

**Kommunikasjonsprotokoll
for leveranse av
videodata i ATM**

Januar 1995

Terje Dalen (Norut IT)
Gisle Aas (Norsk Regnesentral)



NORUT Informasjonsteknologi as

Tittel

Kommunikasjonsprotokoll for leveranse av videodata i ATM

Forfatter(e)

Terje Dalen, Gisle Aas

Oppdragsgiver

Norsk Regnesentral

Oppdragsgivers referanse**ISBN No.**

82-77747-067-3

Publikasjonsnummer

IT291/1-95

Publikasjonstype

Rapport

Tilgjengelighet

Åpen

Dato

23 januar, 1995

Versjon

1.0

Antall sider

20

Emneord

ATM, B-ISDN, "Video on demand", protokoller

Noter**Distribusjon**

Ekstern

Rapportsensor

Gudmundur Jökulsson

Faglig ansvarlig

Gudmundur Jökulsson

Resyme

Prosjektet "Leveranse av Video over ATM-nett" (LAVA) vil bruke Supernettet basert ATM-teknologi for leveranse av video. Denne rapporten gir en beskrivelse av ATM, tjenester og protokoller som vil være avgjørende i en slik applikasjon. Deretter blir en kommunikasjonsarkitektur foreslått som basis for videre arbeid i LAVA.

Innholdsfortegnelse

1.0	Innledning	7
2.0	Overblikk over ATM	7
2.1	B-ISDN	7
2.1.1	Karakteristikk av tjenestene fra B-ISDN	7
2.1.2	Tjenestekvalitet	8
2.2	ATM protokoller	8
2.2.1	ATM laget	9
2.2.2	ATM Adaption Layer	9
2.2.3	Tjeneste klassifisering av de ulike AAL	10
2.3	Fore Systems ATM	10
3.0	Video teknologi	11
3.1	“Motion JPEG”	11
3.2	MPEG	11
3.3	H.261	12
3.4	Andre kodingsformater	12
4.0	Protokoll for overføring av video	12
4.1	Tradisjonelle protokoller	13
4.1.1	Ytelse	13
4.1.2	Tjenestekvalitet	13
4.1.3	Oppsummering	13
4.2	Alternative protokoller og tjenester	14
4.2.1	ST-II	14
4.2.2	RSVP	14
4.2.3	Xpress Transfer Protocol	15
4.3	Oppsummering	15
5.0	Arkitektur for video tjeneste	15
5.1	Transportprotokoll for videodata	16
5.2	Kontrollprotokoll for videotjensten	18
6.0	Konklusjon	19

1.0 Innledning

Innføring av et ATM basert nett vil gi et stort potensial for nye nettbaserte multimedia løsninger. Applikasjoner, som "video på forespørsel", setter ikke bare store krav til blant annet overføringskapasitet, men også lagring og grafisk behandling. Slike applikasjoner har motivert utviklingen av internasjonale standarder for høyhastighetsnett og standarder for komprimering av grafikk, still-bilder og video.

Denne rapporten tar sikte på å spesifisere en kommunikasjonsprotokoll basert på ATM for overføring av videodata. Først vil det bli gitt en oversikt over ATM teknologien. Deretter følger en kort beskrivelse av noen aktuelle kodingsformater for video. Så følger en beskrivelse av tradisjonelle og nye protokoller for overføring av multimediadata, før vi presenterer en arkitektur og protokoller for en "video på forespørsel"-tjeneste som kan implementeres i LAVA prosjektet i dag.

2.0 Overblikk over ATM

ATM er blitt anerkjent som neste generasjon av global kommunikasjon. Opprinnelig var ATM ment som svitsjeteknologien for Broadband ISDN (B-ISDN), men ATM har blitt utvidet også til bruk i lokalnett og alle typer globale nett.

Kommunikasjon basert på fast cellestørrelse istedenfor variabel datalengde hatt stor vekst innen kommunikasjonsindustrien. ATM bruker små celler for å oppnå høy overføringshastighet. For effektiv kommunikasjon har ATM fjernet mye av protokolloppgavene i nettnodene. Feildeteksjon og korrigerings er flyttet til ende-nodene i nettet. Et forenklet nettlag gir en hurtig og effektiv svitsjing av ATM celler.

B-ISDN er tjenesten som bruker vil bli tilbudt i et offentlig nett (ATM vil være transparent), mens i et lokalnett vil ATM teknologien være synlig. Disse begrepene er ofte forvirrende fordi teleindustrien bruker uttrykket B-ISDN mens datanett-miljøet ofte bruker benevnelsen ATM. I resten av rapporten, untatt der vi omhandler tjenestene, vil vi bruke benevnelsen ATM.

2.1 B-ISDN

Alle tjenestene tilbudt fra B-ISDN er spesifisert i I.211 [1], og vil medføre store endringer sammenliknet med dagens ISDN nett, også kalt Narrowband ISDN (N-ISDN). N-ISDN tilbyr overføringshastigheter fra 64 kbit/s og opp til 1920 kbit/s mens Broadband ISDN (B-ISDN) har overføringskapasitet mange ganger høyere enn dette. I dag er det spesifisert hastigheter for 155.52 Mbit/s og 622.08 Mbit/s, men teknologien tillater enda høyere hastigheter.

Ved slike hastigheter vil B-ISDN med ATM teknologien føre til at multimedia kommunikasjon blir svært effektivt. Kombinert med utviklingen innen fiber teknologi gjør B-ISDN det nå f.eks. mulig å tilby tjenester direkte til hustander. Distribusjon av kabel TV er et eksempel på en slik tjeneste.

2.1.1 Karakteristikk av tjenestene fra B-ISDN

B-ISDN kan ha et bredere tilbud av tjenester enn hva som finnes i konvensjonelle kommunikasjonsnett (se figur 1). Likevel er den viktigste karakteristikken en ny måte for å oppnå høy overføringshastighet, multimedia kommunikasjon og kvalitetskontroll.

