

ТЕХНИЧЕСКИ УНИВЕРСИТЕТ – ГАБРОВО
Факултет „Електротехника и електроника”

маг. инж. Ваня Стоянова Топалова

**ИЗСЛЕДВАНЕ И АНАЛИЗ НА СВОЙСТВАТА НА
MAN-МРЕЖОВИТЕ АРХИТЕКТУРИ ПРИ ЗАДАЧИ ЗА
КРИТИЧЕН ИНФОРМАЦИОНЕН ОБМЕН**

АВТОРЕФЕРАТ

на **ДИСЕРТАЦИЯ**

за присъждане на образователна и научна степен „Доктор”
по специалност "Компютърни системи, комплекси и мрежи"

НАУЧЕН РЪКОВОДИТЕЛ:
доц. д-р Радослав Петков Райчев

Габрово
2011

маг. инж. Ваня Стоянова Топалова

**ИЗСЛЕДВАНЕ И АНАЛИЗ НА СВОЙСТВАТА НА
MAN-МРЕЖОВИТЕ АРХИТЕКТУРИ ПРИ ЗАДАЧИ
ЗА КРИТИЧЕН ИНФОРМАЦИОНЕН ОБМЕН**

АВТОРЕФЕРАТ

на **ДИСЕРТАЦИЯ**

за присъждане на образователна и научна степен „Доктор”

по професионално направление 5.3 "Комуникационна и компютърна
техника"

специалност "Компютърни системи, комплекси и мрежи"

НАУЧЕН РЪКОВОДИТЕЛ:
доц. д-р Радослав Петков Райчев

РЕЦЕНЗЕНТИ:
проф. д-р Нина Синягина
доц. д-р Пенчо Пенчев

Габрово
2011

Дисертационният труд се състои от увод, четири глави, две приложения, списък на термините и списък на използваната литература. Списъкът на използваната литература включва 138 литературни източника. Дисертацията е представена в 148 страници. Номерата на включените в автореферата фигури, формули и таблици съвпадат с тези в дисертационния труд.

Докторантката работи като старши .NET програмист във фирма „Лирекс БС“ ЕООД. Била е редовна докторантка в катедра „Компютърни системи и технологии“ на факултет „Електротехника и електроника“ в Технически университет – Габрово, след което докторантурата ѝ е трансформирана в задочна.

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита от научно звено, включващо преподаватели от катедра „Компютърни системи и технологии“ и хабилитирани преподаватели от катедра „Комуникационна техника и технологии“, катедра „Приложна информатика“ при Технически университет – Габрово, БАН, ВТУ и ТУ-Варна, състояло се на 04.10.2011 година.

Защитата на дисертацията ще се състои на открито заседание пред научно жури, назначено от ректора на Технически университет – Габрово, на2011 г. от часа в зала, Корпус на университета.

Материалите на докторантката са на разположение на заинтересуваните в катедра „Компютърни системи и технологии“. Авторефератът е публикуван на сайта на Технически университет – Габрово.

Автор: **маг. инж. Ваня Стоянова Топалова**

Заглавие: **Изследване и анализ на свойствата на MAN-мрежовите архитектури при задачи за критичен информационен обмен**

Тираж: 12 броя

Печат: Университетско издателство „Васил Априлов“ – Габрово

ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

АКТУАЛНОСТ НА ПРОБЛЕМА

Определението за критичния информационен обмен не е статично. То отразява, най-общо казано, непрекъснатата еволюция на комуникационните мрежи и на потребителските изисквания.

В такава методическа и познавателна рамка беше осъществена работата по темата на дисертацията. Беше избран максималистичния подход: изследването и анализът на MAN-мрежовите архитектури обхващат цялата времева ос от миналото, настоящето и – доколкото е възможно проспективно – бъдещето на известните и очакващи разпространението си MAN-мрежови архитектури, а понятието за критичен информационен обмен се изучава и доопределя "инкрементално" за достатъчно широк кръг представителни мрежови архитектури и протоколи.

Следвайки този подход в указаните рамки, в глава 1 се разширява понятието „критичен информационен обмен“ в съдържателен план, анализират се задачите за критичен информационен обмен в MAN-мрежовите архитектури и се идентифицират нерешени критични проблеми.

В глава 2 са изследвани съществуващите подходи – архитектурен, протоколен и аналитичен, прилагани при решаване на задачи, породени от критичните изисквания на информационния обмен. Поставени са за изследване идейните предпоставки за създаване на мрежи от следващо поколение с нови възможности за критичен обмен. Отчетена е концептуалната неяснота относно избора на модел за разпространяване на информацията в перспектива.

