

Frågehantering i en mobil databasmiljö

(HS-IDA-EA-01-107)

Lars-Göran Jonsson (b95larjo@student.his.se)

*Institutionen för datavetenskap
Högskolan i Skövde, Box 408
S-54128 Skövde, SWEDEN*

Examensarbete på Programmet för Systemprogrammering
under vårterminen 2001.

Handledare: Dan Lundh

Frågehantering i en mobil databasmiljö

Examensrapport inlämnad av Lars-Göran Jonsson till Högskolan i Skövde, för Kandidatexamen (B.Sc.) vid Institutionen för Datavetenskap.

2001-06-08

Härmed intygas att allt material i denna rapport, vilket inte är mitt eget, har blivit tydligt identifierat och att inget material är inkluderat som tidigare använts för erhållande av annan examen.

Signerat: _____

Frågehantering i en mobil databasmiljö

Lars-Göran Jonsson (b95larjo@student.his.se)

Sammanfattning

Rapportens studie jämför en distribuerad och mobil databasmiljö med avseende på frågehantering. Områden som fokuseras inom frågehantering är: dataorganisation och distribution, lokaliseringshantering, skalbarhet, frågekostnader samt frånkopplad operation. Rapportens slutsatser fastslår att grundläggande skillnader inte existerar mellan miljöerna med avseende på frågehantering, vilket ger till följd att formulerad problemhypotes verifieras.

Nyckelord: Distribuerad databasmiljö, Mobil databasmiljö, Frågehantering

Innehållsförteckning

1	Introduktion	1
2	Bakgrund	2
2.1	Mobil datormiljö	2
2.2	Databaser	2
2.3	Databastyper	3
2.3.1	Centraliserad databas	4
2.3.2	Distribuerad databas	5
2.3.3	Mobil databas.....	6
2.4	Dagens mobila databaser	7
2.5	Frågehantering	7
2.6	Utmaningar inom frågehantering.....	8
2.6.1	Dataorganisation och distribution.....	8
2.6.2	Lokaliseringshantering	9
2.6.3	Skalbarhet	9
2.6.4	Frågekostnader.....	10
2.6.5	Frånkopplad operation.....	10
3	Problemdefinition	11
3.1	Introduktion till frågehantering.....	11
3.2	Motivering till frågehantering.....	11
3.2.1	Tillgång till databasinformation	11
3.2.2	Framtidens mobila databasprodukter.....	12
3.2.3	Nya applikationer.....	12
3.3	Vad kommer att studeras?.....	13
3.3.1	Problemhypotes	13
3.3.2	Förväntat resultat	14
3.3.3	Avgränsning.....	14
4	Metod	15

4.1	Plan för genomförandet	15
4.2	Utfärdande av mätkriterier.....	15
4.3	Mätning - Litteraturstudie	16
4.4	Resultat av litteraturstudie	17
4.5	Analys av resultat.....	17
4.6	Slutsatser.....	18
4.7	Diskussion.....	18
5	Resultat av litteraturstudie	19
5.1	Dataorganisation och distribution.....	19
5.1.1	Relationen mellan data och lokalisering.....	19
5.1.2	Synen på dataobjekt, dataregion och geografisk domän.....	20
5.1.3	Replikeringsteknik.....	21
5.1.4	Frågeprocessen	22
5.1.5	Breda utskick eller på begäran.....	23
5.2	Lokaliseringshantering.....	24
5.2.1	Lokaliseringsmedvetenhet	24
5.2.2	Lokaliseringstekniker	25
5.2.3	Kopplingsnivå mellan en fråga och en lokalisering.....	26
5.3	Skalbarhet	26
5.3.1	Skalbara faktorer.....	27
5.3.2	Skalbara tekniker	27
5.4	Frågekostnader.....	27
5.5	Frånkopplad operation	30
5.5.1	Planerad eller oplanerad frånkoppling.....	30
5.5.2	Frågeprocessen	31
6	Analys av resultat.....	33
6.1	Dataorganisation och distribution.....	33
6.2	Lokaliseringshantering.....	34
6.3	Skalbarhet	34
6.4	Frågekostnader.....	35
6.5	Frånkopplad operation	35
6.6	Sammanfattning av analys.....	36
7	Slutsatser.....	37

7.1 Fastställda slutsatser	37
7.1.1 Dataorganisation och distribution.....	37
7.1.2 Lokaliseringshantering	37
7.1.3 Skalbarhet	38
7.1.4 Frågekostnader.....	38
7.1.5 Frånkopplad operation	38
7.2 Samstämmighet och motsägelser.....	38
7.3 Fastställd samlad slutsats	38
8 Diskussion	39
8.1 Studiens antaganden	39
8.2 Studiens resultat.....	39
8.3 Framtida arbeten	40
Referenser	41

1 Introduktion

I vårt samhälle ställs ökade krav på tillgänglighet till information. Vår allt större rörlighet, internationellt samarbete och företags geografiskt utspridda organisationer är några av de orsaker som gjort att dessa krav ökat. Vi har behov av att nå information på arbetet, i skolan och i hemmet. Fler har fått möjlighet till flexibel arbetstid vilket medfört att fritid och arbetstid växer samman allt mer och att behovet av att nå information när som helst och var som helst ökat. Information ska alltid finnas tillgänglig när helst vi behöver den i syfte att förenkla vår vardag.

Den snabba tekniska utvecklingen inom trådlös teknik, bärbara datorer och mjukvara börjar möjliggöra att dessa krav kan mötas. Mobil datoranvändning eller nomadisk datoranvändning har ökat under senare år och förväntas fortsätta att öka även i framtiden. Den tekniska utvecklingen inom detta område är dock fortfarande i inledningsstadiet.

Mobil datoranvändning för med sig nya utmaningar inom områden som datahantering. Nya tjänster måste skapas som förser den mobile användaren med information oavsett var denne befinner sig eller när på dygnet informationen önskas. När som helst och var som helst ska tjänsterna kunna levereras till dem som de efterfrågar. Nya krav kommer att ställas på de datorsystem som ska leverera dessa tjänster och på den information som lagras i dessa. Klargöras måste hur lagrad information ska göras tillgänglig för en användare och på vilka sätt en användares mobilitet påverkar dessa datorsystem.

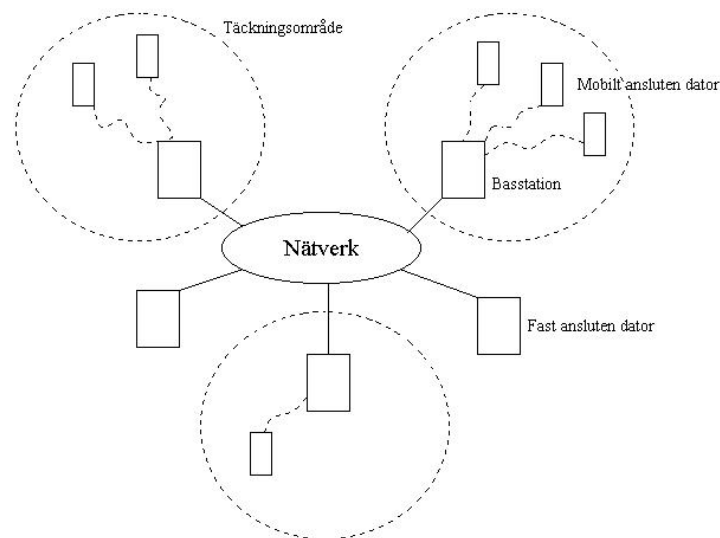
Denna rapport tar upp de utmaningar som uppkommer inom området frågehantering i en mobil databasmiljö. I fokus är en jämförelse av likheter och skillnader mellan en mobil respektive distribuerad databasmiljö med avseende på lokala och globala frågor. Ett antal frågeställningar med utgångspunkt från utmaningarna inom frågehantering ligger till grund för jämförelsen.

Rapporten inleds med en bakgrund som beskriver vad en mobil datormiljö och en databas är. En typindelning av databaser görs och de olika typerna beskrivs. Frågehantering introduceras och nya utmaningar inom detta område med avseende på en mobil databasmiljö. En problemdefinition som motiverar studier av frågehantering och rapportens fokus presenteras. Studiens problemhypotes formuleras, samt studiens förväntade resultat och avgränsning klargörs. En plan för studiens genomförande introduceras och en teknik för genomförandet fastläggs. Studiens resultat följs av en analys av resultaten presenteras, samt slutsatser fastställs. Rapporten avslutas med att studiens antaganden presenteras, studiens resultat diskuteras och framtida arbeten förordas.

2 Bakgrund

I detta kapitel presenteras en arkitekturmodell för ett mobilt system och dess ingående komponenter beskrivs. Databaser introduceras och begreppet databas definieras. En typindelning av databaser görs utifrån hur databasen lokaliseras på enheter i ett nätverk, varefter respektive typ beskrivs. Dagens mobila databaser beskrivs och några olika produkter presenteras. Frågehantering introduceras.

2.1 Mobil datormiljö



Figur 1: Arkitekturmodell för ett mobilt system (se text för detaljerad beskrivning).

Figur 1 visar en arkitekturmodell för ett mobilt system (Dunham och Helal, 1995). Modellen innehåller mobila och stationära enheter som är anslutna till ett nätverk. De mobila enheterna är anslutna till nätverket via trådlösa anslutningar och övriga enheter via fasta anslutningar. En mobil enhet kan utgöras av en mobil dator, som då den befinner sig inom ett täckningsområde (cell) har möjlighet att kommunicera via en trådlös anslutning med det fasta nätverket. De stationära enheterna är fast anslutna till nätverket och utgörs av två typer: basstationer och fasta datorer. Fasta datorer är enheter som inte kan kommunicera trådlöst med en mobil enhet utan endast kan kommunicera via sin fasta anslutning till nätverket. Basstationer är fasta datorer utrustade med ett mobilt interface, vilket gör det möjligt för dessa att kommunicera trådlöst med en mobil enhet. Basstationernas uppgift är att serva de mobila enheterna då de önskar utbyta information med fast alternativt mobilt anslutna enheter i nätverket. Basstationer kallas också för mobila support stationer och kan ses som bryggor mellan de mobila enheterna och det fasta nätverket.

2.2 Databaser

Databaser och databassystem har blivit en viktig del av vårt moderna samhälle. Vi är många som så gott som dagligen eller några gånger per vecka kommer i kontakt med en databas. Till exempel då vi hämtar pengar i en uttagsautomat, tankar bilen och betalar med vårt kontokort, bokar en tågbiljett via Internet eller söker efter en bok i bibliotekets

datoriserade bokregister. Aktiviteter som påverkar eller hämtar information från en databas.

Vad är en databas?

Elmasri och Navathe (2000) beskriver en databas som en samling relaterad data. Data som har en medveten betydelse som till exempel ingredienserna i ett recept. En recept databas skulle kunna innehålla element som receptets namn, antal personer receptet är avsett för, samt de ingående ingredienserna. Vi skulle då kunna använda databasen till att söka efter de recept som är möjliga att laga med utgångspunkt från de ingredienser vi för tillfället har hemma.

Begreppet databas används vanligtvis något mer strikt än ovan och Elmasri och Navathe (2000) beskriver tre egenskaper som bör känneteckna en databas.

- En databas beskriver en del av den verkliga världen, ibland kallat minivärlden eller "Universe of Discourse" (UoD). Förändringar i minivärlden ska reflekteras i databasen.
- En databas är en logiskt sammanhängande samling av data med någon inneboende mening. Ett slumpmässigt urval av data kan inte korrekt beskrivas som en databas.
- En databas är designad, byggd och fylld av data för något specifikt syfte. Den har en utpekad målgrupp av användare och är på förhand avsedd för applikationer som dessa användare har behov av.

Elmasri och Navathe (2000) sammanfattar begreppet databas enligt:

- En databas har en källa ifrån vilket data kommer, någon grad av interaktion med händelser i den verkliga världen och en publik som är aktivt intresserad av innehållet i databasen.

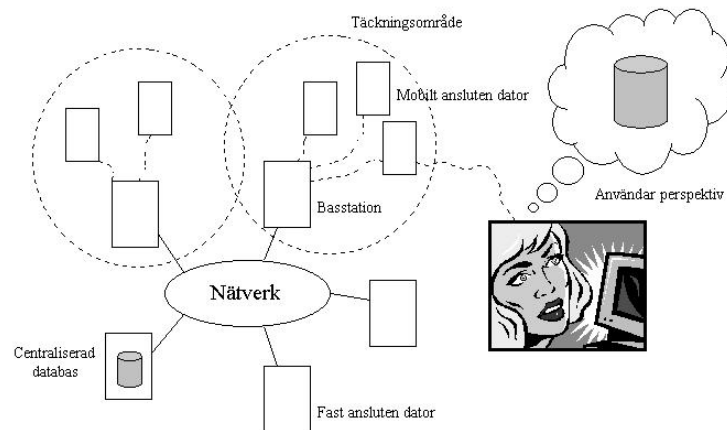
2.3 Databastyper

Databaser kan delas upp i en mängd olika typer beroende på vad man har för utgångspunkt. Ett sätt att dela upp databaser är efter hur en databas är utlokaliserad över enheterna (datorerna) i ett nätverk. En sådan indelning ger följande databastyper.

- Centraliserad databas
- Distribuerad databas
- Mobil databas

En centraliserad databas har all data lokaliserad på en enhet i nätverket till skillnad mot en distribuerad och en mobil databas vars data är lokaliserad på flera enheter i nätverket. En mobil databas skiljer sig från en distribuerad databas genom att data även kan vara lokaliserad på mobila enheter.

2.3.1 Centraliserad databas



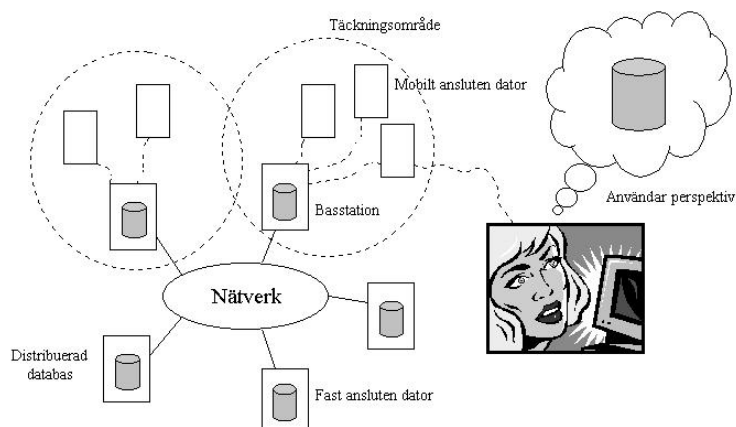
Figur 2: Arkitekturrexempel på en centraliserad databas (se text för detaljerad beskrivning).

En centraliserad databas kännetecknas av att hela databasen är lokaliserad på en enhet i nätverket (en dator). All hantering och bearbetning av data i databasen sker i denna dator samt all exekvering av databasapplikationer och hantering av användargränssnitt mot databasen. Ingen replikering av databasen till andra datorer i nätverket förekommer.

