

UNIVERSITETET I OSLO
Institutt for informatikk

Informasjonsdeling i redningsarbeid ved bruk av Emnekart (Topic Maps)

Testing av Emnekart-
støtte på mobiltelefon

Masteroppgave
(30 studiepoeng)

Samuel Vigdal

24. mai 2006



Sammendrag

Hver dag skjer det ulykker av forskjellige slag. Når en ulykke har skjedd, involveres ulike typer personell i redningsarbeidet. Personellet kan være fra flere forskjellige organisatoriske enheter, som brannvesen, politi og ambulanse. Effektiv koordinering og deling av informasjon mellom de ulike organisasjonene har avgjørende betydning. For å dele informasjon benytter redningspersonellet ulike typer devicer som mobiltelefoner, PDA-er og bærbare PC-er. Disse kommuniserer med hverandre i et mobilt ad-hoc nettverk (MANET). Informasjonen som er tilgjengelig i de ulike organisasjonene kan beskrives ved hjelp av ontologier. Ontologiene i de ulike organisasjonene kan samordnes ved å benytte begreper fra en felles øvre ontologi. Emnekart er en teknologi som kan uttrykke ontologier. Denne oppgaven ser på mulighetene ved bruk av Emnekart i redningsarbeid. Spesielt fokuseres det på hvordan de begrensede ressursene på en mobiltelefon påvirker muligheten til å dele informasjon ved hjelp av Emnekart.

Resultatene av arbeidet viser at Emnekart kan brukes i alle faser av redningsarbeidet. Emnekart muliggjør effektiv deling av informasjon, kan effektivisere deling av samarbeids- og koordineringsinformasjon, samt kan gi bedre muligheter for å lære av gjennomført redningsarbeid. Resultatene viser også at Emnekart kan brukes til informasjonsdeling på mobiltelefon. Ressursene til mobiltelefonen påvirker hvor store Emnekart den kan håndtere, samt svartider på spørringer. Dette påvirker hvor store mengder og hvor tidskritisk informasjon som kan vises på telefonen.

Forord

Denne oppgaven er skrevet som en del av min Mastergrad i Informatikk ved Universitetet i Oslo. Oppgaven er skrevet alene, men jeg bruker vi-formen, siden dette er vanlig innen forskning. Oppgaven har et halvt års omfang og er skrevet ved forskningsgruppen Distribuerte Multimediasystemer.

Utgangspunktet for oppgaven var at det skulle lages en applikasjon for å teste bruk av Emnekart i redningsarbeid, slik det skisseres i Ad-hoc InfoWare-prosjektet. Dette utgangspunktet tilsa at dette først og fremst skulle bli en praktisk og teknisk oppgave. Likevel har en større del av arbeidet bestått i å se på *hvordan* Emnekart kan brukes i Ad-hoc InfoWare. Årsaken til dette er at denne bruken av Emnekart, er helt ny innen forskningen. Slik fikk oppgaven mye større bredde, og fokuset endret seg til å gjøre tester med Emnekart på mobiltelefon. Under arbeidet har mye tid har gått med til å sette seg inn i ulike tema, som Emnekartmodellen, bruk av ontologier for informasjonsdeling i redningsarbeid og hvordan utvikle applikasjoner på ulike devices. Jeg synes derfor at arbeidet har vært svært lærerikt og spennende, samtidig som det har vært krevende.

Jeg vil spesielt takke min veileder Ellen Munthe-Kaas for all hjelp og støtte under arbeidet med denne oppgaven. Hennes faglige innsikt og imøtekommenhet har vært av stor verdi for arbeidet. En takk går også til Joril Andersen for diskusjoner og tilbakemeldinger. Joril skriver lang masteroppgave innen samme fagområde som leveres høsten 2006. Vi har begge hatt nytte av felles tankearbeid. Dette har gitt meg et godt utgangspunkt for utarbeidelse av scenarier for bruk av Emnekart i redningsarbeid.

Ontopia AS er et av de ledende selskapene innenfor Emnekart. Jeg vil takke for at jeg fikk følge kurs i praktisk bruk av Emnekart hos dere, for tilgang til OKS Enterprise og for tillatelse til å bruke redigerte versjoner av Emnekartet om italienske operaer (opera.xtm) i mine tester. Dette har hatt stor betydning for resultatet av arbeidet mitt.

Jeg vil også få takke noen av medlemmene av forskningsprosjektet Shark, ved TU Berlin, Thomas Schwotzer og Marcus Walla. Disse har gitt meg tilgang til deres Emnekartmotor for mobiltelefoner, MTV, samt villig besvart ulike e-poster.

Til slutt vil jeg takke familien min for alltid å ha støttet meg, hele veien gjennom arbeidet med oppgaven. Spesielt takk til min kone Aina og min datter Hannah. Dere gir meg inspirasjon og pågangsmot.

Samuel Vigdal
Blindern, 24. mai 2006

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	3
Forord	5
1 Innledning	11
1.1 Bakgrunn	11
1.2 Problemstilling	12
1.3 Begrensninger	13
1.4 Oversikt over oppgaven	13
2 Teori	15
2.1 Emnekart (Topic Maps)	15
2.1.1 Ontologi	16
2.1.2 Datamodell	17
2.1.3 Dataformat	20
2.1.4 Spørringer og skjema	20
2.1.5 Distribuering av Emnekart	21
2.1.6 Anvendelse og utbredelse	21
2.1.7 Relaterte teknologier	21
2.2 Implementering av Emnekart – Emnekartmotor	21
2.3 TMAPI	23
2.3.1 Ontopia Knowledge Suite (OKS)	24
2.3.2 TM4J	24
2.3.3 tinyTIM	25
2.3.4 XTM4XMLDB	25
2.3.5 MTV	25
2.4 Utvikling av applikasjoner for mobiltelefon – J2ME	25
2.4.1 Emulatorer	26
3 Relatert arbeid	29
4 Emnekart i Ad-hoc InfoWare	31
4.1 Etablering av ontologier	31
4.2 Muligheter ved bruk av Emnekart	33
4.2.1 Scenario 1: Deling av informasjon mellom organisasjoner	33
4.2.2 Scenario 2: Koordinering og samarbeid	36
4.2.3 Scenario 3: Lære av hva som skjedde	41
4.2.4 Oppsummering	42
5 Kjøring av Emnekart på mobiltelefon	45
5.1 Spørsmål å teste	45
5.1.1 Oppsummering	46
5.1.2 Valg av spørsmål som skal testes	47
5.2 Implementering av tester	47
5.3 Testoppsett	48
5.3.1 Kjøretidsmiljø	48
5.3.2 XTM-filer	51
5.4 Resultater	52

5.4.1	Lasting av Emnekart.....	52
5.4.2	Spøringer.....	53
5.5	Diskusjon.....	54
5.5.1	Bruk av eksisterende funksjonalitet	55
5.5.2	Ny funksjonalitet	57
5.5.3	Andre muligheter.....	57
6	Konklusjon og videre arbeid	59
6.1	Konklusjon	59
6.2	Videre arbeid	60
	Referanser.....	63
	Appendiks A: Verktøy for utvikling av Emnekart og testmidlet	67
	Appendiks B: Elektronisk materiale på CD-ROM.....	68

Figurliste

Figur 1:	Trådløs kommunikasjon mellom personell fra ulike organisasjoner utgjør et MANET.....	12
Figur 2:	Klassifiseringsmetoder i Emnekart [Ontopia 2006a].....	15
Figur 3:	En ontologi inneholder klasser, instanser, relasjoner og attributter	16
Figur 4:	Emnekartets arkitektur [Garshol 2002].....	17
Figur 5:	Typehierarki i Emnekart.....	19
Figur 6:	Emnekartmotor.....	22
Figur 7:	Sammenheng mellom de sentrale klassene i TMAPI (basert på [TM4J 2002])	23
Figur 8:	J2ME arkitektur [Wells 2004].....	26
Figur 9:	Mobilemulatorer for Sony Ericsson T610 og K600. Til høyre er en av Suns generelle emulatorer, DefaultGreyPhone.....	26
Figur 10:	Ulike organisasjoner med hver sine ontologier kobler ontologiene sammen ved hjelp av en felles øvre ontologi.	32
Figur 11:	Felles øvre ontologi (uten forekomster). Underliggende Emnekart inneholder forekomster.....	34
Figur 12:	Informasjon om den skadde "Person 1" i Emnekartet.....	38
Figur 13:	Felles øvre ontologi inneholder felles delt informasjon (forekomster).....	40
Figur 14:	Distribuering av Emnekart	45

Tabelliste

Tabell 1: Oversikt over Emnekartmotorer.....	24
Tabell 2: Ontologi for samarbeid i redningsoperasjoner (utarbeidet i samarbeid med Joril Andersen)	37
Tabell 3: Karakteristika ved ulike mobiltelefoner [TastePhone 2006].....	49
Tabell 4: Egenskaper for telefonene i testene.....	50
Tabell 5: Memory monitor verdier fra emulatorene for Sony Ericsson T610.....	51
Tabell 6: Ulike Emnekart (XTM-filer) for testing.....	52
Tabell 7: Resultater fra lasting av Emnekart på Sony Ericsson T610.....	53
Tabell 8: Resultater fra lasting av Emnekart på Sony Ericsson K600i	53
Tabell 9: Resultater av spørringer kjørt på Sony Ericsson T610.....	54
Tabell 10: Resultater av spørringer kjørt på Sony Ericsson K600i uten bruk av indekser.....	54

1 Innledning

Hver dag skjer det ulykker av forskjellige slag. Når en ulykke har skjedd, involveres ulike typer personell i redningsarbeidet. Personellet kan være fra flere forskjellige organisatoriske enheter. Typiske eksempler på slike enheter er brannvesen, politi og ambulanse. Men når det har skjedd mer spesielle ulykker, kan også Forsvaret, Sivilforsvaret, Røde Kors og lignende involveres [FT 2001]. For at redningsarbeidet skal foregå på en så god måte som mulig, er det viktig med gode metoder for koordinering og deling av informasjon. Kvaliteten på samarbeidet mellom de involverte organisasjonene kan i ytterste konsekvens bety forskjellen på liv eller død for de som er skadet i ulykken.

I denne oppgaven vil vi se på hvordan informasjonsdeling kan foregå mellom redningspersonell ved hjelp av devicer som mobiltelefoner, PDA-er og bærbare PC-er. Vi tenker at disse devicene skal kommunisere over et mobilt ad-hoc nettverk (MANET). Informasjonsdeling over et slikt nettverk har en del utfordringer, for eksempel i forhold til sikkerhet og ressurs håndtering. Dette gjør det hensiktsmessig å utvikle en mellomvare som ulike applikasjoner kan benytte [Plagemann 2004]. Denne mellomvaren skal ha støtte for knowledge management. Vi ønsker å se på mulighetene ved å bruke Emnekart til dette. Spesielt vil vi se på Emnekartstøtte på mobiltelefon, og hvordan mobiltelefonens begrensede ressurser påvirker informasjonsdelingen.

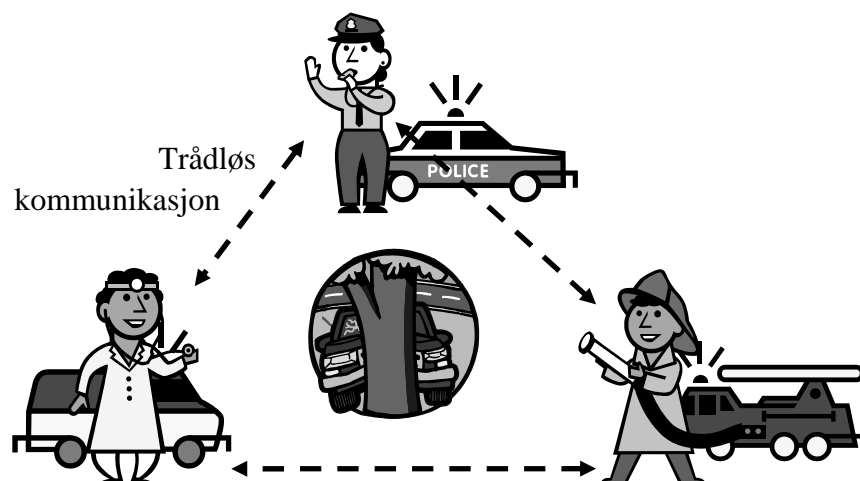
1.1 Bakgrunn

Avsnittene om Ad-hoc InfoWare i det følgende er i stor grad basert på [Plagemann 2004] og [Sanderson 2004].

Informasjonsdeling i redningsarbeid der kommunikasjonen foregår over et MANET er tema for forskningsprosjektet Ad-hoc InfoWare. Forskningsprosjektet gjennomføres av forskningsgruppen Distribuerte Multimediasystemer ved Institutt for Informatikk ved Universitetet i Oslo. Prosjektet ser på informasjonsdeling i ulykker av forskjellig størrelse, fra små ulykker, som trafikkulykker, til store ulykker, som togkollisjoner. Ulykker som karakteriseres som katastrofer (jordskjelv, atombomber og lignende) er utenfor prosjektets omfang.

I redningsarbeidet er det involvert personell fra ulike organisatoriske enheter. Personellet har med seg enten mobiltelefon, PDA eller bærbar PC (Laptop). Disse omtales i resten av oppgaven som devicer. Disse devicene skal brukes til informasjonsdeling og samarbeid mellom personellet.

På ulykkesstedet er det ikke nødvendigvis tilgjengelig mobilnett eller lignende for kommunikasjon mellom personellet. Eksempler på slike steder er på fjellet, på sjøen eller inni tunneler. For at devicene skal kunne kommunisere med hverandre, etableres det et MANET. I MANET-et kommuniserer devicene trådløst med hverandre over for eksempel Bluetooth eller trådløst nettverk (IEEE 802.11).



Figur 1: Trådløs kommunikasjon mellom personell fra ulike organisasjoner utgjør et MANET

Informasjonsdeling i en rednings situasjon over et MANET medfører en del felles utfordringer for applikasjonene som skal utvikles. Ad-Hoc InfoWare ser derfor på hvordan det kan utvikles en komponentbasert mellomvare som løser disse felles utfordringene. Komponentene som mellomvaren skal bestå av er:

- Security and Privacy Management
- Resource Manager
- Watchdogs
- Distributed Event Notification Service
- Knowledge Manager

Knowledge Manager-komponenten har som overordnet mål å sørge for et lag av kunnskap over informasjonen som blir delt i nettverket. Knowledge management skal støtte samarbeid og koordinering mellom redningspersonellet, samt distribusjon og innsamling av informasjon. Måten dette skal gjøres på er gjennom bruk av ontologier og delte vokabularer. Det finnes flere alternative teknologier som kan håndtere ontologier, bl.a. RDF/OWL og Emnekart.

Noe av det spesielle med redningsarbeidet som Ad-hoc InfoWare retter seg mot er at det er involvert ulike typer devicer som kommuniserer med hverandre over et MANET. De ulike devicene har ulike egenskaper på områder som prosessorkapasitet, minnestørrelse, lagringskapasitet, batterikapasitet osv. Dette medfører en del ytelsesbegrensninger for teknologien som skal brukes til knowledge management. Bruk av MANET gjør også at nettverksforbindelsene er ustabile og varierende. Dette har innvirkning på hvordan informasjon kan distribueres blant de ulike devicene.

1.2 Problemstilling

Vi ønsker å se på bruk av Emnekart for knowledge management i redningsarbeid. Det vil være interessant å se hvordan denne teknologiens ulike egenskaper kan utnyttes i forhold til

redningsarbeidet, slik det skisseres i Ad-hoc InfoWare. Spesielt er det interessant å se på hvordan teknologien fungerer med de begrensede tilgjengelige ressursene i systemet. Den mest ressursbegrensede blant devicene er mobiltelefonen. Denne representerer slik en nedre grense for hva som er mulig å få til av Emnekartfunksjonalitet. Vi har derfor kommet fram til følgende problemstilling:

- Hvordan kan Emnekart brukes for informasjonsdeling i redningsarbeid, slik det skisseres i Ad-hoc InfoWare?
- Hvordan påvirker begrensede ressurser mobiltelefoners evne til å dele informasjon ved hjelp av Emnekart?

1.3 Begrensninger

I arbeidet med å se på implementering av Emnekartstøtte, har vi begrenset oss til Javabaserte komponenter. Vi har dessuten konsentrert oss om programvare vi ikke har måttet betale for, dvs. for det meste åpen kildekode.

Når vi har sett på implementering av Emnekartstøtte har vi konsentrert oss om det som skjer under *kjøring* av det distribuerte systemet under redningsarbeidet. Vi har ikke sett på hva som skal skje *før* og *etter* redningsarbeidet, det være seg også *oppstart* og *avslutning* av systemet.

Ved gjennomføring av tester har vi begrenset testingen av Emnekartstøtte til de mobiltelefonene vi har hatt tilgjengelig. Dette har vært to telefoner fra Sony Ericsson: T610 og K600i. Disse representerer nedre og øvre del av spekteret over mobiltelefoner. T610 er en eldre telefon og K600i er en ny og moderne telefon.

Vi har først og fremst begrenset oss til å se på hvordan Emnekart håndteres *på* selve mobiltelefonen og ikke sett så mye på hvordan Emnekart skal distribueres blant de ulike devicene i systemet. Resultatene fra arbeidet håper vi imidlertid vil kunne bidra til utarbeidelse av en modell for hvordan distribusjon av Emnekart skal foregå. Vi har også begrenset oss til å se på ressursene som kreves for å administrere Emnekaret, ikke hvordan navigasjon og brukergrensesnitt skal være.

1.4 Oversikt over oppgaven

Denne oppgaven består av fem kapitler, samt referanser og appendikser til slutt i rapporten.

Kapittel 1 gir en oversikt over hva oppgaven handler om. Bakgrunn og problemstilling for oppgaven presenteres samt at det forklares hvordan vi har kommet fram til problemstillingen og hvilke begrensninger som er gjort.

Kapittel 2 gir en oversikt over teorien som er benyttet i oppgaven. Mesteparten av teorien omhandler ulike sider av å bruke Emnekart, fra datamodell og formater til implementering ved bruk av Emnekartmotorer. Det tas også opp hvordan utvikling av applikasjoner foregår på

mobiltelefoner. Ikke all teori er samlet i dette kapitlet. Noe teori er også flettet inn i de andre kapitlene der dette har vært mer hensiktsmessig.

Kapittel 3 beskriver annen forskning som er relevant for oppgaven.

Kapittel 4 forklarer hvordan informasjonsdeling kan foregå ved hjelp av øvre ontologier. Mulighetene som ligger i bruk av Emnekart blir også diskutert gjennom ulike tenkte scenarier. Disse mulighetene oppsummeres til slutt i kapitlet.

Kapittel 5 tar for seg hvordan Emnekart kan kjøres på mobiltelefon under redningsarbeid. Det utarbeides ulike spørsmål som vi ønsker å teste, det beskrives hvordan testene implementeres og hva resultatene av testene blir. Til slutt gjøres det en diskusjon av resultatene.

Kapittel 6 inneholder konklusjonen for arbeidet og presenterer ulike tema som er interessante for vider arbeid.

2 Teori

2.1 Emnekart (Topic Maps)

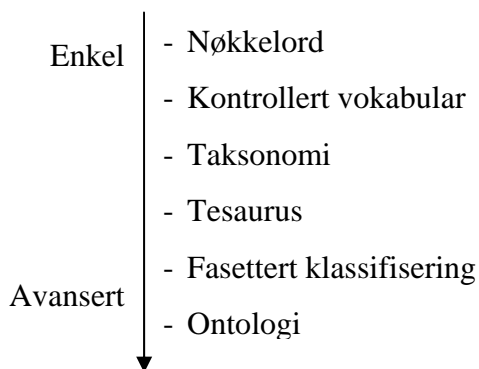
Emnekart har sin bakgrunn i at man ønsket å klassifisere innhold etter emner. Dette ble gjort ved at man laget indekser bak i bøker. I arbeidet med å lage indekser støtte man blant annet på følgende problemer: Samme ord kunne bety flere ting; det kunne være flere emneord for en ting; ulike indekser brukte ulike ord for samme ting – noe som skapte problemer ved sammenslåing av indekser. Disse problemene er noe av det Emnekart løser. Emnekart er i dag en ISO-standardisert teknologi for knowledge management [ISO 2002].