В глава 3 е поставена задачата за необходимостта от симулиране на мрежовите характеристики поради голям брой проблеми в управлението на времезависими мрежови потоци. Предпоставка са характерът на самите данни (нееластичност и изисквания за фиксирана или контролирана скорост на трансфер на данни) и механизмите, заложи на протоколно ниво. Ролята на симулатора на асинхронни събития в MAN мрежите, е да балансира между изискванията на мрежовия обмен на данни и възможностите на мрежовата архитектура за пренос.

В глава 4 е поставена за решаване актуалната и важна за практиката задача за съгласуване на MAN мрежата с потоци от архиви на мултимедийни данни. Източници на потоци от мултимедийни данни могат да бъдат множество системи в различни приложни области – системи за видео наблюдение, за контрол на достъпа и за управление и трансфер на архиви в мрежова среда и други. Много често към потоците от

мултимедийни данни са асоциирани атрибутни бази данни с основното предназначение да обслужват и структурират мултимедийните данни. При предаване на архиви на мултимедийни данни е нужно да се вземат под внимание зависимостите между потока от мултимедийни данни и потока от атрибутни бази данни. Възможни са различни подходи при структуриране на потоците от мултимедийни данни и изграждане на имплементация за изравняване на потоците от мултимедийни данни между източника и MAN мрежата.

Изследването с целенасочено и методично разширяване на атрибутния списък в определението на понятието за критичен информационен обмен чрез обосновано добавяне на характеризиращи го атрибути доведе в работата до това, че беше идентифициран нов параметър, особено важен за бързо разрастващите се съвременни комуникационни мрежи за пренасяне на архивни потоци от мултимедийни данни и на архивите на асоциираните с тях бази данни, когато обемът на целия поток от източника на мултимедийни данни нараства непрестанно. Това е атрибутът за съгласуване на източника на данните с възможностите на комуникационните мрежи.

За такива мрежи и за такива случаи беше намерен подход, предложена методика и внедрен алгоритъм за съгласуване, които обогатяват практиката за обмен на архивни потоци от мултимедийни данни и на архивите на асоциираните с тях бази данни.

ЦЕЛ И ЗАДАЧИ НА ДИСЕРТАЦИЯТА

Целта на дисертационния труд е да се идентифицират задачите, породени от критичните изисквания на информационния обмен и да се предложат съвременни решения за MAN мрежовите архитектури. На базата на целта се формулират следните конкретни задачи:

1. Анализ на ефективността на съществуващите подходи.
2. Проектиране и разработване е прототипна софтуерна среда за контролиране на мрежовите процеси при обмен на данни в реално време.
3. Предлагане на подход за управление и трансфер на големи мултимедийни архиви през MAN мрежи.
4. Изграждане на методика и алгоритъм за управление и трансфер на големи мултимедийни архиви през MAN мрежи.

Първата задача съставлява предмет на следващата глава в работата. Втората задача се решава в останалите две глави.

ПРАКТИЧЕСКО ПРИЛОЖЕНИЕ

Разработените методи и предложените решения могат да намерят практическо приложение както при съгласуване на мрежата с архиви от мултимедийни данни с непроменяща се структура на информационните потоци (поток от мултимедийни данни и асоцииран с него поток от атрибутни бази данни), така и при съгласуване на мрежата с архиви от мултимедийни данни с променяща се структура на информационните потоци (множество потоци от мултимедийни данни и асоциирани с тях потоци от атрибутни бази данни).

Основните резултати, които намират практическо приложение са: F-D-T подход, методика и алгоритъм за управление и трансфер на архиви от мултимедийни данни със свръх голям обем, който нараства непрекъснато; процедура за изготвяне на разписание F-D-T(); процедура за автоматично формиране на АММД(параметри); процедура за препредаване след сигнал от обратна връзка(параметри); мрежов симулатор за асинхронни събития NSAE; софтуерен модул за анализ на мрежови потоци Report Adapter; софтуерен модул за генериране на събития Stimulus Generator.

Практическо приложение могат да намерят и разработените инструменти за конфигуриране и стартиране в ръчен режим на F-D-T подхода за управление и трансфер на архиви от мултимедийни данни със свръх голям обем, който нараства непрекъснато.

F-D-T подходът за управление и трансфер на архиви от мултимедийни данни със свръх голям обем е внедрен в експлоатация в реално функционираща софтуерна среда за съгласуване на мрежа за обмен с източници на големи обеми данни за нуждите на сектор „Видеонаблюдение“ при СДВР.

АПРОБАЦИЯ

Основните резултати от дисертацията са публикувани в 6 доклада, изнесени на конференции в България (Международни научни конференции “CompSysTech’06”, “CompSysTech’07”, “CompSysTech’08” и “CompSysTech’09”, Международна научна конференция „Automatics and Informatics’10”, Национална конференция с международно участие „Telecom 2010”) и 1 статия в списанието „Computer Science and Technologies”. Части от дисертационния труд са обсъдени под формата на семинари в Техническия университет – Габрово.

