

---

# Algorísmia i Programació III

– PROJECTE 2022 –

---

Una coneguda marca automobilística ens demana ajuda per tal de millorar l'eficiència en la producció del seu model de més èxit. Quan compren un cotxe, els clients poden optar per instal·lar-hi una gran quantitat de millores (sostre solar, GPS, aparcador automàtic, sensors de distància, etc.), definint així el que anomenen una classe: un subconjunt de millores.

Tot els cotxes passen per la mateixa línia de producció, on per cada millora existeix una única estació encarregada de la seva instal·lació als cotxes que la requereixen. Cada estació  $e$  té associats dos enters  $c_e$  i  $n_e$  indicant que, per qualsevol conjunt de  $n_e$  cotxes consecutius, com a molt  $c_e$  d'ells poden requerir la instal·lació de la millora. No obstant, aquesta restricció és tova, és a dir, permetem finestres de  $n_e$  cotxes consecutius amb més de  $c_e$  cotxes on s'hi hagi d'instal·lar la millora, però aquestes finestres tindran una penalització. La penalització total s'obté sumant les penalitzacions associades a cadascuna de les estacions. L'objectiu d'aquest projecte és, donat el nombre de cotxes de cada classe que s'han de produir i la definició de cada classe, ordenar-los de manera que es minimitzi el nombre total de penalitzacions.

De forma més precisa, si una estació  $e$  ha de processar una finestra de  $n_e$  cotxes consecutius, amb  $k$  d'ells requerint la millora, aquesta finestra incorrerà en una penalització de  $\max\{k - c_e, 0\}$  euros. Per exemple, si una estació pot processar com a molt 1 cotxe de cada 3, la seqüència

○	○	×	○	×	○	○	×	×	×	○
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

on  $\times$  indica que el cotxe requereix la millora i  $\circ$  que no la requereix, incorre en una penalització de 5 euros: les finestres  $[3 \dots 5]$ ,  $[7 \dots 9]$  i  $[9 \dots 11]$  incorren en una penalització de 1 euro cadascuna, mentre que la finestra  $[8 \dots 10]$  contribueix amb una penalització de 2 euros. Un altre detall a considerar és que les finestres incompletes a l'inici o al final de la seqüència també es tenen en compte. És a dir, la seqüència

×	×	○	○	×	○	×	×
1	2	3	4	5	6	7	8

incorre en una penalització de 5: les finestres completes  $[1 \dots 3]$ ,  $[5 \dots 7]$ ,  $[6 \dots 8]$  i les incompletes  $[1 \dots 2]$ ,  $[7 \dots 8]$ . La penalització total és la suma de les penalitzacions associades a cada estació.

## Format entrada:

Una entrada comença amb 3 naturals estrictament majors que zero:  $C$ ,  $M$ ,  $K$  que representen el nombre de cotxes, millores i classes. A continuació trobarem  $M$  enters estrictament majors que zero, que corresponen a la  $c_e$  de cada millora, seguits de  $M$  enters estrictament majors que zero indicant la corresponent  $n_e$ , amb  $c_e \leq n_e$ .

Finalment, trobarem  $K$  línies que especifiquen les classes: cada línia comença amb un natural que identifica la classe. Aquest nombre estarà entre 0 i  $K - 1$  i podeu assumir que les línies

estaran ordenades per aquest nombre. A continuació, cada línia conté un natural estrictament major que zero que indica el nombre de cotxes d'aquesta classe que cal produir. Finalment, segueixen  $M$  Booleans (1/0), que indiquen si la classe requereix la  $i$ -èssima millora o no.

### Format de sortida:

Començarà amb dos nombres: un enter que correspon a la penalització de la solució obtinguda i un double (amb com a molt 1 decimal), que indicarà els segons que han estat necessaris per a trobar aquesta solució. A continuació hi haurà  $C$  enters, tots ells entre 0 i  $K - 1$  que indiquen quin és l'ordre de producció dels cotxes. És a dir, l'enter  $i$ -èssim indica la classe del cotxe que es produeix en la posició  $i$ -èssima. Un exemple d'entrada/sortida el podeu veure a continuació:

<i>Entrada:</i>		<i>Sortida:</i>
	10 5 3 C, M, K	3 2.3
M millores	1 1 1 2 1 c_e	0 1 0 1 2 0 2 0 2 1
	2 2 2 3 2 n_e	
K #classes	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border-left: 1px solid black; padding-left: 5px; margin-right: 5px;"> 0 4 1 1 0 0 1  1 3 0 1 0 1 0  2 3 0 0 1 0 0 </div> <div> M (#millores) bools   #cotxes d'aquesta classe </div> </div>	C #cotxes identificats amb la classe a la que perteneixen i en l'ordre que es produeixen
	[0,K-1]	

### Tasques a realitzar:

El projecte es realitzarà en parelles. Heu d'entregar tres arxius (i només tres!) en C++, amb **exactament** el noms *exh.cc*, *greedy.cc* i *mh.cc*. No acceptarem arxius comprimits. Els tres programes rebran dos arguments per línia de comandes: el primer d'ells és el nom del fitxer d'entrada i el segon és el nom del fitxer de sortida. L'entrega es farà a través del Racó i la data límit és **dilluns 9 de gener**.

- ↙

Cost in time is exponential,  $O(\text{size of search tree})$ .  
Cost in space is polynomial  $O(\text{depth of search tree})$ .

- *exh.cc*: ha d'implementar una cerca exhaustiva. Cada vegada que obtingui una solució millor, l'ha de sobreescrivre a l'arxiu de sortida. És a dir, volem que si avortem el programa, dins l'arxiu de sortida hi hagi la millor solució trobada fins al moment.
  - *greedy.cc*: ha d'implementar un algorisme golafre. Degut a la dificultat computacional del problema, no s'espera que obtingui una solució òptima. El que sí demanarem és que sigui ràpid: hauria de trigar menys de mig segon en les instàncies més grans que us proporcionem.
  - *mh.cc*: ha d'implementar una metaheurística de les explicades a classe (excepte Basic Local Search). Com amb la cerca exhaustiva, volem que cada vegada que obtingui una solució millor, la sobreescrigui a l'arxiu de sortida.

### Criteris d'avaluació:

Dels 2 punts del projecte, 0.5 punts tindran en compte la llegibilitat del codi i la seva correctesa, i la resta la qualitat de les solucions obtingudes i el temps necessari per a calcular-les. Us pot ser útil saber que no deixarem executar cap programa més d'un minut. Avaluarem

el vostre codi sobre un joc de proves privat on els exemples són de mida similar al joc de proves públic que us facilitem. Per tal de comprovar que les vostres solucions són correctes podeu utilitzar el checker que us proporcionem. Compte, aquest checker no comprova que la vostra solució sigui òptima, sinó que comprova que el format de sortida sigui correcte i que la solució tingui el cost que dieu que té. Per a tenir certes garanties d'optimalitat, l'arxiu **resultsEasy.txt** conté els costos òptims d'un subconjunt del joc de proves.