IN2010
Innleveringsoppgave 1

Innlevering

Last opp filene dine på Devilry. 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).

Oppgavesettet består av fire oppgaver. I noen oppgaver som ber om en implementasjon ber vi 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, markdown- eller tekst-fil som henholdsvis skal hete
  - `IN2010-innleveringsoppgave1.pdf`,
  - `IN2010-innleveringsoppgave1.md` eller
  - `IN2010-innleveringsoppgave1.txt`.

  Andre formater aksepteres ikke.
- Et kjørbart Java- eller Python-program for hver oppgave som ber om en implementasjon.

Filene skal ikke zippes eller lignende.

Med mindre noe annet er spesifisert kan dere bruke hva dere vil fra Java[1] eller Python[2] sitt standard-bibliotek. Det vil si at dere kan importere hva som helst av det som kommer med installasjonen av språket, men ingenting annet.

Les reglementet

Pass på at besvarelsen dere leverer er i tråd med reglementet for obligatoriske oppgaver ved IFI.

[1] https://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/
[2] https://docs.python.org/3/library/

Oppgave 1: Effektive mengder

Den abstrakte datatypen for mengder kalles `Set`. Anta at `set` er av typen `Set`. Forventer vi at følgende operasjoner støttes:

`contains(set,` x`)`	er x med i mengden?
`insert(set,` x`)`	setter x inn i mengden (uten duplikater)
`remove(set,` x`)`	fjerner x fra mengden
`size(set)`	gir antall elementer i mengden

Husk at hverken rekkefølge eller antall forekomster noen rolle i mengder. Ved fjerning av et element som ikke er i mengden skal mengden forbli uforandret.

Implementasjon

Mengden skal implementeres som et *binært søketre*. Det betyr at du må sørge for at `contains`, `insert` og `remove` er i $\mathcal{O}(\log(n))$. Operasjonen `size` bør være i $\mathcal{O}(1)$.

Input

Input skal leses fra `stdin`.

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 megnden.

Hver av de neste N linjene er på følgende format

`contains` x	der x er et heltall $1 \leq N \leq 10^9$
`insert` x	der x er et heltall $1 \leq N \leq 10^9$
`remove` x	der x er et heltall $1 \leq N \leq 10^9$
`size`	

Merk at du ikke trenger å ta høyde for ugyldig input på noen som helst måte.

Output

Output skal skrives til `stdout`.

For hver linje av input som er på formen:

`contains` x

skal programmet skrive ut `true` dersom x er med i mengden, og `false` ellers.

For hver linje av input som er på formen:

`size`

skal programmet skrive ut antall elementer som er i mengden.

Eksempel input/output:

Eksempel-input	Eksempel-output
9 insert 1 insert 2 insert 3 insert 1 contains 1 contains 0 remove 1 contains 1 size	true false false 2

Det er publisert flere input- og outputfiler på semestersiden.

Oppgaver

(a) Skriv et Java eller Python-program som leser input fra `stdin` og skriver ut output *nøyaktig* slik som beskrevet ovenfor.

(b) **Frivillig**: Beskriv forskjellen i kjøretid mellom deres effektive mengdeimplementasjon og den ineffektive implementasjonen fra innleveringsoppgave 0.

(c) **Frivillig**: Skriv et Java eller Python-program som er helt identisk, bortsett fra at det binære søketreet er erstattet med et AVL-tre.

Oppgave 2: Teque

> Oppgaven er hentet fra Kattis[3]. 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.

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 elementet 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.

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

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

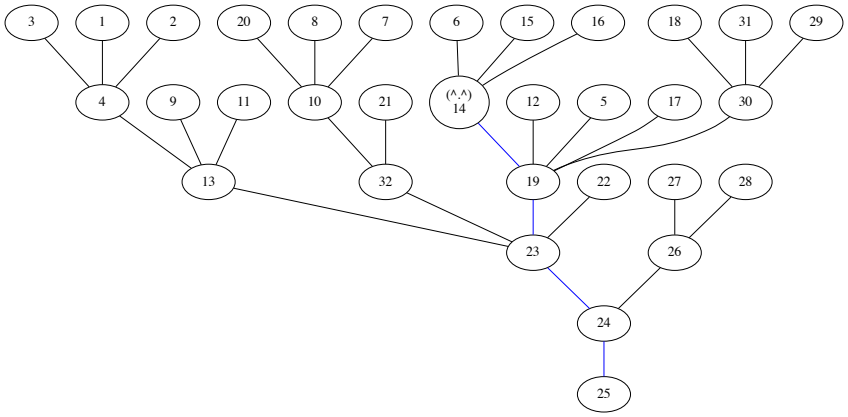
(a) Skriv *pseudokode* for hver av operasjonene

- `push_back`
- `push_front`
- `push_middle`
- `get`

(b) Skriv et Java eller Python-program som leser input fra `stdin` og printer output *nøyaktig* slik som beskrevet ovenfor. Vi stiller ingen strenge krav til kjøretid.

(c) Oppgi en verste-tilfelle kjøretidsanalyse av samtlige operasjoner med $\mathcal{O}$-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 $\mathcal{O}$-notasjon? Formulert annerledes: Hvorfor er det viktig at vi fjerner begrensningen på N i forrige deloppgave? (Hint: 10^6 er en konstant).



Figur 1: Sti fra katten til roten

Oppgave 3: Kattunge!

> Oppgaven er hentet fra Kattis[4]. 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.

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.

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

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

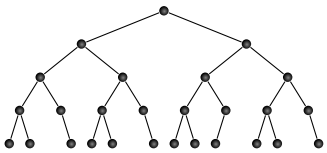
Oppgaver

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

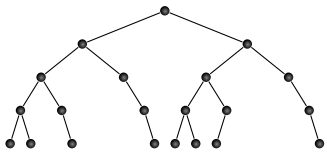
(b) Skriv et Java eller Python-program som leser input fra `stdin` og printer output *nøyaktig* slik som beskrevet ovenfor. Vi stiller ingen strenge krav til kjøretid.

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[5]. 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 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.

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

(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`[6]. 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`[7]. De eneste operasjonene du trenger er: `heappush()` og `heappop()`, samt kalle `len()` for å få størrelsen på heapen.

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