IN2010
Oblig 1

3. september 2021

Innlevering

Last opp filene dine på Devilry. Innleveringsfristen er fredag 17. september 2021, kl. 23:59.

Vi anbefaler så mange som mulig om å samarbeide i små grupper på *opp til tre*. Dere må selv opprette grupper i Devilry, og levere som en gruppe (altså, ikke last opp individuelt hvis dere jobber som en gruppe).

For hver oppgave som ber om en implementasjon, skal dere levere både pseudokode og kjørbar kode i Java eller Python. Vi anbefaler å skrive pseudokoden først og den kjørbare koden etterpå, og skrive ned eventuelle svakheter dere oppdaget da pseudokoden skulle oversettes til kjørbar kode. Hensikten er at dere skal få trening i å skrive pseudokode, samt få tilbakemelding på den, i god tid før eksamen.

Filene som skal leveres er:

- Én PDF som skal hete `IN2010-oblig1.pdf`.
- Et kjørbart Java- eller Python-program for hver oppgave som ber om en implementasjon.

Filene skal ikke zippes eller lignende.

Oppgave 1: Teque

> Oppgaven er hentet fra Kattis[1]. Vi følger samme format på input- og output, slik at oppgaven deres kan lastes opp på Kattis, men dette er *ikke* et krav. Det er heller ikke nødvendig å oppfylle tidskravet som Kattis stiller.

[1] https://open.kattis.com/problems/teque

Deque, eller *double-ended queue*, er en datastruktur som støtter effektiv innsetting på starten og slutten av en kø-struktur. Den kan også støtte effektivt oppslag på indekser med en array-basert implementasjon.

Dere skal utvide idéen om deque til *teque*, eller *triple-ended queue*, som i tillegg støtter effektiv innsetting i midten. Altså skal *teque* støtte følgende operasjoner:

`push_back(`x`)` sett elementet x inn bakerst i køen.

`push_front(`x`)` sett elementet x inn fremst i køen.

`push_middle(`x`)` sett elementet x inn i midten av køen. Det nylig insatte elememententet x blir nå det nye midtelementet av køen. Hvis k er størrelsen på køen før innsetting, blir x satt inn på posisjon $\lfloor (k+1)/2 \rfloor$.

`get(`i`)` printer det i-te elementet i køen.

Merk at vi bruker 0-baserte indekser.

Input

Første linje av input består av et heltall N, der $1 \leq N \leq 10^6$, som angir hvor mange operasjoner som skal gjøres på køen.

Hver av de neste N linjene består av en streng S, etterfulgt av et heltall. Hvis S er `push_back`, `push_front` eller `push_middle`, så er S etterfulgt av et heltall x, slik at $1 \leq x \leq 10^9$. Hvis S er `get`, så S etterfult av et heltall i, slik at $0 \leq i <$ (størrelsen på køen).

Merk at du ikke trenger å ta høyde for ugyldig input på noen som helst måte, og du kan trygt anta at ingen `get`-operasjoner vil be om en indeks som overstiger størrelsen på køen.

Output

For hver `get`-operasjon, print verdien som ligger på den i-te indeksen av køen.

Eksempel-input	**Eksempel-output**
9	3
`push_back` 9	5
`push_front` 3	9
`push_middle` 5	5
`get` 0	1
`get` 1	
`get` 2	
`push_middle` 1	
`get` 1	
`get` 2	

Oppgaver

(a) Skriv pseudokode for hver av operasjonene `push_back`, `push_front`, `push_middle` og `get`.

(b) Skriv et Java eller Python-program som leser input fra `stdin` og printer output slik som beskrevet ovenfor. Vi stiller ingen strenge krav til kjøretid. Du kan bruke hva du vil fra Java eller Python sitt standard-bibliotek.

(c) Oppgi en verste-tilfelle kjøretidsanalyse av samtlige operasjoner (`push_back`, `push_front`, `push_middle` og `get`) ved å bruke O-notasjon. I analysen fjerner vi begrensningen på N, altså kan N være vilkårlig stor.

(d) Hvis vi vet at N er begrenset, hvordan påvirker det kompleksiteten i O-notasjon?

Oppgave 2: Binærsøk

I forelesningen ble det nevnt at datastrukturen kan påvirke kjøretiden på en algoritme. Gi et worst-case estimat av algoritmen nedenfor, som implementerer binærsøk over lenkede lister. Oppgi estimatet ved bruk av O-notasjon. Hvordan påvirker valget av datastruktur kjøretidskompleksiteten i dette tilfellet?

Algorithm 1: Binærsøk med lenkede lister

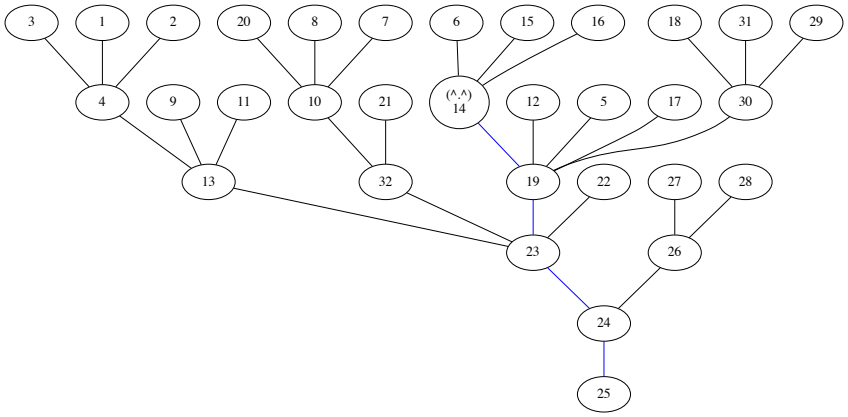
Input: En ordnet lenket liste A og et element x
Output: Hvis x er i listen A, returner **true** ellers **false**

```
1  Procedure BinarySearch(A, x)
2      low ← 0
3      high ← |A| − 1
4      while low ≤ high do
5          i ← ⌊(low+high)/2⌋
6          if A.get(i) = x then
7              return true
8          else if A.get(i) < x then
9              low ← i + 1
10         else if A.get(i) > x then
11             high ← i − 1
12     end
13     return false
```

Oppgave 3: Kattunge!