Några av fördelarna med en centraliserad databas är att den är lätt att kontrollera och underhålla. Lätt att kontrollera genom att all exekvering och bearbetning av data i databasen sker i en och samma dator. Lätt att underhålla genom att databasen endast finns lagrad på en plats i nätverket.

Några nackdelar är att databasen blir mer sårbar eftersom den bara finns lokaliserad på en plats i nätverket. Om ett problem uppkommer i den dator där databasen är lagrad kan det direkt påverka tillgängligheten till det data som lagrats i databasen. En centraliserad databas prestanda kan också påverkas negativt då fler användare behöver få tillgång till den. Detta eftersom all exekvering och även all hantering av användargränssnittet gentemot användarna sker i en dator och därmed begränsas av denna dators kapacitet.

2.3.2 Distribuerad databas



Figur 3: Arkitektuorexempel på en distribuerad databas (se text för detaljerad beskrivning).

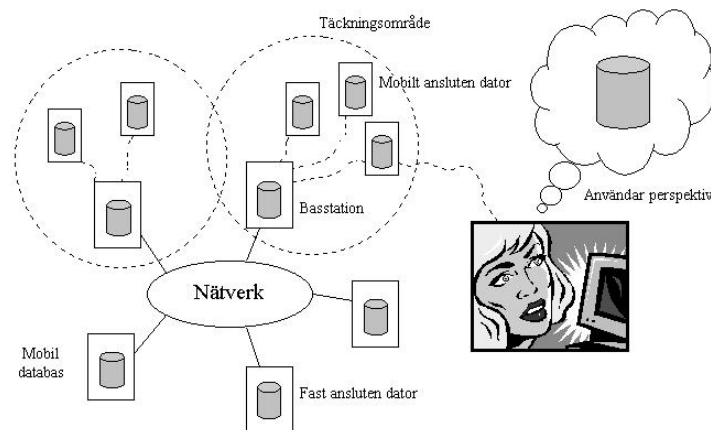
Allt eftersom ökningen av processorkraft och lagringskapacitet på användardatorerna förverkligades möjliggjordes att distribuera ut en databas på flera datorer i ett nätverk. Detta sker i syfte att förbättra databasens prestanda, utnyttja den samlade processorkraften på ett bättre sätt samt förbättra tillgänglighet och tillförlitlighet hos databasen. Med stöd av tekniker för replikering möjliggjordes att fysiskt distribuera ut hela eller delar av en databas på flera datorer i ett nätverk, men ändå behålla en logisk bild av databasen. Den distribuerade databasteknologin kan ses som en sammanslagning av två teknologier: databasteknologi samt nätverk och datakommunikationsteknologi.

En distribuerad databas kan definieras som en samling av multipelt logiskt sammanhängande databaser distribuerade över ett datornätverk. Vilka ur ett användarperspektiv ses som en enhet.

Elmasri och Navathe (2000) beskriver några av fördelarna med ett distribuerat databassystem.

- Hanteringen av distribuerad data kan göras med olika nivåer av transparens: distributions och nätverkstransparens, replikerings-transparens, fragmenteringstransparens. Detaljer som till exempel var varje fil (tabell, relation) är fysiskt lagrad kan döljas.
- Ökad tillförlitlighet och tillgänglighet. Tillförlitlighet definierat som troligheten att systemet är uppe och körs vid en viss tidpunkt och tillgänglighet definierad som troligheten att system är konstant tillgängligt under en viss tidsperiod.
- Förbättrad prestanda. Data kan placeras närmare där den används, fråge- och transaktionshanteringen kan förbättras genom att multipla frågor kan köras parallellt på olika ställen i nätverket.
- Lättare utbyggnad. Systemet kan lättare byggas ut i form av tillägg av mer data, utökandet av fler databasnoder i nätverket, tillägg av mer processorkraft, etc.

2.3.3 Mobil databas



Figur 4: Arkitekturexempel på en mobil databas (se text för detaljerad beskrivning).

En mobil databas har i grunden mycket gemensamt med en distribuerad databas. Information i en mobil databas replikeras, liksom information i en distribuerad databas, till flera datorer i ett nätverk. Ansvar för att hålla databasen konsistent kan också vara fördelat på flera datorer. En mobil databas skiljer sig mot en distribuerad databas bland annat i det avseendet att information i en mobil databas även kan replikeras till mobila datorer.

En stor fördel med en mobil databas är att användaren kan ges möjlighet att bära med sig en databas och sköta sitt arbete på gående fot. Växla information med andra mobila databaser och med databaser lokaliserade i fasta nätverk efter den mobila användarens gångväg. Några nackdelar med en mobil databas är svårigheten att underhålla och kontrollera att informationen i databasen hålls konsistent, samt att hantera de utmaningar som uppkommer i samband med att mobilitet accepteras.

Dunham och Helal (1995) beskriver en mobil databasmiljö som ett utökat distribuerat system. Ett distribuerat system där tillägg måste göras för att stödja mobilitet inom områden som applikationsanpassning, transaktionshantering, replikering och frågehantering. Ett mobilt datorsystem kan ses som en dynamisk typ av ett distribuerat system där länkarna mellan enheterna i nätverket förändras dynamiskt. En mobil databasmiljö kategoriseras som ett mobilt heterogent multidatabassystem. Någon formell definition av begreppet mobil databas har inte hittats.

Elmasri och Navathe (2000) beskriver två sätt på vilket en mobil databas kan distribueras i ett nätverk.

- Databasen är distribuerad över fast anslutna datorer, med full eller partiell replikering. En basstation (fast ansluten dator med mobilt interface) ansvarar för sin egen databas, med tilläggande funktionalitet för att lokalisera mobila enheter, hantera frågor och transaktioner och stödja den mobila datormiljön.
- Databasen är distribuerad över fast anslutna och mobilt anslutna datorer. Ansvar för datahantering är delat mellan basstationer och mobila enheter.

2.4 Dagens mobila databaser

Flera av dagens tillverkare, till exempel IBM, Oracle och Sybase, har produkter som stödjer mobila databaser. Mobila databaser i betydelsen att de kan lagras på en mobil enhet, vilken en användare sedan kan bära med sig. När användaren åter ansluter sig till nätverket sker en synkronisering av den mobila databasen med en centraliserad databas i det fasta nätverket. Några av dagens produkter erbjuder tjänster som meddelandesändning mellan en mobil enhet och ett fast nätverk.

IBM beskriver på sin hemsida på Internet produkten DB2 Everyplace database. Det är en av de produkter som erbjuder datalagring på en mobil enhet, vilken en användare sedan kan bära med sig. Under fränkopplad operation kan användaren producera och hämta data som lagrats på den mobila enheten. Synkronisering av data på den mobila enheten och data i det fasta nätverket utförs då användaren åter ansluter sig till det fasta nätverket. Synkroniseringen sköts med stöd av produkten DB2 Everyplace Sync Server.

En liknande produkt som IBM:s DB2 Everyplace database är Oracle8i Lite från Oracle. Oracle8i Lite beskrivs på Oracles hemsida på Internet som en produkt bestående av tre komponenter: Oracle Lite DBMS, iConnect och Web-to-go. Oracle Lite DBMS är en lättvikts Java databas med stöd för plattformar som Palm OS, EPOC och Windows CE. Iconnect är ett verktyg för att synkronisera data och applikationer mellan en central Oracle databas och flera Oracle Lite databaser lokaliserade på mobila enheter. Web-to-go är ett verktyg för att skapa mobila webbapplikationer som obemärkt kan skifta mellan ett normalt on-line läge och ett fränkopplat off-line läge.

Sybase informerar på sin hemsida på Internet om att de är marknadsledande när det gäller att erbjuda mobila användare tillgång till data och applikationer på ett fast nätverk. Produkten Sybase Enterprise Portal 2.0 erbjuder mobila enheter tillgång till mobile Internet browsing, trådlös meddelandeskickning och "always available" tillgång till data och applikationer i en datormiljö. Sybase Enterprise Portal 2.0 inkluderar tvåvägs meddelandeutbyte, vilket tillåter en mobil användare att både köa utgående meddelanden samt ta emot meddelandet från det fasta nätverket. Meddelandetjänsten inkluderar lagrings och vidareändningsköande av meddelanden för garanterad leverans, även om den mobile användaren är utanför det mobila täckningsområdet eller i off-line läge då meddelandet skickas. Ett meddelande kan till exempel användas för att starta en aktion som att synkronisera data. Även säkerhetsfunktionalitet som användarbevis och kryptering stöds.

Dunham och Helal (1995) belyser i sin artikel några exempel på nya utmaningar som kommer att ställas på framtidens mobila datormiljöer. Utmaningar som dagens produkter inte helt kan möta och som kommer att ställa nya krav på framtidens databasprodukter inom områden som till exempel transaktionshantering, replikering och frågehantering.

2.5 Frågehantering

Frågehantering är samlingsnamnet för de aktiviteter som berör fråga och svars hantering mot en databas. För att en applikation ska kunna hämta och uppdatera information i en databas måste databasen erbjuda stöd för frågehantering. Detta görs oftast genom att databasen stöder någon form av frågespråk med vilket applikationen kan hämta och uppdatera informationen i databasen. Exempel på ett ofta använt frågespråk är SQL

(Structured Query Language). Frågehanteringen mot en databas bör stödja frågor i syfte att läsa, uppdatera, lägga till och radera information i en databas. Bra är även om mer avancerade typer av frågor stöds som till exempel nästlade frågor och mängdjämförande frågor.

2.6 Utmaningar inom frågehantering

Frågehantering mot en databas utgör en viktig funktionalitet i syfte att göra information i en databas åtkomlig för en användare. En mobil datormiljö och mobil databas användning medför nya utmaningar inom detta område. Imielinski och Badrinath (1994) belyser hur mobiliteten i en mobil datormiljö påverkar området frågehantering och utmaningarna kan sammanfattas i punkterna.

- Dataorganisation och distribution
- Lokaliserings hantering
- Skalbarhet
- Frågekostnader

Rörligheten i en mobil datormiljö medger nya intressanta möjligheter i hur frågeställningar kan utformas mot en databas. En mobil enhets lokalisering kan utgöra en parameter som påverkar det svar som returneras från en databas. Data kan distribueras via direktadressering eller via breda utskick från en server och till de mobila enheterna. Mobila databasmiljöer är ofta stora datormiljöer med avseende på antalet användare, geografisk spridning och den mängd data som ska hanteras i miljön. Detta ställer speciella krav på frågehanteringen. Fler användare innebär fler frågor, större datamängder och fler fel att hantera. Stora miljöer medför ökade krav på frågehanteringsprestanda samt att frågehanteringskostnaderna hålls låga.

En utmaning som Imielinski och Badrinath (1994) belyser under området bandbredd och energikonsumtion, men som även har stor inverkan på frågehanteringen, är mobila enheters möjlighet till fränkopplad operation. En situation som kan uppkomma planerat eller oplanerat och som ställer krav på att en mobil enhet kan hantera frågor lokalt, utan stöd av övriga enheter i nätverket.

2.6.1 Dataorganisation och distribution

En mobil datormiljö är väl lämpad till att distribuera ut data till en mängd mobila enheter samtidigt med hjälp av breda utskick (broadcasts). Ett brett utskick har fördelen att meddelandet inte behöver adresseras till varje mobil enhet. De mobila enheter som är intresserade av informationen tar den till sig, medan övriga inte bryr sig om utskicket. All information är inte lämplig att skicka ut med breda utskick. En stor del av den information som efterfrågas ur en databas är inte av brett intresse. Information som efterfrågas, för ett specifikt syfte eller är av personlig natur, och som är lämpligast att adressera direkt till den mobila enhet som efterfrågar informationen. Vilka kriterier som avgör, om information ska skickas ut via breda utskick till alla mobila enheter eller efterfrågas och därefter direkt adresseras till en mobil enhet, kan vara av intresse att undersöka. Likaså om sättet att distribuera information påverkar organisationen av data i en mobil datormiljön.

2.6.2 Lokaliseringshantering

Frågor mot en databas kan gruppindelas på flera sätt. Till exempel utifrån frågans utformning, syftet med frågan eller det förväntade svarets innehåll. Dunham och Helal (1995) belyser hur frågor som ställs i en mobil miljö kan resultera i olika svar beroende på den mobila enhetens lokalisering. Ett sätt att gruppera frågor kan då göras utifrån om svaret på en fråga är oberoende eller beroende av en mobil enhets lokalisering. Vi gruppindelar frågorna i lokala respektive globala frågor.

Med globala frågor menas de frågor som oavsett när eller varifrån i nätverket de ställs alltid ger samma svar. Till exempel om man söker efter namnet på huvudstaden i Sverige, så ska svaret bli detsamma oavsett när på dygnet frågan ställs eller var man för tillfället befinner sig geografiskt.

Med lokala frågor menas frågor vars svar blir olika beroende på när på dygnet frågan ställs eller var man för tillfället befinner sig geografiskt. Till exempel om man frågar efter när nästa buss avgår in till staden, så blir svaret beroende av vid vilken tidpunkt på dygnet man ställer frågan. Likaså om man frågar efter adressen till närmaste restaurang, så blir svaret beroende av den lokalisering man för tillfället har då frågan ställs.

Hur löser man dessa typer av frågeställningar som ibland är beroende av tid, rum samt lokal påverkan (till exempel lokal standard för datering, postadresser, etc.)? Parametrar som ibland ska tas hänsyn till och ibland nonchaleras. Förutsättningar som kan fordra att ny funktionalitet måste stödjas av frågehanteringen, att frågors utformning påverkas eller att nya frågespråk används.

Godta att en mobil enhet ställer en fråga mot en databas. Under tiden som frågan processas i databasservern förflyttar sig den mobila enheten från ett täckningsområde till ett annat. Då servern ska returnera svaret på frågan måste den dessförinnan ha blivit medveten om den förflyttning som skett av den mobila enheten, för att svaret ska adresseras till rätt mottagare. Det innebär att databasen på något sätt måste hålla ordning och kontroll på var en mobil enhet befinner sig. Ett antal frågor vars syfte är att kontrollerar de mobila enheternas lokalisering i nätverket kommer att behöva ställas. Imielinski och Badrinath (1992) belyser hur noggrant en mobil enhet behöver lokaliseras i en mobil datormiljö. Den mobila enhetens lokalisering ligger ibland till grund för de svar som en lokal fråga mot en databas ska returnera. I dessa fall är det av stor vikt att den mobila enhetens position kan bestämmas med hög noggrannhet, då detta är grunden för ett korrekt svar från databasen.

2.6.3 Skalbarhet

Allt eftersom den mobila datoranvändningen blir snabbare, säkrare och ger oss möjligheten att nå information när och var vi önskar kommer fler användare att använda sig av denna teknik. Bouguettaya (1996) belyser i inledningen av sin artikel att fler mobila enheter kommer att medföra ökade krav på frågehantering och databaser i en mobil databasmiljö. Fler frågor kommer att ställas mot databaserna, fler fel kommer att inträffa som måste hanteras och kraven på snabba svar från databaserna kommer att öka. Intressant kan vara att undersöka hur en mobil databasmiljö påverkas av ett ökat antal användare och hur frågehanteringen berörs av ett ökat antal frågor.