Emnekarts fokus har hele tiden vært at det er mennesker som leter etter innhold ut fra emneord. Emnekart hjelper derfor brukere å navigere i informasjon. Dette ser vi i dag ved at Emnekart spesielt er mye brukt på web. Emnekart brukes for eksempel til å lage lister med relaterte lenker:

1. ”andre artikler av denne forfatteren”
2. ”andre artikler om samme tema”
3. ”relaterte tema”
4. osv.

Slike lister med relevante lenker krever ikke nødvendigvis bruk av Emnekart, men Emnekart kan brukes, og kan gi bedre relevans på lenkene.

Det finnes flere ulike metoder for å klassifisere innhold. Disse metodene strekker seg fra enkle metoder til mer avanserte:



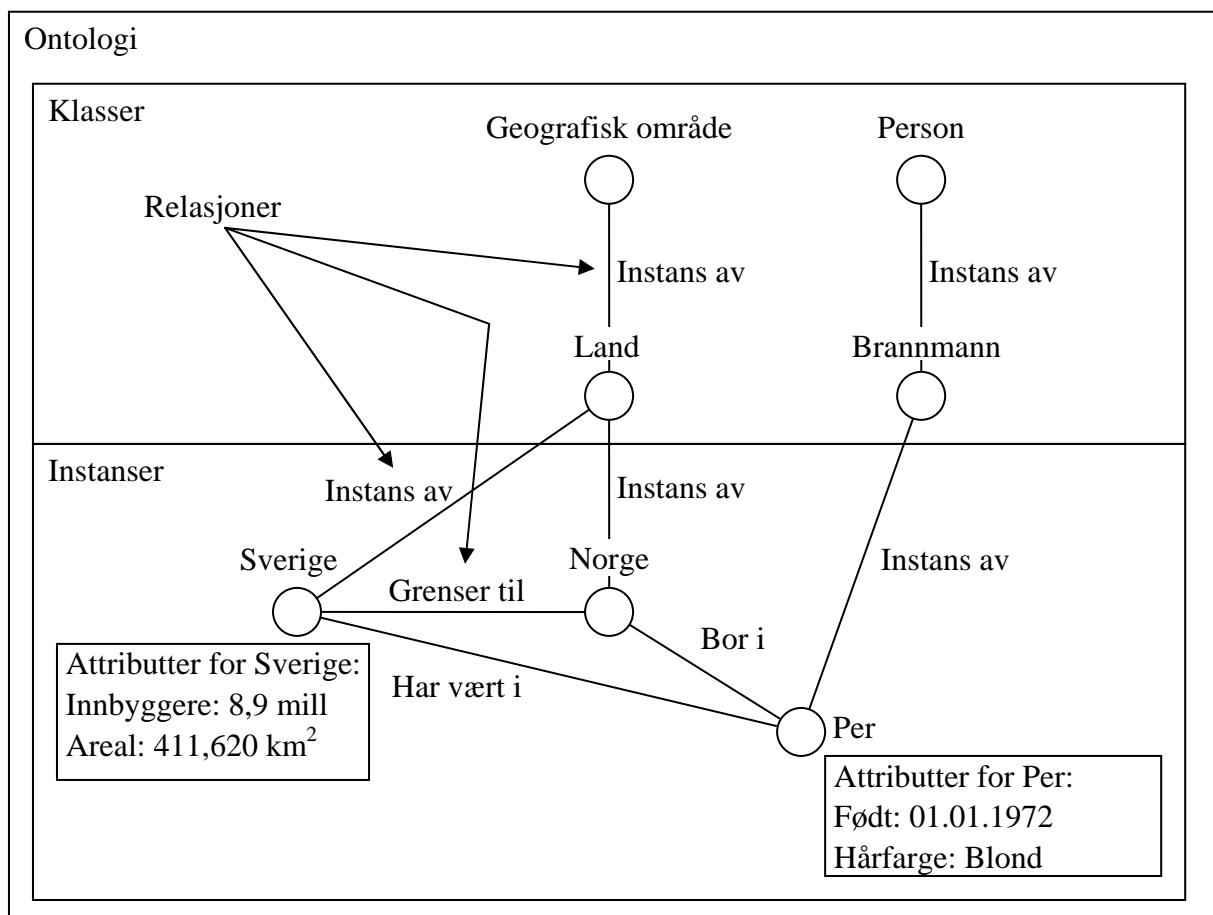
Figur 2: Klassifiseringsmetoder i Emnekart [Ontopia 2006a]

Emnekart er en teknologi som har muligheten til å klassifisere innhold etter alle disse metodene.

2.1.1 Ontologi

Den mest uttrykksfulle klassifiseringsmetoden Emnekart kan brukes til er ontologier – Emnekart omtales ofte som en ontologiteknologi. Det finnes mange ulike definisjoner for ontologier. En ontologi er ”en klassifisering av typene og subtypene til konsepter og relasjoner som er nødvendige for å beskrive alt i applikasjonsdomenet” [Sowa 2000] (oversatt fra engelsk). [Wikipedia 2006] sier at en ontologi er (oversatt fra engelsk) ”en datamodell som representerer et domene og som er brukt til å resonnerer om objektene i det domenet og relasjonene mellom dem”. Videre sies det at ontologier beskriver instanser, klasser, attributter og relasjoner. [Park 2002] sier at (oversatt fra engelsk) ”ontologier inkluderer:

- *Entiteter* (ting)
- *Relasjonene* mellom de entitetene
- *Egenskapene* (og egenskapsverdier) til de entitetene
- *Funksjonene og prosessene* som involverer de entitetene
- *Begrensninger på og regler* om de entitetene”



Figur 3: En ontologi inneholder klasser, instanser, relasjoner og attributter

I Figur 3 vises sammenhengen mellom instanser, klasser, relasjoner og attributter. I figuren er det ikke antydning på retning på relasjonene. Ulike teknologier har ulike måter å representere relasjoner på. I RDF gjelder en relasjon bare i en retning, som for eksempel at det er en relasjon mellom "Per" og "Norge" som heter "Bor i". Men dette gir ikke at det er noen

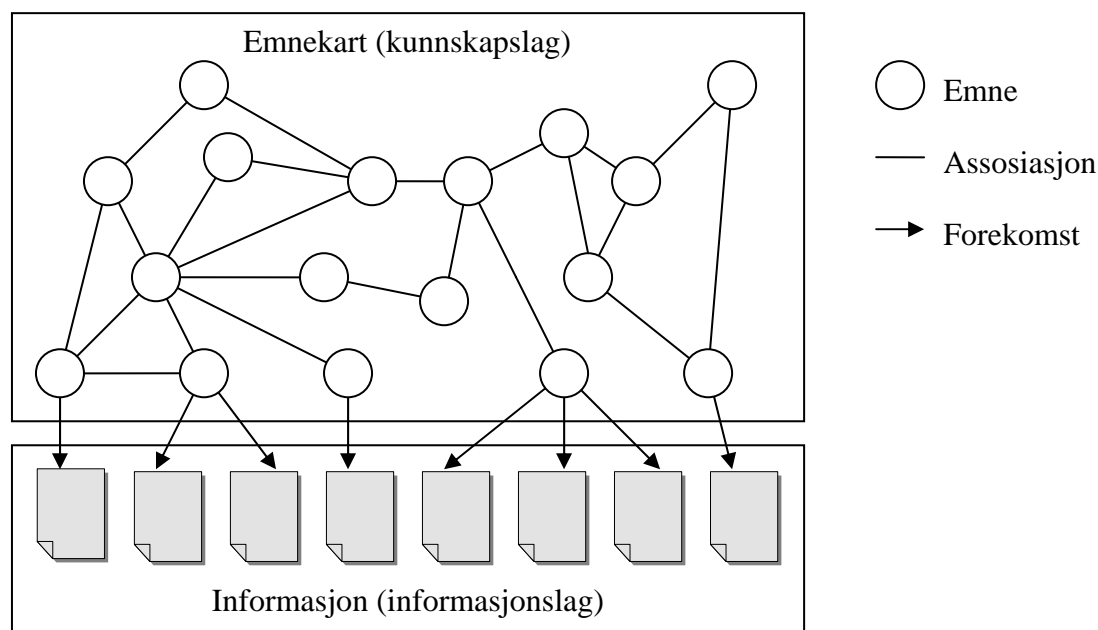
relasjon motsatt vei. Dette må i så fall uttrykkes som en relasjon "Har innbygger" fra "Norge" til "Per". I Emnekart gjelder alle relasjoner i begge retninger, og man sier at når "Per" "bor i" "Norge", betyr dette også at "Norge" "har innbygger" "Per". Dessuten spesifiseres det i Emnekartet at Per har rollen som "innbygger", mens Norge har rollen som "land".

Som allerede antydnet, er det forskjeller mellom hvordan ontologier uttrykkes i ulike teknologier. Det er også forskjell på hvor mye som kan uttrykkes i de ulike språkene. Innenfor miljøer som jobber med kunstig intelligens, bruker man teknologier som definerer ontologier veldig formelt og med mye innslag av logikk for at datamaskiner skal kunne resonnerer og trekke slutninger ut fra informasjonen i ontologien. Emnekart har et mindre formelt fokus: Målet med Emnekart er at mennesker skal kunne bruke ontologien til å finne den informasjonen de leter etter.

Noen ganger skiller man mellom øvre og nedre ontologier. Øvre ontologier er et sett med felles begreper som kan brukes i ontologier innenfor ulike domener [Wikipedia 2006]. Slike sett med felles begreper kalles også delte vokabularer. Målet med å bygge på slike felles øvre ontologier er å få semantisk interoperabilitet [Park 2002]. Semantisk interoperabilitet gjør at applikasjoner som forstår en ontologi også kan forstå andre ontologier som bruker de samme begrepene.

Begrepet øvre ontologi brukes også noen ganger om typene (klassene) i en ontologi [Ontopia 2005], for eksempel entitetstyper, relasjonstyper, egenskapstyper. I denne oppgaven brukes begrepet øvre ontologi synonymt med delte vokabularer, mens typene omtales som typehierarkier.

2.1.2 Datamodell



Figur 4: Emnekarts arkitektur [Garshol 2002]

Datamodellen for Emnekart har nå status som endelig utkast (final draft) [ISO 2005a]. De mest sentrale begrepene i datamodellen er emner, assosiasjoner og forekomster. Disse omtales ofte som TAO (topics, associations, occurrences) [Pepper 2006b].

Figur 4 viser en av styrkene til Emnekart – Emnekartet er uavhengig av informasjonen det refererer til. Man kan ha flere Emnekart som refererer til samme informasjon, og forskjellige informasjonsgrunnlag for samme Emnekart. I figuren vises både emner, assosiasjoner og forekomster. Det er viktig å presisere at forekomstene i figuren er *eksterne* forekomster. En ekstern forekomst er en referanse til informasjon som ligger *utenfor* Emnekartet. Et eksempel på dette kan være at emnet "Universitetet i Oslo" har en ekstern forekomst av typen "Nettsted" med verdi "http://www.uio.no". En *intern* forekomst er forekomster av emnet som ligger *innenfor* Emnekartet. Dette tilsvarer det som omtales som attributter i Figur 3. Et eksempel: Emnet "Bilkollisjon ved Kløfta" har en intern forekomst av typen "Rapportert inn kl" med verdi "07:42". En intern forekomst omtales ofte som en egenskap (property) ved et emne.

Kjernen i Emnekart er TAO, men det er viktig å være klar over mulighetene som ligger i de andre konstruksjonene i Emnekart: Scope, reification og merging.

Scope gir muligheten til å definere forskjellige "views" på et Emnekart. Denne egenskapen kan for eksempel brukes til å filtrere på brukergrupper og språkversjoner. Filtrering på brukergrupper kan bety at studenter bare får se emner merket med scope "student", mens ansatte får Emnekartet bare med emner merket "ansatt". Språkfunksjonalitet kan bygges ved å legge til navn på emner i scope "engelsk" i tillegg til standard navn som er på norsk. Slik kan norske studenter få se emnekartet med bare studentemner på norsk, mens engelske studenter får se studentemner på engelsk. Et forskningsprosjekt som bruker scope er IRIS [Park 2006].

Ulike scope kan defineres for ulike anvendelser. Datamodellen inneholder imidlertid ett predefinert scope som heter "sort". Dette er sorteringsnavnet til et emne. For eksempel kan et emne ha navn definert uten scope til å være "Samuel Vigdal", mens sorteringsnavnet kan være "Vigdal, Samuel". Sorteringsnavnet brukes når man gjør en spørring mot et Emnekart og skal sortere resultatet etter navn.

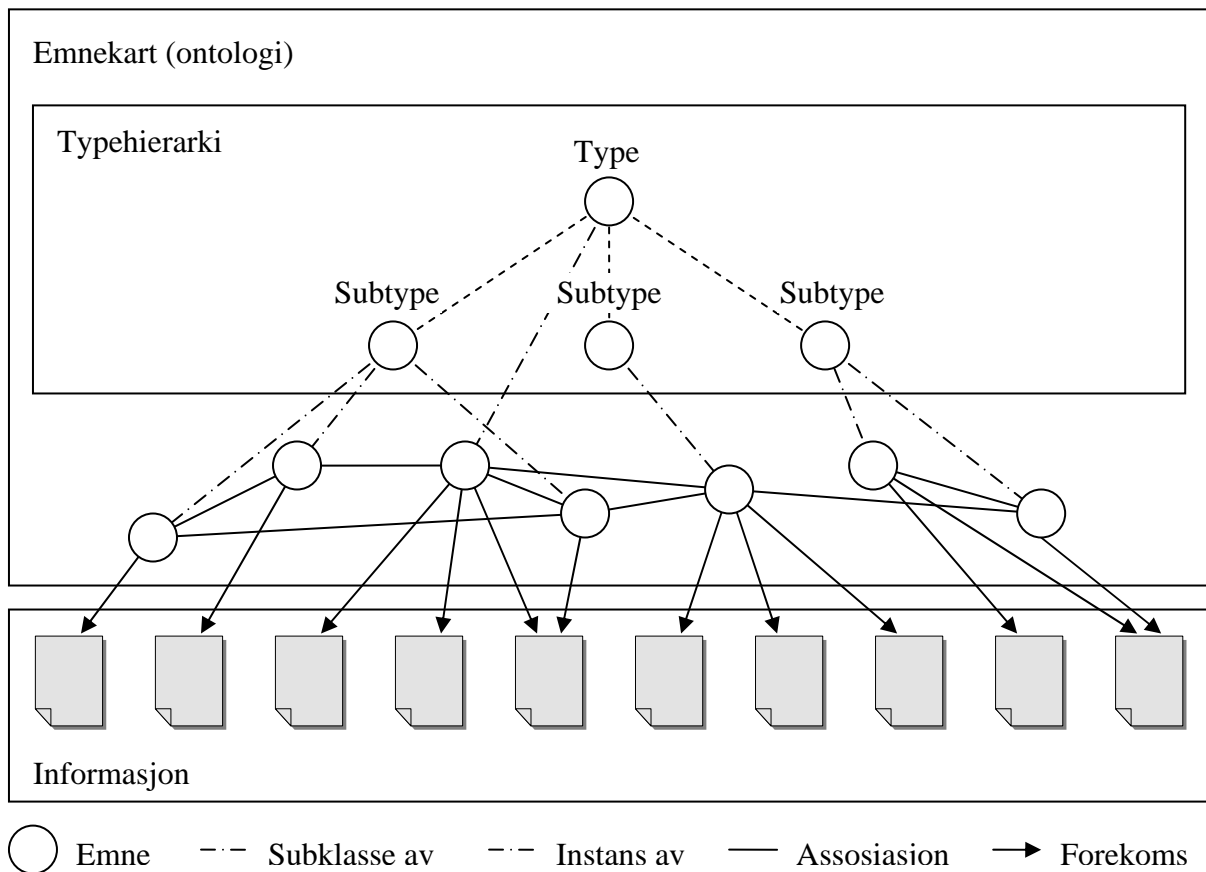
Reification er en annen av mulighetene i Emnekart. Reification betyr tingifisering, dvs. at man bruker reification til å si noe mer om noe. Man kan for eksempel bruke reification til å si noe mer om en relasjon. Eksempel: Man har en relasjon "ansatt-av" mellom en ansatt og en arbeidsgiver. Ved hjelp av reification kan man si mer om denne relasjonen. Man kan for eksempel legge til informasjon om når personen ble ansatt.

Merging er en av styrkene til Emnekart som gjør Emnekart spesielt egnet for distribusjon. Som tidligere nevnt, hadde man problemer ved sammenslåing av indekser i bøker: Forkjellige ord kunne representere det samme, mens samme ord kunne bety ulike ting. For å løse dette problemet er man avhengig av i Emnekart å kunne unikt identifisere emner. Dette gjøres på to måter [ISO 2005a]:

- Subject locator
- Subject identifier

Dersom et emne representerer noe som kan adresseres ved en URI, for eksempel et elektronisk dokument på Internett, brukes en *subject locator*. Men ofte ønsker man også å representere andre ting enn elektroniske dokumenter i et Emnekart, for eksempel emnet "Brannmann". For å ha en unik ID til dette emnet, *opprettet* man et elektronisk dokument som beskriver (for oss mennesker) hva som menes med begrepet brannmann. Deretter bruker man *adressen* til denne beskrivelsen som ID for emnet. Adressen til emnebeskrivelsen kalles en *subject identifiser*, mens selve beskrivelsen kalles en *subject indikator*. En subject indikator omtales ofte som en PSI, "published subject indicator". [OASIS 2003]

Et problem i dag er at det ikke finnes gode oversikter over PSI-er. Dette resulterer i at når ulike organisasjoner utvikler sine Emnekart, oppretter de egne PSI-er. Når man så merger Emnekart, finnes det ingen emner med like subject identifiers, selv om emnene representerer det samme. En løsning på dette er å bruke delte vokabularer.



Figur 5: Typehierarki i Emnekart

For å støtte bruk av typer, inneholder datamodellen for Emnekart en spesiell relasjon som kalles type-instance relasjonen. Denne relasjonen mellom to emner, sier at det ene emnet er av type det andre emnet (se Figur 5). Et emne blir altså en type idet det får en instans av seg. Både emner, assosiasjoner, roller og forekomster kan være typet. Emnekartet inneholder derfor følgende grupper av typer:

1. Emnetyper
2. Assosiasjonstyper
3. Rolletyper
4. Forekomststyper

I tillegg til type-instance relasjonen er det en annen spesiell konstruksjon: supertype-subtype relasjonen. Denne konstruksjonen gjør at man kan lage hierarkier av typene.

Emner i emnekart trenger ikke bare være av én type. Emnekart støtter multityping, dvs. at emner kan være av flere forskjellige typer. Dette kan for eksempel brukes til aksesskontroll. Man kan lage egne brukergrupper og hierarkier av brukere og si at en bruker i hierarkiet eller en gruppe i hierarkiet skal ha tilgang til et emne, eller en type emner. Fordelen med å bruke typing, er at det gir mindre kodelinjer sammenlignet med bruk av scope. For eksempel for å si at alle i en organisasjon skal ha tilgang til et emne trenger man ikke si at emnet har scope person1, person2, ... person100. I stedet sier man bare at emnet er av type "tilgang-org-1". I [Schwotzer 2002] brukes typer for å håndtere utveksling av informasjon gjennom "Knowledge ports" (se kapittel 3).