<i>Tjeneste kategorier</i>		<i>Eksempel tjenester</i>
Interaktiv	Konvensjonelle tjenester	TV konferanse
	Meldingstjenester	Video post
	Hent	Videotekst
Distribusjon	Uten bruker presentasjonskontroll	TV kringkasting
	Med bruker presentasjonskontroll	Videokonferanse

Figur 1. Tjeneste kategorier og B-ISDN eksempeltjenester

Dataoverføring i B-ISDN kan enten bruke konstant bitrate (CBR) eller variabel bitrate (VBR). CBR tjenestene bruker en fast overføringshastighet og kan for eksempel emulere N-ISDN tjenestene med overføringsrate på 64-1920 kbit/s. Ved å bruke ATM teknologien kan B-ISDN tilby variabel bitrate der informasjonen ikke er konstant. Videokonferanser vil være en slik tjeneste der mengde bildedata er avhengig av bevegelse i bildet.

2.1.2 Tjenestekvalitet

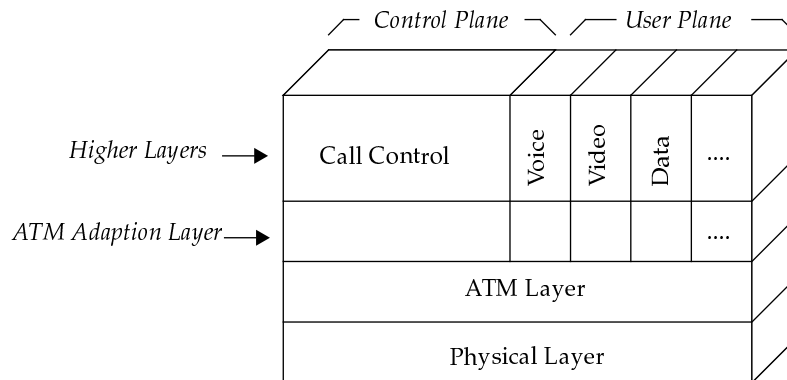
Krav til kvalitet for kommunikasjon varierer for ulike applikasjoner. For eksempel krever vanlig telefon at tale skal overføres i sanntid. Datakommunikasjon har til nå fokusert på å eliminere feil mens telekommunikasjon har konsentrert seg om sanntidskrav. B-ISDN kan gjøre begge deler gjennom et langt større parametersett for å styre tjenestekvalitet, som igjen vil være svært viktig i multimediakommunikasjon.

Et telenett basert på ATM vil tilby et stort utvalg av overføringshastigheter, med variabel eller konstant bitrate, for flere ulike media. Hver applikasjon vil kunne dekke få dekket sine krav til kvalitet og hyppighet av bitfeil, selv ved høye overføringsrater.

På grunn av den store variasjonen i krav fra multimedia applikasjoner har B-ISDN ikke noen ferdig bestemte antagelser om kvalitetskrav. Hver applikasjon og terminal kan selv bestemme en tjenestekvalitet. En metode er å kombinere flere kvalitetsparametre (QoS) og tilby en klasse av tjenester. Ved opprettelsen av en forbindelse kan applikasjonen/maskinen velge blant klassene for en passende tjeneste. Slik fleksibilitet gjør det mulig å utnytte tjenestene fra B-ISDN maksimalt.

2.2 ATM protokoller

Kommunikasjon i ATM er sammensatt av protokoller fordelt på flere lag, som vist i figur 2. Forbindelse mellom maskiner og svitsjer, eller mellom de ulike svitsjene i nettet, dekkes av det fysiske laget. Over det fysiske laget ligger ATM laget som utfører utvekslingen av informasjon i form av små celler. Noen applikasjoner har behov for melding eller media støtte fra nettet. Dette er oppgavene til *ATM Adaption Layer* [4].



Figur 2. Protokoller og funksjoner i ATM

En viktig karakteristikk av ATM er at nettet ikke gjør retransmisjoner av celler. Dersom en feil oppstår blir faktisk cellen kastet. Ved denne metoden er det mulig å oppnå høye overføringsrater. ATM Adaption Laget må derfor kompensere for tap av celler.

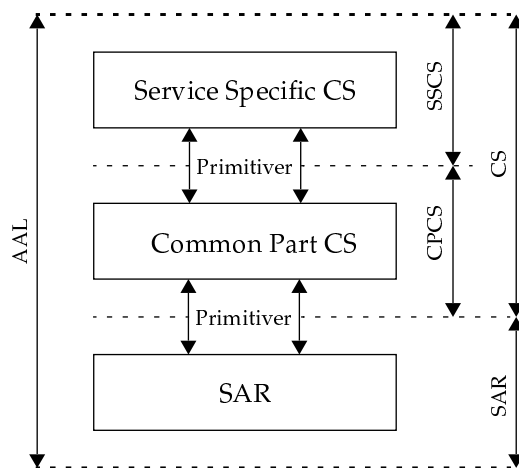
2.2.1 ATM laget

ATM blir i dag oppfattet som definert i I.361 [2]. I.361 spesifiserer en celle med en lengde på 53 okteter (byte). De 5 første oktettene inneholder informasjon om cellen og de resterende 48 benyttes for data. ATM er en forbindelsesorientert protokoll der hver celle har informasjon om en forbindelse. Informasjonen assosierer en celle med en virtuell forbindelse til en fysisk forbindelse. En identifikasjon av forbindelsen består av "virtual path identifier" (VPI) og "virtual channel identifier" (VCI). Sammen benyttes disse for multipleksing, demultipleksing og svitsjing av en celle gjennom nettet.