2.6.4 Frågekostnader

I en mobil databasmiljö kan samma sorts information finnas tillgänglig på flera platser i nätverket. Olika tjänsteföretag erbjuder tjänster med liknande innehåll men med helt olika prissättning. Behov kommer att finnas av frågeoptimeringsverktyg. Verktyg som styr de frågor en mobil användare ställer mot en databas till det serviceföretag som billigast kan leverera svaren. En typ av tariffstyrd frågeoptimerare där kostnaden per fråga avgör var informationen hämtas i nätverket. Alonso och Korth (1993) pekar på behovet av frågeoptimeringsverktyg ur energikonsumtions synpunkt. Där prioriteten är att hålla frågehanterings energikonsumtion låg på en mobil enhet och där genomströmningen av frågor beaktas.

2.6.5 Frånkopplad operation

Imielinski och Badrinath (1992) pekar på hur en mobil enhets aktiva operationstid begränsas av den batterikapacitet den mobila enheten utrustats med. Hur behov finns av att stödja frånkopplad operation på olika nivåer, samt planerad respektive oplanerad frånkoppling. Detta kan inom området frågehantering medföra att en mobil enhet som ställer en fråga mot en databas, på grund av för låg batterikapacitet strax därefter stängs av. Då frågan ska besvaras av databasservern, så hittas inte den mobila enheten som ställt frågan. Hur hanterar servern denna fråga? Avbryts frågan och kastas bort eller inväntar servern att den mobila enheten åter blir nåbar på nätverket och då levererar svaret? En liknande frågeställning uppkommer om en fråga ställs från en mobil enhet och användaren därefter medvetet stänger av den mobila enheten (planerad frånkoppling från nätverket).

En fråga som ställs mot en databas kan kräva lång bearbetningstid i databasservern för att bli löst. Det skulle vid dessa tillfällen vara en fördel om den mobila enheten kunde stängas av under tiden då bearbetningen av frågan pågår. I syfte att till exempel spara batterikapacitet och att svaret sedan levereras då den mobila enheten åter sätts igång. Långa frågetider och därmed långa transaktionstider måste då stödjas av databasens frågehantering. Liknande utmaningar förekommer i samband med nästlade frågor och frågedelegering.

3 Problemdefinition

I detta kapitel introduceras området frågehantering i en mobil databasmiljö, samt studier inom området motiveras. En problemhypotes formuleras vars syfte är att ligga till grund för studiens genomförande. Kapitlet avslutas med ett förväntat resultat av studien och dess avgränsning presenteras.

3.1 Introduktion till frågehantering

Många av de applikationer som idag används i våra datorer bygger i grunden på en databas. En databas fylld med information och som vi på ett enkelt sätt önskar få tillgång till då ett behov av informationen existerar. Frågehantering är den funktionalitet som kan fylla detta behov. Genom att förvalta ansvaret för att frågor kan ställas mot och svar returneras från en databas, utgör frågehanteringen en nyckelfunktion för att göra information i en databas tillgänglig.

Med hjälp av bland annat trådlös teknik har dagens databasprodukter utvecklats och mobila databaser blivit en verklighet. Databaser som kan distribueras till mobila enheter och som vi kan bära med oss var helst vi beger oss. Frågehanteringen i dessa produkter påverkas på flera sätt till följd av att databasen görs mobil, samt möjliggör att en mobil enhets rörlighet i ett nätverk kan användas i frågeprocessen. En påverkan på frågehanteringen i en mobil databas som är av intresse att kartlägga.

3.2 Motivering till frågehantering

Frågehantering är verktyget vi använder oss av för att nå och bearbeta information som lagrats i en databas. Ett verktyg som ingår i de flesta av dagens databasprodukter och som indirekt är en förutsättning för att en applikation ska fungera korrekt. Detta då många av dagens applikationer är beroende av en databas och den information som lagrats i den. I denna rapportens bakgrund beskrivs utmaningar inom frågehantering vilka belyser ett flertal områden inom frågehantering som kommer att påverkas i en mobil databasmiljö. En påverkan som skapar ett behov av att studera frågehantering i en mobil databasmiljö noggrannare. Detta i syfte att klargöra hur denna påverkan kommer att inverka på frågehanteringen och därmed indirekt på tillgången till databasinformation, framtidens databasprodukter och utvecklingen av nya applikationer.

3.2.1 Tillgång till databasinformation

Frågehantering ligger till grund för att frågor kan ställas till och svar levereras från en databas. Frågor och svar genom vilka en användare kan få tillgång till information lagrad i en databas. Information som i en mobil databasmiljö måste vara tillgänglig oberoende av var, när och hur en användare är ansluten till det nätverk där databasen finns.

Dunham och Helal (1995) exemplifierar en mobil databasmiljö där frågehanteringen måste fungera för både fast anslutna och mobilt anslutna enheter i nätverket. Oberoende av när och var en enhet befinner sig i nätverket ska frågehanteringen kunna hantera de frågor enheten ställer mot en databas. I denna miljö ökar även kraven på frågehanteringen på grund av miljöns dynamiska egenskaper. Mobila enheters positionering i nätverket förändras frekvent. Nya mobila enheter ansluter sig till och andra kopplar sig från miljön

samtidigt som frågor ställs och svar returneras från databaserna. Hur mobila enheternas rörlighet i nätverket påverkar frågehanteringen, frågespråket och databaserna är därför av intresse att belysa.

Lokaliseringshantering i en mobil databasmiljö kan möjliggöra nya sätt att ställa frågor mot en databas. Frågor vars svar dynamiskt förändras utifrån den lokalisering som en mobil enhet för tillfället har i ett nätverk (Dunham och Helal, 1995). Den mobila enhetens position blir en parameter i den fråga som ställs mot en databas och påverkar därmed svaret på ett likvärdigt sätt som övriga parametrar i frågan. Tidpunkten då en fråga ställs kan också utgöra en parameter som på liknande sätt påverkar svaret. Klargöras bör vilka kriterier det är som avgör om en lokaliseringsparameter ska beaktas eller nonchaleras. Hur denna typ av frågor och svar kan realiseras i en mobil databasmiljö, hur en frågas utformning påverkas och om dagens accepterade frågespråk kan användas.

3.2.2 Framtidens mobila databasprodukter

Dagens mobila databasprodukter kan inte fullt ut möta de utmaningar som Dunham och Helal (1995) belyser i sin artikel. Flera av dagens produkter är mobila i avseendet att man kan bära med sig en databas i sin bärbara dator och arbeta mot databasen fränkopplad från nätverket. När man sedan åter ansluter sig till nätverket synkroniseras den lokala databasen med en central databas i det fasta nätverket. Några av dagens produkter stöder trådlös meddelandesändning men fortfarande kvarstår en hel del utvecklingsarbete innan dagens produkter kan stödja och uppfylla de visioner som exemplifieras av Dunham och Helal (1995). Studier och utveckling inom området mobila databasprodukter behövs för att den dynamiska och mobila databasmiljö som de målar upp i framtiden ska kunna realiseras.

En av fördelarna med en sådan mobil databasmiljö är möjligheten till att effektivisera olika individers arbetssituation. Godta till exempel en person som pendlar en halvtimme till och från sitt arbete varje dag. En timme om dagen av personens tid upptas av restid. I en mobil databasmiljö skulle denna persons situation kunna förändras på så sätt att denne börjar arbeta så fort denne sätter sig på bussen eller i bilen. Väl på plats i fordonet slår personen på sin mobila dator. Genast börjar nya E-post meddelanden tankas in, databasinformation synkroniseras och eventuella uppgraderingar av mjukvara installeras. Alternativt kan användaren själv starta till exempel en tidskrävande backup som kan arbeta under tiden denne tar sig till eller från arbetsplatsen. På detta sätt ökar individens produktivitet på grund av att dennes restid kan effektiviseras och utnyttjas på ett bättre sätt. Framtidens mobila databasprodukter måste i en jämförelse med dagens produkter bättre möta de krav denna mobila databasmiljö ställer, för att omnämnda effektivitets och produktivitetsfördelar ska kunna vinnas.

3.2.3 Nya applikationer

I en mobil datormiljö förflyttar sig de mobila enheterna mellan olika täckningsområden och därmed också mellan olika kontexts (miljöer). Kontexts som har unika egenskaper, kanske använder egen lokal standard och är fyllda av egen lokal information. Genom att använda sig av frågehanteringen i en mobil databasmiljö skulle en mobil enhet som gör entré i en ny kontext kunna identifiera sig. Detta genom att skicka en fråga till den basstation som ansvarar för kontexten och på så vis meddela sin identitet och att enheten gjort entré. Denna identifiering skulle kunna användas till att starta en laddning av den mobila enheten med den lokala information som finns i den nya kontexten. Detta skulle

innebära att den mobila enhetens databas dynamiskt uppdateras allt eftersom den mobila enheten förflyttar sig mellan nätverkets olika kontexts. En slags informationsladdning med målet att den mobila enhetens databas alltid ska vara laddad med information specifik för den kontext där den för tillfället befinner sig.

Denna informationsladdning skulle möjliggöra nya dynamiska applikationer som till exempel ”den dynamiska anslagstavlan”. En anslagstavla som uppdateras dynamiskt utifrån den lokala information som laddats i den mobila enhetens databas och som till exempel tipsar om lokala evenemang, aktuella erbjudanden från lokala handlare och lokala reklamkampanjer. Informationsladdningen kan även ge andra former av dynamisk anpassning som till exempel att en applikations språkställning och lokala standards för till exempel postadresser, valutakurser etc. dynamiskt förändras utifrån den kontext där applikationen används. Anpassningar som kan kräva att ny funktionalitet stöds av applikationen och att databasen medger dessa transformeringar.

3.3 Vad kommer att studeras?

En mobil databasmiljö har både likheter och skillnader vid jämförelse med en distribuerad databasmiljö. Likheter som till exempel att en databas i de båda miljöerna är distribuerad över flera enheter i nätverket och att båda miljöerna ofta är heterogena med avseende på de komponenter de består utav. En mobil databasmiljö skiljer sig mot en distribuerad databasmiljö bland annat genom att en databas även kan distribueras ut på mobila enheter.

Dunham och Helal skriver ”We view a mobile DBMS computing environment as an extension of a distributed system” (Dunham och Helal, 1995, s.4). Detta synsätt är utgångspunkten för denna rapports studier. Att studera och jämföra likheter och skillnader mellan en distribuerad och en mobil databasmiljö kan klargöra en del av de frågeställningar som idag finns med avseende på en mobil databasmiljö. Hur frågehanteringen ska fungera, hur data ska distribueras och organiseras och hur mobila enheter bäst hanteras i miljön.

3.3.1 Problemhypotes

Studiens genomförande baseras på en problemhypotes som formulerats med utgångspunkt från tidigare motiveringar till studier av frågehantering i en mobil databasmiljö. Studien avser att fokusera en jämförelse mellan hur en mobil respektive distribuerad databasmiljö hanterar lokala och globala frågor. Studiens fokus tillåter att följande hypotes formuleras.

Frågehantering med avseende på lokala och globala frågor skiljer sig inte mellan en mobil databasmiljö och en distribuerad databasmiljö.

Hypotesen anses falsifierad om grundläggande skillnader inom frågehantering existerar mellan de båda miljöerna. Med en grundläggande skillnad avses en avvikelse mellan de båda miljöernas existerande teknologier, som inte kan överbryggas genom ett enkelt tillägg eller mindre justering. Exempel på ett enkelt tillägg eller mindre justering kan vara att en förändring görs i databasens schema eller att en parameter läggs till alternativt justeras i en fråga. Att falsifiera hypotesen innebär att samma frågehantering som realiserats i en distribuerad databasmiljö inte kan realiserats och fungera i en mobil databasmiljö. Hypotesen anses verifierad om den inte kan falsifieras.

3.3.2 Förväntat resultat

Förväntat resultat av genomförandet är.

- Att några idéer, förslag eller tekniker har hittats som beskriver hur frågehantering skulle kunna realiserats i en mobil databasmiljö.
- Att en jämförelse upprättats som belyser likheter och skillnader mellan en mobil databasmiljö och en distribuerad databasmiljö med avseende på lokala och globala frågor.

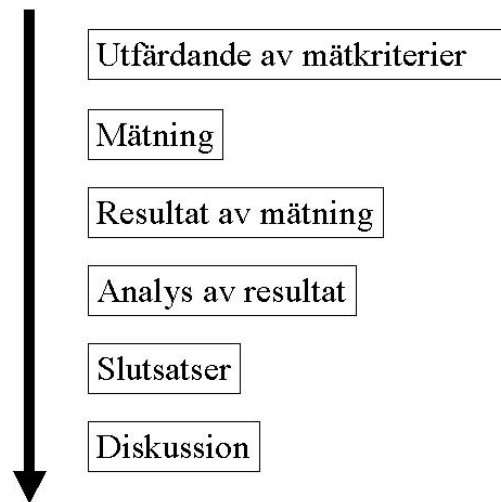
3.3.3 Avgränsning

Genomförandet avgränsas till att belysa aspekter på och relaterade till frågehantering i en mobil respektive distribuerad databasmiljö med avseende på lokala och globala frågor. Utgångspunkt för genomförandet sker utifrån följande områden: dataorganisation och distribution, lokaliseringshantering, skalbarhet, frågekostnader och frånkopplad operation. Områdena beskrivs utförligare i rapportens bakgrund under rubriken, *utmaningar inom frågehantering*. Eventuella aspekter som hamnar utanför ovan nämnda områden avgränsas. Vilket innebär att hypotesprövningen endast kommer att ske mot dessa områden.

4 Metod

4.1 Plan för genomförandet

I detta kapitel beskrivs arbetsprocessen för studiens genomförande. Arbetsprocessen har delats in i följande moment: utfärdande av mätkriterier, mätning - litteraturstudie, resultat av litteraturstudie, analys av resultat, slutsatser samt diskussion, se figur 5.



Figur 5: Arbetsprocess för studiens genomförande

Problemdefinitionen och målsättning med studiens genomförande beskrivs i rapportens kapitel 3. Hypotesen som ligger till grund för genomförandet är:

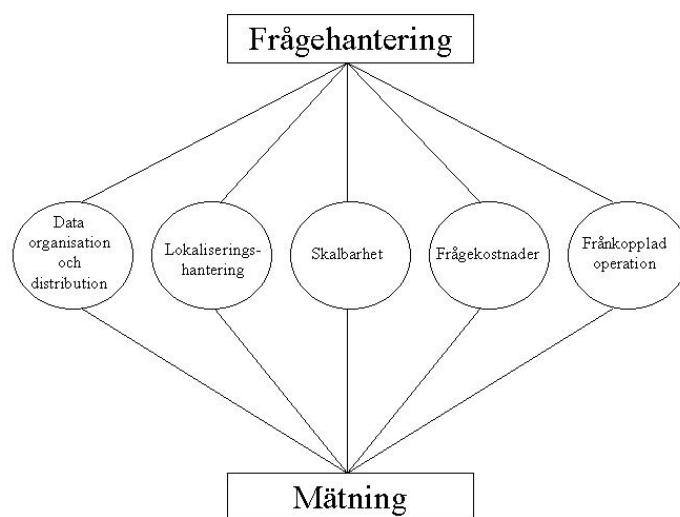
Frågehantering med avseende på lokala och globala frågor skiljer sig inte mellan en mobil databasmiljö och en distribuerad databasmiljö.