F-D-T подходът, методиката и алгоритъмът за управление и трансфер на архиви от мултимедийни данни със свръх голям обем, който нараства непрекъснато, са внедрени в практиката и валидирани практически. Служебните бележки за внедряване са приложени към документацията.

КРАТКО СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИЯТА

ГЛАВА I

КРИТИЧЕН ИНФОРМАЦИОНЕН ОБМЕН В КОМПЮТЪРНИТЕ МРЕЖИ

Прави се анализ на понятието за критичност като универсален и фундаментален проблем, асоцииран с компютърните мрежи въобще. По-нататък се проследява обогатяването на понятието критичност в исторически план с развитието на компютърните комуникационни мрежи (КМ) и в динамика, следвайки еволюцията на MAN мрежите.

1.1. Понятие за критичност в компютърните мрежи

Понятието критичност заема централно място при характеризиране на информационния обмен. За неговото рамкиране се търсят различни отправни точки. Под формата на критични изисквания на информационния обмен към него се отнасят параметрите *времезакъснение, трептене, скорост на предаване на данни, надеждност, готовност, сигурност на данните, цялостност, гарантираност на мрежовата услуга*.

От друга страна, в съвременните представи понятието критичност е подчинено на по-общото понятие за качество на услугите QoS. Също така, съществуват широк спектър от критерии за оценка на QoS, приложими в сферата на комуникационните технологии.

1.2. Еволюция на критериите за критичност в компютърните комуникационни мрежи

Класификация, проследяваща еволюцията на компютърните КМ по етапи, формирани спрямо доминиращите критерии преносна среда (Етап I), свързаност „от край до край“ (настоящият Етап II) и пренос на данни (Етап III), позволява да бъде проследено развитието на интересуващото ни понятие критичност. Базова концепция за Етап II от развитието на мрежовата комуникация е изграждането на свързаност между две крайни точки.

1.2.1. Актуалност на проблемите на пакетно-базираните мрежи

Представени са проблемите на пакетно-базирани мрежи към настоящия момент и в перспектива. Съществуването на частни оптимални решения за пакетно-базирани мрежи в общия случай не гарантира оптимум при обединяването им в глобална компютърна мрежа. На Етап II актьорите-участници в комуникационния обмен са изправени пред трудности при обединяване на частни подмрежи за изграждане на отворена мащабируема комуникационна среда. Критичността е

асоциирана с изграждането на обединена комуникационна мрежова среда.

На Етап III се поставя центъра върху критичността спрямо самото съдържание на информационния обмен. Това става възможно главно поради факта, че споделянето на ресурси престава да бъде проблем както в рамките на отделна мрежа (основната цел на Етап I на компютърните КМ), така и в мащабите на композицията от компютърните КМ.

От близо 40 години проблемите на пакетно-базираните мрежи остават актуални и днес, но в нов контекст - на нарасналите ресурси на MAN мрежите – протоколи, технологии, механизми за управление, на съвременните изисквания на крайните клиенти за повишено качество на мрежовите услуги и с нова отправна точка – данните.

1.2.2. Проявления на задачите за критичност

Като правило, задачите за критичност са задачи за удовлетворяване на определен набор от критични изисквания на информационния обмен. От друга страна, те се делят на различни класове според обхвата си – общовалидни и специфични (частни).

Първият клас актуални и перспективни задачи, породени от критичните изисквания на информационния обмен обхваща индустриалните мрежи – комуникационни мрежи на производствени системи и средите с висока степен на външни влияния („сурови“ среди). Вторият клас примери обхваща алгоритмите за управление на трафика. Друга форма на частно решение за КИО представляват задачите, асоциирани с конкретна технология.

1.2.1. Фундаменталната роля на Интернет

Не може да се отрече определящото влияние на Интернет върху ключовите аспекти и проблеми в компютърните мрежи както в исторически, така и в перспективен аспект. На първо място, Интернет архитектурата осигурява бързо и ефективно предаване на дейтаграми. Второ, тя позволява мащабируемост на мрежата. Трето, тази архитектура следва изискването за отказоустойчивост и децентрализирана мрежова среда, като основно изискване е надеждната доставка на данни.

От своя страна, поне три са доказаните привлекателни черти на протокола IP. Това са мащабируемост, простота и устойчивост.

1.2.2. Проблеми за критичния обмен в IPv6-базираните мрежи

Самият преход е проблемен. Най-напред може да се констатира необходимостта от поддържане на двоен стек във всеки мрежов компонент по време на прехода от IPv4 към IPv6. Основните причини са

две – липса на обратна съвместимост и невъзможност за автоматична трансляция в рамките на мрежата. Налице са и множество предимства на протокола IPv6. Част от тях включват разширено адресно пространство, сигурност „от край до край“, прозрачност „от край до край“, функционални възможности за осигуряване на QoS чрез етикети, поддържане на механизми за аутентикация и др.