2.2.2 ATM Adaption Layer

Det er ikke hensiktsmessig å bygge tradisjonelle protokoller direkte på ATM laget. For å tilby en enklere tjeneste er flere ATM Adaption Layer (AAL) definert. ITU¹ har definert 4 forskjellige lag, AAL1 til AAL5 (3 og 4 er slått sammen). AAL innkapsler data fra høyere lag inn i ATM celler og omvendt. Alle lagene har samme struktur for det laveste laget, "Segmentation and Reassembly" (SAR), mens det øvre laget, "Convergence Sublayer" (CS), er spesifikt for hver AAL. AAL3/4 og 5 deler dette laget inn i "Service Specific CS" (SSCS) og "Common Part CS" (CPCS), som vist i figur 3. "Convergence Sublayer" har i oppgave å kompensere for de ulike fysiske grensesnittene. SSCS avbilder data og tjenester til ATM og kan i noen tilfeller være et tomt lag.

¹International Telecommunications Union



Figur 3. Felles struktur av AAL3/4 og AAL5

2.2.3 Tjeneste klassifisering av de ulike AAL

I en "video på forespørsel" applikasjon basert på ATM må en velge AAL avhengig av hvilken tjeneste som vil dekke behovene. ITU-TSS har i I.362 [3] har definert 4 klasser med ulike tjenester:

- Klasse A Kretsemulering, konstant video bitrate AAL1
- Klasse B Variabel bitrate for video og lyd AAL2
- Klasse C Forbindelsesorientert dataoverføring AAL 3/4 og 5
- Klasse D Forbindelesløs dataoverføring AAL 3/4

AAL1 overfører data med en konstant bitrate og leverer enhetene med samme rate. AAL1 opprettholder tidsinformasjon mellom sender og mottaker, som benyttes for synkronisering. AAL1 er ment for konstant isokron informasjon, for eksempel audio og video.

AAL2 overfører data men variabel bitrate og overfører tidsinformasjon mellom sender og mottaker. AAL2 skal derfor egne seg godt for overføring av komprimert video.

AAL3/4 er for data med variabel bitrate og er tenkt benyttet i LAN applikasjoner. Dette Adaption laget var originalt beskrevet som to AAL, men slått sammen til én AAL med to typer tjenester. *Message mode* som er en forbindelsesløs tjeneste og *Streaming mode* for forbindelsesorientert tjeneste.

AAL5 tilbyr de samme tjenestene som AAL 3/4, men er en "lettvekt" sammenliknet med AAL3/4. Dette oppnås ved at AAL5 ikke tilbyr multipleksing og samme grad av redundans for feildetektering.

2.3 Fore Systems ATM

Ovenfor har vi beskrevet ATM slik den er definert i standarden. Når det kommer til konkrete implementasjoner så finner man ofte forenklinger og forskjellige begrensninger. Vi vil her beskrive ATM implementasjonen slik vi finner den i svitsjer, kort og programvare fra Fore Systems. Norsk Regnesentral og USIT benytter ATM utstyr fra Fore. Dette er også en aktuell leverandør for andre partnere i LAVA prosjektet.

Fore Systems tilbyr et enkelt programmeringsgrensesnitt for å opprette og sende data over ATM forbindelser. Dette grensesnittet er på mange måter identisk med det som brukes for å aksessere vanlige TCP/IP tjenester, bare at alle rutinene har fått "atm_" som prefiks.

Adressering av ATM endepunkter skjer ved hjelp av en NSAP (som adresserer maskinen) og en ASAP som adresserer en prosess innen maskinen. Dette tilsvarer IP adresser og port nummer for TCP og UDP tjenesten. Kallet "atm_bind" brukes for å sette opp slike adresser.

Forbindelser opprettes med kallene "atm_connect" og "atm_accept" og her kan man spesifisere den kvaliteten (QoS) man ønsker på tjenesten. Kvaliteten spesifiseres ved 6 heltall som er henholdsvis ønsket og minste aksepterte verdi for gjennomsnittlig båndbredde, maksimal båndbredde og gjennomsnittlig varighet av "burst". Båndbredde måles i kbit/s. "Burst" lengde måles i kbit. Hvis denne ønskede kvaliteten ikke kan oppnås så vil man ikke få opprettet noen forbindelse. Man kan spesifisere at man ønsker "best-effort" tjeneste ved å spesifisere null (0) som ønsket båndbredde.

Når man setter opp en forbindelse så må man i tillegg til QoS spesifisere hvilken AAL man vil bruke og om forbindelsen skal være *simplex*, *duplex* eller *multicast*. Fore systems implementerer bare AAL3/4 og AAL5. I tillegg til aksessmuligheter spesifisert i standarden, kan man aksessere ATM laget direkte ved å bruke noe Fore har kalt for AAL_NULL. Her må man selv dele opp datastrømmen i 56 byte celler, med 48 byte data.

Når man åpner en ATM forbindelse vil man få vite den maksimale størrelsen på de pakkene som kan sendes over. Pakker som av lengde er mindre eller lik dette kan så sendes over forbindelsen ved å bruke kallene "atm_send" og "atm_rcv". Pakkegrensene vedlikeholdes av tjenesten, og hvis celler forsvinner så vil AAL forkaste hele pakken. Overføringstjenesten kan derfor direkte sammenlignes med UDP, med den forskjell at man ikke kan risikere å få dupliserte pakker eller pakkene i feil rekkefølge. Når man holder seg innenfor den spesifiserte QoS så burde risikoen for pakketap være lite.

Når man benytter IP over ATM så skjules de mulighetene som er beskrevet over.

3.0 Video teknologi

Siden våre primære applikasjon er overføring av video over nettverk så vil vi i dette avsnittet komme inn på noen standarder for digital koding av video. Kodingen vil påvirke kravet til tjenestekvalitet som applikasjonene stiller til nettet.

3.1 "Motion JPEG"

Dette er ikke navn på en standard, men mer en samlebetegnelse på systemer som koder bildedelen av en digital video som en sekvens av JPEG komprimerte stillbilder. JPEG [6] (Joint Photographic Experts Group) er en komprimeringsstandard som er egnet for "fotografiske" bilder. Lyd og multipleksing løses forskjellig i ulike "Motion JPEG" systemer.