En plan för studiens genomförande upprättades som utgörs av detta rapportkapitel (Metod). I nedanstående stycken följer en beskrivning om innehållet i arbetsprocessens olika moment.

4.2 Utfärdande av mätkriterier

I denna studie har fem delområden fokuserats som berör frågehantering i mobila databaser och som utgör de mätkriterier utifrån vilka studien utförs. För varje område är syftet att klargöra idéer och tekniker om hur frågehantering kan realiseras samt kartlägga likheter och skillnader mellan en distribuerad databasmiljö och en mobil databasmiljö.

Delområdena har sitt ursprung i de utmaningar som uppkommer inom frågehantering i en mobil databasmiljö, se Kapitel 2.6. Delområdena visas i figur 6.



Figur 6: Delområden som fokuseras under studiens genomförande.

Inom respektive delområde kommer följande att fokuseras.

- Dataorganisation och distribution fokuserar hur data organiseras och distribueras i respektive databasmiljö. Frågor om hur data lagras, dess koppling till en viss lokalisering, synen på ett dataobjekt och tekniker för att upprätthålla en dataorganisation kartläggs. Därutöver studeras frågeprocessen och olika tekniker för att distribuera data i respektive databasmiljö.
- Lokaliseringshantering fokuserar hur lokaliseringshantering av mobila enheter sker i respektive databasmiljö. Vilka tekniker som kan användas, hur noggrant lokaliseringen bör ske och hur kunskapen kan användas i respektive databasmiljö.
- Skalbarhet fokuserar hur respektive databasmiljö och dess egenskaper påverkas av att miljön växer och blir större. Vilka faktorer som påverkas samt om tekniker existerar som uppvisar god skalbarhet.
- Frågekostnader fokuserar de kostnader som uppkommer i samband med frågehantering. Vilka kostnadsfaktorer som påverkar frågehanteringen och hur de påverkar respektive databasmiljö.
- Frånkopplad operation fokuserar det scenario som uppkommer då en mobil enhet arbetar frånkopplad övriga enheter i ett nätverk. Skillnader mellan planerad och oplanerad frånkoppling, samt hur frågeprocessen påverkas under tiden då en mobil enhet befinner sig i frånkopplad operation.

4.3 Mätning - Litteraturstudie

Studien inriktas mot att belysa likheter och skillnader i frågehantering mellan en distribuerad databasmiljö och en mobil databasmiljö. Ur vetenskaplig synvinkel kan studien ses som deskriptiv med fokus på aspekter inom frågehantering som skiljer de båda miljöerna.

Tekniken för att genomföra en deskriptiv studie kan baseras på till exempel litteraturstudier, intervjuer med experter inom området eller med stöd av någon modell. Tekniken som valts för vår studie är litteraturstudier.

Litteraturstudie valdes som teknik på grund av att ämnesområdet om mobila databaser fortfarande är relativt ungt. Flera av de idéer och tekniker som existerar, om hur frågehantering skulle kunna realiseras i en mobil databasmiljö, utgörs alltså av teorier. Den vaga kunskapen inom ämnesområdet styrkte valet av litteraturstudie, då tekniken på ett snabbt sätt kan stärka vår kunskapsbas. Trots att litteraturstudier medför vissa begränsningar av studien, till exempel i avsaknad av praktiska implementationer och experiment, så ansågs tekniken vara den enda genomförbara under rådande förutsättningar.

Litteraturstudien har genomförts enligt följande plan.

- Genomgång av litteratur om distribuerade databasmiljöer och mobila databasmiljöer med avseende på de mätkriterier som beskrivs i rapportens metodkapitel.
- Dokumentation av idéer och tekniker relaterade till området frågehantering i syfte att hantera lokala och globala frågor inom respektive databasmiljö.

Litteraturundersökningen påbörjades med utgångspunkt från de böcker, artiklar och författare som refererats på sidan 891 i Elmasri och Navathes bok *Fundamentals of databases systems*. Litteratur som valts ut under studiens genomförande och som refereras i studien har på ett eller flera områden belyst idéer eller lösningar relaterade till studiens utfärdade mätkriterier. Valet av litteratur har hela tiden varit inriktat mot att klargöra likheter och skillnader i hur frågehantering kan realiseras i en distribuerad respektive mobil databasmiljö. Detta med syfte att kartlägga hur lokala och globala frågor kan hanteras i respektive miljö. Det slutliga målet för litteraturstudien var att påvisa fakta till grund för att falsifiera alternativt verifiera studiens formulerade problemhypotes.

4.4 Resultat av litteraturstudie

Genom att bedriva en litteraturstudie baserad på studiens utfärdade mätkriterier kan likheter och skillnader mellan en distribuerad och en mobil databasmiljö kartläggas. Målet med denna kartläggning är att påvisa om frågehantering skiljer sig mellan de båda databasmiljöerna.

Resultatet av litteraturstudien är en beskrivning av idéer och tekniker, som kan utgöra grunden för att frågehantering ska kunna realiseras i en distribuerad respektive mobil databasmiljö. Resultatet beskrivs utifrån de mätkriterier som utfärdats och påvisar likheter och skillnader mellan de båda databasmiljöerna.

4.5 Analys av resultat

Resultatet av litteraturstudien analyseras med fokus på de likheter och skillnader som klarlagts i studiens resultat. Analysen sammanfattas i en matris som jämför en distribuerad databasmiljö med en mobil databasmiljö. Matrisen klarlägger likheter och skillnader i hur lokala och globala frågor påverkas i respektive databasmiljö utifrån studiens belysta mätkriterier.

4.6 Slutsatser

Slutsatser fastställs utifrån de mätkriterier som utfärdats för studien och grundade på den analys som gjorts av studiens resultat. Hur de olika slutsatserna samstämmer respektive motsäger varandra kommenteras. En samlad slutsats fastställs i relation till studiens formulerade problemhypotes.

4.7 Diskussion

Antaganden som legat till grund för studien presenteras i diskussionskapitlet. Hur olika slutsatser förhåller sig till studiens formulerade problemhypotes diskuteras, samt framtida studiearbeten föreslås.

5 Resultat av litteraturstudie

Detta kapitel beskriver en distribuerad och en mobil databasmiljö. Utgångspunkt för framställningen är de fem delområden som specificerats i metod kapitlet och som utgör mätkriterier för studien. Respektive delområde belyser likheter och skillnader mellan de båda databasmiljöerna.

Stora delar av det material som presenteras har hämtats från framstående forskningsgrupper inom ämnesområdena mobila databaser och mobila datorsystem (Dunham M, Southern Methodist University, Dallas, Texas – Imielinski T, Rutgers University, New Brunswick, New Jersey). Ämnesområden som i vissa delar är relativt unga och vilket medfört att antalet referenser i vår studie är ett fåtal.

5.1 Dataorganisation och distribution

Lokala och globala frågors hantering påverkas av hur data organiseras och distribueras i en databasmiljö. Med begreppet dataorganisation menas de sätt på vilket data görs tillgänglig i en databasmiljö. På vilka enheter data tillhörande en databas finns tillgänglig och på vilket sätt datalagring och datahantering sker. Begreppet data distribution beskriver på vilket sätt data kommuniceras till olika enheter i databasmiljön. Kommunikation vars syfte kan vara att besvara en fråga från en enskild enhet eller sprida information till flera enheter.

För att kunna hantera lokala och globala frågor förutsätts normalt att data organiserad i en databasmiljö kan kopplas till en viss lokalisering. En relation som påverkar hur ett dataobjekt tillhörande en databas hanteras och inom vilka dataregioner det finns tillgängligt. Tekniken som används för att distribuera ett dataobjekt till olika dataregioner kallas replikering. Replikeringstekniker används för att distribuera dataobjekt tillhörande en databas ut till olika enheter i ett nätverk, för att på så sätt upprätthålla vald dataorganisation för en databasmiljö. Vald dataorganisation påverkar även frågeprocessen och utgör också grunden för hur data distribueras i en databasmiljö.

5.1.1 Relationen mellan data och lokalisering

En distribuerad databas kan hel eller partiell distribueras till olika fast anslutna enheter i ett nätverk. Att en databas distribueras hel innebär att flera kopior av databasen skapas, vilka distribueras ut på olika enheter i nätverket. Med detta distributionssätt är lagrad data på samtliga enheter i nätverket densamma. Partiell distribution innebär att databasen delas upp i mindre delar, vilka distribueras ut på enheter i nätverket. Lagrad data på en enhet är unik eller densamma som på någon eller några andra enheter i nätverket. Alla enheter i nätverket lagrar med detta distributionssätt inte samma data. Oberoende av det distributionssätt som väljs för en databas strävas normalt efter att bevara en logisk bild av databasen ur ett användarperspektiv.

Dunham och Kumar (1998) påpekar att det i en distribuerad databasmiljö oftast inte finns någon koppling mellan data som lagras i en databas och den organisations geografiska placering som specificerad data representerar. En strävan efter att uppnå lokaliseringstransparens råder, vilket innebär att det för en användare endast ska existera en logisk bild av data lagrad i en databas och att bilden är oberoende av hur specificerad data rent fysiskt organiseras på olika enheter i nätverket.

I en distribuerad databasmiljö innebär denna lokaliseringstransparens att användaren inte blir medveten om hur lagrad data relaterar till en lokalisering. Detta på grund av att ingen koppling existerar mellan en viss lokalisering och data som lagras där (Dunham och Kumar, 1998). En distribuerad databasmiljö har därför ingen lokaliseringsberoende data utan all data kan ses som oberoende av lokalisering.

Strävan efter lokaliseringstransparens i en distribuerad databasmiljö byts i en mobil databasmiljö normalt ut mot en strävan att skapa ett lokaliseringsberoende kopplat till data som lagras i en databas. Detta eftersom resultatet av en fråga i en mobil databasmiljö ofta är beroende av varifrån frågan ställs eller på vilket sätt den utförs. Dunham och Kumar (1998) benämner data vars värde är beroende av en lokalisering som lokaliseringsberoende data.

Lokaliseringsberoende data kännetecknas av (Dunham och Kumar, 1998):

- Att semantiken hos en datamängd och dess värden är tätt kopplade till en bestämd lokalisering.
- Att resultatet av en fråga är beroende av den lokalisering varifrån frågan ställs.
- Att en fråga kanske endast är korrekt i en viss lokalisering.

Användning av lokaliseringsberoende data har vissa önskvärda fördelar (Dunham och Kumar, 1998):

- Reducerar storleken på tabeller att undersöka, alltså effektiviserar frågorna.
- Skälbarhet och underhållbarhet blir förbättrad då lokal data kan lagras och hanteras lokalt.

Det geografiska område inom vilket en databas används brukar benämnas databasens geografiska domän. Genom att dela in en geografisk domän i dataregioner, vilka utgör en gräns inom vilket ett dataobjekt endast har ett korrekt värde, kan lokaliseringsberoende data hanteras i en mobil databasmiljö.

5.1.2 Synen på dataobjekt, dataregion och geografisk domän

Ett dataobjekt är i regel en relation eller en mängd tuppler som lagras i en databas. I en centraliserad databasmiljö förutsätts normalt att endast en kopia existerar av varje dataobjekt och att denna kopia bara har ett korrekt värde. Detta skiljer sig mot en distribuerad och mobil databasmiljö där multipla kopior av ett dataobjekt kan existera.

En distribuerad databasmiljö skiljer sig mot en centraliserad databasmiljö genom att multipla kopior av ett dataobjekt kan existera. Däremot är miljöerna lika genom att endast ett korrekt värde får existera för samtliga kopior av ett dataobjekt. En distribuerad databasmiljö har oftast bara en dataregion, vilken definieras som det logiska område inom vilket ett dataobjekt endast kan ha ett korrekt värde (Dunham och Kumar, 1998). Eftersom en distribuerad databasmiljö tillåter multipla kopior av ett dataobjekt men att endast ett korrekt värde existerar för samtliga kopior, utgörs dataregionen oftast av den geografiska domän inom vilken en databas används.

En mobil databasmiljö skiljer sig mot en distribuerad databasmiljö till exempel genom att data i en databas även distribueras ut på mobila enheter. Ofta förutsätts specifik data vara kopior av data lokaliserad i det fasta nätverket, på liknande sätt som vid replikering av data i en distribuerad databasmiljö. Detta sätt att replikera data fungerar inte i en mobil databasmiljö för att hantera lokaliseringsberoende data enligt Dunham och Kumar (1998). En lösning med temporala repliker i en distribuerad databasmiljö tillåter endast ett korrekt värde på samtliga kopior av ett dataobjekt vid en viss tidpunkt. Lokaliseringsberoende data kräver att stöd finns för multipla olika värden på ett dataobjekt. En mobil databasmiljö kräver därför att multipla kopior av ett dataobjekt ska kunna existera och att dessa kopior kan ha olika korrekta värden vid en viss tidpunkt. En teknik för att lösa detta är med hjälp av spatiala repliker (se 5.1.3 Replikeringsteknik).

Mängden dataregioner som finns för ett visst dataobjekt utgör en uppdelning av den geografiska domän inom vilken en databas används. Existerar inga spatiala repliker för ett dataobjekt så finns endast en dataregion för detta dataobjekt, den geografiska domänen. En dataregion identifieras av ett dataobjekt och en lokalisering (Dunham och Kumar, 1998). Varje lokaliseringpunkt identifierar unikt för varje dataobjekt den dataregion som respektive dataobjekt tillhör. Detta ger oss en teknik för att kunna hantera lokaliseringsberoende frågor och ett angreppssätt som är förenligt med det i en centraliserad och distribuerad databasmiljö. Miljöer där normalt endast en dataregion existerar för alla dataobjekt.

5.1.3 Replikeringsteknik

Temporala repliker är en teknik som används i distribuerade databasmiljöer för att distribuera en databas över olika enheter i ett nätverk. Distributionen kan ske i form av att hela kopior eller delar av en databas distribueras. Dessa kopior eller delar av en databas kan temporärt inta olika värden för ett dataobjekt, vilket normalt inte tillåts då det kan medföra att databasen hamnar i ett inte konsistent tillstånd. Tekniken med temporala repliker kännetecknas av att den tillåter endast ett konsistent (korrekt) datavärde vid en viss tidpunkt.