Ясно става, че проблемите за критичен информационен обмен (КИО) в IPv6-базираните мрежи могат да търсят оптимални решения в глобален мащаб едва след като бъде осъществен прехода от IPv4- към IPv6-базирани мрежи.

1.3. Критичен информационен обмен в мрежовите архитектури

Съществуват различни схващания относно мястото на механизмите за осигуряване на QoS като част от Интернет архитектурата. Следва също така да се вземе под внимание степента на приложимост на избрания модел за дадената работна област – вид на мрежовия трафик и основно предназначение: критични приложения, интерактивни приложения, приложения, предназначени за обмен на големи обеми данни и др.

1.4. Технологии за пренос в MAN – мрежови архитектури

Мрежите от градски тип MAN се отличават с възможностите си да адаптират технологии, свойствени за мрежи от тип локални LAN и глобални WAN. Като основна цел на тази характеристика се сочи осигуряване на нужното мрежово обслужване за крайните клиенти на мрежовите услуги. Сред заимстваните технологии са ATM, FDDI, DQDB SMDS. Към днешна дата, те се възприемат като остарели и са в процес на заместване от механизмите на технологиите Gigabit Ethernet и 10 Gigabit Ethernet.

В мнозинството от случаите връзките между LAN мрежи на физическо ниво се изграждат върху оптична преносна среда или чрез безжични технологии, като микровълни или радио вълни. MAN-мрежовите протоколи оперират главно на канално ниво.

1.4.1. Изисквания пред съвременните MAN мрежи

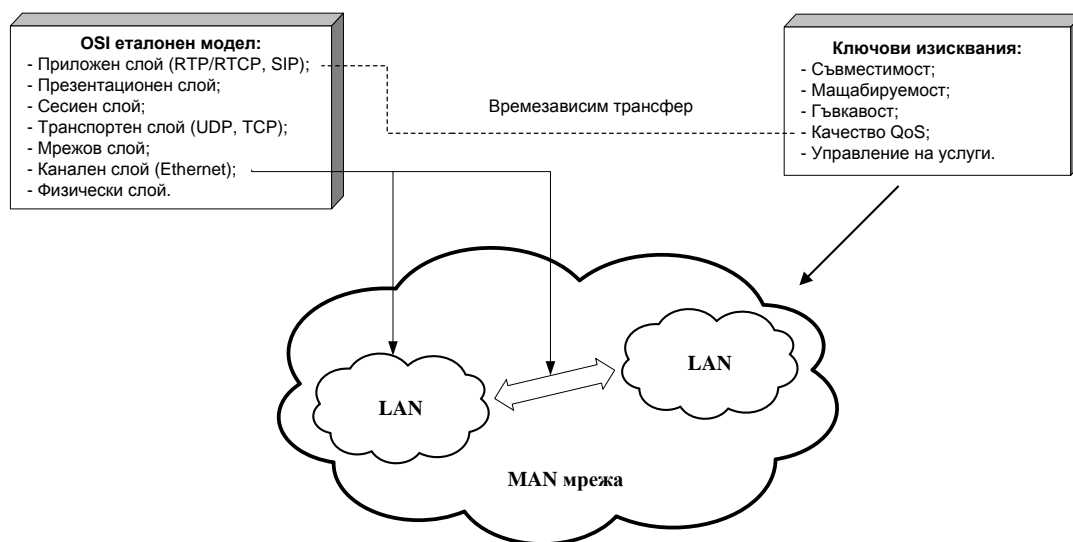
Значима технология при изграждане на MAN мрежите е технологията SONET/SDH. Нейните основни ограничения се дължат от предназначението ѝ да обслужва TDM трафик, като пренос на глас, за разлика от неравномерния IP и Ethernet трафик. Нарастването на пакетно-базирания трафик води до увеличено задръстване на честотната лента.

За разлика от нея, технологията RPR, обхващаща канално ниво, представлява интерес с възможността си за ефективно обслужване на IP и

Ethernet трафика. Сред главните ѝ предимства са възможност за едновременно предаване на данни по двата кръга, висока степен на отказоустойчивост, управляемост, поддържане на множество класове на мрежовата услуга.

1.4.2. Критичност в Ethernet-базираните MAN мрежи

Интерес представлява завладяването на нови пространства от Ethernet, в частност в индустриалните, корпоративните и др. мрежи, което налага решаването на нови задачи, свързани с проблемите за КИО. Първоначално Ethernet е предпочитана главно за локални LAN мрежи с малък брой работни станции, разположени на ограничени разстояния, но днес тя обхваща и градските MAN мрежи с по-големи географски амплитуди и по-сложна архитектура (фиг. 1.6).