NRs VoDoo system [26] faller inn under denne betegnelsen.

3.2 MPEG

Moving Picture Experts Group (MPEG) [7] er en internasjonal standard for komprimert digital video og lyd, samt synkronisering av flere mediastrømmer. Første versjon av

standarden (MPEG-1) skulle dekke behov fra flere applikasjonsområder, men var spesielt tilpasset lagring på audiovisuelle medier.

MPEG-1 video med 24, 25 eller 30 bilder per sekund oppnår VHS bildekvalitet ved båndbredde på 1,2 Mbit/s. For CD kvalitets lyd er det nødvendig med 0,2 Mbit/s båndbredde. Dette gir en total bitrate på 1,4 Mbit/s for en multiplekset video og lydsekvens.

For å støtte et større spekter av applikasjoner er MPEG-1 videreutviklet i MPEG-2 [8]. Denne standarden ble hovedsakelig laget for heldigital overføring og kringkasting av kvalitetsvideo med bitrater fra 4 til 9 Mbit/s. MPEG-2 også egnet for andre applikasjoner som krever enda høyere bitrate (som for eksempel HDTV). Den meste signifikante forskjellen fra MPEG-1 er en metode for effektiv koding av interlaced² video og støtte for 5.1 lydkanaler (surround). MPEG-1 har kun støtte for 2 lydkanaler (stereo).

MPEG-1 var optimalisert for lagring til CD-ROM og har derfor lite direkte støtte for tjenester der data sendes over et datanett. Dette er løst i MPEG-2 ved å definere to typer data strømmer. *Transport Stream* er definert for å transportere multiplekset video og lyd over nettet uten store krav til pålitelighet. Den andre, *Program Stream*, er optimalisert for multimedia applikasjoner som ikke krever egen maskinvare og kompatibilitet med MPEG-1.

3.3 H.261

H.261 [5] er en standard for koding av video som primært er utviklet for bildetelefonti og videokonferanser. H.261 benytter tilsvarende teknikk som MPEG, men er spesielt optimalisert for overføring ved lave båndbredder som N-ISDN.

3.4 Andre kodingsformater

Det finnes flere proprietære kodingsformater som er i bruk. Disse er ofte oppstått som et resultat at man ønsker å realisere digital video uten ekstra spesialbygd maskinvare. QuickTime er et format fra Apple. AVI er et format fra Microsoft. Silicon Graphics har også sitt eget format som ofte går under navnet "SGI Movie". Ellers kan vi nevne "nv"-formatet som er mye bruket for lavkvalitets video over MBONE.

4.0 Protokoll for overføring av video

Innføring av ATM teknologien setter store krav til høyere lags protokoller og brukers arbeidsstasjon. Det er utført en god del forskning på ende-til-ende protokoller, som inkluderer protokoller på transportnivå og AAL-nivå. Mye av denne forskningen har i tillegg til problematikken rundt protokoller også studert protokoll-filosofi, arkitekturer og implementasjon [12]. En "video på forespørsel"-tjeneste, basert på MPEG eller andre videoformat, vil ha behov for høy båndbredde og stiller ulike krav til tjenestekvalitet. Dette kapitlet vil gi en kort introduksjon til problemene ved tradisjonelle protokoller og hvilke krav alternative protokoller basert på ATM teknologien bør oppfylle.

²Interlace eller mellomlinjering innebærer at hvert TV-bilde deles inn i to halvbilder som forskyves i forhold til hverandre. Første delbilde blir linje 1, 3, 5, o.s.v. Delbilde to blir linje 0, 2, 4 o.s.v.

4.1 Tradisjonelle protokoller

Flere protokoller med stor suksess har blitt utviklet gjennom årene. De mest kjente er "Transmission Control Protocol" (TCP) [13] som bygger på "Internet Protocol" (IP) [14] og "ISO Transport Protocol class 4" (TP4) [15]. Disse transportprotokollene, som har stor utbredelse i dag, har alle et felles mål, nemlig tilby en pålitelig ende-til-ende tjeneste. Fra den gang disse protokollene ble spesifisert har det skjedd flere revolusjoner innen datanett-teknologien. Dette skyldes spesielt innføringen av optisk fiber og "båndbredde eksplosjonen".

4.1.1 Ytelse

I en typisk implementasjon av vanlige transportprotokoller, som for eksempel TCP [13], oppnår man sjelden mer en 20 Mbit/s selv i et ATM nett [9]. Det finnes noen ytelsestester hvor en gjennomstrømning på 60 Mbit/s er oppnådd for TCP/IP [11]. Årsaken til denne lave ytelsen ligger i selve endesystemene og ikke i transmisjonslinjene. I artikkelene [9] og [11] påpeker forfatterene spesielt tre områder som påvirker på protokoll ytelsen:

- *Protokoll realiseringen* der funksjoner/mekanismer, tjenestegrensesnittet, intern lagdeling og datakopiering utgjør en betydelig ytelsesfaktor. Derfor er det en ny trend at protokoller for høyhastighetsnett er enklere og støtter høy gjennomstrømning av data.
- Det andre området er *maskinarkitektur*. CPU, båndbredden til og fra minnet og ATM adapterkort er de viktigste parametrene for god protokoll ytelse.
- Det siste området er *operativsystemet*. Intern håndtering av klokke, interrupt, buffer, minne, kontekstbytte og nettdrivere nevnes som de viktigste faktorene.

4.1.2 Tjenestekvalitet

Benevnningen tjenestekvalitet i en kommunikasjonsarkitektur er en fellesbetegnelse på egenskapene til tjenestene for de ulike lagene. Tjenestekvalitet er beskrevet gjennom et sett av parametre. Disse parametrene har fått større og større betydning etterhvert som mer krevende applikasjoner blir utviklet. I en "video på forespørsel" applikasjon med spesielle behov om overføringskvalitet, vil dette ikke bare gjelde i lokalnettet men også i langdistansenett [17].