2.1.3 Dataformat

Første versjon av standarden for Emnekart, ISO 13250:2000 [ISO 1999], definerte HyTM (forkortelse for HyTime Topic Maps) som syntaks for Emnekart. Denne syntaksen hadde flere problemer, som gjorde at det kom en andre utgave av standarden, ISO 13250:2003 [ISO 2002], som i tillegg til HyTM definerte XTM (forkortelse for XML Topic Maps) som syntaks [XTM 2001]. HyTM er i dag knapt brukt.

Dersom man ønsker å redigere Emnekartdokumenter manuelt i stedet for å bruke verktøy som genererer XTM-filer, finner man raskt ut at dette er tungvint. Dette har resultert i at det har blitt definert flere proprietære kompakte formater for Emnekart som er bedre egnet for manuell redigering (bl.a. LTM [Garshol 2006a] og AsTMa= [Barta 2005a]). Et standardiseringsarbeid er startet for å definere en kompakt notasjon for Emnekart som skal supplere XTM [ISO 2006]. Standarden har fått navn ISO 13250-6. Standardiseringsarbeidet er enda i en tidlig fase, så inntil videre må man bruke proprietære formater for manuell redigering av Emnekartdokumenter, om man ikke vil bruke XTM.

2.1.4 Spørringer og skjema

På samme måte som innenfor relasjonelle databaser, er det nyttig med et språk for spørringer mot Emnekart og mulighet for å definere skjema for Emnekartet. Det finnes løsninger som har sitt eget skjemaspråk og språk for spørringer, bl.a. i Ontopia Knowledge Suite, henholdsvis Ontopia Schema Language (OSL) og tolog. Det er ennå ikke etablert noen standarder for spørringer og databaseskjema for Emnekart, men dette er under utarbeidelse. De to standardene som er under utarbeidelse har fått betegnelsene ISO 18048: Topic Maps Query

Language (TMQL) og ISO 19756: Topic Maps Constraint Language (TMCL). Det finnes offisielle ”working drafts” for begge standardene [ISO 2006] [ISO 2005c].

2.1.5 Distribuering av Emnekart

En av styrkene til Emnekart er at det er enkelt å slå sammen (merge) Emnekart. Dette er nyttig når man ønsker å utveksle hele eller deler av Emnekart i et distribuert system. Til dette trenger man en protokoll. Det er ingen standard protokoll for dette, men det finnes flere proprietære løsninger, bl.a. TMRAP [Garshol 2006b] og TMIP [Barta 2005b].

2.1.6 Anvendelse og utbredelse

Miljøet for Emnekart har et spesielt godt fotfeste i Norge, gjennom at Ontopia AS har vært og fortsatt er ledende innenfor området. Men ellers er det også miljøer i Tyskland, USA, England og Sør-Korea som bruker Emnekart.

Emnekart er i dag spesielt brukt på internett for å bedre navigasjonen på nettsider. Eksempler på annen kommersiell bruk av Emnekart er innenfor e-læring, ressursforvaltning (asset management) og modellering av forretningsprosesser [Pepper 2005]. Emnekart blir også brukt innenfor ulike forskningsprosjekter, som for eksempel Shark [Schwotzer 2002], IRIS [Park 2006] og Living Memory [Leuenberger 2006].

2.1.7 Relaterte teknologier

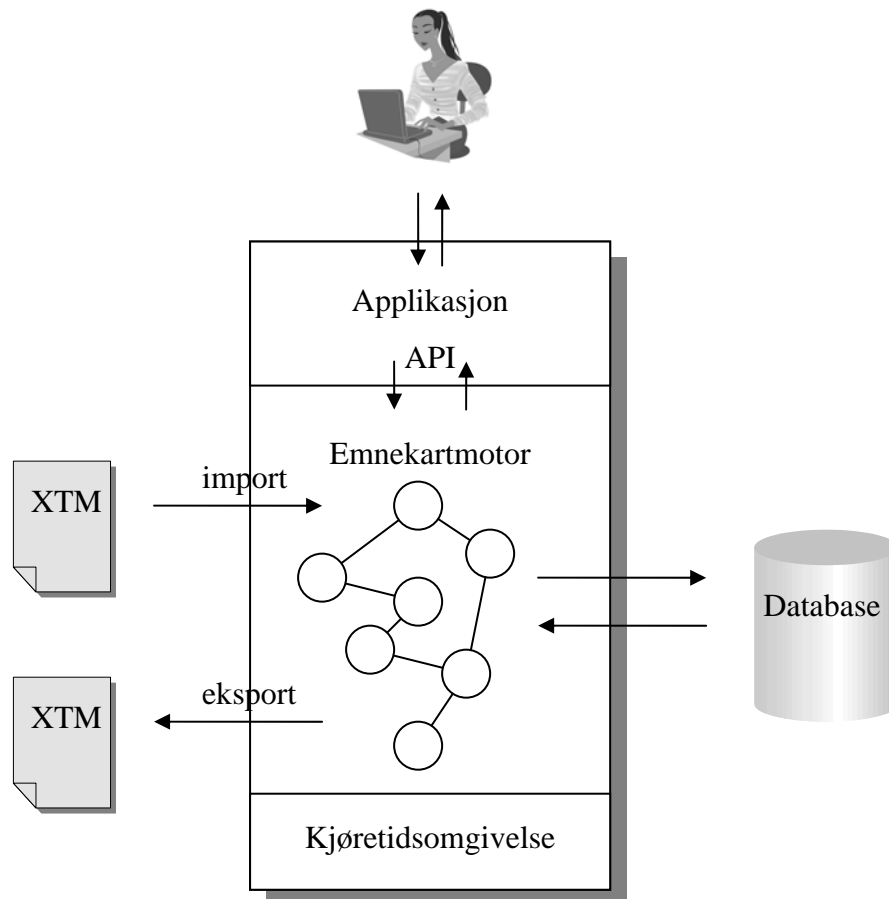
Den teknologien som ligner mest på Emnekart er RDF/OWL. RDF/OWL brukes innenfor semantic web og er mye mer utbredt enn det Emnekart er. Men det er viktig å være klar over at RDF/OWL og Emnekart ikke er teknologier som gjør akkurat det samme – de har forskjellige egenskaper. Emnekart er laget for bruk av mennesker, mens RDF/OWL har som hensikt å bli brukt av intelligente agenter (kunstig intelligens). Derfor må man se på hvilke egenskaper man er på jakt etter og velge deretter [Pepper 2006a] [Pepper 2005] [Garshol 2003]. Det blir i dag jobbet med å definere hvordan man kan konvertere data fra RDF til Emnekart og motsatt [W3C 2006]. Det er også arbeid som bruker en kombinasjon av flere av teknologiene:

- IRIS – kombinasjon av ontologi definert i OWL og Emnekart lenket til ontologien [Park 2006]
- Mondeca ITM har sett på hvordan OWL ontologier kan brukes for å beskrive og kontrollere Emnekart constraints [Vatant 2004]

2.2 Implementering av Emnekart – Emnekartmotor

Ved utvikling av applikasjoner eller systemer som baserer seg på Emnekart, er det hensiktsmessig å benytte en Emnekartmotor (Topic Map engine). En Emnekartmotor er en komponent som gjør en del oppgaver som er felles for applikasjoner innenfor alle

anvendelsesområder for Emnekart. Eksempler på slike oppgaver er å opprette og lagre Emnekart, legge til emner, assosiasjoner og forekomster, samt å finne emner, assosiasjoner eller forekomster. Når Emnekartmotoren tar seg av disse oppgavene, kan man konsentrere seg om å utvikle det som er spesifikt for anvendelsesområdet.



Figur 6: Emnekartmotor

Det er tilgjengelig mange ulike Emnekartmotorer [Woodman 2006]. De ulike Emnekartmotorene skiller seg fra hverandre på flere ulike områder, bl.a.:

- Funksjonalitet:
 - Støtte for persistens
 - Ingen støtte – Emnekartdataene holdes bare i minnet når programmet kjøres og forsvinner ved avslutning
 - Persistens løses ved å importere XTM-filer ved oppstart og eksportere ved avslutning
 - Støtte for ulike databaser (f.eks. Oracle, Microsoft SQL Server, PostgreSQL)
 - Støtte for spørringer og skjema
 - Støtte for import og eksport av Emnekart i ulike formater (f.eks. XTM og LTM)
 - Støtte for kommunikasjon med andre Emnekartmotorer (utveksling av Emnekartinformasjon)
- Programmeringsspråk (f.eks. Java, .Net, Perl, Python)
- Kjøretidsomgivelse (f.eks. Java (J2SE, J2ME), Microsoft .Net)

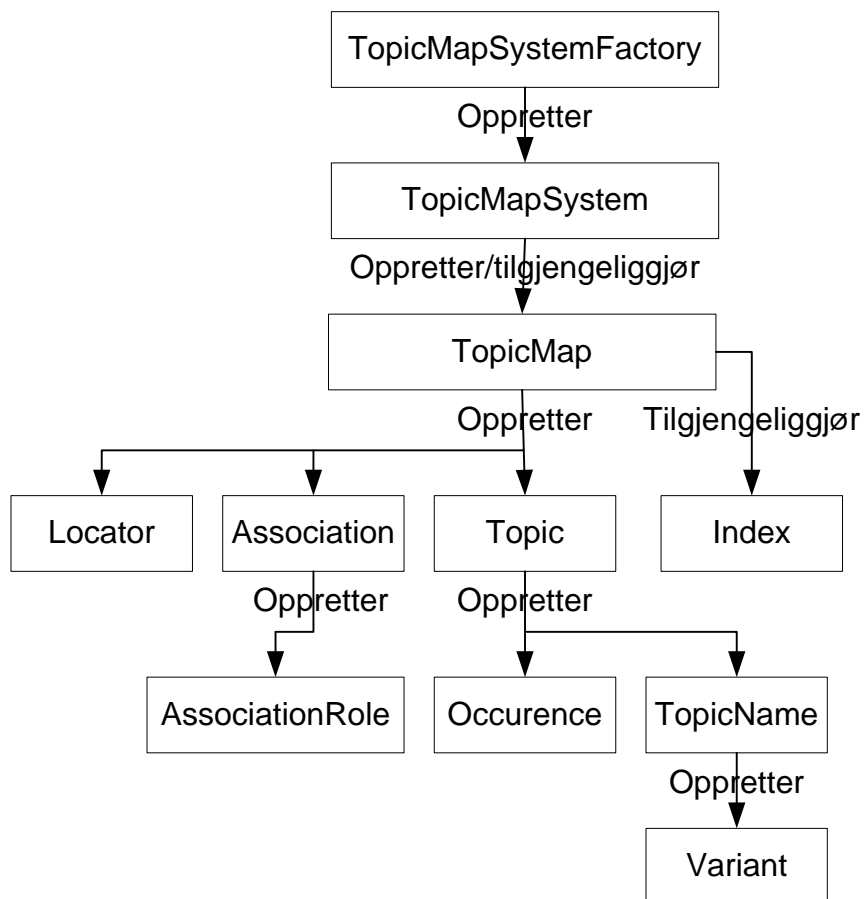
- Ytelse og ressursbehov (minne, CPU, lagringsplass)
- Anskaffelseskostnad (lisensiert, GPL)
- Følger standarder (f.eks. TMAPI)

Ut fra Emnekartmotorenes ulike egenskaper, må man velge den som passer best for sitt formål.

2.3 TMAPI

Mye av informasjonen i dette kapittelet er basert på [TMAPI 2006].

TMAPI (Topic Map API) er et Javagrensesnitt for Emnekart. API-et er laget av utviklere som jobber med Emnekartmotorer eller Emnekartapplikasjoner. TMAPI har blitt en de facto standard som flere Emnekartmotorer støtter. Et av målene med TMAPI er å fremme interoperabilitet mellom ulike motorer.



Figur 7: Sammenheng mellom de sentrale klassene i TMAPI (basert på [TM4J 2002])

TMAPI er delt opp i tre pakker (packages): org.tmap.core, org.tmap.index og org.tmap.index.core. org.tmap.core inneholder grensesnitt for å opprette, redigere og fjerne Emnekart. Man kan også hente ut informasjon om de ulike TAO i Emnekartet. For å få mer effektiv tilgang til informasjonen i Emnekartet, inneholder org.tmap.index og

org.tmapl.index.core grensesnittdefinisjoner for ulike indekser. Figur 7 viser sammenhengen mellom de sentrale klassene i TMAPI.

Det finnes både åpen kildekode og kommersielle Emnekartmotorer som støtter TMAPI:

Produkt	Leverandør	Beskrivelse
Ontopia Knowledge Suite	Ontopia AS	Kommersielt produkt. Mye tilleggsfunksjonalitet
TM4J	TM4J Project	Åpen kildekode. En del tilleggsfunksjonalitet
tinyTIM	Stefan Lischke	Minimum implementasjon av TMAPI. Åpen kildekode.
XTM4XMLDB	Stefan Lischke	TMAPI implementasjon for XML databaser. Åpen kildekode.
MTV	Shark – tysk forskningsprosjekt	TMAPI implementasjon for J2ME.

Tabell 1: Oversikt over Emnekartmotorer

2.3.1 Ontopia Knowledge Suite (OKS)

Dette kapittelet er basert på [Ontopia 2006b]. Ontopia Knowledge Suite (OKS) er utviklet av et av de ledende selskapene innenfor Emnekart, Ontopia AS. OKS finnes i to utgaver – OKS Enterprise og OKS Samplers. Begge OKS utgavene inneholder en Apache tomcat webserver, som er nødvendig for å få brukt produktene.

OKS Samplers er en samling produkter som er gratis å laste ned fra Ontopias nettsider. Produktene gir det man trenger for å lage, redigere og visualisere/utforske Emnekart: Ontopoly (for å redigere Emnekart/ontologier), Omnigator (for å navigere i Emnekart) og Vizigator (for å visualisere og utforske Emnekart).

Ved å kjøpe OKS Enterprise får man tilgang til en avansert Emnekartmotor som har funksjonalitet for spørringer (tolog), databaseskjema (Ontopia Schema Language), full-tekst søk, lagring i ulike databaser samt import og eksport av RDF, XTM og LTM dokumenter. OKS Enterprise inneholder også rammeverk (JSP) for utvikling av webapplikasjoner med navigasjon i og redigering av Emnekart.

2.3.2 TM4J

TM4J er utviklet som et åpen kildekode-prosjekt. Emnekartmotoren er fritt tilgjengelig og inneholder en del funksjonalitet ut over det som er definert i TMAPI: TM4J har query-støtte (tolog), funksjonalitet for import av XTM- og LTM-filer, eksport av XTM-filer og støtte for persistent lagring (relasjonelle databaser via Hibernate eller objektdatabasen Ozone) [TM4J 2006].

2.3.3 tinyTIM

tinyTIM er en Emnekartmotor med liten filstørrelse. Dette gjør at tinyTIM passer godt i miljøer der det er lite tilgjengelig lagringsplass. tinyTIM implementerer alle TMAPI-grensesnittene, men ut over dette håndterer den bare import og eksport av XTM-filer, samt import av ID3-filer (tagging av MP3-filer). tinyTIM har ikke støtte for persistent lagring, men laster bare inn en XTM-fil og holder denne i minnet til programmet avsluttes.

2.3.4 XTM4XMLDB

XTM4XMLDB er en åpen kildekode implementasjon av TMAPI for XML-databaser, som eXist eller Apache Xindice [TMAPI 2006]. Det er ikke publisert noe dokumentasjon av Emnekartmotoren, og kildekodeen inneholder få kommentarer.

2.3.5 MTV

MTV (Mobile Topic Viewer) er så langt vi vet den eneste tilgjengelige Emnekartmotoren for mobiltelefoner. Motoren er utviklet som en del av forskningsprosjektet Shark (se nærmere omtale av Shark i kapittel 3). Dokumentasjonen av motoren er på tysk, men kildekodeen er godt kommentert på engelsk.

MTV er foreløpig i en tidlig versjon. Dette innebærer at den viktigste funksjonaliteten for å håndtere Emnekart er på plass, men at ikke alle metodene i TMAPI er implementert. Funksjonalitet som mangler i forhold til TMAPI er støtte for reification og merging. MTV har også begrenset støtte for indekser. Indeksen som er implementert, TopicsIndex, gir tilgang til emner ut fra type, subject locator og subject identifiser. MTV mangler også støtte for å kunne håndtere flere ulike Emnekart på en gang.

Siden MTV skal kunne kjøres på mobiltelefoner, kjører den på Javaplattformen for mobiltelefoner, J2ME (Java 2 Micro Edition – se omtale i kapittel 2.4). MTV støtter persistens gjennom bruk av RMS (Record Management System) i J2ME, men MTV kan også kjøres uten persistens. MTV støtter også import av XTM-filer.

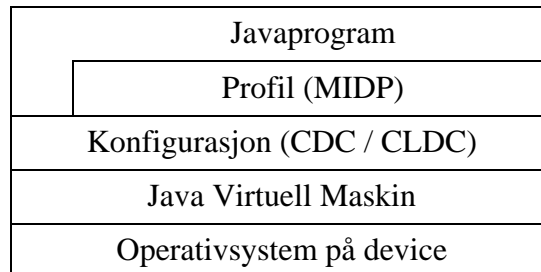
2.4 Utvikling av applikasjoner for mobiltelefon – J2ME

Store deler av dette kapitlet er basert på [Wells 2004].

For å kjøre Javaprogrammer på mobiltelefon må man bruke J2ME (Java 2 Micro Edition). J2ME er en versjon av Javaplattformen som er rettet hovedsakelig mot PDA-er og mobiltelefoner. Deviceer som støtter J2ME har ulike egenskaper i forhold til hvilken konfigurasjon og profil som støttes. En *konfigurasjon* er det man minimum trenger for å kjøre Javaprogrammer mot en Java Virtuell Maskin (JVM). J2ME har to typer konfigurasjoner med tilsvarende målgrupper:

1. CDC (Connected Device Configuration) – PDA-er
2. CLDC (Connected, Limited Device Configuration) – mobiltelefoner

En *profil* bygger på funksjonaliteten i konfigurasjonen og legger til funksjonalitet for for eksempel brukergrensesnitt. Den mest populære profilen for mobiltelefoner er MID (MIDs (Micro Information Devices)). Denne finnes for tiden i to versjoner MIDP 1.0 og MIDP 2.0.



Figur 8: J2ME arkitektur [Wells 2004]

En applikasjon som kjører mot MIDP, kalles en midlet (tilsvarende slik Javaapplikasjoner i nettlesere kalles applets). Noe av det som ligger i MIDP (både 1.0 og 2.0) er støtte for persistent lagring. Dette kalles RMS (Record Management System).

2.4.1 Emulatorer

Når man utvikler programvare for J2ME ønsker man med jevne mellomrom å teste applikasjonen. Den enkleste måten å gjøre dette på er å bruke emulatorer. En emulator er et program som skal fungere på samme måte som en device, for eksempel en mobiltelefon. Alle de store leverandørene av mobiltelefoner, som Nokia, Motorola, Sony Ericsson osv. leverer emulatorer for sine telefoner. Disse emulatorene inngår ofte i programvarepakker for utvikling av J2ME applikasjoner (development kits). Sun (leverandøren av Java) har også et development kit som inneholder generelle emulatorer (emulatorer som ikke representerer en spesifikk mobiltelefon). [Knudsen 2003] gir en oversikt over noen emulatorer.



Figur 9: Mobilemulatorer for Sony Ericsson T610 og K600. Til høyre er en av Suns generelle emulatorer, DefaultGreyPhone.

For å emulere ulike mobiltelefoner, har de ulike emulatorene forskjellige innstillinger for bl.a. ytelse, lagringskapasitet og lokasjon for lagring. Dessuten har de ofte (i alle fall Sony Ericssons og Suns emulatorer) mulighet for å overvåke minneforbruk og se hva som befinner seg i minnet under kjøring av midlets (oversikt over objekter).

