

Eksamensoppgave i

TDT4225 Lagring og behandling av store datamengder

Kontinuasjonseksamen. Fredag 17. august 2012, kl. 0900-1300

Oppgaven er utarbeidet av faglærer Kjell Bratbergsengen.

Kontaktperson under eksamen: Kjell Bratbergsengen, telefon 906 17 185.

NB: Ingen besøksrunder under eksamen, ta kontakt via telefon.

Språkform: Bokmål

Tillatte hjelpemidler: D

Ingen trykte eller håndskrevne hjelpemiddel er tillatt.

Bestemt, enkel kalkulator tillatt.

Sensur: Innen fredag 31. august 2012

Oppgave 1, randomisert lagring (20%)

Det norske folkeregisteret inneholder opplysninger om ca. 8 millioner mennesker. Da regner vi med personer som har eller har hatt et norsk personnummer.

Det norske personnummeret er bygget opp slik: ddmmylllcc.

dd er dag i måned, 1-31

mm er måned, 1-12

yy er år, 00-99

lll er et løpenummer, 0-999, liketall for kvinner og oddetall for gutter.

cc er sjekksiffer som beregnes ut fra de andre sifrene i nummeret.

- Hvilke kvalitetskriterier kan du sette opp for en hashformel?
- Du skal lage en hashformel som bruker personnummer som nøkkel. Hashformelen skal gi en adresse mellom 0 og 55 012 101. Begrunn ditt valg av hashformel.
- Persondata er lagret som personposter på en diskfil som er byte-adressert. Personpostene kommer i vilkårlig rekkefølge og har variabel lengde. Du skal lage en indeks til denne filen ved å bruke hashformelen i foregående oppgave. Indeksen skal ligge på disk. Du skal selv velge hvordan du vil utforme filen. Beskriv indeksfilen.
- Du skal velge blokkstørrelse, blokkfaktor og fyllingsgrad for indeksfilen. Alle disse valgene skal begrunnes.

Forslag til løsning:

- a) Formelen skal spre posten mest mulig uniformt innen adresseområdet. Opphoping av poster på en adresse eller et lite adresseområde er meget uheldig. Formelen skal også være rask å utføre.
- b) Velger ut de sifferposisjoner som varierer best. Vi trenger også minst 7 siffer som er antall siffer i adresseområdet. Vi kan velge cc, de to siste sifrene i løpenummeret, yy og siste siffer i dd og mm. Da får vi et tall $ccl_2l_3yyd_2m_2$ som er 8 desimale siffer. Adressen beregnes til slutt med formelen $a = \text{mod}(ccl_2l_3yyd_2m_2, N)$ hvor N er lik 55 012 101.
- c) Vi velger en randomisert fil med progressivt eller lenket separat overløp. Vi har god kontroll på filens størrelse som gjør at vi kan velge progressivt overløp. Vi vil også bruke en stor blokkfaktor fordi hver post er liten. En stor blokkfaktor gjør progressivt overløp enda mer attraktivt.
Beregning av poststørrelsen: personnummeret tar 11 siffer, vi lagrer det som tekst. Vi gir det 12 siffer for å bruke et antall hele ord (4 byte). Pekeren til selve posten er en byteadresse. Vi antar at den blir større enn 4GB som er grensen for 4 bytes heltall. I stedet bruker vi en lang integer 8 byte. Hver post blir da 20 byte (5 hele ord). Alle poster er like, så vi trenger ingen administrative data.
- d) Vi kan velge små blokker, for eksempel 4 KB. Det gir en blokkfaktor på ca. $4000/20=200$ som er meget bra for en randomisert fil. Vi velger en fyllingsgrad på 0,8 som er meget lavt for en så stor blokkfaktor. Da vil vi nesten ikke finne overløp.
Filens totale størrelse blir da: $8000000 * 20 / 0.8 = 200$ MB (ikke spurt om i oppgaven).

Oppgave 2, organisering av data innen en blokk (20%)

Data transporteres mellom arbeidslager (buffer) og disk i blokker.