Til nå har de mest vanlige protokollene kun i mindre grad tilbudt brukere å velge parametre. Eksperimenter med TCP/IP i ATM viser et stort behov for å spesifisere tjenestekvalitet når det oppstår opphopning i nettet [18]. Dette oppnås allerede ved et lavt antall TCP/IP forbindelser, som utnytter båndbredden maksimalt for en forbindelse. Ved distribusjon av video utenfor eksperimentelle omgivelser eller i langdistansenett må protokollen tilby spesifisering av tjenesteparametre for å kunne oppnå ønsket kvalitet.

4.1.3 Oppsummering

Protokollene vi kjenner i dag for dataoverføring vil ikke være tilstrekkelig for avansert bruk i et ATM nett. En "video på forespørsel"-tjeneste utenfor eksperimentelle omgivelser må inneholde rutiner for å håndtere manglene beskrevet i dette delkapitlet. Disse manglene kan kort oppsummeres for interaktive videotjenester i følgende tre punkter:

- 1) Utnytter kun den høye overføringskapasiteten.
- 2) Kjenner ikke til begreper som tjenestekvalitet og egenskaper ved trafikken.
- 3) Inneholder en komplisert protokoll som medfører stor belastning på endesystemet.

4.2 Alternative protokoller og tjenester

For å støtte applikasjoner basert på høyhastighetsnett, vil nye protokoller bestrebe enklere protokoller som kan bli realisert i en høyhastighetsimplementasjon. Det er viktig at en protokoll for "video på forespørsel" tar hensyn til de mangler og krav som ble avdekket i kapittel 4.1.

Det er flere nye protokoller som blir tatt i bruk for multimedia hensikter. Flere av disse protokollene er basert på en "suksess-orientert" filosofi. Det innebærer at de utnytter påliteligheten tilbudt av ATM og bruker dette for å lage en enkel protokoll. De mest utbredte er ST-II [16], RSVP [20] og XTP [22].

Den meste kjente ST-II implementasjonen³ finner vi ved IBM Heidelberg [19], og denne benyttes i en rekke nettbaserte multimedia-applikasjoner. RSVP protokollen er svært ny og det finnes få implementasjoner av protokollen. Den mest kjente ble vist på konferansen MultiMedia '94 i San Francisco, og er realisert i DARTnet. XTP er realisert i SAFENET (Survivable Adaptable Fiber Optic Embeddet Network). ST-II og RSVP protokollene adresserer mange av de samme problemene, men løser dette på forskjellig måte. ST-II, RSVP og XTP protokollene anses som viktig for fremtidens nettløsninger og derfor følger en kort beskrivelse av disse.

4.2.1 ST-II

Internet Stream Protokoll er en forbindelsesorientert protokoll som opererer på samme nivå som IP. Første versjon av protokollen var publisert i 1970 og ble brukt for video og lyd eksperimenter på 80-tallet. Erfaringene fra disse forsøkene førte til utviklingen av ST-II, som er bedre egnet for et videre spekter av multimedialøsninger.

ST-II protokollen er spesielt utviklet for gruppekommunikasjon og styring av tjenestekvalitet. Elementene i ST-II tillater et startpunkt å etablere en multicast forbindelse til flere mottaker basert på et rutingtre. Nodenene i treet representerer ST-II agenter som utfører ST-II protokollen. Startpunktet kan da sende en kontinuerlig strøm av meldinger som blir rutet videre av ST-II agentene i nettet.

Dataoverføring i ST-II er upålitelig. Dette bygger på to antagelser, som er at retransmittert video og lyd ankommer for sent i henhold til sanntidskravene, og at isokrone data i liten grad aksepterer feil. Pålitelighet må realiseres i lagene over ST-II. Datapakkene i ST-II inneholder lite ekstrainformasjon og begrenser derfor prosesseringen i ST-II agentene.

4.2.2 RSVP

RSVP er en ressurs reserveringsprotokoll for Internet, og omhandler spesielt reservering av nettressurser og gruppekommunikasjon. Protokollen skiller seg fra liknende arbeid, som ST-II, på flere områder. RSVP har støtte for heterogenitet blant mottakerne i en gruppe. Det er mulig ved at ressursreserveringen er mottakerinitiert. RSVP tilbyr dynamisk og robust multipoint-til-multipoint kommunikasjon, samt bruken av "soft-state" i ruterene for å skille mellom ressursreservering og rutingfunksjoner. Dette åpner for bruk av flere rutingprotokoller. I motsetning til ST-II er RSVP ikke en rutingprotokoll og man har derfor ikke behov for å installere ny programvare i ruterene.

³To andre implementasjoner er kjent. Den ene ved BBN og det Svenske Institutt for informasjonsteknologi.

En arbeidsgruppe ("Resource Reservation Setup Protocol") innen IETF jobber aktivt med å få RSVP standardisert innenfor Internet protokoll familien.

4.2.3 Xpress Transfer Protocol

En internasjonal gruppe forskere har utviklet en *transfer protocol* (en protokoll med integrert transport og nettlag i henhold til OSI referanse modell), som er spesielt siktet på distribuerte systemer. Forskerne mener de har spesifisert en protokoll der det beste fra alle tidligere protokoller er slått sammen i en, nemlig XTP [22].

Det gir funksjonelle fordeler for moderne distribuerte omgivelser som inkluderer *data pipeline size* (med 4 Gbyte "sliding window"), rate og burst kontroll for å unngå buffer problemer, prioritet på data, transport av *out-of-band* data, flere metoder feil og flyt kontroll, ingen fragmentering i nettlaget og et transportlag for pålitelig multicast [23].

Protokollen er realisert i flere ulike implementasjoner. Både som kommunikasjonsprotokoll i multiprosessor arkitekturer og ulike høyhastighetsnett. XTP har også blitt benyttet i en bredbåndstjeneste basert på N-ISDN og i en rekke applikasjoner. Videodistribusjon i et fibernett gav gode resultater.