3 Relatert arbeid

Forskning på informasjonsdeling ved hjelp av Emnekart i MANET er veldig nytt. Derfor er det lite relatert forskning å vise til. Det mest relevante vi har funnet er et forskningsprosjekt ved "Institut für Telekommunikationssysteme" ved "Technische Universität Berlin".

Prosjektet heter Shark, som er en forkortelse for "Mobile Shared Knowledge". De følgende avsnittene er basert på [Schwotzer 2002].

Shark opererer med brukergrupper (for eksempel musikkinteresserte, selgere innenfor et firma, forskere) der medlemmene av en gruppe skal synkronisere kunnskap (knowledge) seg imellom. Kunnskapen er representert som Emnekart. De ulike brukerne benytter devices som kjører J2ME (for eksempel PDA-er eller mobiltelefoner), kalt Mobile Stations. Siden Mobile Stations har begrensede ressurser, har de bare mulighet til å ha med seg et utdrag av den totale kunnskapsbasen, det totale Emnekartet. Hele kunnskapsbasen er lagret på en sentral enhet, som kalles Central Station. Dersom de ulike brukerne legger til ny kunnskap, må dette godkjennes av de som arbeider med Central Station, før denne kunnskapen kan distribueres til de andre Mobile Stations. Shark opererer også med en tredje type komponenter, Local Stations. Disse opererer på samme måte som Mobile Stations, men er stasjonære og kjører J2SE. En Local Station tilbyr lokasjonsbasert kunnskap.

I tillegg til å synkronisere kunnskap innad i brukergruppene, utveksler de ulike gruppene kunnskap seg imellom. Til dette brukes noe som kalles Knowledge Ports. Knowledge Ports er to spesielle emnetyper: Incoming Knowledge Port og Outgoing Knowledge Port. Dersom en brukergruppe ønsker mer kunnskap om et emne, merkes dette emnet med typen Incoming Knowledge Port. I motsatt fall, om gruppen ønsker å dele informasjon om et emne, legges typen Outgoing Knowledge Port til emnet. Det er tenkt at Knowledge Ports også skal kunne håndtere aksesskontroll til de ulike emnene, slik at for eksempel ikke alle brukere skal få tilgang til emner merket med Outgoing Knowledge Port. Selve kunnskapsutvekslingen skjer ved hjelp av Bluetooth når to forskjellige Mobile Stations befinner seg innenfor rekkevidde av hverandre.

[Schwotzer 2002] konkluderer med å si at Shark ikke brukes for å organisere kunnskapsbaser, men for å organisere kunnskapsflyt.

I forhold til slik redningsarbeidet fungerer i Ad-hoc InfoWare er det ikke aktuelt med informasjonsutveskling mellom lukkede brukergrupper, men heller å gjøre spørringer mot en felles kunnskapsbase. Da er det mer relevant med synkronisering av informasjon blant alle redningsarbeiderne. På dette området passer ikke Sharks sentraliserte kontroll. Vi ønsker ikke at en sentralisert enhet skal sitte og verifisere informasjon, men at de ulike medarbeiderne skal kunne bidra med fullverdig informasjon.

Shark har likevel hatt avgjørende betydning for denne oppgaven. Vi var i kontakt med Thomas Schwotzer, en av de sentrale personene i Shark-prosjektet. Dette resulterte i at vi fikk tilgang til Emnekartmotoren MTV. Denne Emnekartmotoren er, så lang vi vet, den eneste

Emnekartmotoren implementert for J2ME. Den har derfor vært helt nødvendig for å få testet kjøring av Emnekart på mobiltelefon.

4 Emnekart i Ad-hoc InfoWare

I dette kapitlet blir det forklart hvordan informasjonsdeling kan foregå ved hjelp av øvre ontologier. Mulighetene som ligger i bruk av Emnekart blir også diskutert gjennom ulike tenkte scenarier. Disse mulighetene oppsummeres til slutt i kapitlet.

4.1 Etablering av ontologier

Hovedhensikten med Ad-hoc InfoWare er å støtte informasjonsdeling i redningssituasjoner [Plagemann 2004]. Ad-hoc InfoWare skal ikke bare sørge for deling av informasjon, men også at den enkelte medarbeider får riktig mengde informasjon, riktig type informasjon og at informasjonen kommer til rett tid og i forhold til situasjonen den enkelte befinner seg i. Dette kan i ytterste konsekvens redde liv, ved at redningsarbeidet blir utført på en bedre måte [Sanderson 2004].

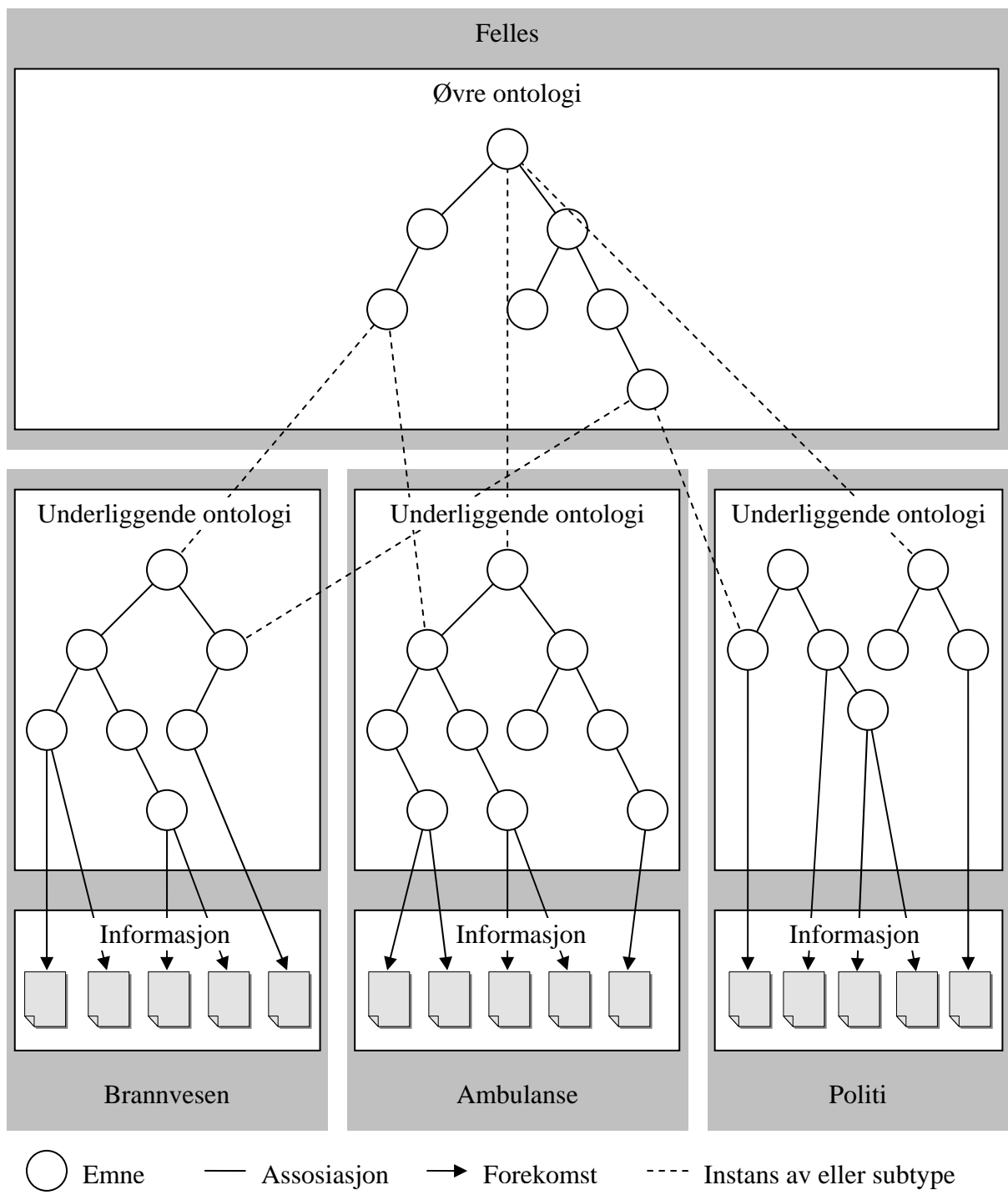
Deling av informasjon mellom ulike organisasjoner kan foregå på ulike måter. Den metoden som er valgt i Ad-hoc InfoWare er å bruke ontologier. Det er Emnekartets evne til å representere ontologier som gjør Emnekart egnet å bruke til knowledge management i Ad-hoc InfoWare. Ontologier skal brukes for å gi informasjon (kunnskap) om den informasjonen som finnes i de ulike involverte organisasjonene. For å etablere et slikt felles kunnskapslag må man gjøre følgende:

1. Etablere ontologier for de enkelte organisasjonene
2. Etablere en felles øvre ontologi

De enkelte involverte organisasjonene i en redningssituasjon har informasjon av ulik karakter og med ulike tema. Hver enkelt organisasjon må etablere en ontologi som representerer informasjonen innenfor sitt domene. I utarbeidelsen av ontologiene må man gå gjennom en prosess der man analyserer hva slags informasjon som er relevant for deling i redningsoperasjoner. Ut fra dette må man lage en ontologi som lager et best mulig bilde av denne informasjonen. Et av spørsmålene man for eksempel må ta stilling til er granularitet – hvor mange forskjellige typer man trenger for å beskrive den informasjonen man har. Det er mulig at enkelte av organisasjonene allerede bruker ontologier for andre formål. Disse må i så fall nyttiggjøres i utarbeidelsen av en ontologi for ulykkestilfeller. Den resulterende ontologien for organisasjonen representeres som et Emnekart.

Når man har ulike organisasjoner med ulike ontologier, har man et problem: Man kan ikke knytte ontologiene sammen fordi de ikke bruker noen felles begreper. For å få til denne knytningen, må man etablere en felles øvre ontologi. De ulike organisasjonenes ontologier benytter enten begreper direkte fra den øvre ontologien eller subtyper av begrepene. Men det vil også være emner i organisasjonsontologiene som ikke er knyttet til den øvre ontologien.

Figur 10 viser hvordan organisasjonsontologiene knyttes sammen ved hjelp av den øvre ontologiene. I figuren er alle ontologiene representert som Emnekart, men det er bare organisasjonsontologiene som inneholder forekomster (pekere til forekomster av emnene).



Figur 10: Ulike organisasjoner med hver sine ontologier kobler ontologiene sammen ved hjelp av en felles øvre ontologi.

Siden både organisasjonenes ontologier og den øvre ontologien er representert som Emnekart, kan man etablere et felles virtuelt Emnekart under en redningsaksjon. Dette skjer ved at man slår sammen (merger) alle ontologiene. Emnekartet er virtuelt i den forstand at det finnes komplett i det distribuerte systemet, mens det er mulig at ingen enkelt device har hele Emnekartet tilgjengelig på en gang. Ettersom man navigerer i Emnekartet, vil man kunne få oversendt de delene av Emnekartet som ikke er tilgjengelig på den enkelte devicen.

4.2 Muligheter ved bruk av Emnekart

Evnen til å representere ontologier er egenskapen som gjør at Emnekart kan brukes i Ad-hoc InfoWare. For å belyse de ulike mulighetene som bruk av Emnekart innebærer, har vi utarbeidet noen scenarier:

1. Deling av informasjon mellom organisasjoner
2. Koordinering og samarbeid
3. Lære av hva som skjedde

Scenariebeskrivelsene har blitt til på bakgrunn av diskusjoner som er gjort med Joril Andersen. Vi har sett felles nytte av slike diskusjoner, siden vi har skrevet masteroppgave med lignende tema, men forskjellig fokus. Tanker fra dette har vært nyttig i min diskusjon av scenariene.

Alle redningsaksjoner følger et generelt handlingsmønster som disse scenariene bygger på. Dette handlingsforløpet har følgende faser [Plagemann 2004]:

1. *A priori* – organisasjonene gjør avtaler om arbeidsmetoder og dataformater
2. *Briefing* av de ulike organisasjonene når en ulykke har inntruffet
3. *Oppstart* av nettverket og mellomvaren
4. *Kjøring* av systemet
5. *Avslutning* av tjenestene og nedkobling av nettverket
6. *Etter* redningsoperasjonen kan man analysere hva som skjedde i redningssituasjonen og slik få ny kunnskap

4.2.1 Scenario 1: Deling av informasjon mellom organisasjoner

Dette scenariet gjelder for ulykker av forskjellige størrelser, alt fra ulykker med en eller noen få skadde personer til ulykker med mange skadde. I *a priori* fasen har de ulike organisasjonene utarbeidet hver sine ontologier og en felles øvre ontologi (jf. Figur 10). De har blitt enige om formater og hvordan samarbeidet skal foregå. Dette er det tenkte scenariet:

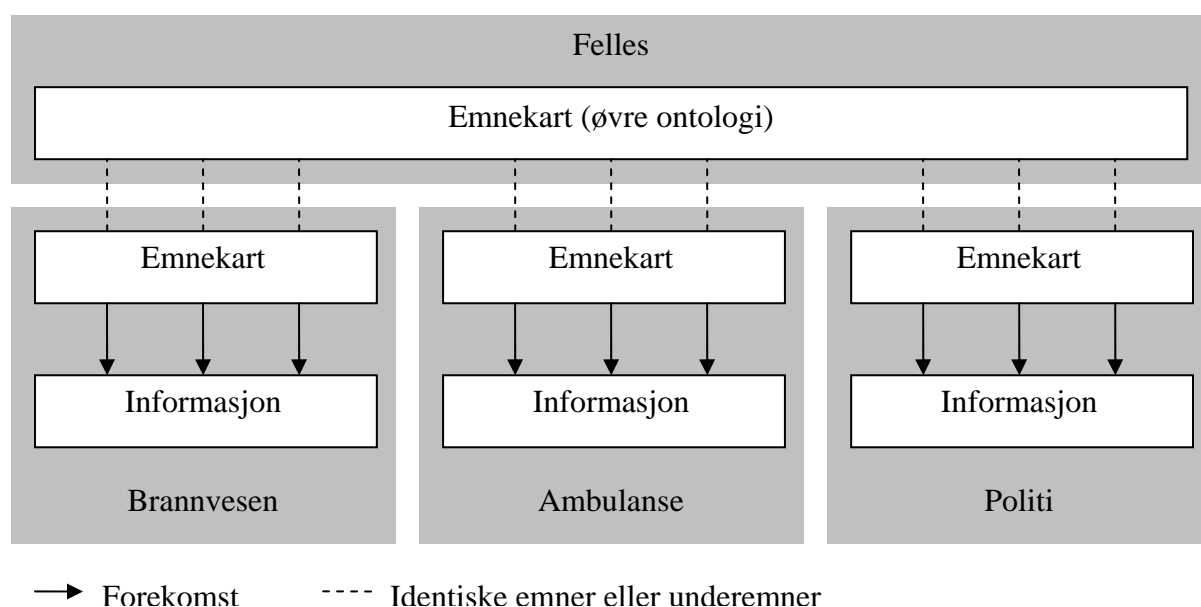
Ulykken oppstår en vinterdag på europavei 134 over Haukelifjell. Et vogntog med kjemikalier på vei østover mot Oslo kommer utfor asfaltkanten med tilhengeren i en sving. Tilhengeren får sleng og kolliderer med en bil som kommer vestover. Bilen slår hull i tanken på tankbilen og bilføreren får kjemikalier på deler av kroppen.

Først ankommer politi og ambulanse. Brannvesenet blir tilkalt, siden føreren av bilen sitter fastklemt. For å hjelpe bilføreren best mulig trenger ambulanspersonellet mer informasjon om kjemikaliene som er lastet i tankbilen. Pga. manglende dekning for både radio og mobiltelefon på stedet, kan ikke ambulanspersonellet få informasjon fra redningssentralen. De bruker mobiltelefonene sine og gjør et søk i den felles øvre ontologien etter kjemikalier. De får treff på emnet "kjemikalie", men det finnes ingen tilgjengelig informasjon om dette, verken assosiasjoner eller forekomster.

Når brannvesenet ankommer ulykkesstedet, kobles PC-en som brannvesenet har installert i bilen seg sammen med de andre devicene i et lokalt MANET. Mobiltelefonene til ambulansepersonellet får automatisk opp mer informasjon om emnet ”kjemikalie”. De navigerer seg videre til den aktuelle syren, ”salpetersyre”. Ut fra dette emnet finner de beskrivelser av hvordan kjemikalien best kan nøytraliseres med de midlene de har til rådighet. Den skadede bilføreren klippes løs fra bilen og fraktes til sykehus. Pga. informasjonen om nøytralisering av salpetersyre fra brannvesenet, har føreren sluppet unna med mindre hudskader.

4.2.1.1 Diskusjon

Måten Emnekart blir brukt på i dette scenariet illustreres i Figur 11: Det brukes et felles Emnekart (øvre ontologi) sammen med de enkelte organisasjonenes Emnekart (underliggende ontologier, samt forekomster) som til sammen utgjør et felles virtuelt Emnekart.



Figur 11: Felles øvre ontologi (uten forekomster). Underliggende Emnekart inneholder forekomster.

Hovedpoenget i scenariet er at personer fra ulike organisasjoner ved hjelp av det felles virtuelle Emnekartet kan dra nytte av informasjon som finnes hos de ulike involverte enhetene. Slik kan redningsarbeidet gå bedre og utfallet bli mindre skader og færre dødsfall.

Scenariet demonstrerte også at ambulansepersonellet før informasjonen var tilgjengelig kunne navigere seg fram til den informasjonen de var ute etter. Når så brannvesenet ankom, ble informasjonen automatisk hentet derfra til ambulansepersonellet. Det distribuerte systemet sørget med andre ord for rett informasjon til rett person til rett tid (så raskt som mulig).

Alternativet til ikke å ha Emnekart hadde vært at ambulansepersonellet måtte lett direkte i brannvesenets informasjon, kanskje ved hjelp av fritekstsøk, men likevel på en måte som gjør at informasjonen ikke ville blitt funnet like raskt og effektivt. Emnekart er nettopp tilpasset at

mennesker skal navigere i dem og finne den informasjonen de leter etter på en enklere måte enn å måtte lese gjennom store dokumenter.

Navigasjon i Emnekartet kan skje på flere forskjellige måter. Den aller enkleste er å navigere i emner, emnetyper, forekomster og assosiasjoner der ulike emner spiller ulike roller. Men for å slippe å starte på et gitt sted i strukturen, kan man bruke søk. Spørringer i tolog støttes av både OKS og TM4J. For å gjøre navigasjonen så effektiv som mulig, bør man lage en applikasjon som lager et brukergrensesnitt som gjør at ikke redningspersonellet må forholde seg til begrepene emner, assosiasjoner, forekomster osv. Når ambulanspersonellet leter etter informasjon bruker de nettopp en slik applikasjon. De ulike typene devicer (mobiltelefoner, PDA-er og bærbare PC-er) vil ha ulike egenskaper og dermed også ulike applikasjoner for å navigere i Emnekartet.

Det er viktig å være klar over at ved informasjonsdeling mellom de ulike organisasjonene er ikke all informasjon tilgjengelig for alle. Det er minst to grunner til dette: Personvern og sikkerhet og for å unngå ”information overflow”.

Personvern og sikkerhet tar seg bl.a. av at personopplysninger ikke blir tilgjengelig for personer som ikke trenger disse opplysningene. Til dette kan både mekanismene scope og multityping brukes. Disse mekanismene kan filtrere ut hvilken informasjon som er tilgjengelig for ulike personer. Sikkerhet og aksesskontroll er noen av oppgavene til en egen komponent i Ad-hoc InfoWare som heter ”Security and Privacy Management”. Det vil derfor kunne være aktuelt å bruke scope og multityping i Emnekart i denne komponenten.

