.

Input selected: (37, 19, 11, 2, 27, 13, 31, 33, 34, 9, 47, 7, 35, 7, 4, 43) . Size: 16 . New element: 47

BEST FOUND: "Target function=55 Number of Machines=8 . Content: <37,2,7>,<19,27>,<11,31,4>,<13,33>,<34,9>,<47>,<35,7>,<43>"

nodes seen: 112069044 . run time: 312.722 seconds

- סכום 359
- תשלום על בין 47
- האם אפשר בפחות מ8? נניח אפשר ב7. הראשון 47. נותר 312 לחלק ל7 = 44.57. אותו הסבר כמו לדוגמא הנ"ל.

שינוי חסם עליון על K

המלצת לשנות את החסם העליון של K להיות 6 במקום 10 סתם כדי להבין מה יהיה שיפור זמן הריצה.
הרצנו בצורה דומה את קלטים 4-9 הנל להשוואה(הבסיס זהה, אך הסדר והאיבר המתווסף רנדומליים):

Input selected: (7, 19, 35, 28, 4, 11, 27, 9, 2, 7, 31) . Size: 11 . New element: 28

BEST FOUND: "Target function=41 Number of Machines=6 . Content: <7,19,4,2>,<35>,<28,7>,<11,9>,<27>,<31>"

nodes seen: 48009 . run time: 0.158 seconds

Input selected: (35, 19, 31, 9, 4, 31, 7, 11, 2, 28, 27, 7) . Size: 12 . New element: 31

BEST FOUND: "Target function=43 Number of Machines=6 . Content: <35,2>,<19,7,11>,<31,4>,<9,28>,<31>,<27,7>"

nodes seen: 45780 . run time: 0.155 seconds

Input selected: (9, 2, 31, 7, 11, 28, 27, 43, 35, 31, 19, 4, 7) . Size: 13 . New element: 43

BEST FOUND: "Target function=52 Number of Machines=6 . Content: <9,2,31,4>,<7,11,28>,<27,19>,<43>,<35,7>,<31>"

nodes seen: 68561 . run time: 0.209 seconds

Input selected: (31, 28, 31, 27, 7, 43, 29, 4, 19, 7, 9, 2, 11, 35) . Size: 14 . New element: 29

BEST FOUND: "Target function=61 Number of Machines=6 . Content: <31,7,4,7,2>,<28,27>,<31,19>,<43,9>,<29,11>,<35>"

nodes seen: 7735989 . run time: 19.793 seconds

Input selected: (35, 29, 31, 9, 7, 2, 28, 7, 35, 19, 31, 11, 27, 4, 43) . Size: 15 . New element: 35

BEST FOUND: "Target function=64 Number of Machines=6 . Content: <35,9,7,2,4>,<29,28>,<31,7,19>,<35,11>,<31,27>,<43>"

nodes seen: 33422778 . run time: 87.565 seconds

Input selected: (35, 2, 28, 31, 4, 11, 21, 19, 7, 7, 9, 29, 31, 35, 27, 43) . Size: 16 . New element: 21

BEST FOUND: "Target function=64 Number of Machines=6 . Content: <35,2,4,7,9>,<28,29>,<31,19,7>,<11,43>,<21,35>,<31,27>"

nodes seen: 73610047 . run time: 218.778 seconds

יש שיפור בזמן אך נראה שאנו צריכים לשפר את החסם העליון שלנו.

אפרופו, הנה החסמים שלנו:

```
/*global lower bound
 * for each K_LOWER <= k <= K_UPPER
 * (k + sumAllJobs/k) -> best lower bound yet
 * return the best
*/

/*local lower bound - check the current machins states
 *find the "heaviest" machine
 *return the max("heaviest" machine, bestGlobalLowerBound) as lower bound
*/

/*upper bound - "alg" for upper bound
 * if number of machines is smaller than K_UPPER - create new machines while jobLeft isn't empty
 * else try to locate where the "unbalance" state exists ( machine5.size=2 and all the rest are 1 -> return 6 as
index )
 * foreach job in jobsLeft
 *   assign to the machine at index++
 * now see if a best solution yet is found
 * locate "heaviest" machine
 * calculate target function (machines.size + "heaviest" machine)
 * if it's better than bestSolutionFound -> replace with current found
*/
```