4.3 Oppsummering

Det er nå klart at den enkle tjenestemodellen i Internet ikke er tilstrekkelig for nye multimedia-applikasjoner. Dette skyldes i hovedsak at protokollen fungerer etter en "best-effort" modell. Skal nye protokoller ha suksess synes det likevel klart at likhet eller kompatibilitet med Internet familien er nødvendig. Flere protokoller er foreslått for å erstatte eller supplere IP, og RSVP er trolig den sterkeste kandidaten.

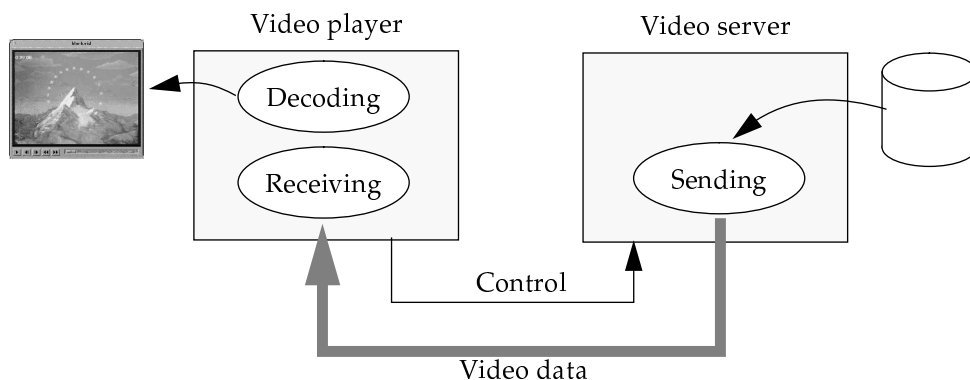
For en "video på forespørsel"-tjeneste basert på punkt-til-punkt forbindelser i ATM, vil ST-II og RSVP protokollene være tildels overdimensjonert. Disse protokollene adresserer spesielt distribusjon av multimediatrafikk i flere datastrømmer ved hjelp av spesielle multicast-trær med garantert båndbredde. ST-II har egen ruting som vil være overflødig i et nett basert på ATM teknologi.

I LAVA prosjektet har vi behov for å kunne realisere protokollen i dag. ST-II protokollen er ikke spesielt godt egnet for en interaktiv "video på forespørsel" tjeneste. RSVP er en sterk kandidat, men denne er ikke endelig standardisert. XTP forsøker å kombinere det beste fra alle tidligere protokoller. Problemet med XTP er at protokollen ikke er kompatibel med Internet, og dette vil begrense utbredelsen av applikasjoner som baserer seg på denne.

Det vil være naturlig å basere en transporttjeneste på flere typer protokoller. I første omgang skal dette realiseres i et ATM basert Supernett, som primært tilbyr IP. Vi mener derfor at videre arbeid bør basere seg på to typer løsninger. Den ene vil bruke ATM direkte mellom arbeidsstasjoner. Denne løsningen skal utnytte de fasiliteter som ATM teknologien tilbyr. Det andre alternativet vil være basert IP. Dette benyttes i de tilfeller der sender og mottaker ikke har mulighet for en direkte ATM forbindelse.

5.0 Arkitektur for video tjeneste

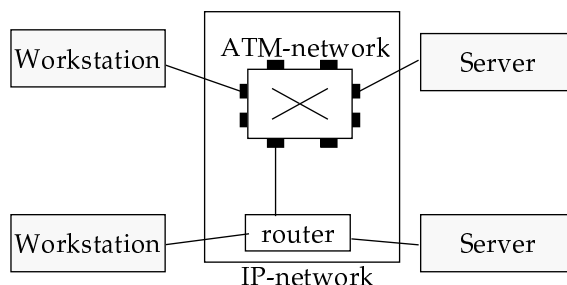
Vi vil realisere et system for "video på forespørsel" over et ATM basert datanettverk. Vår fokus vil her være valg av protokoller i en arkitektur for en slik tjeneste. Den overordnede arkitektur er som illustrert i figur 4.



Figur 4. Overordnet arkitektur.

Vi har to applikasjoner som kommuniserer med hverandre. Videoserveren har som hovedoppgave å lese kodet digital video fra lagringsmediumet og sende dataene over nettet til videospilleren. Videospilleren har som hovedoppgave å motta, dekode og presentere videodata. Det finnes også en kanal mellom spiller og server for kontrollinformasjon slik at utsendelsen av video kan påvirkes fra spilleren.

Vi ønsker å eksperimentere med ATM protokoller i nettverket som overfører video- og kontrolldata, men vi ønsker også å utvikle systemet slik at det kan benyttes i det IP baserte nettet som er utbredt idag. Vi vil få en situasjon som vist i figur 5.



Figur 5. Samspill med IP protokoller.

Noen av disse maskinene er tilknyttet ATM nettverket direkte. Andre maskiner er kun tilknyttet IP nettet. Det siste gjelder f.eks. alle maskiner som er tilkoblet Ethernet. Vi kan bare benytte ATM protokollene direkte når vi har ATM forbindelse ende-til-ende, mens vi vil måtte bruke IP i alle andre tilfeller.