- a) I en blokk lagrer vi administrative data som er til hjelp for å sikre at data blir lagret på en sikker måte. Nevn og forklar noen slike data.
- b) En blokk kan inneholde mange poster. Hvordan vil du organisere data i en blokk som skal lagre poster av variabel lengde mellom 20 og 10000 byte? Anta en blokkstørrelse på minst 64 KB og at det er langt flere korte poster en lange. Postene kan slettes og oppdateres. En oppdatering kan endre postlengden – den kan bli mindre like lang eller lengre enn før oppdatering.
- c) Du skal lagre poster med følgende felter, se tabellen nedenfor:

Feltnavn	Datatype	Antall byte	Andel (%)
A	integer	4	100
B	char	0-1000	30
C	float	8	90
D	byte	1	100
E	char	30	60
F	char	0-10000	4
G	integer	4	100
H	integer	4	80

Andel angir andel i % av postene hvor felttypen forekommer. Felt A er nøkkel i posten. Feltene G og H er fremmednøkler i relasjonsmodellens terminologi. Gjennomsnittslengden av B-felt (som finnes) er 700 byte. Tilsvarende for F-felt er 4000 byte.

Forklar hvordan du vil organisere posten for å oppnå mest mulig effektiv behandling.

d) Hvor lang blir gjennomsnittlig postlengde?

Forslag til løsning:

- a) En blokk kan inneholde adressen til sin førkopiblokk og etterkopiblokk. Den kan også inneholde et sekvensnummer som forteller når blokken ble skrevet. Sekvensnummeret må stå både først og sist i blokken for å være sikker på at den er skrevet i sin helhet. Vi må gardere oss mot at vi bruker en blokk som bare delvis er skrevet.
Vi kan også beregne en sjekksum basert på hele blokkens innhold og lagre den som administrative data. Hvis en blokk da ikke får samme sjekksum har den bli endret på *mystisk* vis og innholdet i blokken kan ikke uten videre stoles på.
- b) Se også læreboka. Hovedprinsippet er at en lagrer poster fortløpende bakfra så lenge det er plass. Forfra i blokken har vi en peker til posten som forteller hvor i blokken den er lagret. Sletting av post og utvidelse av post medfører flytting vil begge etterlate ledig plass innimellom opptatt plass. Når blokken er full må den ledige plassen samles opp for å gjøres tilgjengelig igjen. En stor blokkfaktor gjør at søk i blokken kan unngås ved organisere postene i et binærtre. Det krever to interne pekere ekstra i tillegg til den aktuelle postpekeren.
- c) Felter av fast lengde som forekommer hyppig gis en fast plass innen posten. Felter med varierende lengde og usikker forekomst plasseres i halen. De kan ha en fast pekerposisjon som sier om de eksisterer og i så fall hvor de starter, eller hvert felt kan komme i en kommaseparert liste med felt id og lengde. Den aktuelle posten ville kunne se slik ut: AGHCD,E,B,F.
De fem første feltene starter på fast plass, de tre siste er lagt ut som variabel lengde felter eller variabel forekomst felter. Se boka for detaljer.
- d) Vi regner ut basert på data i tabellen:

Felt navn	Datatype	Antall byte	Andel (%)	Gjsn	Bidrag
A	integer	4	100	4	4
B	char	0-1000	30	700	210
C	float	8	90	8	7,2
D	byte	1	100	1	1
E	char	30	60	30	18
F	char	0-10000	4	4000	160
G	integer	4	100	4	4
H	integer	4	80	4	3,2
					407,4

Gjennomsnittlig postlengde er 407,4 byte.

Oppgave 3, Sortering (15 %)

a) Du skal gjøre initiell sortering av følgende poster med reservoarmetoden, reservoaret har plass for 3 poster.

Innfilens nøkler ser slik ut: 32, 44, 10, 3, 62, 79, 64, 43, 98, 33, 8, 19, 5, 2.

Forklar metoden, og vis resultatet ved å skrive ut alle delfilene.

b) Du har fått 432 delfiler og kan flette maksimalt 107 delfiler. Hvor mange ”dummy” delfiler må du legge til i første fletting for å få et optimalt flettetre? Forklar hvordan du kommer fram til svaret

Forslag til løsning:

a)

Delfil 1	10	32	44	62	64	79	98	eof
Delfil 2	3	8	19	33	43	eof		
Delfil 3	2	5	eof					

b) $N+x-y(p-1)=1$. N er antall delfiler 432, x er antall dummy delfiler og p er flettegrad 107.

$$y = \left\lceil \frac{N-1}{p-1} \right\rceil = \left\lceil \frac{432-1}{107-1} \right\rceil = \left\lceil \frac{431}{106} \right\rceil = 5.$$

$$432+x-5(106)=1,$$

$$x=1+530-432=99$$

Oppgave 4, 3-dimensjonale rasterbilder (seismikk) (30 %)

3-dimensjonale bilder kan lagres som 3-dimensjonale matriser. Hvert element i matrisen representerer et bilde-element – voksel. Hvert voksel gis en fargekode på 2 byte. Hvert voksel representerer et areal på 10 ganger 10 meter og en dybde på 5 meter når vi lagrer data fra seismiske undersøkelser.