Фигура 1.6. Имплементиране на времезависим трансфер в Ethernet-базирана MAN мрежова архитектура

Главните причини за високата степен на приложимост на Ethernet са свойствата ѝ сигурност, надеждност, висока производителност (ниско ниво на времезадръжка, ниско ниво на трептене, минимална загуба на пакети), управляемост и отворен характер. По отношение на преноса на критичен трафик в индустриалните MAN мрежи, технологията Ethernet предоставя възможността да бъде осигурено QoS при пренос на данните, което включва класифициране на трафика по тип, техники за управление на буферните паметии времево разпределяне на трафика по приоритет.

1.4.3. Емулация на свързаност в мрежовите архитектури

Емулацията на крайна кабелна свързаност е интересна с това, че предоставя методи за пренос на мрежови услуги като ATM, Ethernet и TDM върху мрежа с комутация на пакети. По този начин се избягва

необходимостта да се инвестира в разширяване на съответните мрежи. Техниката за емуляция PWE3 може да обедини крайна доставка за многобройни варианти на услуги и видове трафик като E1/T1, ATM и PPP/HDLC върху една единствена пакетно-базирана мрежа. Тя предоставя свойството адаптируемост към обществени и частни мрежи и поддържа свързаност „от край до край“ в отделна система.

1.4.1. Механизми за QoS адаптиране в телекомуникациите

Стандартът WiMAX представлява интерес поради възможността си да осъществява QoS-базирано адаптиране към динамичните процеси в областта на телекомуникациите. Той се отличава с повишаване на ефективността както на база модулацията на потребителския трафик и схемите за кодиране, така и чрез усъвършенствана функционалност за корекция на грешки и схеми за разпределяне на трафика. Този протокол поддържа технологиите ATM, IP и Ethernet и осигурява много висока производителност с помощта на физическия слой.

1.5. Актуалност на QoS в съвременните телекомуникационни услуги

Свободата на развитие и конкуренцията, мрежовата свързаност, промените в IP технологията, мултимедийните приложения и услугите в реално време са сред основните причини за промените в начина на възприемане на качеството QoS на телекомуникационните услуги, и в частност, на възможностите за следене и въздействие от страна на потребителите върху мрежовите параметри в последните няколко години. Важно е да се отчетат съществуващите слабости в съгласуването на механизмите за осигуряване на QoS с модела на функциониране на Интернет архитектурата, причинени главно от характера и особеностите на Интернет мрежовата архитектура.

Назрява нуждата от среда за тестване, измерване на производителност и осигуряване на средства за повишаване на QoS на мултимедийния мрежов обмен. Тази е една от целите, които се стреми да удовлетвори този труд, в който е представена прототипната софтуерна среда NSAE (Network Simulator of Asynchronous Events) за генериране на асинхронни събития и адаптиране на доклади за критичен трафик в MAN мрежи.

1.6. Проблеми на баланса между източници на големи обеми данни и мрежата за трансфер

Задачите за съхранение и трансфер на архиви на данни (мултимедийни данни, бази данни, файлове, електронна кореспонденция и др.) са обект на реализация във всички приложни области на MAN мрежите. Това е така, поради наличието на очаквания за повишена сигурност на данните от страна на крайните потребители.

Критично се оказва търсенето на баланс между пропускателната способност на мрежите за трансфер и дебита на определени източници на непрекъснато нарастващи обеми от данни. С решаване на задачите за намаляване на количеството информация за пренос чрез порционизиране на предавания обем информация се търси забавяне на темповете за снижаване на максималната скорост на информационния обмен и паралелно използване на канала от няколко мрежови процеси.

1.7. Изводи

1. Както беше показано в разделите от 1.1 до 1.5, понятието за критичен информационен обмен, определящо частни технически проблеми в по-широките рамки на качеството QoS, се променя непрестанно, следвайки доминиращия критерий във всеки етап на развитие на MAN мрежите, който е преносна среда, свързаност „от край до край” и пренос на данни като основен приоритет.
2. Значимостта на Интернет архитектурата е актуална и намира място в съвременните и в следващите актуализации на MAN мрежите, мрежовите модели и технологии.
3. QoS се оценява на концептуално ниво с мрежовите параметри времезадръжка, трептене, загуба на пакети и сигурност на данните чрез критериите за степен на удовлетвореност по диапазон на вариране и гаранции при неговото осигуряване за доставяне на обслужването по комуникационния канал (Вж. раздел 1.2).
4. В задачите за критичен трансфер се очертават редица слабости в механизмите за предоставяне на определено ниво на QoS и определени различия в степента им на приложимост, като характер на мрежовата среда – IP-базирана и неориентирана към връзката; отворен характер на архитектурата; използване на маршрути с негарантирана доставка за мрежов трансфер на потоци с гарантирано качество; поддържане на мащабируемост на решенията; наличие на многообразие от механизми за прилагане на QoS и др (Вж. раздел 1.5).
5. В раздел 1.6 са очертани нови проблеми в осъществяване на критичен информационен обмен, породени от възможен дисбаланс между пропускателната способност на мрежите за трансфер и дебита на определени източници на данни за трансфер, особено на експлозивно увеличаващите се сега потоци от мултимедийни данни и на асоциираните с тях атрибутни бази данни с определящото си свойство да увеличават обема си непрестанно с появата на всеки елемент от мултимедийни данни.