”Information overflow” betyr at en person får for mye informasjon – personen skal bare få akkurat den informasjonen som er relevant. Her kan scope brukes for å filtrere ut hvilken informasjon som er relevant. Når ambulanspersonellet navigerer fram til emnet ”salpetersyre” kan for eksempel bare forekomster med scope ”helse” vises.

Scope ”helse” kan redusere antall forekomster som vises i Emnekartet. Likevel kan det bli problemer med for mye informasjon. En mobiltelefon vil kunne ha problemer med å takle veldig store dokumenter, selv om dokumentene inneholder relevant informasjon. Det beste hadde kanskje vært at bare den delen av store dokumenter som var relevant vises. En annen mulighet er at det i tillegg innførtes et scope ”mobiltelefon” eller et scope ”small” som bare gir forekomster som den aktuelle devicen kan takle. Man kunne for eksempel brukt dette til å ha ulike versjoner av dokumenter for ulike devicer.

I motsetning til scope, som begrenser hva som er tilgjengelig i Emnekartet, er merging en egenskap som beriker og utvider. Når brannvesenet ankommer ulykkesstedet, sendes Emnekartinformasjon til mobiltelefonene som får mer informasjon om kjemikalier. Uten merging ville man heller ikke kunnet etablere noe felles distribuert Emnekart – man ville rett og slett ikke fått delt ontologier.

Det er viktig å være klar over at Emnekart ikke bare brukes på selve ulykkesstedet. Når brannvesenet blir tilkalt, får de informasjon om ulykken som gjør at de tar med seg

informasjon om kjemikalier. I briefingfasen velger de at ontologien (representert som Emnekart) for denne ulykken skal inneholde underemner av ”kjemikalie”.

I scenariet forgår kommunikasjon mellom de ulike devicene over et MANET. Selv om det ville blitt brukt et tradisjonelt nettverk for kommunikasjon, som for eksempel mobilnettet, ville likevel Emnekart kunne vært en hjelp for å finne informasjon og for at rett person skulle fått rett informasjon. For eksempel kunne ambulansepersonellet koblet seg opp mot redningssentralen for å hente ned informasjon om kjemikalier derfra, og Emnekart ville hatt samme nytte.

4.2.2 Scenario 2: Koordinering og samarbeid

Dette scenariet vil være mest hensiktsmessig ved store og omfattende ulykker, der det er involvert mye redningspersonell og mye informasjon skal formidles. Vårt scenario starter som følger:

4.2.2.1 Nå-situasjon

En sommerdag på Espa i Hedmark er en lastebil involvert i vedlikeholdsarbeid i en jernbanetunnel. Det skjer en svikt i rutinene, slik at det ikke blir varslet om arbeidet. Toget fra Oslo til Trondheim kolliderer med lastebilen inni tunnelen. Flere av vognene sporer av og får store skader. Det er verken mobil- eller radiodekning inni tunnelen, men noen av passasjerene tar seg etter hvert ut av tunnelen og får varslet om ulykken.

Både brannvesen, ambulanse og politi ankommer kort tid etter. Slik rutinen er, organiseres redningspersonellet i lag, som rapporterer til en lagleder. Laglederne rapporterer videre til en skadestedsleder. Omfanget av ulykken gjør at det underveis i redningsarbeidet tilkalles mer redningspersonell. Når nytt redningspersonell ankommer blir de briefet av skadestedsleder.

4.2.2.2 Tenkt framtidig situasjon

Slik redningsarbeid foregår i dag, skjer det meste av kommunikasjonen muntlig (ansikt til ansikt eller over radio). Problemet er at skadestedsleder får samme informasjon mange ganger og gir samme informasjon mange ganger. For eksempel må skadestedsleder oppdatere ulike lag ved å gi samme informasjon mange ganger. De ulike lagene kommuniserer ikke seg i mellom og kan derfor komme til å gi samme informasjon tilbake til skadestedsleder.

Som en løsning på dette ser vi på muligheten for å distribuere mer av koordineringsinformasjonen elektronisk. Dette kan gjøres ved at redningspersonellet har mobiltelefoner som de bruker både til å få informasjon og registrere informasjon på. Laglederne har enten PDA-er eller mobiltelefoner, mens skadestedsleder har en bærbar PC, som gir større muligheter i forhold til å kunne prosessere mer informasjon og enklere kunne registrere informasjon. I tillegg finnes også bærbare PC-er i noen av redningsbilene.

Scenariet vil i fremtiden foregå slik:

A priori er det etablert et samarbeidssystem for koordinering og utveksling av informasjon. Systemet er basert på Emnekart. Tabell 2 viser typehierarkiet for en eksempelontologi (appendiks B inneholder Emnekartet i XTM-format).

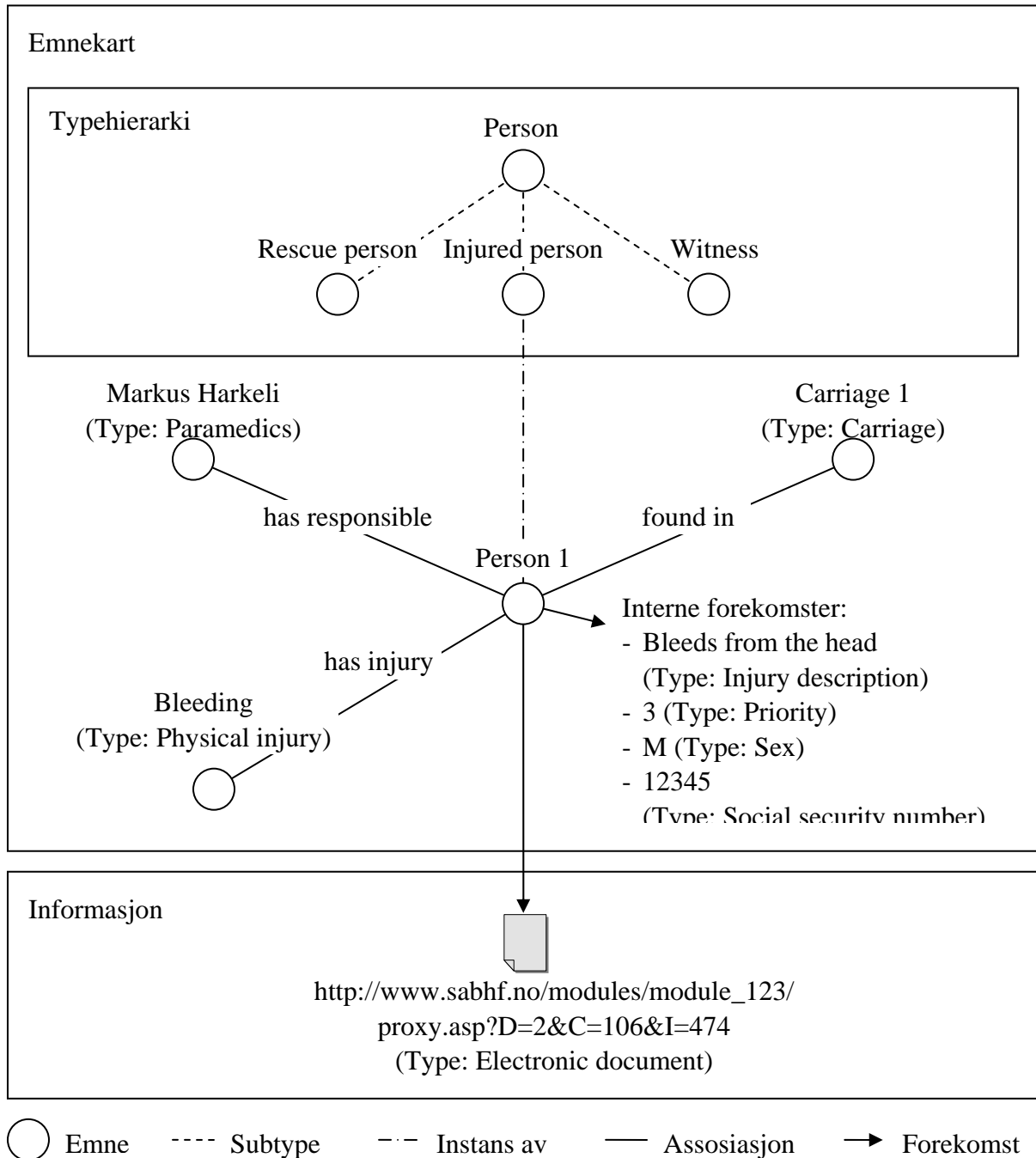
Emnetyper	Forekomsttyper
Emergency	Creator
Fire	Description
Traffic-accident	Electronic document
Train-accident	Emergency type
Group	GPS coordinates
Injury	Injury description
Physical injury	Social security number
Psychological injury	Needed resources
Person	Priority
Injured person	Role
Rescue person	Sex
Fireman	Vehicle identity
Paramedics	Version
Policeman	
Witness	Rolle typer
Vehicle	Containee
Bus	Container
Car	Emergency
Carriage	Group
Train	Injured person
Truck	Injury
	Member
Assosiasjonstyper	Part
Found in	Person
Has injury	Rescue person
Involved in	Responsible
Member of	Vehicle
Part of	Whole
Responsible for	

Tabell 2: Typehierarki for eksempelontologi for samarbeid i redningsoperasjoner (utarbeidet i samarbeid med Joril Andersen)

I *briefing*-fasen innhenter brannvesen, politi og ambulanse informasjon om ulykken. Slik informasjon er bl.a. geografisk lokalisering som for eksempel kan brukes i en kartapplikasjon på de bærbare PC-ene. De tar også med seg informasjon som er relevant i forhold til typen ulykke som er inntruffet, for eksempel tar brannvesenet med informasjon om brennbart materiale i jernbanevogner.

Når redningsarbeiderne ankommer ulykkesstedet, etableres et MANET for kommunikasjon. Det er kaos på stedet, så redningspersonellet starter med å fordele seg på de ulike vognene

toget består av. Når de finner nye skadde, merkes disse med en elektronisk ID ved hjelp av et elektronisk armbånd. Dette gjør at man hele tiden kan unikt identifisere de ulike personene uten å ha andre opplysninger om dem. Navn på personen kan registreres på et senere tidspunkt – til å begynne med blir navn autogenerated (for eksempel "Person 1").



Figur 12: Informasjon om den skadde "Person 1" i Emnekartet

Når armbåndet aktiveres, sender det trådløst ut sin ID. Når mobiltelefonen eller PDA-en fanger op en slik ID, viser den automatisk et skjermbilde for registrering av data om pasienten. Ved å krysse av for noen enkle alternativer, registreres skade, prioritet (ut fra alvorlighetsgrad), i hvilken vogn pasienten er lokalisert osv. Dersom tiden tillater det, kan det

også registreres en tekstlig beskrivelse av tilstanden til den skadde. Et eksempel på hva som er registrert om en skadet person er gitt i Figur 12.

Informasjon om skadde personer, prioritering og lokalisering distribueres automatisk til skadestedsleder og det andre personellet. Skadestedsleder bruker informasjonen til å fordele redningsressurser.

Når nytt redningspersonell ankommer, har de på forhånd fått en del informasjon om ulykken fra redningssentralen, samt at når de ankommer ulykkesstedet og kobler seg på MANET-et, får de mye informasjon elektronisk. I tillegg blir det en kort brief med skadestedsleder før de starter arbeidet. I briefen blir uklarheter og spørsmål avklart.

Når det under redningsarbeidet er viktig informasjon som skal formidles, brukes det lydsignal og vibrering for å tiltrekke seg oppmerksomheten til den enkelte redningspersonen. Ellers sjekkes informasjonen for eksempel når en redningsperson er ferdig med en skadet og skal finne ut hva som skal gjøres videre eller hvordan status på situasjonen er. Systemet brukes også når personell kommer innenfor rekkevidden til armbåndet til en skadet – for å se status på denne.

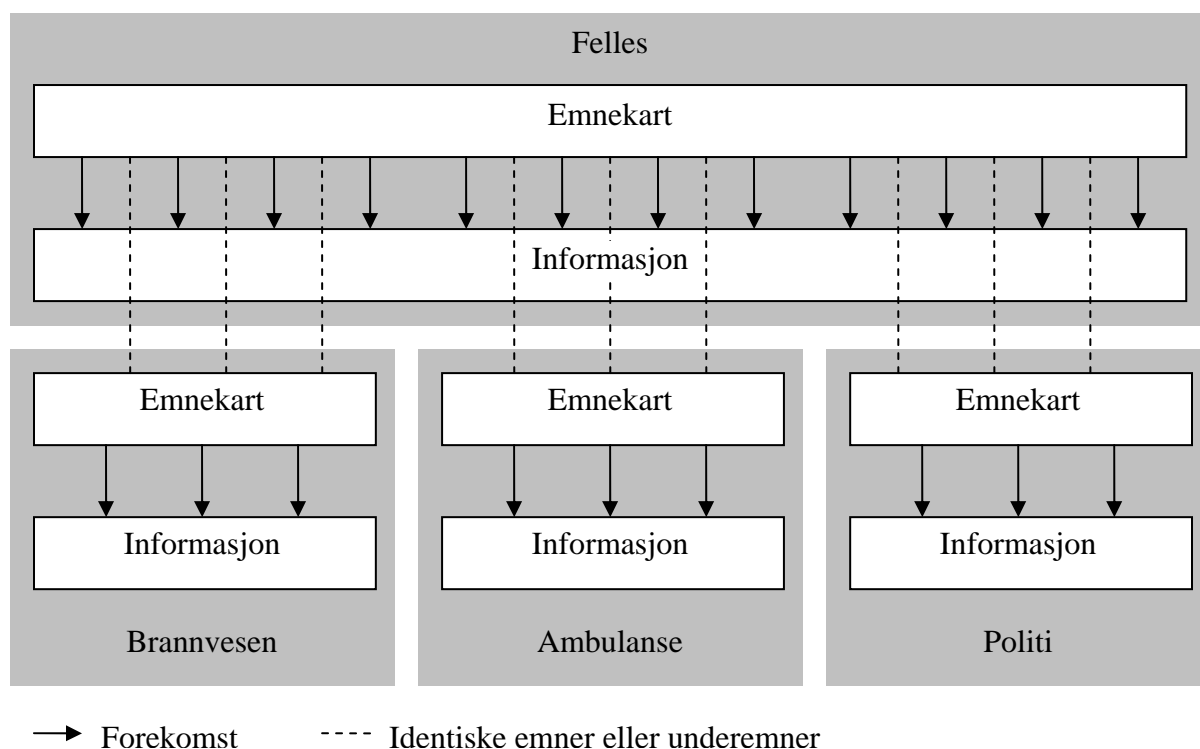
4.2.2.3 Diskusjon

Dette scenariet beskriver hvordan Emnekart kan brukes som felles datamodell for et samarbeidssystem. Man deler data om skadde personer og organisering ved å etablere et felles virtuelt Emnekart. I forhold til scenario 1, der det felles Emnekartet bare inneholdt en øvre ontologi, vil Emnekartet i dette tilfellet også inneholde emner, assosiasjoner og forekomster ut over det som er nødvendig i en øvre ontologi. Figur 12 viser noe av informasjonen som er registrert i tillegg til ontologien. Figur 13 viser hvordan man både har felles Emnekart og felles informasjon (eksterne forekomster).

Før redningsarbeidet starter, vil systemet se ut som i Figur 11. Men etter hvert som det legges til informasjon via samarbeidssystemet, vil systemet bli som i Figur 13.

Fordelen ved å bruke Emnekart som datamodell, er at Emnekart er veldig godt egnet for distribuering mellom ulike devicer pga. dets evne til merging. Merging gjør det mulig å utveksle deler av den tilgjengelige informasjonen og slå den sammen med Emnekartet som den enkelte devicen allerede har tilgjengelig.

På samme måte som scope kan brukes til å sortere ut helseinformasjon (scope "helse") og informasjon tilpasset "mobiltelefon" i scenario 1, kan scope også brukes for å tilpasse informasjonen til "medarbeider", "lagleder" og "skadestedsleder" i dette scenarioet. Slik vil personer med ulike roller i redningsarbeidet få tilpasset informasjonen slik at den passer best mulig til sine arbeidsoppgaver. Disse kan kombineres med de andre scopene, for eksempel "brann" og "PDA".



Figur 13: Felles øvre ontologi inneholder felles delt informasjon (forekomster)

Eksempelontologien i Tabell 2 inneholder ulike ulykketyper. Dvs. at den samme ontologien mest sannsynlig brukes i flere typer ulykker. Dette er en fordel dersom man etter redningsarbeidet er avsluttet samler flere ulykker i samme Emnekart. En annen løsning er å ha ulike ontologier for ulike ulykketyper. Disse vil kunne være mer målrettet mot akkurat den spesifikke ulykketypen og dermed kunne fungere bedre for å finne den informasjonen man er ute etter, men har da som ulempe at det blir vanskeligere å samle alle ulykker i et felles Emnekart i etterkant.

I dette scenariet kan Emnekart også brukes for å dele informasjon mellom de enkelte organisasjonene som i forrige scenario. For eksempel kan det hentes informasjon om passasjerer og gods i togsettet fra politiets tilgjengelige informasjon. Informasjon om toget kan politiet ha fått tak i briefing-fasen.

Den store fordelen med bruk av Emnekart til samarbeid og koordinering er at informasjonsflyten skjer automatisk, uten at man er avhengig av muntlig kommunikasjon. Derfor har alle til enhver tid oppdatert informasjon, i så stor grad det er mulig i et MANET der det skjer at ikke alle medarbeidere har kontakt med hverandre til enhver tid. Det kritiske spørsmålet er om det er realistisk med så utstrakt bruk av elektroniske hjelpemidler.

Har en medarbeider tid til å registrere informasjon om en skadd person på sin mobiltelefon før hun hjelper? En mobiltelefon har relativt dårlig ytelse, og brukergrensesnittet er ikke det beste for å registrere informasjon. Særlig hvis man tenker på å registrere tekst, er dette noe som tar lang tid. Mest sannsynlig vil det være vanskelig å få til registrering av skadde, før disse hjelpes. En mulighet er at det raskt registreres noen få valg før medarbeideren begynner å

hjelpe. En annen er at informasjon om den skadde registreres etter at den mest nødvendige hjelpen er gitt. Et tredje alternativ vil kunne være at medarbeideren rapporterer muntlig tilbake til lagleder eller skadestedsleder og at disse registrerer en del av informasjonen elektronisk, for å få oversikt over situasjonen. Slik kan registreringen gå raskere enn ved å registrere på mobiltelefonen. Når tale brukes for å rapportere, kan medarbeideren hjelpe samtidig som hun gir opplysninger. Uansett hvordan man får registrert informasjonen, vil den elektronisk distribuerte informasjonen kunne lette skadestedsleders arbeidsbelastning med å gi informasjon.

Når det gjelder å få eller finne informasjon, er man også her avhengig av at dette går raskt. En minimumsfunksjonalitet kan være at de enkelte medarbeiderne har et skjermbilde som oppdateres automatisk med de mest nødvendige informasjonen de trenger. Ut fra dette skjermbildet kan man slå opp mer informasjon. Det er ønskelig at informasjonen blir tilgjengelig så raskt som mulig. I kapittel 5 gjøres det tester på mobiltelefon for å se på hastigheten på oppslag i Emnekart.

4.2.3 Scenario 3: Lære av hva som skjedde

Dette scenariet kan tenkes å bygge på forrige scenario, der det ble registrert status- og samarbeidsinformasjon underveis i ulykken. Men dette scenariet kan også benyttes i ulykker av vilkårlig størrelse, der det blir registrert informasjon underveis i redningsarbeidet.

A priori er det utviklet et system for registrering av informasjon underveis i en ulykke som baserer seg på Emnekart. Under *kjøring* av systemet registreres informasjon om hva som skjer under redningsarbeidet. Eksempler på hva som kan registreres er at skadde endrer status, at skadde fraktes av gårde med helikopter, at nytt redningspersonell ankommer, at redningspersonell blir omfordelt osv.