- Hvor stor datamengde utgjør et seismikk-data for et felt på 20 km ganger 30 km. Det dekkes en dybde fra 0 til 7000 meter.
- Dataene er lagret på magnetisk disk. Vi velger en blokkstørrelse på 65536 (2^{16}) byte. Vi velger å lagre like mange vokslar i alle tre akseretninger – x, y og z. z angir dybde. Vi får da en kube eller en likesidet terning med vokslar.
Hvor stor blir sidekanten på terningen som det er plass til i en diskblokk?
- Data er lagret på disk med følgende parametre: 10000 rotasjoner per minutt, gjennomsnittlig aksessetid er 10 ms og overføringskapasitet er 20 MB/s.
Hvor mye tid tar det å hente ut en diskblokk?
- Dataene visualiseres ved å ta utsnitt som er parallelle med ett av akseplanene xz eller yz. Utsnittene er vilkårlig lokalisert. Hvert utsnitt er 1280 x 1024 vokslar.
Hvor stort datavolum må leses for å få fram et slikt utsnitt?
Forklar også hvordan du resonnerer for å komme fram til svaret.
- Finn blokkstørrelsen som vil minimalisere *tidsforbruket* for å hente fram et utsnitt etter den metoden som er angitt i oppgave 4d.

Forslag til løsning:

a)

x	y	z	m			
20000	30000	7000				
10	10	5				
2000	3000	1400	8 400 000 000	2	16.8	GB

Siste linje inneholder antall vokslar i x-, y- og z-retning. Antall vokslar er 8.4 G, hvert voksel er 2 byte, totalt datavolum er 16.8 GB.

b)

x	y	z	65536
32	32	32	65536

Sidekanten er $32 = 2^{*5}$. Blokkstørrelsen da blir $(2^{*5})^{*3} = 2^{*15}$, som er antall vokslar. Hver voksel er 2 byte, dvs. blokken blir 64 KB.

c)

		20000	
Tid		64	
	0,01	0,0032	0,0132

Tid for å hente ut en diskblokk er 0,0132 sekunder er 13,2 ms.

d)

Blokkene må omslutte bildet.

1280	1024			
32	32			
1312	1056	88 670 208	176,3	MB

Legger til en diskblokk i hver dimensjon, dvs, 32 vokslar i hver dimensjon. "Tykkelsen" på bildet er 32 vokslar. Hver voksel er to byte, totalt 88.67 MB.

- For å minimalisere tidsforbruket må vi derivere tidsforbruket med hensyn på blokkstørrelsen. Volumet er $V = wx(h+x)(b+x) = w(hbx + hx^2 + bx^2 + x^3)$. H er høye i bildet og b er bredden av bildet. w er antall byte per voksel.

Tidsforbruket er $T = aV/b + V/t$

a er tid per aksess og b er blokkstørrelse. $b = wx^3$

t er overføringskapasitet i MB per sekund.

Vi setter inn i T.

$T = aw(hbx + hx^2 + bx^2 + x^3)/wx^3 + w(hbx + hx^2 + bx^2 + x^3)/t$

$T = a(hbx^{-2} + hx^{-1} + bx^{-1} + 1) + w(hbx + hx^2 + bx^2 + x^3)/t$

$dT/dx = 0 = a(-2hb x^{-3} - hx^{-2} - bx^{-2}) + w(hb + 2hx + 2bx + 3x^2)/t$

$(2hb x^{-3} + hx^{-2} + bx^{-2})ta/w = hb + 2hx + 2bx + 3x^2$

Iterasjonsformel : $x = ((2hb x^{-3} + hx^{-2} + bx^{-2})ta/w - hb - 3x^2) / (2h + 2b)$

Ved å prøve seg fram på formel for tidsforbruk T får vi at optimal sidekant er 56 vokslar. Optimalt tidsforbruk er 12,68 sekunder og b er 351 KB.

Oppgave 5, Relasjonsalgebra (15 %)

- Forklar relasjonsalgebraoperasjonen divisjon $R = A/B$.
- Forklar hvordan du vil utføre operasjonen. Skriv gjerne et program i pseudokode.

Forslag til løsning:

Se lærebok.