Dunham och Kumar (1998) beskriver spatiala repliker som en teknik för att distribuera en databas över olika enheter i en mobil databasmiljö. En spatial replika kännetecknas av att den tillåter flera olika korrekta värden för ett dataobjekt vid en viss tidpunkt. Varje korrekt värde är korrekt i en given dataregion. En dataregion kan utgöras av en hel eller en del av en geografisk domän. Dataregionen utgör därför en gräns inom vilken ett dataobjekt endast kan ha ett korrekt värde. Varje fråga som ställs mot en databas kommer att identifiera den spatiala replika som ska användas för tillfället.

Inga ansträngningar görs i en mobil databasmiljö för att försöka få spatiala repliker att inta samma värde, liknande de ansträngningar som görs i en distribuerad databasmiljö för temporala repliker. Spatiala repliker i en mobil databasmiljö kan även om de har samma värde semantiskt vara olika.

Varje spatial replika har en "hemregion" som den tillhör med specifika dataobjekt och datavärden. Under vissa förutsättningar kan en spatial replika "lånas ut" till en annan dataregion. Detta i syfte att tillåta för en mobil enhet att hämta information från en annan dataregion än den i vilken den mobila enheten för tillfället befinner sig. Genom att skapa temporala repliker av en spatial replika möjliggörs samexistens av data från flera regioner

inom en region. En temporal replika av en spatial replika används främst i syfte att förbättra datorsystemets prestanda men även då oklara gränser mellan dataregioner förekommer (Dunham och Kumar, 1998).

5.1.4 Frågeprocessen

En distribuerad databasmiljö kännetecknas av att databasen distribueras på fast anslutna enheter i nätverket. En mobil enhet som ska ställa en fråga mot en databas måste därför skicka frågan till en av de fasta enheter där databasen finns tillgänglig. Hantering och exekvering av en fråga sker sedan på en eller flera av de fast anslutna enheterna i nätverket. När exekveringen är avslutad returneras svaret till den mobila enheten.

En fråga i en distribuerad databasmiljö anses generellt vara global. Detta eftersom resultatet av en fråga normalt speglar hela innehållet i en databas och är oberoende av från vilken fast ansluten enhet frågan initierats. Resultatet påverkas generellt alltså inte av lokaliseringsberoende parametrar. Om lokaliseringsparametrar skickas med i en fråga eller om en mobil enhets lokalisering skickas med som parameter i en fråga är frågan inte längre generell. Resultatet av frågan beror då på den lokaliseringsparameter som specificerats (direkt eller indirekt) och svaret som returneras blir därmed utmärkande för just denna lokalisering. Frågan kan sägas vara lokal på grund av att resultatet påverkas av den lokaliseringsparameters värde som skickas med i frågan.

Frågeprocessen i en mobil databasmiljö påverkas av det lokaliseringsberoende som finns hos data lagrad i miljön. Dunham och Kumar (1998) beskriver tillvägagångssätt på hur frågor mot lokaliseringsberoende data kan utföras.

- Att endast data påverkas
- Att endast frågan påverkas
- Att både data och frågan påverkas

För att utföra en fråga mot en databas med lokaliseringsberoende data och där endast data ska påverkas, krävs normalt att datamängden kan partitioneras upp. Data kan då distribueras till olika lokaliseringar och en fråga styrs till den lokalisering där specifik data finns som för tillfället behövs. På grund av att en frågas utformning inte ändras och därför inte kan peka ut en lokalisering, beror resultatet endast på specifik data utifrån vilken en fråga besvaras. En fördel med detta angreppssätt kan vara att den lokala databasen kan reduceras i storlek och därmed mängden data som måste sökas igenom då en fråga ska besvaras.

Dunham och Kumar (1998) belyser behovet av både den totala datamängden och datamängder associerade med en viss lokalisering. Detta för att få en unik nyckel till de dataobjekt som lagras i de lokala databaserna. Utan kännedom om lokaliseringen för den totala datamängden kan inte unika nycklar fås för dataobjekt i de lokala databaserna. Lokaliseringen behövs även för att kontrollera varifrån data ska hämtas till de lokala databaserna. Mängden data som måste sökas igenom vid en fråga minskar därför kanske inte med detta angreppssätt.

Godta att vi istället för att endast låta data påverkas vid frågeställning mot en databas, endast låter frågan påverkas. Dunham och Kumar (1998) föreslår att detta enklast görs genom att skicka med en lokaliseringsparameter i frågan. Vilket skulle innebära att

lokaliseringen av data inte behövde påverkas. Hela databasen skulle kunna kopieras ut på olika enheter i nätverket och data på de olika enheterna skulle vara densamma. Krav kommer då på att kunna skilja mellan olika frågor, lokala och globala. Hur detta skulle kunna lösas beskrivs i följande exempel.

Vi ställer en fråga mot en databas enligt följande:

Fråga: Lista ortsnamn?

Svaret på denna fråga beror helt på inom vilken geografisk domän eller dataregion vi befinner oss. I en distribuerad databasmiljö skulle denna fråga ge samtliga ortsnamn inom den geografiska domänen för databasen. Medan den i en mobil databasmiljö skulle ge de ortsnamn som finns i den dataregion inom vilken den mobila enheten befinner sig.

I ett distribuerat databassystem ses denna fråga som generell (alternativt global) i normalfallet och som specifik (alternativt lokal) då lokaliseringsparametrar skickas med vid frågetillfället. I en mobil databasmiljö är det precis tvärtom enligt Dunham och Kumar (1998). En fråga är lokal (alternativt generell) i utgångsläget och data hämtas då från en spatial replika. Hämtas data från en temporal replika är frågan global (alternativt specifik).

Dunham och Kumar (1998) förutspår att det i framtida mobila databasmiljöer kommer att finnas olika tjänsteleverantörer, som distribuerar sina spatiala repliker över hela den geografiska domänen. Varje spatial replika kommer att tillhöra ett mobilt tjänstecentra bestående av olika tjänsteställen. När en fråga ställs mot ett mobilt tjänstecentra vidarebefordras frågan till ett av dess tjänsteställen. Data vid detta tjänsteställe kommer att bestå av data tillhörande endast detta mobila tjänstecentra. Vilket pekar på ett problem med angreppssättet att endast data skall påverkas i frågehanteringen. Om inte en fråga påverkas hur ska då rätt spatial replika kunna identifieras? Speciellt då en mobil användare önskar nå information tillhörande en annan region än den i vilken den mobile användaren för tillfället befinner sig. Dunham och Kumar (1998) föreslår därför att både data och fråga ska modifieras vid utförandet av en fråga mot en databas innehållande lokaliseringsberoende data.

5.1.5 Breda utskick eller på begäran

En mobil enhet kan i en distribuerad databasmiljö förse med information på två sätt: genom breda utskick eller på begäran av den mobila enheten. Breda utskick innebär att data periodiskt skickas ut till de mobila enheterna från en fast enhet i nätverket. De mobila enheterna behöver bara lyssna för att ta till sig information som skickas ut och ingen fråga behöver ställas från en mobil enhet. En känsla infinner sig av att informationen finns tillgänglig i "luften".

Att information skickas ut på begäran innebär att en mobil enhet måste initiera en fråga, för att få tillgång till informationen i en databas. Frågan avgör vilken information som kommer att hämtas ur databasen och resultatet av frågan direktadresseras ofta till den mobila enhet som initierat frågan.

Information i en databas som är lämplig att skicka ut med breda utskick är information av allmänt intresse. Information av den typ som efterfrågas av många och utgör en slags "hot spots" av den totala informationsmängden. Då "hot spots" av datamängden skickas ut med breda utskick skapas en känsla av att informationen "lagras i luften" (Imielinski,

Viswanathan, Badrinath, 1994). Tekniken medför att mobila enheter endast behöver lyssna efter den informationen de för tillfället önskar och därför inte specifikt behöver begära den. Exempel på denna typ av information är väderrapporter, börskurser, tidsangivelser, etc.

Information som får efterfrågas på begäran är information av mer specifikt intresse för en eller ett fåtal mobila användare. Det är information som inte är av allmänt intresse alternativt information som kan vara av hemlig eller sekretessbelagd natur. Att skicka ut denna typ av information med breda utskick vore slöseri med till exempel bandbredd i nätverket och energikonsumtion på de mobila enheterna.

Om flera mobila enheter begär samma typ av information från en databas kan svaren samlas ihop och skickas ut via ett brett utskick. Detta istället för att varje svar ska behöva skickas ut direktadresserat till varje mobil enhet. Speciell filtrerings och krypteringsteknik kan i dessa fall behöva användas. Filtringsteknik i syfte att de mobila enheter som inte önskar specifik information ska kunna filtrera bort den. Krypteringsteknik för att exempelvis skydda sekretessbelagd information gentemot obehöriga mobila enheter.

5.2 Lokaliseringshantering

Med lokaliseringshantering menas det sätt på vilket en mobil enhets lokalisering i ett nätverk hanteras av ett databassystem. Hur stor kunskap ett databassystem har om en mobil enhets lokalisering. Tekniker som kan användas för att fastställa lokaliseringen och hur noggrant det sker.

En mobil enhets lokalisering kan ligga till grund för en lokal eller en global fråga. Enhetens lokalisering kan skickas med i en fråga och därmed påverka det svar som blir resultatet. Kopplingen mellan en fråga och en mobil enhets lokalisering kan följaktligen avgöra hur detaljerat svaret blir på en lokal eller en global fråga.

5.2.1 Lokaliseringsmedvetenhet

En fråga i en distribuerad databasmiljö besvaras utifrån hur den utformas och är oberoende av vilken fast enhet som hanterar frågan. Den mobila enhetens lokalisering påverkar inte frågan på så sätt att den avgör vad resultatet kommer att bli utan endast vilken fast enhet i nätverket som ska hantera kommunikationen av frågan. Ingen lokaliseringsmedvetenhet existerar i en distribuerad databasmiljö baserad på hur data lagras i miljön.

Möjligheten att ställa frågor i en mobil databasmiljö skiljer sig från den i en distribuerad databasmiljö. Medvetenhet om en mobil enhets lokalisering och de sätt på vilket den förflyttar sig möjliggör nya sätt att ställa frågor (Imielinski och Badrinath, 1992). Till exempel frågor beroende av:

- Att frågeställarens lokalisering är känd (Var är närmaste bensinstation?)
- Att frågeställarens rörelseriktning är känd (Vilken är bästa vägen till Skövde?)
- Att aggregatfrågor om domänen kan ställas (Vilken väg är bäst om man vill undvika lastbilar och polisbilar?)

Denna lokaliseringssmedvetenhet ökar den mobile användarens frågemöjligheter men ökar även komplexiteten i frågehanteringen. Detta genom att mobila databasmiljöer måste ta hänsyn till de begränsade resurser som finns tillgängliga på en mobil enhet. Exempel på faktorer som påverkar frågehanteringen är CPU-hastigheten samt access tider till diskar och minnen. Likaså minnen och diskars lagringskapacitet påverkar frågehanteringen och även den begränsade energikapaciteten (batterier) hos en mobil enhet. Kottkamp och Zukunft (1998) ger två skäl till att frågehanteringen i ett mobilt databassystem skiljer sig signifikant från ett stationärt system.

- Att frågehanteringen måste ta hänsyn till en mobil enhets begränsade resurser under frågeprocessen.
- Att frågor kan kräva att en mobil enhet lokaliseras.

5.2.2 Lokaliseringstekniker

Det finns en mängd olika tekniker för hur lokalisering av mobila enheter kan genomföras. Olika avvägningar görs huruvida en mobil enhet ska informera ett databassystem om sin lokalisering eller om databassystemet ska söka efter den mobila enheten då dess lokalisering behövs.

Viss ignorans över lokaliseringstillståndet hos de mobila enheterna i ett databassystem kan tillåtas (Imielinski och Badrinath, 1992). Detta så länge databassystemet upprätthåller de villkor på konsistens och de specifikationer som gäller för systemet. Till exempel kan begränsad ignorans tillåtas vid lokalisering av mobila enheter så länge systemet upprätthåller en viss grad av kunskap om var en mobil enhet befinner sig. Detta innebär att en mobil enhet inte alltid behöver meddela sin aktuella lokalisering utan att den kan eftersökas av databassystemet då den behövs. Ett databassystem kan därför vara okunnigt om en mobil enhets aktuella lokalisering så länge kunskapen inte är allt för vag. Imielinski och Badrinath (1992) beskriver i en mening hur begränsad lokaliseringssignorans kan utgöra en tillräcklig kunskapsnivå om en mobil enhets lokalisering: *"Jag vet inte exakt var du är just nu men jag vet att du är i New Brunswick"*

Ett huvudproblem inom frågehantering i närvaro av oprecis kunskap om en mobil enhets lokalisering är hur man ska minimera kommunikationskostnaden för att få reda på den information som saknas för att kunna besvara en fråga som ställs. Ett sätt att minimera kostnaden och som kan ligga till grund för hur lokaliseringen av en mobil enhet sker är att använda användarprofiler. Användarprofiler baseras på användarmönster. Dessa kan genereras automatiskt utifrån hur en användares dagliga rutiner ser ut alternativt manuellt genom att användaren själv beskriver dem. Ett användarmönster kan ligga till grund för en detaljerad lokalisering av en användare.

Kottkamp och Zukunft (1998) beskriver några olika tekniker för hur en mobil enhets lokalisering kan erhållas.

- Att lokaliseringen baseras på data ur ett register lagrat i det täckningsområde som utgör hemregion för en mobil enhet. På grund av uppskjuten uppdatering kan data i registret vara inaktuell.
- Att lokaliseringen baseras på data i ett register lagrat i det täckningsområde där en mobil enhet för tillfället befinner sig.

- Att lokaliseringen baseras på en mobil enhets verkliga lokalisering. Täckningsområden söks igenom till dess en mobil enhets lokalisering fastställts.

Imielinski och Badrinath (1992) belyser att lokaliseringshanteringen i en mobil databasmiljö inte behöver vara transaktionell i sin natur. Databasen i vilken de mobila enheternas lokalisering lagras behöver alltså inte vara låst under tiden för uppdatering av en mobil enhets lokalisering.

Imielinski och Badrinath (1992) beskriver några algoritmer för hur en mobil enhet kan lokaliseras. Samtliga algoritmer förutsätter att en mobil enhet informerar en lokaliseringsserver om när den byter täckningsområde.

- Att med ett brett utskick inom ett täckningsområde lokalisera en mobil enhet
- Att en sorterad lista upprätthålls inom varje täckningsområde över mest troliga lokaliseringar för en mobil enhet. Listans lokaliseringar söks igenom i turordning efter deras trolighet.
- Att med hjälp av pekare lokalisera en mobil enhet inom ett täckningsområde. Då en mobil enhet byter lokalisering sätts en pekare till den nya lokaliseringen. Pekarna utgör en sökväg till en mobil enhets verkliga lokalisering.