I *etterfasen* av ulykken bruker man den innsamlede informasjonen til å analysere og sammenligne ulykken med andre ulykker. Det legges inn mer informasjon og man bruker informasjonen til å lære av det som skjedde for å kunne gjøre neste redningsoperasjon på en enda bedre måte.

4.2.3.1 Diskusjon

Fordelen med å bruke Emnekart for å lære av ulykker, er at alle etter en ulykke har felles datamodell. Ved å bruke denne modellen i de involverte organisasjonene, kan man etter ulykken innhente mer informasjon fra brann, politi og ambulanse for å få mer informasjon om hva som skjedde i ulykken. Også organisasjoner utenfor redningsorganisasjonene, som for eksempel Jernbaneverket, Veivesenet og NSB, kan bruke Emnekart for å kunne bidra med informasjon som er relevant til ulykken.

Emnekart vil gjøre det lettere å navigere i og få oversikt over informasjonen om en ulykke. En bedre oversikt over informasjonen fra en ulykke, vil gjøre at man muligens vil kunne se andre sammenhenger. For eksempel kan man bruke scope som ble brukt under ulykken for å se hva

de ulike personene fikk av informasjon og forstå mer om hvorfor de handlet som de gjorde. Scope kan også legges inn i etterkant for å få forskjellige ”views” på informasjonen.

Ved å bruke Emnekartets merging-funksjonalitet, kan man slå sammen data fra flere ulike ulykker for å få et større datagrunnlag å lære fra. Man kan også kategorisere og sammenligne ulykker.

Det er en fordel om man kan registrere tiden for når ulike ting har skjedd eller når informasjon har endret seg underveis i et ulykkesforløp. Slik kan man rekonstruere hendelsesforløpet i redningsarbeidet. Tid er vanskelig (kanskje umulig) å få 100 % riktig i et distribuert system, så man må tolerere at det er noe usikkerhet knyttet til dette. Tiden kan registreres automatisk av det underliggende systemet under redningsarbeidet.

4.2.4 Oppsummering

Vi har gjennom scenarioene og diskusjonene sett på noen av mulighetene ved å bruke Emnekart. Så å si alle konstruksjonene i datamodellen til Emnekart benyttes i en eller flere av fasene i redningsarbeidet:

- instance-of, supertype-subtype for å lage typehierarkier
- TAO for å kunne navigere og finne informasjon
- Merging – ved distribusjon av informasjon
- Scope for å skape ulike views
- Multityping kan brukes til aksesskontroll i ”Security and Privacy Management”

Fordelt på de ulike fasene:

- A priori
 - instance-of, supertype-subtype for å lage typehierarkier
 - TAO for å etablere Emnekart for informasjonen til de ulike organisasjonene
 - Man etablerer sett med felles scope
- Briefing
 - TAO og scope for å navigere i informasjon
 - Navigerer i typehierarkier ved instance-of, supertype-subtype
- Oppstart
 - Etablere felles virtuelt emnekart ved hjelp av merging
- Kjøring
 - TAO og scope for å navigere i informasjon
 - Navigerer i typehierarkier ved instance-of, supertype-subtype
 - Merging for å distribuere informasjon
- Avslutning
 - Her brukes ikke Emnekart på noen spesiell måte. Det skjer bare en avslutning av systemet, som for eksempel innebærer at data persisteres.
- Etter
 - Merging for å innhente mer informasjon fra andre kilder
 - Scope for å lage views
 - TAO for å navigere blant emner og forekomster

- instance-of, supertype-subtype for å navigere i typehierarkier

Den eneste av egenskapene til Emnekart som ikke brukes er reification. Reification har vi ennå ikke funnet noen gode eksempler på hvordan vi kan bruke under redningsarbeidet.

5 Kjøring av Emnekart på mobiltelefon

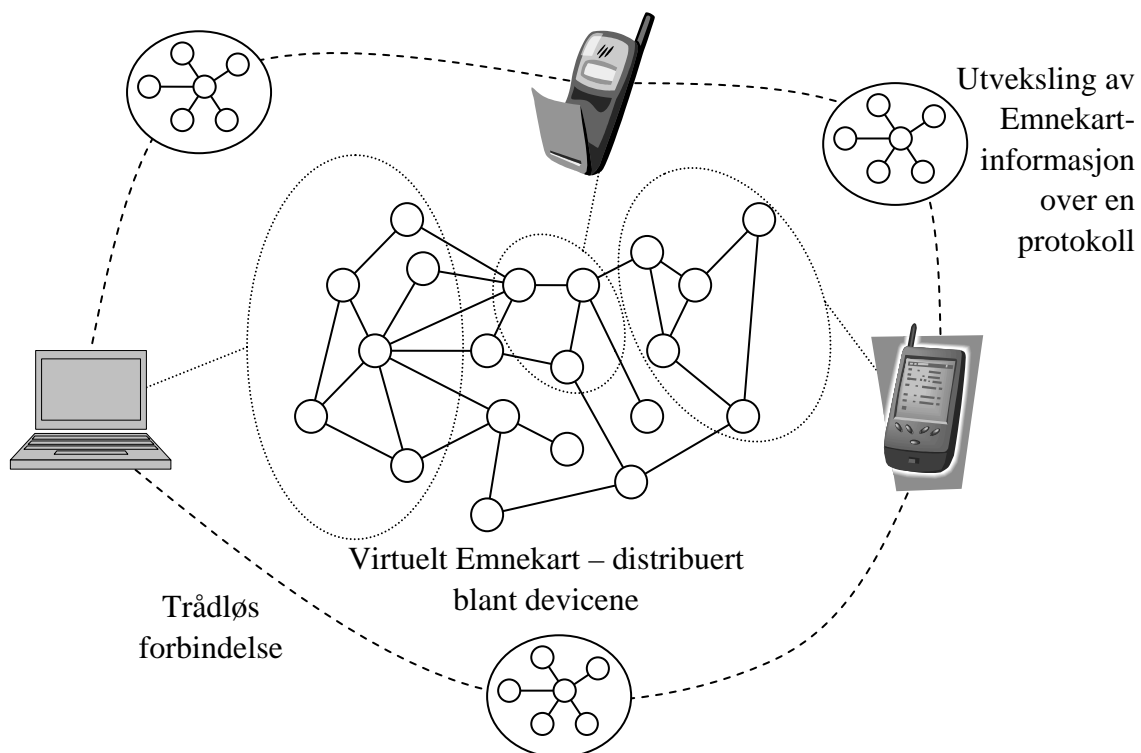
I kapittel 4 så vi på mulighetene ved å bruke Emnekart i ulike faser av redningsarbeidet, fra *A priori*- til *etter*-fasen. I den videre diskusjonen vil vi begrense diskusjonen til hvordan Emnekart brukes i kjernen av handlingsforløpet, i *kjøring*-fasen.

5.1 Spørsmål å teste

De ulike devicene som brukes i redningsarbeidet er bærbare PC-er, PDA-er og mobiltelefoner. Disse devicene har svært ulike egenskaper når det gjelder:

- Prosessorkapasitet
- Lagringskapasitet
- Skjerm (farger, størrelse og oppløsning)
- Tastatur og pekeverktøy
- Batterikapasitet og strømforbruk

Dette gir føringer for hva slags funksjonalitet som kan tilbys på den enkelte enhet. Lagringskapasitet og prosessorkapasitet vil blant annet begrense størrelsen på hvor store Emnekart en mobiltelefon kan takle og hvor lang tid det tar å gjøre søk i et Emnekart.



Figur 14: Distribuering av Emnekart

I *kjøring*fasen av redningsarbeidet deler man informasjon ved hjelp av Emnekart. Pga. de begrensede ressursene vil en mobiltelefon bare ha tilgjengelig deler av Emnekartet som finnes i systemet. Når brukeren navigerer i Emnekartet på en mobiltelefon og ønsker å se informasjon som ikke er lagret på telefonen, gjøres det en eller flere forespørsler til en eller flere av de andre devicene. Mobiltelefonen mottar informasjonen og presenterer den for brukeren. Forespørslene og svarene kommuniseres over en protokoll for utveksling av Emnekart (for eksempel TMRAP [Garshol 2006b]).

Størrelsen på informasjonen som mottas fra de andre devicene har stor betydning. Dersom mobiltelefonen mottar for mye data i forhold til de ressursene den har, kan resultatet bli at telefonen krasjer og må startes på nytt. Dersom for lite informasjon sendes tilbake til mobiltelefonen må den gjøre flere forespørsler. Hyppige forespørsler vil sannsynligvis gjøre navigeringen i Emnekartet tregere. Dette gjør det interessant å teste hvordan mobiltelefonen takler ulike mengder Emnekartinformasjon.

Ved mottak av informasjon fra de andre devicene, kan mobiltelefonen gjøre en kombinasjon av ett eller flere alternativer:

- Erstatte Emnekartet den allerede har med det mottatte Emnekartet
- Merge mottatt Emnekart med eksisterende Emnekart
- Filtrere ut og legge til deler av det mottatte Emnekartet
- Forkaste deler av det eksisterende Emnekartet

Ut fra disse alternativene kan vi slå fast at det er interessant å se på hvordan mobiltelefonen håndterer filtrering av Emnekart, lasting av Emnekart og merging av Emnekart.

I scenario 2 i kapittel 4.2.2 så vi at redningspersonellet beveget seg rundt på ulykkesstedet og registrerte skadde personer. Ved endring av status på de skadde vil pasientinformasjonen endres. Man er med andre ord avhengig av å kunne registrere informasjon på de enkelte devicene. Informasjonen kan registreres på flere forskjellige måter, for eksempel ved skriving av tekst eller ved å velge ett av flere alternativer. Dette viser at å legge til informasjon og endre informasjon i Emnekartet er noe Emnekartapplikasjonen på mobiltelefonen må støtte.

Når redningspersonellet i scenario 1 ønsket å finne informasjon om kjemikalier i den felles øvre ontologien, gjorde de et søk i den felles øvre ontologien etter kjemikalier. Det er viktig at et slik søk ikke tar for lang tid. Tid er en veldig viktig faktor i en redningssituasjon. Hvor lang tid tar det å gjøre et søk i Emnekartet?

5.1.1 Oppsummering

Ut fra diskusjonen over, kan vi formulere følgende spørsmål som kan testes i en applikasjon for Emnekart på mobiltelefon:

- Hvor store Emnekart kan en telefon ta imot? Hvor lang tid tar dette?
- Hvor store Emnekart kan en telefon merge med Emnekartet den allerede har tilgjengelig? Hvor lang tid tar dette?

- Hvordan takler applikasjonen at det skal legges til, redigeres og slettes informasjon i Emnekartet? Hvor lang tid tar dette?
- Hvordan kan man søke etter informasjon i Emnekartet? Hvor lang tid tar dette?
- Hvordan kan man begrense merging av Emnekart ved å bruke scope?
- Hvordan er forholdet mellom å se all informasjon og bare informasjon med et gitt scope?

5.1.2 Valg av spørsmål som skal testes

Valg av tester er gjort i samarbeid med Joril Andersen, siden hun skal bygge videre på resultatene fra denne oppgaven. Hun arbeider med en lang masteroppgave med beslektet tema, som skal være ferdig høsten 2006.

Ved implementering av en Emnekartapplikasjon på mobiltelefon, må man bruke en Emnekartmotor som kjører på J2ME. Dette gjorde at vi måtte bruke MTV, siden den er den eneste tilgjengelige Emnekartmotoren for J2ME.

Lasting av Emnekart er den mest grunnleggende egenskapen for å kjøre Emnekart. Vi valgte derfor å prioritere testing av hvor store Emnekart en telefon kan ta imot og hvor lang tid dette tar.

Det ville også vært svært interessant å gjøre testing av merging. Merging er interessant både for å kunne etablere et felles virtuelt Emnekart og ved distribusjon av mindre deler av Emnekartet. Problemet er at MTV mangler støtte for dette. Vi valgte å ikke prioritere implementering av støtte for merging i MTV.

Blant de resterende spørsmålene valgte vi å teste er hvordan man kan søke etter informasjon i Emnekartet og hvor lang tid dette tar. Å finne informasjon er en del både av scenario 1 og 2, mens å redigere, slette og redigere informasjon bare er del av scenario 2 (i scenario 1 legges informasjon til i systemet bare gjennom merging).

5.2 Implementering av tester

Det var to spørsmål vi ønsket å teste:

1. Hvor store Emnekart en mobiltelefon kan ta imot og hvor lang tid dette tar
2. Finne informasjon i Emnekartet og hvor lang tid dette tar

For å gjøre tester av Emnekartstøtte på mobiltelefoner eller emulatorer av mobiltelefoner, må testene implementeres mot J2ME. Vi benyttet MTV, siden dette er den eneste tilgjengelige Emnekartmotoren for J2ME. MTV krever minimum MIDP 1.0 og CLDC 1.0 støtte. Vi valgte å implementere vår testmidlet mot disse standardene også, slik at testene kunne kjøres på så mange forskjellige mobiltelefoner som mulig.

Vi implementerte et brukergrensesnitt for å kjøre de ulike testene. For å gjøre test 1, får man ved oppstart av testmidlet spørsmål om hvilken XTM-fil som skal lastes inn i Emnekartmotoren. De ulike XTM-filene har ulik størrelse, og tiden det tar å laste inn Emnekartet måles. Oppdatering av brukergrensesnittet (visning av resultater) er ikke med i tidsmålingene. Ved å velge XTM-filer av ulik størrelse kan man finne en øvre grense for hva mobiltelefonen klarer.

Etter at Emnekartet er lastet inn får man flere ulike valg. Siden MTV ikke har støtte for noe query språk, valgte vi å lage noen forskjellige valg som representerer noen av de spørringene vi anser som typiske spørringer som trengs å gjøres for å finne informasjon i et redningsarbeid. Alle parametrene til spørringene er case-sensitive og tiden måles ved hver spørring:

1. Finn emne med navn A
Eksempel: Finn emne med navn "Salpetersyre".
2. Finn forekomster av emnet A
Eksempel: I resultatet av spørring 1, 3 og 4, kan man velge ett av emnene og velge "Vis forekomster".
3. Finn emne med navn A av type B
Eksempel: Finne emne med navn "Hans" som er av typen "Skadet person"
4. Finn emne av type A med intern forekomst av type B og verdi C
Eksempel: Finn emne av type "Skadet person" som har en intern forekomst av typen "Skadebeskrivelse" med verdi "Blør fra hodet"
5. Finn forekomst med verdi A
Eksempel: Finn forekomst med verdi "Blør fra hodet"

Som nevnt i kapittel 2.3.5, har MTV begrenset støtte for indekser. Vi implementerte først testene uten bruk av indekser, dvs. at vi hentet ut alle emnene eller assosiasjonene i Emnekartet og itererte over disse for å finne de som oppfylte kriteriene. Senere forbedret vi spørring 3 og 4 ved å bruke indekser.

I tillegg til spørringene spesifisert over, implementerte vi også to funksjoner som er nyttige å ha tilgjengelige når man jobber med Emnekart. Den første er en funksjon for å skrive ut alle typene i Emnekartet, dvs. alle emnetyper, assosiasjonstyper, rolletyper og forekomsttyper. Den andre funksjonen er en funksjon for å vise statistikk for Emnekartet, dvs. hvor mange emner, assosiasjoner og forekomster som finnes i Emnekartet.

5.3 Testoppsett

5.3.1 Kjøretidsmiljø

For å gjennomføre testene hadde vi tilgjengelig to ulike mobiltelefoner, samt ulike mobilemulatorer. For å sammenligne karakteristikker på ulike mobiltelefoner brukte vi en MIDP benchmark som heter TastePhone [TastePhone 2006]. TastePhone har utviklet en midlet som tester ulike aspekter ved en mobiltelefon. Denne midleten kan lastes ned gratis fra Internett og kjøres på en mobiltelefon. Etter kjøring av testmidleten, kan man velge å

rapportere resultatene tilbake til TastePhone. På TastePhones websider er det oversikt over egenskaper fra mange ulike mobiltelefoner som har kjørt testen. Tabell 3 gjengir et utvalg telefoner for å vise litt av spekteret blant mobiltelefoner.

Modell	Java virtuell prosessor-hastighet	Heap size (free at startup)	Max lagring (RMS)	TastePhone ytelsestall
Siemens M55	0,3 MHz	535 KB (459 KB)	102 KB	1,69
Siemens A65	0,3 MHz	722 KB (596 KB)	1362 KB	1,91
SonyEricsson T610	0,3 MHz	255 KB (199 KB)	29 KB	20,79
Nokia 6101	0,5 MHz	512 KB (466 KB)	59 KB	29,43
Samsung SGH-E530	0,8 MHz	512 KB (459 KB)	4 KB	42,90
Motorola C975	5,5 MHz	1495 KB (1233 KB)	511 KB	174,81
SonyEricsson K600i	7,1 MHz	1023 KB (976 KB)	Opptil 31 MB	307,17
SonyEricsson P910i	54,4 MHz	16 MB (63 KB – voksende)	Opptil 57 MB	423,31
Nokia N70	81,7 MHz	16 MB (65 KB – voksende)	Opptil 43 MB	788,13

Tabell 3: Karakteristika ved ulike mobiltelefoner [TastePhone 2006]

TastePhone rangerer telefonene etter et egendefinert ytelsestall. Vi vet ikke hvordan dette ytelsestallet er beregnet, men mest sannsynlig er det en kombinasjon av de ulike ytelsesattributtene som testes: Java virtuell prosessorhastighet, ytelse sammenlignet med Pentium III, computation performance, hastighet på lesing, skriving og kopiering av minne. Ut fra tabellen kan vi se at telefonene har ulike kombinasjoner av ytelse, heap size og RMS. I implementasjonen av testene våre bruker vi ikke RMS. Slik har dette ikke har noe å si for resultatene. Det blir derfor ytelse og heap size som blir relevante parametere å se på.

De to mobiltelefonene vi hadde tilgjengelig var en eldre telefon, Sony Ericsson T610 og en moderne telefon Sony Ericsson K600i. Av Tabell 3 ser vi at T610 befinner seg i nedre del av spekteret, mens K600i befinner seg i den midtre delen. Vi kjørte TastePhones testmidlet på de to telefonene. Et utdrag av resultatene er gjengitt i Tabell 4.

	T610	K600i
Java environment		
Configuration	CLDC-1.0	CLDC-1.1
Profiles	MIDP-1.0	MIDP-1.0 MIDP-2.0
Performance		
Computations performance	14	250
Memory read speed	0.198MB/s	3.681MB/s
Memory write speed	0.188MB/s	3.602MB/s
Memory copy speed with arraycopy()	2.619MB/s	72.930MB/s
Java virtual processor speed	0.3MHz	7.1MHz
Memory details		
Total RAM size (heap)	255kB	1023kB
Free RAM size at startup	185kB	947kB
Free flash (RecordStore) size	29kB	27378kB

Tabell 4: Egenskaper for telefonene i testene

Vår opprinnelige idé var å bruke emulatorer for å gjøre tester av ulike telefoner. Ved hjelp av karakteristika for ulike mobiltelefoner, regnet vi med å kunne sette opp emulatorene slik at vi ville få tilnærmet realistiske resultater av testene. Vi brukte to ulike emulatorer:

1. Sony Ericsson T610 (del av Sony Ericssons J2ME SDK WTK1)
2. Sony Ericsson K600i (del av Sony Ericssons J2ME SDK WTK2)

Begge emulatorene hadde bare en innstilling for å emulere ytelsen til en mobiltelefon: bytecodes/millisecond. Denne innstillingen kan ikke brukes for å emulere alle de forskjellige egenskapene som påvirker ytelsen. Slike egenskaper er bl.a. lese- og skrivehastighet til minnet.