ГЛАВА II

Подходи за решаване на проблемите на критичния информационния обмен в MAN мрежите

Тази глава разглежда подходите при предоставяне на мрежови услуги в обхвата им за осигуряване на критичния или условния информационен обмен. Към настоящия момент могат да бъдат посочени следните три подхода при решаване на задачи, породени от изискванията на КИО в компютърните КМ: архитектурен, прилагащ архитектурни модели за осигуряване на качество QoS (АМОК), протоколен, използващ специализирани протоколи за критичен информационен обмен и аналитичен, почиващ на модели за анализ на информационния обмен.

2.1. Архитектурен подход при задачи, породени от критичните изисквания на информационния обмен в MAN мрежите

Използването на архитектурни модели за осигуряване на QoS е един от най-значимите и широкопространени подходи в MAN мрежите, прилагани и за изграждане на съвременни решения в интересувашата ни област за обединяване на глас, видео и данни. АМОК моделите осигуряват рамка от изисквания, подходи и функции за реализация на комуникационна среда.

2.1.1. Недостатъци на архитектурните модели за осигуряване на QoS

Съществуват слабости в QoS-базираните решения, като една особено значима част от тях са тясно свързани с етапа внедряване в процеса на осигуряване на гарантирано QoS в MAN мрежите. На този етап интерес представляват задачи за решаване следните въпроси:

- маршрутизиране и управление на мрежови ресурси;
- състояние на поток от данни и класификатори на пакети;
- набор от включени услуги;
- отчитане на мрежови услуги с гарантирано QoS.

2.1.2. Разширена класификация на архитектурните модели за осигуряване на QoS

Предложена е разширена класификация на АМОК моделите по два критерия – ниво на грануларност при обслужване на информационния поток и изисквания за QoS спрямо мрежовите показатели *наличие на свързаност, времезакъснение и скорост на предаване на данни*. Тя дава обобщени данни за показателите ниво на грануларност и изисквания за QoS за всеки от АМОК моделите.

Базовата класификация на АМОК моделите включва: базов модел с негарантирана доставка на пакети ("Best effort" модел), модел със защита на потока (МЗП), осигуряваща възможност за управление на задръстванията, модел на интегрираните услуги IntServ и модел на диференцираните услуги DiffServ. В разширената класификация на АМОК намират място два сравнително нови концептуално усъвършенствани архитектурни модела: пакетно-ориентиран модел, базиран на промените в състоянието на пакета DPS и модел на адаптируемите услуги A-Serv.

2.1.3. Развитие на съществуващите архитектурни модели за осигуряване на QoS

Наблюдаваната в MAN мрежите необходимост от обслужване на приложения с различни изисквания за КИО и от оползотворяване на мрежови ресурси, води като следствие до създаване на механизми за обработка на мрежовия трафик на база отделен мрежов поток от данни.

Най-значимите критерии за съпоставка на АМОК моделите IntServ и DiffServ са два – мащабируемост и грануларност на обслужвания мрежови трафик. Друг важен критерий е натовареността на маршрутизаторите, спрямо която се определя нивото на грануларност за някои от АМОК моделите.

2.1.4. Механизми за гарантиране на QoS

АМОК моделите прилагат различни механизми за гарантиране на QoS. Част от тях включват резервиране на ресурси за всеки поток от данни чрез използване на сигнализиращия протокол RSVP, маркиране на пакети в полето за диференцирани услуги DS в заглавната част на пакета чрез различен идентификатор на клас, съхраняване на информация за състоянието на потока в самия пакет.

Представлява интерес факта, че задачата за QoS-ориентирана маршрутизация не е част от задачата за разработване на АМОК модели. Предаването на пакети с различни приоритети се извършва върху едни и същи маршрути с тези за трансфер на пакети с негарантирана доставка.

2.2. Протоколен подход при задачи, породени от критичните изисквания на информационния обмен в MAN мрежите

В рамките на протоколния подход се създават нови, съобразени с актуалните нужди на задачите за КИО, протоколи, като едни от най-значимите са: протокол за резервиране на мрежови ресурси RSVP, протокол за пренос на данни в реално време RTP, протокол за контрол на преноса на данни в реално време RTCP, протокол за потоков пренос на

данни в реално време RTSP и протокол за защитен пренос на данни в реално време SRTP.

Предназначението на протоколите RTP и RTCP е да усъвършенстват комуникацията в Интернет и да повишат поддръжката на приложения с аудио и видео обмен, интерактивни мултимедийни конференции и др. Протоколите, ориентирани към пренос на данни в реално време намират широка реализация както при уникаст, така и при мултикаст комуникацията.

