

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i INF3100 — Databasesystemer

Eksamensdag: 11. juni 2013

Tid for eksamen: 9.00 – 13.00

Oppgavesettet er på 6 sider.

Vedlegg: ingen

Tillatte hjelpemidler: Kalkulator og ordbok

Kontroller at oppgavesettet er komplett før
du begynner å besvare spørsmålene.

Les oppgavene nøye, og lykke til!

Vi skal se på en liten database som holder orden på undervisningsrom og romreservasjoner ved UiO. Databaseen består av relasjonene

Romutstyr(*rom, utstyr*)

Romreservasjon(*rom, tid, aktivitet, utstyr, ansvarlig*)

Relasjonen Romutstyr inneholder informasjon om hva slags utstyr som alltid skal være tilgjengelig i de enkelte rommene.

I relasjonen Romreservasjon identifiserer *rom* og *tid* hvilket rom og tidspunkt en romreservasjon gjelder for. Attributtet *aktivitet* beskriver hvilken aktivitet rommet er reservert for, *utstyr* beskriver det utstyret aktiviteten krever, og *ansvarlig* angir hvem som har ansvaret for aktiviteten på det aktuelle tidspunktet. En aktivitet kan for eksempel være forelesninger i et emne, derfor kan det være mange romreservasjoner knyttet til en gitt aktivitet. Det kan være aktuelt å oppgi flere typer utstyr i forbindelse med en romreservasjon. For enkelhets skyld gjelder hver romreservasjon alltid for en hel klokke time slik at *tid* alltid inneholder data på formen 'dd.mm.aaaa hh:00'.

(Fortsettes på side 2.)

Et eksempel på hvordan innholdet i de to relasjonene kan se ut, er som følger:

Romutstyr

<i>rom</i>	<i>utstyr</i>
BL211U71	lerret
BL211U71	lydanlegg
BL211U71	nettverk
BL211U71	tv-video
BL211U71	videoprojektor
BL21141	lerret
BL21141	lydanlegg
BL21141	piano
GA061423	AV-utstyr
GA061423	lærer-PC
GA061423	videokonferanserom
GA061423	whiteboard
GA062438	AV-utstyr
GA062438	lærer-PC
GA062438	whiteboard

Romreservasjon

<i>rom</i>	<i>tid</i>	<i>aktivitet</i>	<i>utstyr</i>	<i>ansvarlig</i>
BL211U71	'28.08.2013 14:00'	MUS1225-hørelære	lerret	Åshild
BL211U71	'28.08.2013 14:00'	MUS1225-hørelære	lydanlegg	Åshild
BL211U71	'28.08.2013 14:00'	MUS1225-hørelære	piano	Åshild
BL211U71	'04.09.2013 15:00'	MUS1225-hørelære	lerret	Åshild
BL211U71	'04.09.2013 15:00'	MUS1225-hørelære	lydanlegg	Åshild
BL211U71	'04.09.2013 15:00'	MUS1225-hørelære	piano	Åshild
GA061423	'28.08.2013 14:00'	INF1300-forelesning	AV-utstyr	Stein
GA061423	'28.08.2013 14:00'	INF1300-forelesning	lærer-PC	Stein
GA061423	'28.08.2013 15:00'	INF1300-forelesning	AV-utstyr	Stein
GA061423	'28.08.2013 15:00'	INF1300-forelesning	lærer-PC	Stein
GA062438	'04.09.2013 14:00'	INF1300-forelesning	AV-utstyr	Ragnar
GA062438	'04.09.2013 14:00'	INF1300-forelesning	lærer-PC	Ragnar
GA062438	'04.09.2013 15:00'	INF1300-forelesning	AV-utstyr	Ragnar
GA062438	'04.09.2013 15:00'	INF1300-forelesning	lærer-PC	Ragnar

Oppgave 1 FDer og MVDer (25%)

I relasjonen Romutstyr er (*rom*, *utstyr*) primærnøkkel. For at databasen skal ha de rette egenskapene, må dessuten relasjonen Romreservasjon oppfylle følgende integritetsregler:

1. Et rom kan bare være reservert for én aktivitet av gangen.
2. En aktivitet skal på et gitt tidspunkt bare ha én ansvarlig.

(Fortsettes på side 3.)

- (i) (5%) Formuler de to integritetsreglene som FDer (funksjonelle avhengigheter). Pass på at eksempelinstanten er gyldig for de FDene du oppgir!
- (ii) (10%) Bestem den høyeste normalformen som Romreservasjon oppfyller. Begrunn svaret.