5.2.3 Kopplingsnivå mellan en fråga och en lokalisering

Kopplingen mellan en mobil enhets lokalisering och en fråga baserad på nämnd lokalisering kan ske på olika nivåer. Beroende av de krav som ställs på resultatet av en fråga kan kopplingsnivån bestämmas. En kopplings ultimata nivå är ett longitud latitud par. För många applikationer är denna kopplingsnivå allt för detaljerad och kopplingsnivån kan därför ofta sättas på en högre nivå. Lämplig nivå kan vara områdesnivå så som till exempel stads, läns eller lands nivå. Dunham och Kumar (1998) belyser några faktorer som kan påverka valet av kopplingsnivå.

- En mobil enhets lokalisering då frågan först ställdes
- Lokalisering av frågan när frågan commitas
- Lokalisering speciellt identifierad i en fråga
- Projekterad lokalisering utifrån en mobil enhets rörlighet

Om lokaliseringen finns identifierad i en fråga är det givetvis den som sätter kopplingens nivå. Vikten av övriga faktorer påverkan på en kopplings nivå är ännu inte fastställt utan kräver fortsatta studier inom området (Dunham och Kumar, 1998).

5.3 Skalbarhet

I denna rapport beskriver skalbarhet hur väl en teknik, faktor eller företeelse klarar av att anpassa sig till de nya förutsättningar som blir gällande då en databasmiljö växer i storlek och omfång. Faktorer identifieras som påverkas av att en databasmiljö växer samt tekniker som väl möter kravet på skalbarhet beskrivs.

Frågehantering är en av de funktioner som kan påverkas då en databasmiljö växer i storlek och omfång. Antalet frågor brukar öka som följd av att fler användare eller fler enheter ansluter sig till miljön. Frågehanteringen måste eventuellt spänna över en större geografisk domän och fler dataregioner kanske måste hanteras.

5.3.1 Skalbara faktorer

Imielinski och Badrinath (1994) framhåller att skalbarheten i en framtida mobil datormiljö är något som kan komma att gå långt utöver det som gäller för befintliga mobila datormiljöer. En framtida mobil datormiljö uppbyggd av tiotals miljoner av enheter av olika storlek som kan förflytta sig över ett världsomspännande nätverk. En skalbarhet som påverkar så gott som alla egenskaper i datormiljön.

Lokaliseringshanteringen i ett framtida mobilt nätverk kommer att påverkas. Detta till följd av att fler enheter behöver hanteras och att antalet uppdateringar av enheters lokalisering ökar. Fler enheter kommer att kräva mindre täckningsområden och därmed ökar antalet förflyttningar av enheter mellan olika täckningsområden. Följden av det blir komplexare lokaliseringshantering och att fler frågor måste hanteras. Fler enheter kan även resultera i att datormiljön kommer att bli mer heterogen. Bekymmer kan då vara att säkra så att samtliga användare har en samstämmig bild av databassystemet och att tillgången till olika tjänster kan hanteras på ett standardiserat sätt (Imielinski och Badrinath, 1994). Komplexare lokaliseringshantering och en mer heterogen databasmiljö ställer därför högre krav på frågehanteringen.

Tillgång till bandbredd påverkar skalbarheten i en mobil datormiljö. Då antalet mobila enheter ökar ställs högre krav på kommunikationen mellan de mobila enheterna och det fasta nätverket. Detta eftersom fler mobila enheter ska dela på begränsade bandbredds resurser. Resurser som används då mobila enheter ska lokaliseras och då frågor ska hanteras i miljön.

5.3.2 Skalbara tekniker

Breda utskick är ett exempel på en skalbar teknik för distribution av data i mobila miljöer. Skalbar till följd av att breda utskick inte påverkas av hur många mobila enheter som lyssnar på ett utskick och därför fungerar lika bra i mindre som i större miljöer. Data som distribueras med breda utskick kan uppfattas som om att den lagras i luften eller utgör en utökning av en servers minne. Datalagring på detta sätt sänker accesstiden till data med ungefär hälften i jämförelse med om all data skulle behöva skickas ut med breda utskick då den efterfrågas (Imielinski, Viswanathan, Badrinath, 1994). Accesstiden är dessutom oberoende av antal mobila enheter som lyssnar på det breda utskicket vilket bekräftar att tekniken är skalbar.

5.4 Frågekostnader

Frågekostnader beskriver de kostnader som uppkommer i samband med att frågor ställs i en databasmiljö. Kostnader som kan uppkomma som följd av en frågas komplexitet och det sätt på vilket den hanteras. Olika kostnadsfaktorer identifieras och hur hanteringen av en fråga påverkar frågekostnaden beskrivs.

Kostnadsfaktorer

Frågehantering i en distribuerad databasmiljö är de aktiviteter som har att göra med att hämta information från en databas. Aktiviteter som inkluderar översättning av frågor, frågeoptimering och exekvering av frågor. Översättning innebär att en fråga måste översättas från det frågespråk som används till ett maskinformat anpassat till den dator där frågan skall exekveras. Frågeoptimeringen utgörs av den plan som ligger till grund för hur frågan ska exekveras och på vilka enheter detta ska ske. Exekveringen är den aktivitet då själva frågan utförs och ett svar genereras.

Det finns en mängd olika strategier för hur en fråga kan hanteras och då allra helst om frågan är komplex. Det är ofta en kostnadsbesparing att lägga stor vikt vid valet av hanteringsstrategi även om en fråga bara ställs en gång. De kostnader som finns för att hantera en fråga i en distribuerad databasmiljö är ofta relaterade till tillgängligheten hos långsamma diskar i förhållande till snabba minnen. Kan ett svar genereras utifrån information lagrad i minnen istället för att behöva hämtas på långsamma diskar minskar kostnaden för en fråga.

I en distribuerad databasmiljö är ett mål för frågehanteringen att minimera kostnaden och tiden det tar att svara på en fråga. Kriterier att ta med i beräkningen är (Silberschatz, Korth, Sudarshan, 1997):

- Kostnaden för antalet diskaccesser
- Kostnaden för transmission över nätverket
- Potentiell vinst av att använda flera platser i nätverket för att parallellt hantera olika delar av en fråga.

Kostnaden för diskaccesser och transmissionen över ett nätverk varierar mycket beroende av de disktyper och nätverk som används. Lägst kostnad erhålls nästan aldrig om endast en av dessa faktorer fokuseras utan snarare om man kan hitta en lämplig balans mellan de två.

Kostnadsvinster kan fås om flera enheter i ett nätverk parallellt kan hantera olika delar av en fråga. En fråga kan delas upp i olika transaktioner, vilka utgör ett sätt att nå olika dataobjekts datavärden i en distribuerad databasmiljö. Transaktioner kan delas in i två typer: lokala och globala. En lokal transaktion är en transaktion som uppdaterar data i endast en lokal databas, medan en global transaktion uppdaterar data i flera lokala databaser (Silberschatz, Korth, Sudarshan, 1997). Då en global transaktion utförs i en distribuerad databasmiljö ska flera olika datorer delta i exekveringen av transaktionen. Varje dator med sin egen lokala transaktionshanterare vilken ansvarar för att transaktionen utförs på ett korrekt sätt. Flera transaktionshanterare måste följaktligen samarbeta för att lösa en global transaktion vilket görs genom att använda så kallade ”commit protocol”. Antalet datorer som är inblandade i en global transaktion och den tid det tar att samordna dessa är några av de faktorer som påverkar kostnaden av att ställa en fråga i en distribuerad databasmiljö. Ju fler datorer som deltar i och ju längre tid de tar att samordna dessa för att genomföra en global transaktion, desto kostsammare blir frågan som förorsakade den globala transaktion.

En lokal eller global fråga i en distribuerad databasmiljö kan lösas med antingen en lokal eller en global transaktion. Alternativt kan en fråga hanteras av både lokala och globala transaktioner. Det råder ingen koppling mellan en lokal fråga och en lokal transaktion

eller mellan en lokal fråga och en global transaktion. Samma relations oberoende gäller för en global fråga. Ingen koppling finns mellan en fråga och hur de transaktioner som utför frågan hanteras i en distribuerad databasmiljö.

Kostnaderna för frågehantering i en mobil databasmiljö påverkas av ett flertal faktorer (Kottkamp och Zukunft, 1998).

- Hårdvara (CPU-hastigheter, accesstider till diskar och minnen, energibegränsningar, begränsningar i tillgång till minnen och diskar)
- Arkitektur (Nätverkets användning, nätverkets bandbredd, nätverkets tillgänglighet)
- Mobilitet (Lokaliseringen av mobila enheter, olika kostnads och konsistens strategier)
- Användarönskemål (Användarens möjligheter att påverka frågehanteringsprocessen)

Frågehantering i en mobil databasmiljö sker på samma sätt som i en distribuerad databasmiljö i tre faser: översättning, optimering och exekvering. Först måste en fråga översättas från det frågespråk som används till ett maskinformat anpassat för datorn. Därefter sker en optimering eller ett resonemang om vilket som är det bästa sättet att genomföra frågan. Avslutningsvis efter det att optimeringen är slutförd exekveras frågan och svaret returneras.

Stationära datorsystem som till exempel en distribuerad databasmiljö har oftast en fast exekveringsplats. I en mobil databasmiljö däremot förflyttar sig mobila enheter hela tiden mellan olika exekveringsplatser, vilket påverkar frågehanteringsens olika faser. Mobila databassystem måste kunna välja exekveringsplats för de olika faserna i frågehanteringen utifrån aktuell miljö. Beslut som även måste kunna revideras så flexibelt som möjligt om till exempel nya förutsättningar uppkommer. De olika faserna kan utföras på skilda platser även om alla kombinationsmöjligheter inte fungerar. Under optimeringsfasen tas en optimeringsplan fram utifrån det datorsystem som utför optimeringsfasen. Denna plan måste kunna kommuniceras vidare till andra exekveringsplatser annars måste optimeringsfasen och exekveringsfasen utföras på samma exekveringsplats. Att slå ihop de två faserna kan vara fördelaktigt då det innebär mindre overhead i form av meddelandesändning än om optimeringsplanen ska kommuniceras.

Kostnader som indirekt påverkar frågehanteringen är de Imielinski, Viswanathan och Badrinath (1994) beskriver, då de belyser vikten av att minimera energikonsumtionen på en mobil enhet med hänsyn till följande skäl.

- Att minska energikonsumtionen medger användning av mindre batterier, vilket ökar den mobila enhetens portabilitet.
- Att minska energikonsumtionen medger att samma typ av batterier kan användas under en längre tidsperiod, vilket medför kostnadsbesparingar och minskar laddningsbehovet av batterierna.
- Att miljön förbättras. Varje batteri som slängs är ett miljöproblem.

5.5 Frånkopplad operation

Frånkopplad operation beskriver den situation som uppkommer då en mobil enhet inte har någon fungerande anslutning till någon annan enhet i det nätverk som den normalt tillhör. Den mobila enheten arbetar i ett så kallat ”stand alone” läge och kan i detta läge inte utbyta någon information med övriga enheter i nätverket. En mobil enhet kan planerat och oplanerat hamna i detta läge.

Frågeprocessen på en mobil enhet under frånkopplad operation är helt beroende av de tekniker som används i databasmiljön för att stödja frånkopplad operation.

5.5.1 Planerad eller oplanerad frånkoppling

En mobil enhet i en distribuerad databasmiljö kan av olika skäl bli frånkopplad från nätverket. Till exempel då den befinner sig utanför täckningsområdet för en databasmiljö eller då den trådlösa anslutningen till det fasta nätverket inte fungerar tillfredställande. Denna typ av oplanerad frånkoppling hanteras ofta som ett fel, vilket innebär att systemets funktionalitet för felhantering tar hand om problemet och så fort som möjligt försöker återställa databassystemets till sitt normala driftsläge. En annan typ av frånkoppling är till exempel då en användare meddelar databassystemet om att denne ämnar stänga av sin mobila enhet eller att denne ämnar lämna täckningsområdet för en tid. Denna typ av frånkoppling anses som planerad och kan förebyggas med olika typer av åtgärder i ett databassystem (Alonso och Korth, 1993).

Holliday, Agrawal och Abbadi (2000) beskriver i en modell några idéer om hur frånkopplad operation skulle kunna hanteras. Modellen bygger på endast mobila datorer som interagerar med varandra och kollektivt formerar ett distribuerat databassystem. Modellen baseras på att samtliga mobila enheter är likvärdiga och att ingen enhet ses som primär eller mer betydelsefull än de övriga. Databasen i modellen är partiellt eller helt distribuerad på endast mobila enheter, vilket gör att denna datormiljö i vår rapport betraktas som en mobil databasmiljö. Normal operation i denna modell förutsätter att alla mobila enheter är synkroniserade med varandra och är medvetna om varandras verksamheter. Tre olika scenarier beskrivs i modellen på hur mobila enheter önskar interagera med varandra under frånkopplad operation.

- Avstängning
- Utcheckning
- Lös utcheckning.

Avstängning innebär långvarig frånkoppling av en mobil enhet från databasmiljön. Övriga mobila enheter görs medvetna om att frånkopplingen skett och under tiden för frånkopplingen kan de fortsätta uppdatera den gemensamma databasen. Den mobila frånkopplade enheten kan endast utföra läsningar mot den lokala databasen under frånkopplingen. Den mobila enhetens lokala databas kommer att synkroniseras med den gemensamma databasen då enheten åter ansluts i nätverket.

Utcheckning innebär att en del av databasen kan checkas ut av en mobil enhet. Under frånkopplingen kan den mobila enheten uppdatera utcheckad del av databasen, men endast läsa övriga delar av databasen. För övriga mobila enheter är den utcheckade delen av databasen låst och inte disponibel, men till övriga delar av databasen har de normal

tillgång. Automatisk synkronisering kan ske då den mobila enheten åter ansluts i nätverket.

Lös utcheckning innebär samma sak som utcheckning. Skillnaden är att utcheckad del av databasen kan sökas i och frågas mot av övriga mobila enheter under tiden för utcheckningen.

Holliday, Agrawal och Abbadi (2000) belyser den flexibilitet som mobila enheter för med sig in i ett distribuerat system, men även bristen på flexibilitet då transaktioner behöver synkroniseras på flera enheter. Modellens tre förslag på hur fränkopplad operation kan hanteras är ett försök att utnyttja fördelarna med mobilitet i en distribuerad databasmiljö. Modellen har dock brister bland annat gällande tillgängligheten till databasen.

Då en mobil enhet blir fränkopplad i en mobil databasmiljö måste den helt kunna lita på sin lokala cachekopia för all datahantering. Cachekopians data kan vara otillräcklig i många avseenden vilket Zdonik, Franklin, Alonso och Acharya (1994) belyser baserat på följande skäl.

- Att man inte kan förutse vilken data som kommer att behövas under fränkopplingsperioden.
- Att data som är cachad på den mobila enheten kan bli föråldrad. Detta om andra mobila enheter eller en server uppdaterar data i den gemensamma databasen under tiden för den mobila enhetens fränkoppling.
- Att nya dataobjekt som är av intresse för den mobila enheten skapas under tiden för fränkopplingen.