2.2.1. Подходи за решаване на проблемите за критичен информационен обмен

Отправна точка при дефиниране на подход за решаване на проблемите за КИО са двата най-общо разглеждани класа мрежови услуги - с негарантирана доставка и с гарантирано QoS. Основното различие помежду им се състои в наличието на механизъм за управление на достъпа до връзките, гарантиращ минимално QoS при втория клас услуги. От друга страна, механизмът за адаптиране на скоростта на информационен обмен при услугите с негарантирана доставка, може да повиши качеството QoS, но не позволява гарантиране на такова.

В приложенията, работещи в реално време, източникът има възможност да следи и контролира мрежови показатели на обмена на данни посредством механизми, интегрирани в протоколите.

2.2.2. Сесийно-базирани подходи

Като най-значими сесийно-базирани средства за изграждане на мултимедийни конференции и пренос на различни по тип мултимедийни данни се определят протоколите SIP и H.323. Представена е сравнителна характеристика на двата протокола. Характерни за протокола H.323 са свойствата децентрализираност и мащабируемост в глобален мащаб. Въпреки това, нарастваща е значимостта на SIP протокола, който намира приложение в индустрията като сигнализационен протокол. Основно предимство е отвореността на протокола.

2.2.1. Преимущества на сесийно-базираните решения

Важно е да се констатират преимуществата на сесийно-базираните решения. Те включват използване на една обща мрежа за пренос на видео и глас, гарантиране на мобилност чрез логическа идентификация на потребителя, по-високо качество на звука, следенето на интегрирано присъствие.

2.3. Аналитичен подход при задачи, породени от критичните изисквания на информационния обмен в MAN мрежите

В този раздел е разгледан аналитичния подход и съставляващите го модели за анализ на информационния обмен в MAN мрежите. Взети са под внимание различните аспекти на мрежовите параметри *времезакъснение* и *загуба на пакети*.

2.3.1. Модел за описание на параметъра времезакъснение

Времезакъснението „от край до край“ DEE се състои от: мрежово времезакъснение dNET, времезакъснение на операционната система (ОС) dOS, хардуерно входно-изходно времезакъснение dIO, времезакъснение за придвиждане (look ahead delay) dLAD, приложно времезакъснение dAPP:

$$DEE = dNET + dOS + dIO + dLAD + dAPP \quad (2.2)$$

Важно е да се отбележат особености на разглежданите мрежови показатели при отчитане в двете посоки. Докато времезакъснението представлява сума от времезакъсненията във всяка посока, то загубата на пакети влиза в по-сложна зависимост със загубите във всяка посока:

$$p = 1 - (1 - p_1) * (1 - p_2), \quad (2.3)$$

2.3.2. Модели за описание на параметъра загуба на пакети

Разгледани са няколко модела за оценка и тяхната приложимост за изследване на параметъра загуба на пакети. Моделът на Бернули описва бъдещите загуби на пакети независимо от предисторията на загубите, което го прави уязвим при оценка на мрежови параметри. Моделът за пространствена зависимост на загубата на пакети е приложим при обмен от тип мултикаст. Най-общ модел за описание на зависимости между вероятностни събития е моделът на Марков.

2.3.3. Анализирание и моделиране на времезакъснение и загуба

Разработването и верифицирането на различни модели за времезакъснение и загуба позволяват по-добро разбиране на мрежовото поведение и дават възможност за предсказване на поведението и QoS на мрежовите услуги в близко бъдеще. Разгледани са различни фактори, оказващи влияние върху параметрите времезакъснение и загуба на пакети.

2.3.4. Компютърна симулация и измерване

Мощното развитие на компютърните технологии дава тласък на широко използваните компютърни симулации, моделиране и измерване. Известни са не малко платени софтуерни среди, като Cisco WebEx, Citrix

GoToMeeting, Adobe Acrobat Connect, но има и редица фирмени, изследователски и университетски системи със свободен достъп – Microsoft CXP, TWiki, TeamLab и др.

Налице е належаща необходимост от такива средства за системните администратори. Ако се разполага със статистики на промяната в реално време на критични параметри за мрежов трансфер в MAN мрежите, могат да бъдат обосновани адекватни решения за настройване на мрежовия информационен обмен.

2.4. Архитектурен подход в мрежите, ориентирани към съдържанието

Налице са назряващи промени в мрежовите концепции, технологии, техники, които ще се осъществят в близко време. Те неминуемо ще се отразят и на еволюцията на MAN-мрежовите архитектури. Заражда се понятието за мрежи от следващо поколение. Разгледаните мрежови архитектури, ориентирани към съдържанието включват CCN, DONA и NetInf.