I tillegg til de to integritetsreglene som alt er nevnt, er det slik at de kravene en aktivitet har til utstyr, gjelder uansett når og hvor aktiviteten finner sted, og uansett hvem som har ansvaret for aktiviteten. For eksempel krever INF1300-forelesning tilgang på AV-utstyr og lærer-PC; dette kravet gjelder uansett hvilke rom og tidspunkt som emnet står oppført med. Eksempelinstanten på forrige side oppfyller samtlige integritetsregler, også denne siste.

- (iii) (5%) Formuler denne integritetsregelen ved hjelp av ytterligere FDer og/eller MVDer (flerverdiavhengigheter).

La \mathcal{R} være en relasjon med de åtte attributtene A, B, C, D, E, F, G og H . La $\mathcal{F} = \{AB \rightarrow E, AE \rightarrow G, CF \rightarrow H, DE \rightarrow AF, GH \rightarrow D, H \rightarrow A\}$ og sett $\mathcal{D} = \{ABCF, ABDG, BCDEG, CDEFH\}$.

- (iv) (5%) Gi et begrunnet svar på om \mathcal{D} er en tapsfri dekomposisjon av \mathcal{R} med hensyn på \mathcal{F} .

Oppgave 2 SQL (20%)

Ta utgangspunkt i relasjonene Romutstyr og Romreservasjon. Besvar spørsmålene under ved hjelp av SQL. Du kan bruke views som del av besvarelsene.

- (i) (5%) Finn den eller de aktivitetene som har flest romreservasjoner, dvs. størst antall forskjellige forekomster av verdier i attributtparet (*rom*, *tid*). Skriv for hver ut navnet på aktiviteten og antall romreservasjoner. I eksempelinstanten har INF1300-forelesning 4 romreservasjoner, mens MUS1225-hørelære har 2.
- (ii) (5%) Sjekk om Romreservasjon oppfyller FDen *aktivitet*, *tid* \rightarrow *rom*. Hvis FDen ikke er oppfylt, så skriv ut *aktivitet*, *tid* og *rom* for de tuplene som bryter FDen.

(Fortsettes på side 4.)

- (iii) (10%) Noen aktiviteter kan være oppført med utstyr som ikke finnes i et eller flere av de rommene som er reservert for aktiviteten. For eksempel er MUS1225-hørelære oppført med piano, mens piano ikke er oppført på utstyrslisten til rom BL211U71. Finn for hver aktivitet der ett eller flere av de reserverte rommene ikke inneholder det angitte utstyret, mulige erstatningsrom som har alt utstyret som kreves av aktiviteten. Skriv ut hvilke aktiviteter dette gjelder, og mulige erstatningsrom for disse, eventuelt returner bare aktiviteten hvis det ikke finnes noe passende erstatningsrom.

Oppgave 3 Relasjonsalgebra (10%)

Besvar oppgave 2 (ii) ved hjelp av relasjonsalgebra.

Oppgave 4 Transaksjonsprotokoller (35%)

Gitt tre transaksjoner

$$\begin{aligned} T_1 &= r_1(a); r_1(b); w_1(b) \\ T_2 &= r_2(b); r_2(c); w_2(c); w_2(b) \\ T_3 &= r_3(a); r_3(b); r_3(c); w_3(a); w_3(c) \end{aligned}$$

og eksekveringsplanen

$$S = r_1(a); r_1(b); r_2(b); r_2(c); r_3(a); r_3(b); r_3(c); w_1(b); w_2(c); w_2(b); w_3(a); w_3(c)$$

Vi skal først se på bruk av delte og eksklusive låser til samtidighetskontroll av transaksjonene. La $sl_i(x)$ og $xl_i(x)$ bety at en transaksjon T_i ber om henholdsvis en delt lås (leselås) og en eksklusiv lås (skrivelås) på elementet x . $u_i(x)$ betegner at låsen på x frigis.

- (i) (5%) Sett inn aksjoner på formen $sl_i(x)$, $xl_i(x)$ og $u_i(x)$ i T_1 , T_2 og T_3 i henhold til protokollen strikt tofaselåsing (strict 2PL).
- (ii) (5%) Beskriv hvordan eksekveringsforløpet blir hvis eksekveringen skal overholde strict 2PL og i størst mulig grad følge forløpet i den opprinnelige planen S .
- (iii) (5%) Avgjør om den resulterende eksekveringsplanen er konfliktserialiserbar.

(Fortsettes på side 5.)