Oppgaven er hentet fra Kattis[2]. Vi følger samme format på input- og output, slik at oppgaven deres kan lastes opp på Kattis, men dette

[2] https://open.kattis.com/problems/kitten



Figur 1: Sti fra katten til roten

er *ikke* et krav. Det er heller ikke nødvendig å oppfylle tidskravet som Kattis stiller.

En kattunge sitter fast i et tre! Du må hjelpe med å finne ut hvordan den skal finne veien fra grenen den sitter på, og ned til roten av treet.

Input

Inputet beskriver et tre, der hver node kun inneholder et tall mellom 1 og 100.

- Første linje av input består av ett enkelt heltall K som angir noden hvor kattungen sitter fast.
- De neste linjene består av to eller flere heltall $a, b_1, b_2, \ldots, b_n$, der a er foreldrenoden til nodene $b_1, b_2, \ldots, b_n$.
- Siste linje av input er alltid -1 som angir at treet er ferdig beskrevet.

Det er garantert at input beskriver *et tre*, altså er det garantert at hver node kun har én foreldrenode (det vil si at hver b_i kun forekommer ett sted i inputet).

Output

Oppgi stien fra der kattungen befinner seg til roten av treet.

Eksempel-input	Eksempel-output
14 25 24 4 3 1 2 13 9 4 11 10 20 8 7 32 10 21 23 13 19 32 22 19 12 5 14 17 30 14 6 15 16 30 18 31 29 24 23 26 26 27 28 -1	14 19 23 24 25

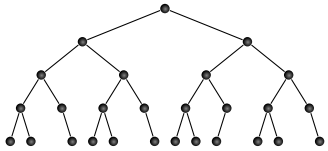
Oppgaver

(a) Skriv pseudokode som finner veien kattungen må gå for å nå bunnen av treet.

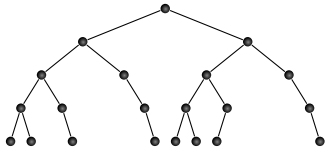
(b) Skriv et Java eller Python-program som leser input fra `stdin` og printer output slik som beskrevet ovenfor. Vi stiller ingen strenge krav til kjøretid. Du kan bruke hva du vil fra Java eller Python sitt standard-bibliotek.

Oppgave 4: Bygge balanserte søketrær

I denne oppgaven ønsker vi å bygge et *helt balansert binært søketre*. Vi definerer dette som et binært søketre hvor det er 2^d noder med dybde d, der $0 \leq d < h$ og h er høyden på treet[3]. En annen måte å si det samme på er at den korteste og den lengste stien fra roten til et tomt subtre (for eksempel representert med en `null`-peker) har en lengdeforskjell på 0 eller 1.



(a) Et helt balansert binærtre



(b) Et ikke helt balansert binærtre

Du trenger ikke implementere et binært søketre. Alt du trenger å gjøre er å printe ut elementene du får som input i en rekkefølge som garanterer at vi får et balansert tre dersom vi legger elementene inn i binærtreet ved bruk av vanlig innsetting. Dette binære søketreet er *ikke selvbalanserende*. Input består

[3]Merk at dette er veldig likt definisjonen av et *komplett* binærtre, som forklares i videoen om heaps fra uke 37, men uten kravet om at noder med dybde h er plassert så langt til venstre som mulig.

av heltall i sortert rekkeføge, der ingen tall forekommer to ganger (altså trenger du ikke ta høyde for duplikater).

Eksempel-input	**Eksempel-output**
0	5
1	8
2	10
3	9
4	7
5	6
6	2
7	4
8	3
9	1
10	0

(a) Du har fått et *sortert array* med heltall som input. Lag en algoritme som skriver ut elementene i en rekkefølge, slik at hvis de blir plassert i et binært søketre i den rekkefølgen så resulterer dette i et *balansert* søketre.

- Skriv pseudokode for algoritmen du kommer frem til.
- Skriv et Java eller Python-program som implementerer algoritmen din. Det skal lese tallene fra `stdin` og skrive dem ut som beskrevet ovenfor.

(b) Nå skal du løse det samme problemet kun ved bruk av *heap*. Altså: Algoritmen din kan ikke bruke andre datastrukturer enn heap, men til gjengjeld kan du bruke så mange heaper du vil!

- Skriv pseudokode for algoritmen du kommer frem til. Her kan du anta at elementene allerede er plassert på en heap, og at input kun består av en heap med heltall.
- Skriv et Java eller Python-program som implementerer algoritmen din. Programmet må først plassere elementene som leses inn på en heap, og derretter kalle på implementasjonen av algoritmen du har kommet frem til.

  For Java kan du bruke `PriorityQueue`[4]. De eneste operasjonene du trenger å bruke fra Java sin `PriorityQueue` er: `size()`, `offer()` og `poll()`. Merk at `offer()` svarer til `push()`, og `poll()` svarer til `pop()`.

  For Python kan du bruke `heapq`[5]. De eneste operasjonene du trenger er: `heappush()` og `heappop()`, samt kalle `len()` for å få størrelsen på heapen.

[4] https://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/java/util/PriorityQueue.html
[5] https://docs.python.org/3/library/heapq.html