Semantisk caching är en teknik för att möta dessa problem och för att nå lokaliseringsberoende data i en mobil databasmiljö. Tekniken baseras på att data cachas på en mobil enhet i syfte att förbättra systemets prestanda och att hantera dataåtkomst för en mobil enhet under fränkopplad operation. Idén med semantisk caching är att den mobila enheten håller både den semantiska beskrivningen av och tillhörande svar på tidigare frågor i cachen. Att använda sig av semantisk caching kan vara komplex då det kräver att funktionalitet finns som kan resonera om en fråga och om innehållet i cachen för att fastställa hur de relaterar semantiskt. Tekniken är väl lämpad för lokaliseringsberoende dataapplikationer på grund av (Dunham och Ren, 2000):

- Att semantisk caching bygger på den semantiska lokaliteten hos frågorna
- Att kontinuerliga frågor kan bli processade inkrementellt med hjälp av den semantiska cachen
- Att semantisk caching gör cachhanteringen mer flexibel
- Att semantisk caching förenklar fränkopplad operation

Cachen organiseras logiskt med stöd av olika index, vilka upprätthåller semantiken och den fysiska lagringen av information för varje cachat dataobjekt.

5.5.2 Frågeprocessen

En mobil enhet som blivit fränkopplad (planerat eller oplanerat) i en distribuerad databasmiljö har ingen möjlighet att nå information i en gemensam databas i nätverket. Detta eftersom databasens innehåll inte distribueras ut på mobila enheter, utan endast

distribueras ut på fast anslutna enheter i en distribuerad databasmiljö. En mobil enhet är därför beroende av att ständigt vara ansluten till nätverket för att kunna nå data i databasen. En mobil enhet som är fränkopplad kan därför varken ställa lokala eller globala frågor mot en databas. Detta eftersom den mobila enheten inte har någon kopia av databasen lokalt lagrad som kan besvara en fråga, utan är helt beroende av att databaserna i det fasta nätverket finns tillgängliga.

Dunham och Ren (2000) beskriver vad som sker när en fråga ställs från en mobil enhet i en mobil databasmiljö. Först delas frågan upp i två delar. En del som kan besvaras av den mobila enhetens lokala cache och en del som inte kan det. Den del som inte kan besvaras skickas till databasservern för att besvaras där. När svaret returneras från servern slås det ihop med svaret som besvarades av den mobila enhetens cache varefter ett svar kan returneras till användaren. Om ett svar helt kan genereras från den mobila enhetens lokala cache skickas ingen del av frågan till databasservern. Frågeprocessen på en mobil enhet är därför helt beroende av att den lokala cachen för att kunna hantera frågor då den befinner sig i fränkopplad operation.

6 Analys av resultat

Detta kapitel analyserar resultat baserade på litteraturstudiens genomförande. Likheter och skillnader mellan en distribuerad databasmiljö och en mobil databasmiljö fokuseras. Analysen presenteras utifrån de fem delområden som fokuserats under genomförandet.

6.1 Dataorganisation och distribution

För att lokala och globala frågor ska kunna realiseras i en databasmiljö, förutsätts att data som lagras i miljön relaterar till en eller flera lokaliseringar. Relationer som tillsammans med den fråga som ställs avgör från vilken lokalisering ett svar ska hämtas. Dunham och Kumar (1998) föreslår en lösningen för att hantera frågor mot lokaliseringsberoende data. Lösningen innebär att både frågor och data modifieras i frågeprocessen. Frågorna genom att lokaliseringsparametrar kan skickas med i en fråga och data genom att den organiseras baserat på ett lokaliseringsberoende.

En distribuerad och mobil databasmiljö skiljer sig inom området dataorganisation på flera punkter. I en distribuerad databasmiljö lokaliseras data på olika enheter, oberoende av vilken lokalisering den organisation har som specifik data representerar. Informationen i en databas lagras utan koppling till en specifik lokalisering. Därmed har databasmiljön inte heller det stöd frågehanteringen kräver för att kunna hantera lokala och globala frågor. I en mobil databasmiljö är strävan den motsatta. Strävan är att låta data som lagras i en databas få en koppling till en viss lokalisering, så kallad lokaliseringsberoende data (Dunham och Kumar, 1998). Målsättningen är att data lagras på den plats där den organisation är som specifik data representerar. En målsättning och strävan som väl stöder frågehantering av lokala och globala frågor. Godta att funktionalitet tillförs en distribuerad databasmiljö med stöd för att hantera miljöns lokaliseringsberoende dataorganisation. Till exempel genom att den basstations lokalisering, med vars stöd en mobil enhet kommunicerar, kan utgöra referenspunkt för en lokaliseringsberoende fråga. Likaså att stöd förutsätts existera i databasens schema, för att relatera lagrad data till en specifik lokalisering. Oberoende av var data organisatoriskt finns lagrad i databasmiljön skulle data knuten till en specifik lokalisering i så fall kunna hämtas.

De jämförda databasmiljöerna skiljer sig även i synen på ett dataobjekt. Båda miljöerna accepterar att flera kopior av ett dataobjekt kan existera, men skiljer sig i synen på hur många korrekta värden dessa kopior kan ha vid en viss tidpunkt. I en mobil databasmiljö existerar ofta flera dataregioner inom en geografisk domän. Genom att varje kopia av ett dataobjekt kopplas till en bestämd dataregion, kan flera olika korrekta värden för ett dataobjekt vid en viss tidpunkt accepteras (Dunham och Kumar, 1998). Varje kopias värde är korrekt vid en viss tidpunkt och för en viss dataregion. Detta medför att olika dataregioner kan ha olika korrekta värden för ett dataobjekt vid en specifik tidpunkt och att en dataorganisation vunnits som ger stöd åt hantering av lokala och globala frågor. I en distribuerad databasmiljö existerar normalt endast en dataregion, vilken utgörs av den geografiska domän inom vilken en databas nyttjas. Likaså tillåts endast ett korrekt värde per tidpunkt för samtliga kopior av ett dataobjekt. Detta leder till att lokala och globala frågor i en distribuerad miljö inte kan genereras baserat på ett dataobjekts olika korrekta värden vid en viss tidpunkt. En distribuerad databasmiljö kräver därför att en fråga kan modifieras för att olika svar ska kunna genereras och att databasens schema stöder att data kan relateras till en specifik lokalisering och en specifik tidpunkt. Genom att en

lokaliseringsparameter skickas med vid frågetillfället samt den tidpunkt då frågan ställs, kan data relaterad till en viss lokalisering och en viss tidpunkt hämtas ur databasen.

Replikeringstekniken skiljer sig också mellan de båda miljöerna, som en följd av synen på dataobjekt och de antal korrekta värden som accepteras för ett dataobjekt i miljön. Temporala repliker används i en distribuerad databasmiljö, medan spatiala repliker används i en mobil databasmiljö (Dunham och Kumar, 1998). Spatiala repliker skiljer sig mot temporala repliker genom att de knyts till olika dataregioner. Därmed kan dataobjekt tillåtas inta olika korrekta värden vid en viss tidpunkt för respektive dataregion. Vid användning av temporala repliker knyts samtliga repliker till endast en dataregion, den geografiska domänen.

Likheter mellan de båda miljöerna finns i sättet på hur frågor och svar distribueras från det fasta nätverket till de mobila enheterna. Breda utskick (Imielinski, Viswanathan, Badrinath, 1994) är en teknik som används i trådlösa miljöer och som kan nyttjas i både en distribuerad och mobil databasmiljö. Likaså frågor som begärs av specifika enheter kan hanteras på ett likvärdigt sätt i båda miljöerna. Skillnader mellan miljöerna inom detta område baseras på hur stor del av frågehanteringen en mobil enhet kan klara själv i förhållande till det stöd den kräver av servrar i nätverket.

6.2 Lokaliseringshantering

Lokaliseringsmedvetenheten i en distribuerad databasmiljö skiljer sig i jämförelse med den i en mobil databasmiljö. Detta till följd av att medvetenheten om mobila enheters lokalisering i en distribuerad miljö, ofta inte direkt påverkar resultaten av de frågor som ställs i miljön. Lokaliseringen används i huvudsak för att bestämma vilken server som ska hantera en fråga och påverkar inte primärt resultatet av frågan. I en mobil databasmiljö däremot är lokaliseringen av en mobil enhet ofta helt avgörande för det svar som genereras på en fråga (Imielinski och Badrinath, 1992). Lokaliseringsmedvetenheten i miljön är därför viktig att vidmakthålla, på en av applikationer och system definierad nivå, då den utgör en grund för att lokala och globala frågor ska generera korrekta svar. Godta att en distribuerad databasmiljö utökades med funktionalitet för att upprätthålla en lokaliseringsmedvetenhet om de mobila enheterna, samt att denna kunskap användes i frågehanteringen. Genom stöd i databasernas scheman samt genom att skicka med tids och lokaliseringsparametrar i en fråga, skulle hantering av lokala och globala frågor kunna realiseras i en distribuerad databasmiljö.

Tillvägagångssättet att lokalisera mobila enheter kan realiseras på ett likartat sätt i de båda databasmiljöerna. Den teknik som används är ofta en avvägning mellan att en mobil enhet ansvarar för att meddela sin position eller att systemet söker efter enheten då dess lokalisering behövs (Imielinski och Badrinath, 1992). Systemets kännedom om mobila enheters aktuella lokalisering kan upprätthållas på olika nivåer, beroende på de krav som ställs från applikationer och system i miljön. Användarprofiler baserade på användarmönster är en teknik för hur lokaliseringen av mobila enheter kan hanteras.

6.3 Skalbarhet

Att skala upp en distribuerad eller mobil databasmiljö påverkar flera faktorer i miljön. Till exempel sättet att sköta lokaliseringshantering, samt på vilket sätt systemet konfigureras (Imielinski och Badrinath, 1994). Då fler enheter ansluter till miljön ställs högre krav på lokaliseringshanteringen och därmed även på frågehanteringen som utgör dess grund. Fler

enheter innebär ofta att miljön blir mer heterogen och därmed komplexare att hantera och kontrollera. Aktiviteter som grundar sig på och som kommer att ställa högre krav på frågehanteringen. Att lokala och globala frågor i en distribuerad och mobil databasmiljö kommer att påverkas då miljöerna växer kan förmodligen fastställas. Exakt hur denna påverkan kommer att visa sig är svårare att klarlägga och kräver vidare studier. Att nästan samtliga egenskaper i en distribuerad eller mobil databasmiljö berörs kan förmodligen fastläggas.

6.4 Frågekostnader

Kostnaderna i samband med frågehantering i en distribuerad databasmiljö grundas ofta på tillgång till hårdvara, samt den tid det tar att transportera en fråga i nätverket (Silberschatz, Korth, Sudarshan, 1997). Att hantera och hämta resultat av frågor i snabba minnen, i jämförelse mot om informationen finns lagrad på diskar, sänker kostnaderna för en fråga. Likaså minskar kostnaderna om frågan inte behöver distribueras ut till flera enheter i ett nätverk för att kunna besvaras. Frågekostnaderna för hantering av lokala och globala frågor i en mobil databasmiljö påverkas också av dessa faktorer. En kostnad som även påverkas av hur frågans exekvering hanteras och av den exekveringsplats som väljs. Mobila enheters begränsade energikapacitet är också en kostnad som måste tas hänsyn till i samband med att frågekostnader beräknas (Imielinski, Viswanathan, Badrinath, 1994).

6.5 Frånkopplad operation

Möjligheten att hantera frågor, under tiden en mobil enhet befinner sig i frånkopplad operation, skiljer sig mellan databasmiljöerna. Stödet som existerar för att hantera lokala och globala frågor är bättre i en mobil databasmiljö, än i en distribuerad databasmiljö. Bland annat beroende på att en del eller hela databasen finns replikerad till en mobil enhet, samt att olika cachingtekniker, som till exempel semantisk caching (Dunham och Ren, 2000), kan nyttjas för att förebygga frånkopplad operation. I en distribuerad databasmiljö kan inga frågor besvaras under tiden en mobil enhet befinner sig i frånkopplad operation. En mobil enhet har i en distribuerad databasmiljö inte någon replika av en databas lokalt lagrad och är följaktligen helt beroende av replikor i det fasta nätverket. Godta att funktionalitet för frågehantering likväl distribueras till de mobila enheterna i en distribuerad databasmiljö. Frågehantering skulle då kunna utföras av de mobila enheterna, trots att svarsresultat inte skulle kunna genereras.

Semantisk caching är en teknik som kan användas i mobila databasmiljöer för att förebygga frånkopplad operation samt förbättra tillgången till en databas och därmed också prestanda i databassystemet (Dunham och Ren, 2000). Teknikens idé är att data cachas på en mobil enhet utifrån hur den mobila enheten förflyttar sig i nätverket. Sannolikheten för att en enhet ska fråga efter information lokaliserad i dess rörelseriktning är större än att information i motsatt rörelseriktning ska efterfrågas.

Frågeprocessen skiljer sig mellan de två databasmiljöerna genom att en fråga i en mobil databasmiljö kan processas lokalt på den mobila enheten. En fråga från en mobil enhet delas normalt upp i två delar (Dunham och Ren, 2000). En del som kan besvaras lokalt på den mobila enheten och en som inte kan besvaras. Den del som inte kan besvaras skicka vidare till en databasserver och processas där, varefter den returneras och slås samman med den del som processats i den mobila enheten. Detta skiljer de båda databasmiljöerna åt eftersom frågeprocessen i en distribuerad databasmiljö normalt endast äger rum på fast anslutna enheter i nätverket.

6.6 Sammanfattning av analys

För att belysa hur lokala och globala frågor hanteras i en distribuerad och mobil databasmiljö har följande jämförelsematris skapats. Matrisen beskriver likheter och skillnader i hur lokala och globala frågor hanteras i de båda miljöerna.

Lokala och globala frågor i en Distribuerad databasmiljö

Data organisation och distribution	Lokala och globala frågor besvaras utifrån data i en temporal replika. Det som avgör om en fråga är lokal eller global är om en lokaliseringsparameter skickas med i frågan eller inte. Generellt ses en fråga som global eftersom samtliga temporala replikor tillhör samma dataregion (den geografiska domänen) och svaret därför inte påverkas av vilken replika som levererar svaret. En lokal fråga erhålls om en lokaliseringsparameter skickas med i frågan vilket resulterar i att ett eller flera lokala dataobjekt pekas ut som svar på frågan.
Lokaliseringshantering	Lokaliseringsmedvetenheten över en mobil enhets lokalisering är grunden för om en fråga är lokal eller global. Avgörande om frågan anses som lokal eller global är hur den domän specificerats där frågan ställs.
Skalbarhet	Skalbarhetens påverkan på lokala och globala frågor är svår att överblicka. Påverkan på lokala och globala frågor då databasmiljön växer bör bli relativt likvärdig eftersom frågetyperna hanteras på ett likvärdigt sätt i databasmiljön.
Frågekostnader	Frågekostnaderna för lokala och globala frågor påverkas i en distribuerad databasmiljö bland annat av tillgången till snabba minnen i förhållande till långsamma diskar. Även transmissionstiden det tar att skicka en fråga och ett svar över trådlösa kommunikationskanaler påverkar frågekostnaden. Till lika antalet enheter som måste samordnas för att besvara en fråga.
Frånkopplad operation	Lokala och globala frågor kan under frånkopplad operation inte hanteras av en mobil enhet. Ingen distribution av databaser till mobila enheter sker i miljön. Vilket leder till att information i en databas endast är tillgänglig så länge som den mobila enheten har kontakt med det fasta nätverket.