Deretter skal vi se på bruk av snapshot isolation (SI) til samtidighetskontroll av transaksjonene. Et lite eksempel på bruk av SI-protokollen FUW (første oppdaterer vinner) står på side 6. I FUW-protokollen brukes eksklusive låser bare i forbindelse med skriving; leseoperasjoner må aldri vente. La $l_i(x)$ bety at en transaksjon T_i ber om en eksklusiv lås (skrivelås) på elementet x . La $u_i(x)$ bety at låsen på x frigis.

- (iv) (5%) Sett inn aksjoner på formen $l_i(x)$ og $u_i(x)$ i T_1 , T_2 og T_3 i henhold til FUW-protokollen.
- (v) (10%) Beskriv hvordan eksekveringsforløpet blir i henhold til FUW-protokollen hvis eksekveringen i størst mulig grad skal følge forløpet i den opprinnelige planen S . Ta for hver T_i med en aksjon av formen c_i (T_i committer) eller a_i (T_i aborteres/må ruller tilbake) på passende sted i eksekveringsforløpet.
- (vi) (5%) Avgjør om den resulterende eksekveringsplanen er konfliktserialiserbar.
Hint: Ta utgangspunkt i eksekveringsplanen fra oppgave (v) slik den ser ut når de transaksjonene som eventuelt må ruller tilbake, er fjernet.

Oppgave 5 Distribuerte transaksjoner (10%)

Beskriv prinsippene bak protokollen tofasecommit (2PC).

På siste side i oppgavesettet står et eksempel på bruk av SI-protokollen FUW (første oppdaterer vinner) og en gjengivelse av protokollen.

Ellen Munthe-Kaas

(Fortsettes på side 6.)

FUW – Første oppdaterer vinner

Eksempel: $T_1 = r_1(x); l_1(x); w_1(x); r_1(z); l_1(z); w_1(z); u_1(x); u_1(z)$
 $T_2 = r_2(x); r_2(y); l_2(y); w_2(y); l_2(x); w_2(x); u_2(y); u_2(x)$

Et mulig forløp er:

T_1	T_2
$r_1(x)$	
$l_1(x)$	
$w_1(x)$	
	$r_2(x)$
	$r_2(y)$
	$l_2(y)$
	$w_2(y)$
	$l_2(x)$ –vent [†]
$r_1(z)$	
$l_1(z)$	
$w_1(z)$	
c_1	
$u_1(x)$	
$u_1(z)$	
	a_2 [‡]
	$u_2(y)$

FUW-protokollen

Når en transaksjon T starter, noteres starttidspunktet $TS(T)$. Når en transaksjon T committer, noteres committidspunktet $TC(T)$. For hvert element A lagres flere versjoner A_t der t er committidspunktet til den transaksjonen som skrev A . Dessuten lagres mengden $Commit(A)$ av transaksjoner som har skrevet A og committet.

- T ønsker å lese et element A : Lesing innvilges alltid. Les den versjonen A_t der t er størst mulig, men mindre enn $TS(T)$.
- T ønsker å skrive A : Be om eksklusiv lås på A .
 - Hvis det finnes en U i $Commit(A)$ der $TC(U) > TS(T)$, må T ruller tilbake (aborteres).
 - Ellers: Hvis låsen på A er ledig, får T låsen og kan endre A til ny verdi, men bare i sitt lokale arbeidsområde (andre får ikke tilgang på den nye verdien før T vet at den kan committes).
 - Ellers: La T vente i A -køen. (T venter for å se om den som har låsen, committer eller aborterer: Hvis den som har låsen committer, skal T ruller tilbake. Hvis den som har låsen aborterer, kan T eller en av de andre som venter i A -køen, få tildelt låsen og fortsette.)
- T ønsker å committe:
 - Utfør c_T .
 - For hvert element A som T har lås på, legg T i $Commit(A)$ og skriv A (dvs. en ny versjon A_t med $t = TC(T)$ blir tilgjengelig for andre transaksjoner). Slipp låsen på A .
 - Signaliser til alle som venter på å få lås på en slik A , at de må ruller tilbake.
- T blir abortert (eller ønsker selv å abortere):
 - Utfør a_T .
 - For hvert element A som T har lås på, slipp låsen. (En av de transaksjonene som venter på låsen, får den og kan fortsette.)

[†] T_1 har låsen på x . T_2 legges i x -køen.

[‡] T_2 må ruller tilbake fordi T_1 er samtidig og de har overlappende skrivemengde $\{x\}$.