5.1 Transportprotokoll for videodata

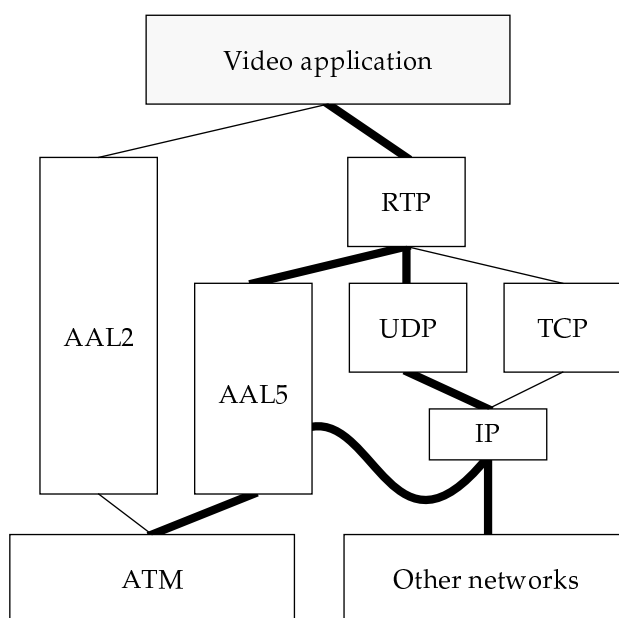
Transportprotokollen brukes for å overføre videodata fra videoserver til videospiller. Vi vil bygge transportprotollen på enten AAL3/4, AAL5 eller UDP/IP. Den siste er tatt med for at vi skal kunne være kompatibel med det IP baserte nettverket. Disse tjenestene er noenlunde like i den forstand at de tilbyr usikker overføring av datapakker. Usikker betyr her at protokollene ikke prøver å retransmittere data hvis det oppstår feil. Det er kun ATM "adaption"-lagene som vil kunne tilby spesifisering av tjenestekvalitet.

Det som mangler av tjenester i transportkanalen når man baserer seg på pakkeoverføring er:

- Overføring av tidsinformasjon slik at man kan emulere isokronitet.
- Eventuell multipleksing når man vil sende flere datatyper over samme forbindelse.
- Deteksjon av pakketap, dupliserte pakker eller pakker som ikke kommer fram i rekkefølge. De siste 2 punktene vil ikke gjelde for ATM.

I Internet sammenheng (IETF) har man utviklet RTP (Real-time Transport Protocol) [24] for å overføre multimedia-informasjon. RTP er en enkel formateringsprotokoll for multimedidata som sendes over nettet, og definerer f.eks. felter for tidskoder, mediatype og sekvensnummer. RTP er helt avhengig av underliggende protokoller for transport av data, og protokollen er utformet for bruk over en rekke transportprotokoller. Dette gjør den også egnet til bruk direkte over AAL 3/4 og AAL 5.

For applikasjoner som skal samspille over Internet er det ønsket at de benytter seg av RTP. NR har også hatt gode erfaringer med å bruke RTP for overføring av videodata i VoDoo systemet. Vi vil derfor anbefale å bruke RTP som den medieavhengige delen av transportprotokollen.



Figur 6. Protokollstakk for transportkanalen

MPEG-2 "Transport Stream" løser egentlig det samme problemet som RTP, men man kan kanskje si at RTP i større grad er utviklet av programutviklere og derfor bedre egnet for enkel implementasjon i programvare. [25] beskriver hvordan en MPEG bitstrøm skal avbildes ned i RTP pakker.

Ved bruk av RTP i transportkanalen, så vil arkitekturen kunne bli som vist i figur 6. Vi vil bruke AAL5 som transporttjeneste for oversendelse av RTP datapakker når vi kan bruke ATM nett direkte. Vi vil bruke UDP som transporttjeneste ellers.

AAL2 er også vist i figur 6, men er ikke mulig å eksperimentere med idag, fordi det finnes få implementasjoner. (Fore Systems ATM implementerer verken AAL1 eller AAL2.) Figuren

viser også en mulighet for å bruke RTP over TCP, men dette er ikke særlig gunstig p.g.a. mulighet for retransmisjoner på TCP laget.

Når man bruker ATM for overføring så bør applikasjonen beregne hvilke kvalitetskrav den setter til forbindelsen og formidle dette til nettet. I Fore Systems ATM er tallene man må bestemme gjennomsnittlig og maksimal båndbredde, samt varighet av "burst". Gjennomsnittlig båndbredde burde være relativt enkelt å beregne. Maksimal båndbredde og varighet av burst er vanskeligere, men man burde kunne preprosessere den lagrede videoen for å bestemme disse verdiene. For MPEG er disse verdiene lokalisert i selve MPEG-bitstrømmen.

En kompliserende faktor er at disse parameterene vil variere ut fra hvilken modus videospilleren er i. Båndbreddebehovet blir sannsynligvis helt forskjellig når vi spiller av video i "show motion" kontra hurtig framoverspuling. Det som burde skje var at applikasjonen reforhandlet parameterene med nettverket. Reforhandling er så vidt vi kan bedømme idag ikke mulig med Fore ATM.

5.2 Kontrollprotokoll for videotjensten

Kontrollprotokollen brukes av videospilleren for å styre utsendelse av videodata fra videoserveren. Vi har sett på tre ulike systemer som har mange fellestrekk. Disse systemene er NRs VoDoo [26], NORUTs Vision [27], SGIs CoBRa [28]. Elementene i kontrollprotokollene kan deles i 3 grupper:

- 1) Flytkontroll.
- 2) Katalog informasjon og valg av videofilm.
- 3) VCR funksjoner.

Flytkontroll utøves ved at videospilleren melder tilbake hvis den har problemer med å dekode videostreamen raskt nok, og at den også melder tilbake hvordan den opplever nettverksforbindelsen som brukes for å overføre videodata. Dette igjen fører til at videoserveren juster takten av utsendelse av data til et riktig nivå. Det finnes flere strategier for å utøve slik kontroll, men vi vil ikke gå videre inn på disse her.

Spilleren må også kunne finne fram til en videofilmen som skal avspilles og starte opp avspilling. Både VoDoo og Vision har flyttet katalog informasjon ut av spilleren og overlatt dette til eksterne applikasjoner som igjen kommuniserer med spilleren. Det videospillereren kommuniserer over til videoserveren er bare en referanse til det videofilmen som skal avspilles.

VCR funksjoner styrer avspilling av videofilmen med samme muligheter som man har på en tradisjonell videospiller. Dette er funksjoner som Play/Pause/Step/FFWD/REW, samt mulighet til direkte hopp til et gitt punkt i filmen.