Lokala och globala frågor i en Mobil databasmiljö

Data organisation och distribution	Lokala och globala frågor besvaras utifrån data i en spatial replika. Data i en spatial replika tillhörande samma dataregion i vilken en mobil enhet befinner sig kan ses som lokal. Data i övriga replikor som inte tillhör specifik dataregion som global.
Lokaliseringshantering	Lokaliseringsmedvetenheten över en mobil enhets lokalisering är grunden för om en fråga är lokal eller global. Avgörande om frågan anses som lokal eller global är hur den domän specificerats där frågan ställs.
Skalbarhet	Skalbarhetens påverkan på lokala och globala frågor är svår att överblicka. Lokala frågor som ställs mot en lokalt lagrad spatial replika påverkas inte av att databasmiljön växer. Inte mer än att datamängden i den lokala databasen kanske ökat. En fråga som däremot behöver nå spatiala replikor i det fasta nätverket kan påverkas i flera avseenden.
Frågekostnader	Frågekostnaderna för lokala och globala frågor påverkas av fler faktorer i en mobil databasmiljö. Till exempel av CPU-hastigheter, tillgång till minnen och diskar, lagringsbegränsningar i minnen och diskar på en mobil enhet, transmissionstider över nätverket och energikapaciteten hos en mobil enhet.
Frånkopplad operation	Lokala och globala frågor kan under frånkopplad operation fortfarande hanteras av en mobil enhet. Begränsningar i hanteringen kan föreligga baserade på brist av information lagrad på den mobila enheten.

7 Slutsatser

Den tekniska utvecklingen inom trådlös teknik, databasteknik och dator teknik är förutsättningar som tillsammans med individers ökande krav på flexibel tillgång till information drivit på utvecklingen av mobila databasmiljöer. Databasmiljöer där mobila enheter fritt ska kunna förflytta sig och samtidigt trådlöst utbyta information med varandra. Frågehantering kommer i dessa miljöer att spela en viktig roll, både i lokaliseringen av de mobila enheterna och i frågeprocessen mot databaser. En mobil databasmiljö liknar i grunden en distribuerad databasmiljö, vilket gör det intressant att kartlägga om funktionalitet kan ärvas från denna miljö. En jämförelse av hur frågehantering sker i de båda miljöerna skulle kunna klargöra likheter och skillnader mellan miljöerna. Följande hypotes formulerades därför som grund för vår studie.

Frågehantering med avseende på lokala och globala frågor skiljer sig inte mellan en mobil databasmiljö och en distribuerad databasmiljö.

Genom att studera hur lokala och globala frågor hanteras i respektive databasmiljö kommer områden som dataorganisation, datadistribution och lokaliseringshantering att behöva undersökas. Skalbarhet, frågekostnader och fränkopplad operation är övriga områden som undersöks i studien.

7.1 Fastställda slutsatser

Fastställda slutsatser, grundade på en analys av studiens resultat, i relation till formulerad hypotes presenteras nedan per delområde. Samstämmighet respektive motsägelser mellan slutsatserna kommenteras. Slutligen fastställs en samlad slutsats i relation till formulerad hypotes.

7.1.1 Dataorganisation och distribution

Analysen av studiens resultat påvisar flera skillnader mellan databasmiljöerna inom området dataorganisation och distribution. Till exempel skillnader i hur data organiseras i relation till den organisation specifik data representerar (Dunham och Kumar, 1998). Olikheter i synen på ett dataobjekt och de antal korrekta värden som accepteras för dess kopior. Likaså miljöernas replikeringstekniker skiljer sig åt, under det att tekniker för distribution av frågor och svar kan nyttjas på ett likartat sätt. Trots att skillnader existerar mellan databasmiljöerna, beskrivs i analysen hur frågehantering av lokala och globala frågor kan realiseras i respektive miljö. Ett klargörande som leder till att studiens hypotes kan verifieras.

7.1.2 Lokaliseringshantering

Tillvägagångssättet att lokalisera mobila enheter (Imielinski och Badrinath, 1992), i en distribuerad eller mobil databasmiljö, kan realiseras på ett likartat sätt enligt studiens analys. Likaså kan båda miljöerna upprätthålla kunskap om mobila enheters lokalisering, samt nyttja denna medvetenhet i frågehanteringen. Analysen beskriver hur lokala och globala frågor, med stöd av denna kunskap samt stöd av databasernas scheman, skulle kunna realiseras i respektive databasmiljö. Ett konstaterande som gör att studiens hypotes kan verifieras.

7.1.3 Skalbarhet

Att flera faktorer och egenskaper påverkas då en distribuerad eller mobil databasmiljö växer, konstateras i studiens analys. Vilka faktorer som berörs och exakt hur miljöns egenskaper påverkas klargörs inte. Att lokaliseringshantering, systemkonfiguration och frågehantering påverkas av att fler enheter ansluter i en miljö exemplifieras (Imielinski och Badrinath, 1994). Hur denna påverkan berör lokala och globala frågor kvarstår att kartlägga enligt analysen. En slutsats kan därför inte fastställas som motsäger studiens hypotes, utan studiens hypotes anses verifierad.

7.1.4 Frågekostnader

Studios analys klarlägger att flera av de kostnader som uppkommer i samband med frågehantering, grundas på samma kostnadsfaktorer i de båda databasmiljöerna. Till exempel faktorer som hur tillgången till diskar och minnen är, samt frågornas transmissionstider i nätverket (Silberschatz, Korth, Sudarshan, 1997). Analysen påvisar även att mobila enheters begränsade energikapacitet, samt den exekveringsplats som väljs för en fråga i en mobil databasmiljö, kan komma att påverka frågekostnaden. Inga av dessa klarlägganden kan anses så starka att studiens hypotes kan motsägas, utan slutsatsen blir att studiens hypotes verifieras.

7.1.5 Frånkopplad operation

Förutsättningarna för en mobil enhet att hantera lokala och globala frågor, under tiden enheten är frånkopplad från nätverket, skiljer de båda databasmiljöerna åt enligt analysen. Frågehanteringens stöd av att ha databasen replikerad till mobila enheter, i en mobil databasmiljö, omnämns som en av skillnaderna. Även tekniker för cachehantering, till exempel semantisk caching berörs (Dunham och Ren, 2000). Analysen slår fast, trots skillnader mellan databasmiljöernas förutsättningar, att lokala och globala frågor kan hanteras under frånkopplad operation i en distribuerad databasmiljö. Slutsatsen blir att studiens hypotes verifieras.

7.2 Samstämmighet och motsägelser

Ovan konstaterade slutsatser har inte på något delområde kunnat motsäga studiens formulerade hypotes. En samstämmighet som kan teckna en bild av de båda databasmiljöerna som mycket lika varandra, främst med avseende på frågehantering. Stora skillnader existerar trots allt mellan de båda databasmiljöerna. Till exempel i fråga om hur data organiseras, synen på ett dataobjekt och avseende medvetenheten om mobila enheters lokalisering. Vår studie har likväl inte kunnat påvisa tillräckligt starka skäl för att studiens formulerade hypotes ska kunna motsägas.

7.3 Fastställd samlad slutsats

Givet ovanstående slutsatser, framförda argument till grund för dem samt det sätt på vilket slutsatserna samstämmer, medger att studiens formulerade hypotes fastställs som verifierad. Således gäller för studien att:

Frågehantering med avseende på lokala och globala frågor skiljer sig inte mellan en mobil databasmiljö och en distribuerad databasmiljö.

8 Diskussion

Studiens genomförande har skett i form av en litteraturstudie med syfte att klarlägga likheter och skillnader i hur frågehantering sker i en distribuerad respektive mobil databasmiljö. Utgångspunkt för studien har varit den problemdefinition som beskrivs i kapitel 3 och genomförandet har följt arbetsprocessen som beskrivs i kapitel 4. Ett mål för arbetsprocessen har varit att verifiera alternativt falsifiera en i problemdefinitionen formulerad hypotes.

Källor som legat till grund för studien är böcker och artiklar skrivna av experter och forskare verksamma inom ämnesområden som mobila databaser och mobila datorsystem. Ämnesområden som fortfarande är relativt unga och som därför förorsakat vissa svårigheter att finna relevant litteratur.

8.1 Studiens antaganden

Studiens genomförande har grundats på ett antal antaganden om de båda databasmiljöerna som jämförts. Som grundläggande arkitektur för de båda databasmiljöerna lades en brett accepterad arkitekturmodell (Dunham och Helal, 1995). Arkitekturmodellen består av både fast och mobilt anslutna enheter och som bas för modellen finns ett fast anslutet höghastighetsnätverk.

För att under studien ha möjlighet att skilja de båda databasmiljöerna åt har följande antagande godtagits. Att kopior av en databas i en distribuerad databasmiljö endast existerar på fast anslutna enheter i ett nätverk. Existerar även kopior av en databas på mobilt anslutna enheter i nätverket förutsätts miljön vara en mobil databasmiljö (Elmasri och Navathe, 2000). Syftet med antagandet är även att klargöra använda begrepp.

8.2 Studiens resultat

Studiens resultat och analysen av resultaten påvisar att stora skillnader finns mellan en distribuerad och en mobil databasmiljö. Skillnader i sättet hur data organiseras och replikeras till olika enheter i ett nätverk. Hur frågeprocessen påverkas av mobila enheters rörlighet i ett nätverk och hur frånkopplad operation stöder frågehantering. Skillnader som trots allt inte var så starka så att vi kunde falsifiera vår formulerade problemhypotes. Beakta vad det skulle innebära om vår hypotes falsifierades?

Att falsifiera hypotesen skulle innebära att frågehantering från en distribuerad miljö inte skulle kunna realiseras i en mobil databasmiljö. Studiens resultat påvisar flera stora skillnader mellan de båda databasmiljöerna, men samtliga skillnader förefaller i analysen av resultaten som allt för svaga för att falsifiera hypotesen. Att trots detta fastslå en slutsats medförande att hypotesen falsifieras skulle innebära att samtliga försök att få frågehantering från en distribuerad databasmiljö att fungera i en mobil databasmiljö vore meningslösa. Ett faktum som är svårt att fastställa.

Att verifiera hypotesen skulle innebära att vi i vissa delar jämställer frågehantering i en distribuerad databasmiljö med den i en mobil databasmiljö. Detta skulle innebära att vi anser det möjligt att realisera en mobil databasmiljö med frågehantering ärvd från en distribuerad databasmiljö. En konstruktion som skulle kräva att funktionalitet med stöd för tids och lokaliseringsaspekter behöver läggas till frågehanteringen, samt att den

funktionaliteten tillåts distribueras till mobila enheter. En förändring av frågehanteringen som kanske inte kan ses som marginell, men som trots allt är betydligt lättare att acceptera än det faktum som en falsifiering skulle innebära.

Att verifiera hypotesen innebär också att vi anser det möjligt att dra nytta av de fördelar frågehanteringen i en mobil databasmiljö skulle kunna erbjuda. Till exempel i form av att lokaliseringsberoende frågor kan ställas av de mobila enheterna, under tiden då de förflyttar sig i nätverket. Möjligheten att förse mobila enheters databaser med lokal information, baserat på den miljö i vilken en mobil enhet befinner sig eller gör entré. Effektivitets och produktivitetsvinster för enskilda individer, då till exempel restid kan nyttjas till att lämna, hämta eller uppdatera information i det fasta nätverket. Även andra fördelar som att skapa dynamiska applikationer och databaser, som uppdateras utifrån hur en mobil enhet förflyttar sig i nätverket, skulle i framtiden kunna förverkligas. I dagsläget skulle återanvändning av kod kunna utgöra en av fördelarna.

8.3 Framtida arbeten

Utvecklingen inom mobila databaser befinner sig fortfarande i ett inledningsskede och mycket fakta kvarstår att klargöra inom området. Framtida arbeten inom området skulle kunna vara att djupare fokusera området frågehantering. Till exempel skulle varje delområde som tagits upp i denna rapport mer detaljerat kunna genomlysas. Detta genom att experter och forskare inom området intervjuas samt att praktiska modeller byggs upp för att analysera och simulera olika scenarion.

Fortfarande kvarstår många frågetecken inom till exempel delområden som frågekostnader, skalbarhet och fränkopplad operation. Frågetecken som vilka kostnadsfaktorer som är de mest signifikanta och som därför behöver reduceras för att minska frågekostnaderna. Hur stora och växande databasmiljöer påverkar detaljområden inom frågehantering och hur fränkopplad operation bättre kan förebyggas, stödjas och hanteras.

Referenser

- Alonso R. & Korth H.F. (1993) Database System Issues in Nomadic Computing. *SIGMOD Conference 1993*, 388-392.
- Bouguettaya A. (1996) On the Construction of Mobile Database Management Systems. *The Australian Workshop on Mobile Computing & Databases & Applications*, Melbourne, February 1996.
- Dunham M.H. & Helal A.S. (1995) Mobile computing and databases: Anything new? *SIGMOD Record* 24(4):5-9.
- Dunham M. & Kumar V. (1998) Location Dependent Data and its Management in Mobile Databases. In *Proceedings of DEXA Workshop, pages 414-419*, Austria, Vienna, August 1998.
- Dunham M. & Ren Q. (2000) Using Semantic Caching to Manage Location Dependent Data in Mobile Computing. *Proceedings of Mobicom 2000*.
- Elmasri R. & Navathe S. B. (2000) *Fundamentals of database systems* (third edition). USA: Addison-Wesley.
- Holliday J, Agrawal D, El Abbadi A. (2000) Planned Disconnections for Mobile Databases. *Technical Report TRCS 00-07*, University of California at Santa Barbara, Department of Computer Science, May 2000.
- Imielinski T. & Badrinath B.R. (1992) Querying in highly mobile distributed environment. *Proc. VLDB '92*, pp. 41-52.
- Imielinski T. & Badrinath B.R. (1994) Mobile Wireless Computing: Challenges in Data Management. *Communications of the ACM*, 37(10):19-28.
- Imielinski T, Viswanathan S, Badrinath B.R. (1994) Energy efficient indexing on air. In *Proceedings of the ACM SIGMOD Intl. Conference on Management of Data (SIGMOD 94)*, pages 25-36.
- Kottkamp H-E & Zukunft O. (1998) Location-Aware Query Processing in Mobile Database Systems. *Selected Areas in Cryptography, pages 416-423*.
- Silberschatz A, Korth H.F., Sudarshan S. (1997) *Database system Concepts* (third edition). USA, The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Zdonik S, Franklin M, Alonso R, Acharya S. (1994) Are „Disks in the Air“ Just Pie in the Sky? *IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications*, December 1994.