Uten å kunne emulere ytelsen til en mobiltelefon, kunne vi ikke få realistiske data om hvor lang tid de ulike testene tar. Vi håpet likevel at vi ved å justere heap size på emulatorene kunne få noen realistiske resultater. Vi testet telefonen Sony Ericsson T610 mot tilsvarende emulator. Testene vi gjorde var å laste Emnekart og å finne informasjon i Emnekartet. T610 klarte maksimalt å laste Emnekartet 84_ad-hoc.xtm (Tabell 6) og gjennomførte søkene i Emnekartet uten problemer. Vi gjorde samme tester i emulatoren for T610. Det viste seg at innstillingen "heap size" ikke hadde noen innvirkning på emulatoren, så vi prøvde å bruke memory monitor for å se på minneforbruk i stedet. Det ga resultatene i Tabell 5.

Oppgave	Maks minnebruk (memory monitor)
Laste Emnekart (XTM-fil)	127-128 kB
Vise opsjoner for å velge hva det skal spørres etter	304-305 kB
Prosessere spørring	316-317 kB

Tabell 5: Memory monitor verdier fra emulatoren for Sony Ericsson T610

Emulatoren ville altså ikke kunne kjørt spørringene mot Emnekartet som T610, siden en T610 har ledig heap size på 185 kB ved oppstart. Emulatoren bruker med andre ord betydelig mer minne enn den reelle mobiltelefonen gjør ved kjøring av spørringer. Det ser også ut til at emulatoren bruker mindre minne enn telefonen ved lasting av Emnekart, siden lasting av 84_ad-hoc.xtm ser ut til å bruke neste alt ledig minne på telefonen. Emulatoren for T610 kan med andre ord ikke gi realistiske resultater.

Vi gjorde tilsvarende forsøk på emulatoren for K600i. Heller ikke her fikk vi samsvar mellom telefon og emulator. Det ser derfor ut til at Sony Ericssons emulatorer for T610 og K600i bare kan brukes for å utvikle midlets til disse telefonene. Emulatorene gir et godt inntrykk (dog ikke 100 % riktig) av hvordan midleten med tanke på brukergrensesnitt og navigasjon vil oppføre seg på telefonen. De kan også i begrenset grad brukes til debugging og testing.

Siden vi ikke hadde andre telefoner tilgjengelig som vi kunne teste mot tilsvarende emulatorer, kunne vi ikke basere oss på bruk av emulatorer for å gjøre tester. Vi kjørte derfor testene på de to telefonene vi hadde tilgjengelig.

Vi har brukt litt forskjellige properties ved kjøring av testene, dette for å tilpasse MTV til å takle større Emnekart på K600i, mens T610 bare klarer å håndtere mindre Emnekart. Denne innstillingen er tilpasset slik at Emnekartmotoren fungerer best mulig på de to mobiltelefonene.

Vi har også variert implementasjonen av testene ved å for det meste å *ikke* bruke indekser, mens noen få kjøring av testene på T610 er gjort med indekser. Dermed har vi fått se noe av effekten ved å bruke indekser kontra ikke. MTV har bare én indeksmetode som er relevant å bruke, `TopicsIndex.getTopicsByType()`. Denne har bare innvirkning på tester der det gjøres spørringer etter en spesifisert emnetype. Det er tydelig spesifisert hvilke tester som det er brukt indekser i. Der ingenting er spesifisert, er det ikke brukt indekser.

5.3.2 XTM-filer

For å gjennomføre testene har vi brukt Emnekart med ulike egenskaper (se Tabell 6). De ulike Emnekartene er først og fremst utarbeidet for å teste hvor store Emnekart de ulike mobiltelefonene klarer å laste inn.

Filnavn	Emner	Assosiasjoner	Forekomster	Totalt (TAO)	Filstørrelse
45_ad-hoc.xtm	41	0	4	45	14 kB
49_ad-hoc.xtm	34	5	10	49	13 kB
84_ad-hoc.xtm	51	22	11	84	26 kB
112_ad-hoc.xtm	92	0	20	112	29 kB
119_ad-hoc.xtm	68	37	14	119	38 kB
186_opera.xtm	133	31	22	186	84 kB
251_opera.xtm	184	36	31	251	112 kB
357_opera.xtm	249	41	67	357	158 kB
399_opera.xtm	292	54	53	399	173 kB
469_opera.xtm	353	48	68	469	201 kB
471_opera.xtm	356	56	69	471	193 kB
524_opera.xtm	277	56	191	524	221 kB
596_opera.xtm	314	77	205	596	247 kB

Tabell 6: Ulike Emnekart (XTM-filer) for testing

Alle filnavn som inneholder ”ad-hoc”, er utdrag av eksempel-Emnekartet laget for scenario 2 i kapittel 4) Filnavnene som inneholder ”opera”, er utdrag av det kjente eksempelemnekartet Opera.xtm som Steve Pepper i Ontopia har laget. (opera.xtm er redigert etter tillatelse fra han.)

5.4 Resultater

Som sagt i forrige kapittel, er de ulike testene kjørt som en midlet på mobiltelefonene Sony Ericsson T610 og K600i. Alle testene er kjørt tre ganger for å unngå at tilfeldige variasjoner skal gi helt feil testresultater. Målet er med andre ord ikke å finne hvordan verdiene statistisk sett fordeler seg, men å kunne oppdage opplagte ujevnheter i resultatene.

Der ingenting annet er sagt, er det ikke brukt indekser i implementasjonen av testene.

5.4.1 Lasting av Emnekart

For å teste hvor store Emnekart en mobiltelefon kan ta imot og hvor lang tid dette tar prøvde vi å laste inn Emnekart av ulik størrelse på de to telefonene. Resultatene vises i Tabell 7 og Tabell 8. Resultatene er målt i sekunder.

Mobiltelefon: Sony Ericsson T610

Filnavn	1 [s]	2 [s]	3 [s]	Kommentar
45_ad-hoc.xtm	97,9	97,9	97,9	
49_ad-hoc.xtm	97,0	97,0	96,9	
84_ad-hoc.xtm	191,3	191,3	191,4	
112_ad-hoc.xtm	-	-	-	Gir beskjed om at det er for lite minne
119_ad-hoc.xtm	-	-	-	Telefonen omstarter

Tabell 7: Resultater fra lasting av Emnekart på Sony Ericsson T610

Mobiltelefon: Sony Ericsson K600i

Filnavn	1 [s]	2 [s]	3 [s]	Kommentar
45_ad-hoc.xtm	4,7	4,7	4,7	
49_ad-hoc.xtm	4,7	4,6	4,9	
84_ad-hoc.xtm	7,4	7,4	7,7	
112_ad-hoc.xtm	9,2	9,3	9,3	
119_ad-hoc.xtm	10,7	10,6	10,7	
186_opera.xtm	22,1	22,3	22,3	
251_opera.xtm	33,3	32,8	33,4	
357_opera.xtm	49,3	52,5	52,6	
399_opera.xtm	65,4	64,9	65,5	
469_opera.xtm	94,5	95,7	94,2	
471_opera.xtm	85,2	85,2	86,0	
524_opera.xtm	-	-	-	Blir aldri ferdig. Må starte telefonen på nytt for å komme ut av programmet.
596_opera.xtm	-	-	-	Blir aldri ferdig. Må starte telefonen på nytt for å komme ut av programmet.

Tabell 8: Resultater fra lasting av Emnekart på Sony Ericsson K600i

5.4.2 Spørringer

Vi testet spørringene definert i kapittel 5.2 på begge telefonene. Spørringene ble kjørt mot samme Emnekart og med samme spørrekriterier, slik at resultatene kan sammenlignes. Vi har nummerert spørringene slik:

1. Finn emne med navn A
2. Finn forekomster av emnet A
3. Finn emne med navn A av type B
4. Finn emne av type A med intern forekomst av type B og verdi C
5. Finn forekomst med verdi A

Resultatene er gjengitt i Tabell 9 og Tabell 10.

Mobiltelefon: Sony Ericsson T610

Filnavn	Spørring	1 [s]	2 [s]	3 [s]	Indeks	Kommentar
84_ad-hoc.xtm	1	19,01	18,37	18,64	Nei	
84_ad-hoc.xtm	2	0,06	0,07	0,07	Nei	
84_ad-hoc.xtm	3	17,21	17,34	17,38	Nei	
84_ad-hoc.xtm	4	17,73	17,85	17,77	Nei	
84_ad-hoc.xtm	5	16,76	17,13	17,14	Nei	
84_ad-hoc.xtm	1	18,71	19,00	18,53	Ja	
84_ad-hoc.xtm	2	0,07	0,07	0,07	Ja	
84_ad-hoc.xtm	3	3,69	3,71	3,70	Ja	
84_ad-hoc.xtm	4	4,01	3,71	3,73	Ja	
84_ad-hoc.xtm	5	16,89	17,05	17,04	Ja	

Tabell 9: Resultater av spørringer kjørt på Sony Ericsson T610

Mobiltelefon: Sony Ericsson K600i

Filnavn	Spørring	1 [s]	2 [s]	3 [s]	Kommentar
84_ad-hoc.xtm	1	0,46	0,64	0,57	
84_ad-hoc.xtm	2	0,003	0,004	0,003	
84_ad-hoc.xtm	3	0,41	0,41	0,72	
84_ad-hoc.xtm	4	> 1	> 1	> 1	Tidtaking med armbåndsursur pga. feil i GUI ved visning av resultatet
84_ad-hoc.xtm	5	0,40	0,40	0,40	
469_opera.xtm	1	23,85	23,77	23,80	
469_opera.xtm	2	0,005	0,005	0,005	
469_opera.xtm	3	23,58	23,52	23,85	
469_opera.xtm	4	23	24	24	Tidtaking med armbåndsursur pga. feil i GUI ved visning av resultatet
469_opera.xtm	5	23,17	23,54	24,05	

Tabell 10: Resultater av spørringer kjørt på Sony Ericsson K600i (uten bruk av indekser)

5.5 Diskusjon

Emnekartmotoren slik den foreligger i dag, inneholder en del begrensninger i forhold til funksjonaliteten som ligger i TMAPi. Begrensningene som er viktigst i forbindelse med informasjonsdeling i redningsarbeid og i forhold til testene vi har utført er manglende støtte for merging og begrenset støtte for indekser. Vi vil i diskusjonen se på hvordan Emnekart kan brukes både med MTV slik den er i dag, og se på muligheter og ønsker i forhold til å støtte funksjonalitet ut over dette.

5.5.1 Bruk av eksisterende funksjonalitet

Slik MTV er i dag, støttes lasting av Emnekart ved å importere XTM-filer. Dette betyr at distribusjon av Emnekart mellom ulike devicer vil måtte foregå som sending og mottak av XTM-filer. MTV har i dag heller ikke støtte for merging eller håndtering av flere Emnekart på en gang. Dette betyr at når brukeren av en mobiltelefon trenger mer informasjon enn det som er tilgjengelig på telefonen, vil telefonen sende en forespørsel til en eller flere av de andre devicene som er innenfor rekkevidde. Dette vil måtte resultere i at mobiltelefonen mottar kun ett Emnekart i XTM-format. Før Emnekartet lastes inn i telefonen, vil det gamle Emnekartet slettes (se alternativer til dette i kapittel 5.1), siden det nye Emnekartet verken kan merges med det eksisterende eller lagres "ved siden av" det eksisterende.

Mobiltelefonen er altså avhengig av å motta kun ett Emnekart. Dersom informasjonen som mobiltelefonen forespør er spredt på ulike devicer, må denne informasjonen merges hos en annen device, før det resulterende Emnekartet oversendes mobiltelefonen. Siden ingen mobiltelefoner vil ha støtte for merging, vil devicen som merger og oversender informasjon til mobiltelefonen være en PDA eller bærbar PC.

5.5.1.1 Lasting av Emnekart

Lasting av Emnekart er den grunnleggende egenskapen for å kunne bruke Emnekart på mobiltelefon. I testene har vi brukt MTVs mulighet til å importere XTM-filer. Det er stor variasjon i resultatene mellom de to ulike mobiltelefonene, både når det gjelder hvor store Emnekart de klarer å laste inn og hvor lang tid det tar å laste dem inn. Det er viktig å presisere presisjonsnivået på tallene: Når vi har testet lasting av Emnekart, har vi ikke testet Emnekart med en og en økende TAO for å finne den eksakte grensen for hva mobiltelefonen kan takle. Vi har heller ikke laget Emnekart som har helt like/uniforme egenskaper, som at navn på emner inneholder like mange tegn og lignende. Hensikten med testene har vært å fastslå en størrelsesorden for hva de ulike mobiltelefonene takler.

I testene klarer T610 å håndtere 84 TAO. Dette er et ganske begrenset Emnekart. Eksempel-emnekartet i scenario 2 inneholder 193 TAO, og det er ikke et komplett Emnekart for en stor redningssituasjon. Dersom en redningsperson i scenario 2 ønsker å få full oversikt over situasjonen ved bruk av en T610, vil dette kreve mye tid. Mobiltelefonen vil måtte forespørre informasjon fra andre devicer ganske ofte og bruke (veldig) lang tid på å laste disse. Personen vil måtte vente på resultater store deler av tiden. Det vil derfor ikke være hensiktsmessig å bruke en så gammel telefon for den oppgaven. Likevel vil T610 kunne brukes til å få informasjon av begrenset omfang og som ikke er tidskritisk. Da vil informasjonen kunne lastes mens redningspersonen gjør andre ting. Når Emnekartet er på plass, vil personen kunne varles med for eksempel et lydsignal. Et eksempel på slik bruk vil kunne være at en redningsperson i scenario 2 får ekstra informasjon om den skaddes helsetilstand. Denne informasjonen kan distribueres uten at den er direkte forespurt, men at systemet vurderer den som nyttig for å kunne gi bedre hjelp.

K600i klarer maksimalt å håndtere 471 TAO. Lasting av Emnekart i ulike størrelser varierer fra ca 5 sekunder til bortimot 1,5 minutt. Dersom en redningsperson bruker mobiltelefonen til

å navigere i Emnekartet for å finne tidskritisk informasjon, og telefonen må forespørre andre devicer om mer informasjon, vil nok selv 5 sekunder være lang tid å vente på dette. I tillegg til lasting av informasjon kommer jo også tiden det tar å gjøre forespørsel og få svar. Derfor vil man også her være avhengig av at informasjon kan lastes før brukeren forespør den, men her vil dette gå raskere. Det vil kunne bety at når en redningsperson nærmer seg en skadet i scenario 2, vil telefonen kunne laste nødvendig informasjon idet pasienten er innenfor rekkevidde. Dette vil kunne være tidsnok til at informasjonen er på plass når brukeren trenger den. For at brukeren ikke skal få behov for å laste mer informasjon, er det også viktig at informasjon som presenteres brukeren er riktig. Slik må man ha gode algoritmer for informasjonsutvelgelse.

Dersom man ønsker å navigere i store mengder informasjon, som i scenario 1, og at man skal slippe å vente på lasting av informasjon, er det mulig at noen av de kraftigste telefonene på markedet, som for eksempel SonyEricsson P910i og Nokia N70 (nærmer seg egenskapene til PDA-er), vil kunne takle dette. De vil sannsynligvis laste Emnekart enda raskere, samt håndtere så mye informasjon at slik lasting sjelden er nødvendig.

5.5.1.2 Spøringer

Kjøring av spøringer på de to telefonene viser tydelig forskjell i hvor lang tid det tar å finne informasjon i et Emnekart. Resultatene fra spøringer viser også at det er stor forskjell på å gjøre spøringer ved bruk av indekser og uten. Vi implementerte først testene uten indekser, og var ferdig med testene på K600i før vi implementerte testene med indekser. Derfor er det bare Tabell 9 som viser forskjellen på kjøring med og uten bruk av indekser. Slik MTV er i dag, får vi i testene bare brukt indekser i spøring 3 og 4. I spøring 1 og 5 må spøringer utføres ved å gå gjennom alle emnene (spøring 1) eller forekomstene (spøring 5). Resultatene viser at spøringer tar mindre enn en fjerdedel av tiden ved bruk av indekser.

Spøring 2 skiller seg fra de andre spøringer, ved at man der har referansen til et emne, og bare trenger å finne forekomstene som emnet refererer til. Man trenger med andre ord ikke å gjøres noe søk gjennom alle tilgjengelige TAO i Emnekartet.

Spøring 2 illustrer derfor hvordan ytelsen sannsynligvis vil være ved navigasjon i et Emnekart ved å slå opp forekomster eller finne assosiasjoner og andre emner. Dette ser ut til å gå veldig raskt, slik at navigasjon i Emnekart som finnes på mobiltelefonen går raskt.

Å gjøre søk er derimot mer tidkrevende. Uten bruk av indekser, vil spøringer ta for lang tid på T610 dersom en person står og venter på svaret. K600i har grei ytelse på små Emnekart, men har for dårlig ytelse for å gi raske nok svar på spøringer mot store Emnekart. Dersom man på K600i ønsker å finne informasjon i større Emnekart, er man avhengig av å bruke indekser. Men på samme måte som diskutert tidligere, kan begge telefoner håndtere søk der tiden ikke er av så stor betydning.

En annen mulighet som kan gjøre søk mye raskere er at man gjør en del søk på forhånd, som man regner som sannsynlig at brukeren vil forta. Slik caches søk på forhånd, slik at man

uavhengig av type mobiltelefon vil få raske svar. Man må uansett vurdere gevinsten ved en slik mekanisme mot kostnadene ved økt bruk av de tilgjengelige ressursene.

5.5.2 Ny funksjonalitet

Gjennom foregående diskusjon har det blitt klart at det er noen svakheter ved MTV. Vi vil derfor i det følgende diskutere muligheter ved å utvide funksjonaliteten i MTV.

Merging er en av de store fordelene ved å bruke Emnekart i et distribuert system. Uten merging vil man ikke kunne etablere et felles virtuelt Emnekart, fordi de ulike organisasjonenes Emnekart ikke kan slås sammen til ett stort via en felles øvre ontologi. Man vil bare ha mulighet til å distribuere ulike statiske Emnekart, for eksempel at de ulike organisasjonene har ulike ontologier for ulike deler av sin informasjon, som kan distribueres til de andre organisasjonene.

Merging vil også gjøre problemet med lastning av Emnekart mindre. Dersom en mobiltelefon forespør informasjon fra flere ulike devices, vil telefonen selv kunne motta alle de små Emnekartene som mottas og merge dem med det Emnekartet den allerede har.

Dersom man ønsker å implementere støtte for merging i MTV, kan man benytte en allerede implementert indeks for locators. Dette gir mulighet til raske oppslag i Emnekartet for å finne ut om emnet som skal merges inn allerede finnes.

Et problem med MTV slik den er i dag, er at søk blir tidkrevende pga. manglende støtte for indekser. Dette kan løses ved å implementere flere eller alle indeksene i TMAPI. For å gi ytterligere støtte for spørringer, kan støtte for spørrespråk som tolog være aktuelt.

Vi har nå skissert flere ønsker til mer funksjonalitet. Det som imidlertid er viktig i forhold til innføring av ny funksjonalitet er at man må passe på at den nye funksjonaliteten ikke krever for mye av de begrensede ressursene. Det hjelper for eksempel ikke med mange indekser dersom det resulterer i at størrelsen på Emnekart som kan håndteres blir veldig liten.