Disse funksjonene avbildes naturlig i en RPC-lignende protokoll og man kunne selvsagt brukt noen av de mange RPC implementasjonene som finnes (f.eks. CORBA, DCE, Sun RPC) for å realisere protokollen. Både VoDoo og Vision bruker en enkel ASCII-protokoll hvor funksjoner kodes som en tekstlinje før de sendes over til serveren. Eventuelle svar kan sendes tilbake som tekst eller som en del av datastrømmen. Det siste er valgt for VoDoo systemet, men er ikke noe gunstig valg hvis datastrømmen oversendes med en usikker protokoll.

Vi vil anbefale å benytte en toveis TCP/IP forbindelse, med en enkel ASCII protokoll, tilsvarende den vi finner i VoDoo, for kontrollinformasjon.

6.0 Konklusjon

Vi har beskrevet en "video på forespørsel"-tjeneste basert på ATM teknologi. Problemstillingen har fokusert på videoteknologi, tjenestekvalitet og reservering av ressurser i kommunikasjonsnett.

Vi har foreslått en arkitektur med to alternativer for å overføre videodata. Det bør utvikles en videospiller og tilsvarende videoservert som kan operere over både AAL5 og UDP/IP. Denne spilleren bør benytte RTP for medieavhengig avbildning av de ulike videoformatene til netttjenestene. Arkitekturen legger ikke begrensninger for eksperimentering med AAL2 når denne blir tilgjengelig.

Referanser

- [1] I.211, "*B-ISDN Service Aspects*", International Telecommunications Union - Telecommunications Standardisation Sector.
- [2] I.361, "*B-ISDN ATM Layer Specification*", International Telecommunications Union - Telecommunications Standardisation Sector.
- [3] I.362, "*B-ISDN ATM Adaption Layer (AAL) Functional Description*", International Telecommunications Union - Telecommunications Standardisation Sector.
- [4] I.363, "*B-ISDN ATM Adaption layer (AAL) specification*", International Telecommunications Union - Telecommunications Standardisation Sector.
- [5] H.261, "*ITU-T: Video codec for audiovisual services at $p \times 64$ Kbit/s*", International Telecommunications Union- Telecommunications Standardisation Sector.
- [6] JPEG, "*Information technology - Digital compression and coding of continuous-tone still images*", British Standards Institute, Draft International Standard ISO/IEC 10918, 1992
- [7] MPEG-I, "*Information technology - Coding of moving pictures and associated audio for digital storage media at up to about 1,5 Mbit/s*", International Standard ISO/IEC 11172, 1993
- [8] MPEG-II, "*Information technology - Generic coding of moving pictures and associated audio information*", Draft International Standard ISO/IEC 13818, 1993
- [9] T.F La Porta, Malathi Veeraraghaven, Ender Ayanoglu, Mark Karol, R.D Gitlin, "*B-ISDN: A Technological Discontinuity*", IEEE Communications Magazine, Oktober 1994.
- [10] The ATM Forum, "*ATM - User Network Interface Specification. Version 3.0*".
- [11] Kjersti Moldeklev, Espen Klovning, Øivind Kure, "*TCP/IP behavior in a high-speed local ATM network environment*", Norwegian Telecom Research, oktober 1994.

- [12] T.F La Porta, M. Schwartz, *"Architectures, Features and Implementation of High Speed Transport Protocols"*, IEEE Network, May 1991.
- [13] J. Postel, *"Transmission Control Protocol"*, Internet RFC 793, September 1981.
- [14] J. Postel, *"Internet Protocol"*, Internet RFC 791, September 1981
- [15] International Organization for Standardization, *"Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - Transport Protocol Specification"*, International Standard 8073 (July 1986).
- [16] C. Topolcic, *"Experimental internet stream protocol, version 2 (ST-II)"*, Internet RFC 1190, 1990.
- [17] A. Danthine, Y. Baguette, L. Leonard, G. Ludec, *"An Enhancement of the QoS Concept"*, ISO/IEC JTC1/SC6/WG4/N, February 1993.
- [18] Allyn Romanow, *"Preliminary Report of Performace Results for TCP over ATM with Congestion"*, Sun Microsystems Computer Corporation, July 1993.
- [19] L. Delgrosii, R.G Herrtwich, F.O Hoffmann, *"An Implementation of ST-II for the Heidelberg Transport System"*, Internetworking Research and Experience, vol 5 1994.
- [20] Lixia Zhang, Bob Braden, Deborah Estrin, Shai Herzon, Sugih Jamin, *"Resource ReSerVation Protocol (RSVP)"*, draft-braden-rsvp-00.txt, october 1993.
- [21] Lixia Zhang, Steve Deering, Deborah Estrin, Scott Shenker, Daniel Zappala, *"RSVP: A New Resource ReSerVation Protocol"*, IEEE Networks Magazine, September 1993.
- [22] *"Xpress Transfer Protocol, version 3.6"*, XTP Forum, Inc. 1900 State Street, Suite D. Santa Barbara, CA 93101, USA (January 1992).
- [23] Alfred C Weaver, *"The Xpress Transfer Protocol"*, Computer Communications, Vol 17, number 1, 1 January 1994.
- [24] Henning Schulzrinne, Stephen Casner, *"RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications"*, IETF Internet Draft, draft-ietf-avt-rtp-04.ps, October 1993.
- [25] Don Hoffman, Gerard Fernando, Tom Lyon, *"RTP Encapsulation of MPEG1/ MPEG2"*, IETF Internet Draft, draft-hoffman-rtp-mpeg-encap-00.txt, March 1994.
- [26] Gisle Aas, *"VoDoo"*, <http://www.nr.no/voodoo/>, 1994.
- [27] Terje Dalen, *"Vision, en videospiller basert på ISO 11172"*, Norut rapport, 1994
- [28] Silicon Graphics, *"A Constant Bit-Rate Server"*, April 1994.