5.5.3 Andre muligheter

De fleste Emnekartmotorer har støtte for en eller annen form for persistens gjennom en database. På mobiltelefoner kan man benytte RMS for persistens (se kapittel 2.4). Vi vet at data fra MTV kan lagres i RMS, men har ikke gjort tester på dette. Persistens vil gjøre at lastingen av Emnekart sannsynligvis vil gå raskere enn å laste inn XTM-filer. Men det er ikke dette som er den store fordelene. Fordelen er at man ved å bruke persistens, kan stoppe Emnekartapplikasjonen og fortsette senere. Dette kan for eksempel være nyttig når mobiltelefonen skal se på en forekomst den har funnet i Emnekartet. For eksempel kan en pasientjournal være av en slik størrelse at Emnekartapplikasjonen må stoppes og alle ressurser brukes på å vise journalen. Persistens kan også benyttes dersom brukeren benytter flere ulike javaapplikasjoner på telefonen, som han bytter mellom. Da kan Emnekartapplikasjonen lagre

dataene slik de er ved avslutning og laste inn dataene slik de var da applikasjonen ble stoppet ved oppstart.

Når man i scenario 3 ønsker å lære mer av hva som har skjedd under en ulykke, er man avhengig av å ta med seg data fra ulykken for å analysere senere. Ved avslutning av det distribuerte systemet etter en ulykke, vil man derfor trenge å persistere data. Dersom mobiltelefonen ikke har støtte for persistens, vil den måtte sende fra seg alle data den har ved avslutning av systemet, slik at andre kan persistere dem. Dette gjør mobiltelefonene mer avhengig av de andre devicene. Dersom man ikke avslutter på en ordentlig måte, vil data kunne gå tapt. Derimot vil man ved støtte for persistens, kunne overfører data om ulykken også etter avslutningsfasen, for eksempel etter at brannvesenet har kommet tilbake til brannstasjonen.

6 Konklusjon og videre arbeid

6.1 Konklusjon

Vi har i denne oppgaven sett på hvordan deling av informasjon mellom ulike organisasjoner som brannvesen, politi og ambulanse kan foregå i redningssituasjoner. Delingen skal skje ved at redningspersonellet benytter mobiltelefoner, PDA-er og bærbare PC-er som kommuniserer med hverandre over et mobilt ad-hoc nettverk (MANET). Denne anvendelsen er veldig spesiell, men vi mener resultatene fra arbeidet også kan brukes i andre sammenhenger, som for eksempel generelt innenfor distribusjon av Emnekart på mobiltelefon.

Vi har prøvd å finne annen forskning som er relevant i forhold til vår anvendelse av Emnekart. Det mest relevante vi fant var forskningsprosjektet Shark [Schwotzer 2002]. Dette er ikke direkte relevant i forhold til vårt prosjekt, men har likevel hatt stor innvirkning, ved at de har gitt oss tilgang til deres Emnekartmotor for mobiltelefoner, MTV.

For å dele informasjon mellom ulike organisasjoner som brannvesen, politi og ambulanse kan informasjonen i de ulike organisasjonene beskrives ved hjelp av ontologier. Disse ontologiene kan uttrykkes i et felles format, Emnekart. I Emnekart uttrykkes ontologier ved hjelp av emner og ulike assosiasjoner mellom disse emnene. Emnene kan dessuten ha egenskaper (interne forekomster) eller referanser til ekstern informasjon. Slik kan ontologier etableres som et uavhengig kunnskapslag over den informasjonen som allerede finnes i de ulike organisasjonene.

For at de ulike organisasjonene skal kunne forstå hverandres ontologier, må man etablere et felles begrepsapparat, en øvre ontologi. I de ulike organisasjonenes ontologier må man benytte emner eller underemner fra denne øvre ontologien. Under et redningsarbeid, kan man slå sammen (merge) de ulike organisasjonenes ontologier til en felles ontologi. Emnekart er designet for å kunne merge på denne måten – en av styrkene ved denne teknologien.

Vi har sett på ulike scenarier for bruk av Emnekart i redningssituasjoner. Emnekart muliggjør deling av informasjon mellom de ulike involverte organisasjonene. Dette gjør at redningspersonellet kan finne informasjon av livreddende eller skadebegrensende betydning hos de andre involverte organisasjonene. Bruk av Emnekart for utveksling av samarbeidsinformasjon kan gi bedre oversikt over redningsarbeidet, bedre informasjonsflyten og slik sett gjøre redningsarbeidet mer effektivt. Emnekart kan også brukes for å få samlet og systematisert informasjon om gjennomførte redningsoperasjoner. Bedre informasjon om hva som har skjedd i redningsarbeidet, kan bedre læringen fra gjennomførte redningssituasjoner.

Gjennom de ulike scenariene har vi sett verdien av de ulike egenskapene i Emnekart. Emner, assosiasjoner og forekomster, samt at disse kan types, er nødvendige for å uttrykke ontologier. Disse muliggjør også navigasjon og søk i informasjon. Scope kan brukes for å begrense tilgjengelig informasjon til akkurat den informasjonen en bruker eller gruppe brukere trenger. Merging er en essensiell egenskap for å få delt informasjon. Den er også viktig for å kunne

distribuere Emnekart mellom bærbar PC-er, PDA-er og mobiltelefoner. Ved hjelp av merging kan mindre deler av Emnekart utveksles og slås sammen.

Vi har testet hvordan to ulike mobiltelefoner, en eldre og en moderne, håndterer lasting av og spørringer mot Emnekart i ulike størrelser. Resultatene viser at mobiltelefoner kan brukes for informasjonsdeling i redningsarbeid, men at det er forskjellig hva slags oppgaver ulike mobiltelefoner kan benyttes til. Jo mer ressurssterk en mobiltelefon er, jo større mengder informasjon kan den håndtere, og jo mer tidskritiske oppgaver kan den brukes til. Ressurssvake telefoner kan brukes til å håndtere mindre mengder informasjon, som ikke er så kritisk i forhold til tid.

Testresultatene ved kjøring av spørringer, viser at bruk av indekser reduserer svartiden dramatisk. Emnekartmotoren MTV har i dag begrenset støtte for indekser. For å gjøre spørringer mer effektive hadde det vært interessant å se på implementering av flere indekser i MTV. En annen løsning kan være å forhåndsutføre (cache) spørringer som man antar kommer til å bli utført. Dersom man ønsker å implementere ny funksjonalitet må man vurdere kostnaden, i form av økt ressursbruk, i forhold til gevinsten man får ved denne funksjonaliteten.

MTV, slik den er i dag, har ikke støtte for merging. Mobiltelefoner kan likevel håndtere Emnekart uten å støtte merging fordi andre devicer i det distribuerte systemet kan gjøre merging på vegne av mobiltelefonene. Likevel ville det beste vært om mobiltelefoner kunne håndtert dette selv. Dette ville gjort distribusjon av Emnekart enklere og sannsynligvis bedret ytelsen for å finne informasjon.

6.2 Videre arbeid

Som sagt i forrige avsnitt, mangler MTV blant annet støtte for merging. Merging er en av de grunnleggende egenskapene ved Emnekart, som er essensiell for å få til informasjonsdeling. Det ville derfor vært interessant å se på hvordan mobiltelefoner kan støtte merging, og hvordan dette påvirker mobiltelefonenes mulighet til å håndtere Emnekart.

Det er også annen funksjonalitet som hadde vært interessant å se på. Dette er for eksempel implementering av flere indekser og støtte for tolog-spørringer. Spørringer er viktig i redningssituasjoner, siden man ønsker å finne informasjon som kan være til hjelp under redningsarbeidet. Det kan også være interessant å se på bruk av persistens. Dette vil sannsynligvis kunne gjøre oppstart av Emnekartstøtte på en device raskere enn når man må laste inn en XTM-fil.

En annen ting som kunne vært interessant å vite mer om er hvordan Emnekart for de ulike scenariene vil se ut. Hvor store blir disse Emnekartene/ontologiene og hvordan vil de fungere på de ulike devicene? Hvordan bør Emnekartene utformes for å passe best mulig med eventuelle ontologier som allerede finnes i de ulike organisasjonene? Et spennende tema i forlengelse av dette å se hvordan man kan samordne de ulike ontologiene ved å utarbeide felles standard PSI-er.

En siste ting som hadde vært interessant å gjøre, hadde vært å utvikle en prototyp av en applikasjon for deling av informasjon ved hjelp av Emnekart på en mobiltelefon. Da ville det vært aktuelt å se på hvilke protokoller som kunne brukes for utveksling av Emnekart mellom devicene. Muligens måtte det utvikles nye protokoller tilpasset den begrensede ressurstilgangen. En prototyp kunne også inneholde realistiske Emnekart og prøve ut brukergrensesnitt for navigasjon i og registrering av informasjon.

Referanser

- [Barta 2005a] Barta, R., Heuer, L. “*AsTMa= 2.0 Language Definition*” [online]
Tilgang: <http://astma.it.bond.edu.au/astma=-spec-2.0r1.0.dbk> (Sisert: 20.04.2006)
- [Barta 2005b] Barta, R. “TMIP, A RESTful Topic Maps Interaction Protocol”.
I: Extreme Markup Languages 2005[®], Montréal, Québec, 2005.
Tilgang: <http://www.mulberrytech.com/Extreme/Proceedings/xslfo-pdf/2005/Barta01/EML2005Barta01.pdf> (Sisert: 20.4.2006)
- [FT 2001] Statens forvaltningstjeneste, Informasjonsforvaltning. “*NOU 2001: 31 – Når ulykken er ute – Om organiseringen av operative rednings- og beredskapsressurser*”
[online] Oslo, Justis- og politidepartementet, 2001. Tilgang:
http://odin.dep.no/jd/norsk/dok/andre_dok/nou/012001-020013/dok-bn.html
(Sisert: 18.5.2006)
- [Garshol 2002] Garshol, L. M. “Topic maps in content management - The rise of the ITMS”.
I: XML conference & exposition 2002. Baltimore, USA, 2006. Tilgang:
http://www.idealliance.org/papers/xml02/dx_xml02/papers/06-00-17/06-00-17.pdf
(Sisert: 22.5.2006)
- [Garshol 2003] Garshol, L. M. “Living with topic maps and RDF”. *I: XML Europe, London, UK, 2003.* Tilgang: <http://www.ontopia.net/topicmaps/materials/tmrdf.html>
(Sisert: 22.5.2006)
- [Garshol 2006a] Garshol, L. M. “*The Linear Topic Map Notation – Definition and introduction, version 1.3*” [online]. 2006.
Tilgang: <http://www.ontopia.net/download/ltn.html> (Sisert: 20.4.2006)
- [Garshol 2006b] Garshol, L. M. “TMRAP – Topic Maps Remote Access Protocol”. *Lecture Notes in Computer Science, TMRA 2005, LNAI 3873*, Berlin/Heidelberg: Springer, 2006, s. 53-68
- [ISO 1999] International Organisation for Standardization, Biezunski, M. (red), Bryan, M. (red), Newcomb, S.R. (red) “*ISO/IEC 13250:2000 Topic Maps*” [online]. 1999.
Tilgang: <http://www.y12.doe.gov/sgml/sc34/document/0129.pdf> (Sisert: 22.5.2006)
- [ISO 2002] International Organisation for Standardization. “*ISO/IEC 13250: Topic Maps*” [online]. 2002. Tilgang:
http://www.y12.doe.gov/sgml/sc34/document/0322_files/iso13250-2nd-ed-v2.pdf
(Sisert 22.5.2006).

- [ISO 2005a] International Organisation for Standardization, Garshol, L. M. (red), Moore, G. (red) “*Topic Maps – Data Model*” [online]. 2005.
Tilgang: <http://www.isotopicmaps.org/sam/sam-model/> (Sitert: 17.4.2006)
- [ISO 2005b] International Organisation for Standardization, Moore, G. (red), Bogachev, D. (red), Nishikawa, M. (red). “*Topic Maps Constraint Language*” [online]. 2005.
Tilgang: <http://www.isotopicmaps.org/tmcl/tmcl-2005-02-12.html> (Sitert: 22.5.2006)
- [ISO 2005c] International Organisation for Standardization, Garshol, L. M. (red), Barta, R. (red) ”*Topic Maps Query Language*” [online]. 2005.
Tilgang: <http://www.isotopicmaps.org/tmq/spec.html> (Sitert: 17.4.2006)
- [ISO 2006] International Organisation for Standardization, Hopmans, G. (red), Oh, S.G. (red). “*CTM Requirements*.” [online]. 2006.
Tilgang: <http://www.jtc1sc34.org/repository/0724.htm> (Sitert: 20.4.2006)
- [Knudsen 2003] Knudsen, J. “*MIDP Emulators*” [online].
Tilgang: <http://developers.sun.com/techttopics/mobility/midp/articles/emulators/>
(Sitert: 11.5.2006)
- [Leuenberger 2006] Leuenberger, M., Grossmann, S., Stettler, N., et al. “Topic Maps for Image Collections”. *Lecture Notes in Computer Science, TMRA 2005, LNAI 3873*, Berlin/Heidelberg: Springer, 2006, s. 107 - 111
- [OASIS 2003] Pepper, S. (red). ”Published Subjects: Introduction and Basic Requirements” [online]. 2003. Tilgang: <http://www.ontopia.net/tmp/pubsubj-gentle-intro.htm>
(Sitert: 23.5.2006)
- [Ontopia 2005] Ontopia AS. “*Practical Topic Maps using the OKSTM – 07-11.02.2005*” [Ikke publisert]. Kurshefte, 2005.
- [Ontopia 2006a] Ontopia AS. “*Practical Topic Maps using the OKSTM – 06-10.02.2006*” [Ikke publisert]. Kurshefte, 2006.
- [Ontopia 2006b] Ontopia AS. ”*The Ontopia Knowledge Suite*” [online].
Tilgang: <http://www.ontopia.net/solutions/products.html> (Sitert: 22.5.2006)
- [Park 2002] Park, J., Hunting, S. ”*XML Topic Maps: Creating and Using Topic Maps for the Web*.” Boston: Addison-Wesley, 2002.
- [Park 2006] Park, J. “Just for Me: Topic Maps and Ontologies”. *Lecture Notes in Computer Science, TMRA 2005, LNAI 3873*, Berlin/Heidelberg: Springer, 2006, s. 145-159

- [Pepper 2005] Pepper, S. “*Seamless Knowledge with Topic Maps: A Standard Model for Metadata, Taxonomies, Ontologies, and Knowledge Management*” [online]. Oslo, Universitetet i Oslo, 2005.
Tilgang: <http://heim.ifi.uio.no/%7Eaurilla/inf5190/powerpoint/topic-maps.ppt>
(Sisert: 20.05.2006)
- [Pepper 2006a] Pepper, S. “*The Shape of Topic Maps to Come*” [online]. Oslo, Emnekart 2006. Tilgang: <http://forum.dataforeningen.no/attachment.php?attachmentid=608>
(Sisert: 5.4.2006)
- [Pepper 2006b] Pepper, S. “*The TAO of Topic Maps*” [online]. Oslo, Ontopia AS. Tilgang: <http://www.ontopia.net/topicmaps/materials/tao.html> (Sisert: 24.02.2006)
- [Plagemann 2004] Plagemann, T., Andersson, J., Drugan, O., Goebel, V., Griwodz, C., Halvorsen, P., Munthe-Kaas, E., Puzar, M., Sanderson, N., Skjelsvik, K. S. “Middleware Services for Information Sharing in Mobile Ad-hoc Networks – Challenges and Approach.” *I: Workshop on Challenges of Mobility, IFIP TC6 World Computer Congress, Toulouse, France, 2004.*
- [Sanderson 2004] Sanderson, N., Goebel, V., Munthe-Kaas, E. “Knowledge Management in Mobile Ad-hoc Networks for Rescue Scenarios” *I: Workshop on Semantic Web Technology for Mobile and Ubiquitous Applications, ISWC2004, Hiroshima, Japan, 2004.*
- [Schwotzer 2002] Schwotzer, T., Geihs, K. “Shark - a System for Management, Synchronization and Exchange of Knowledge in Mobile User Groups”. *I: Journal of Universal Computer Science*, årg. 8 (2002), nr. 6, s. 644-651.
- [Sowa 2000] Sowa, J. “*Knowledge Representation: Logical, Philosophical and Computational Foundations*”, Pacific Grove, CA: Brooks-Cole, 2000.
- [TastePhone 2006] TastePhone. “MIDP telephones benchmark” [online]. Paris, Le Club Java. Tilgang: http://www.club-java.com/TastePhone/J2ME/MIDP_Benchmark.jsp
(Sisert: 24.4.2006)
- [TM4J 2002] Ahmed, K. “TM4J Developer's Guide” [online] TM4J Project, 2002. Tilgang: <http://tm4j.org/tm4j/docs/devguide/index.html> (Sisert: 22.5.2006)
- [TM4J 2006] TM4J Project. “*TM4J - Topic Maps For Java*” [online] Tilgang: <http://tm4j.org/>
(Sisert: 28.4.2006)
- [TMAPI 2006] TMAPI project. “*TMAPI – Common Topic Map Application Programming Interface*” [online]. Tilgang: <http://www.tmap.org/> (Sisert: 22.5.2006)

- [Vatant 2004] Vatant, B. "Ontology-driven topic maps" [online] *I: XML Europe 2004, Amsterdam, Nederland, 2004*
Tilgang: http://www.idealliance.org/papers/dx_xmle04/papers/03-03-03/03-03-03.pdf
(Sichert: 22.05.2006)
- [W3C 2006] Pepper, S. (red), Vitali, F. (red), Garshol, L.M. (red), Gessa, N. (red), Presutti, V. (red). "A Survey of RDF/Topic Maps Interoperability Proposals" [online]. 2006.
Tilgang: <http://www.w3.org/TR/rdfm-survey/> (Sichert: 22.5.2006)
- [Wells 2004] Wells, M. J. "What Is J2ME? J2ME game programming". Premier Press.
- [Wikipedia 2006] Wikipedia. "Ontology (computer science)" [online] Tilgang:
http://en.wikipedia.org/wiki/Ontology_%28computer_science%29 (Sichert: 20.5.2006)
- [Woodman 2006] Woodman, M. "Topic map tools" [online]
Tilgang: <http://www.topicmap.com/topicmap/tools.html> (Sichert: 3.3.2006)
- [XTM 2001] TopicMaps.Org. "XML Topic Maps (XTM) 1.0" [online]. 2001.
Tilgang: <http://www.topicmaps.org/xtm/1.0/> (Sichert: 24.02.2006)

Appendiks A: Verktøy for utvikling av Emnekart og testmidlet

Emnekart

For å redigere, utforske og visualisere Emnekart, har vi brukt OKS Samplers fra Ontopia. OKS Samplers kan vederlagsfritt lastes ned fra www.ontopia.net. OKS Samplers inneholder Ontopoly for redigering av ontologier, Omnigator for å utforske Emnekart og Vizigator for å visualisere Emnekart.

Testmidlet

Utvikling av testmidlet har blitt gjort i Eclipse 3.1.1. Vi har brukt EclipseME plug-in for å støtte utvikling mot J2ME. For versjonskontroll har vi brukt TortoiseCVS.

For å redusere filstørrelsen på de resulterende jar-filene, har vi bruke Proguard 3.5 obfuscator. Vi har måttet begrense omfanget av optimaliseringen som Proguard har gjort gjennom å legge til unntak i Proguard Keep Expressions under J2ME i prosjektinnstillingene.

Vi har brukt tre ulike J2ME plattformer. Disse er Sun J2ME Wireless Toolkit 2.2, Sony Ericssons Wireless Toolkit 1.04 og Sony Ericssons Wireless Toolkit 2.2. Disse gir mulighet for å teste på ulike Sony Ericsson telefoner, samt på Suns generelle telefoner.

Under utviklingen av testmidlet, har vi også brukt Emnekartmotoren tinyTIM for å teste deler av koden.

Appendiks B: Elektronisk materiale på CD-ROM

Vedlagt denne rapporten er en CD-ROM som inneholder følgende:

- Emnekart for Scenario 2: Koordinering og samarbeid
- Testmidlet for kjøring på mobiltelefon
- Kildekode for ferdig testmidlet, inkludert kildekode for Emnekartmotoren MTV
- Emnekart som er brukt i testingen
- Masteroppgaven i elektronisk format