Идеята за фокусиране на мрежовата архитектура върху данните и тяхното разпространение се базира на слабостите на хост-ориентираните мрежи в съвременната мрежова среда. А те са свързани със защитата на пренасяната информация, с достъпността на съдържанието и със зависимостта от местоположението на крайния хост. Предпоставка за ограниченията пред функциониращия днес мрежов модел са преди всичко изменените условия в мрежовата среда – голям брой потребители, голям брой работни станции и „лавинообразно“ нарастване на информационните ресурси.

2.4.1. Развитие на мрежовите архитектурни компоненти

На фона на съществуващите мрежи предшественици, отчетливо се забелязва нарастващата значимост на няколко фактора. Предоставят се услуги за доставяне на съдържание от източници, разположени максимално близо до крайните мрежи. Увеличава се ролята на мултикаст обмена на данни в компютърните КМ. Сигурността на данните се издига до водещ приоритет при изграждане на бъдещите мрежови архитектури.

Основните усилия на настоящия етап в развитието на компютърните КМ са фокусирани не толкова върху свързаността, колкото върху разпространението на самата информация. Единицата данни при мрежовия модел, ориентиран към съдържанието, става по-важна от изграждането на път между два крайни хоста. Значимите мрежови архитектурни компоненти, обсъдени тук, са мрежовият информационен модел, мрежовият модел на защита, системата за преобразуване на имена, стратегиите за маршрутизиране и съхранението на данни.

2.4.2. Модел на защита при разпространение на съдържание

Моделът на защита в CCN архитектурата цели да осигури за всяка единица съдържание свойствата валидност, произход и приложимост. Първото свойство се отнася до самото съдържание, второто касае издателя (източника) и последното – съответствието между поисканото и полученото съдържание. Ето защо, CCN аутентикира съединението между име и съдържание посредством свързаността на трите ключови компонента – име, издател и съдържание. Като следствие от предложения модел на защита, постижими предимства са независимост от местоположението, аутентикация на произволни форми на име и валидиране на издателя.

Допълнителна отличителна черта на базираната на съдържание защита е поддържането на адресиране на друго метаиме, не на самото съдържание (защитено рефериране).

2.4.3. Проблеми при пренос на гласова комуникация в CCN мрежите

Представен е моделът Voice over CCN (VoCCN) с възможности да предостави свойства, по-универсални от тези на традиционния модел за гласова комуникация VoIP, благодарение на предимствата на CCN архитектурата. Посочват се отличителните свойства на VoCCN: отсъствие на междинен интеграционен слой (мидълуер) за IP транслация; използване на един и същ път, вместо два отделни, за сигнализация и трансфер на медии; възможност за многоточкова маршрутизация; наличие на идентификационни данни, разполагани в крайния хост; предоставяне на усъвършенствани услуги, като създаване на журнали, записване и гласова поща.

Отбелязват се различията в протоколния стек на CCN в сравнение с IP-базирания протоколен стек.

2.4.4. Архитектурен модел на VoCCN

Показани са ключовите компоненти на архитектурния модел VoCCN. Архитектурата CCN осъществява обвързване на протоколите SIP и RTP в ориентирания към съдържанието модел посредством новодефинирани архитектурни компоненти и тяхното взаимодействие. Представена е схема за осъществяване на комуникационния обмен с пакети от тип „Заявка“ (Interest) и Отговор“ (Data).

2.4.5. Мрежови архитектури DONA

Посочват се основните особености на архитектурния модел DONA – плоска йерархия на именуване, изграждане на междинен слой на

именуване, допълване на имената с метаданни, което позволява самосертифициране на данните.

Идеята за маршрутизиране по име при архитектурния модел DONA дава възможност за преобразуване на имена чрез манипулатори за преобразуване. Основните примитиви, използвани при преобразуването на имена са пакети за регистриране REGISTER и пакети за търсене FIND.

2.5. Изводи

1. Както беше показано в първите три раздела на глава 2, общото между представените три подхода – архитектурен, протоколен и аналитичен – за решаване на задачи, породени от изискванията на КИО е IP-базираната мрежова среда с водещ принцип на изграждане – свързаност „от край до край“ без гарантирана доставка на мрежови услуги. Интернет мрежовата архитектура е изградена върху маршрути с негарантирана доставка, които са неизменно условие както при обмен на данни с негарантирана доставка, така и при решаване на задачи за реализиране на КИО, при които са налице изисквания за QoS на предоставяните мрежовите услуги.
2. От направения анализ в раздел 2.1 следва, че основен инструмент на архитектурния подход са АМОК моделите. Те осигуряват рамка от изисквания, подходи и функции за осъществяване на различен по критичност трансфер в MAN мрежите. Техните предимства и слабости се назовават след съпоставка между тях по показателите мащабируемост, грануларност и ниво на защитеност на данните.
3. Протоколният подход разглежда редица съвременни протоколи, предназначени да обслужват задачи, породени от изискванията на КИО. Мултимедийно-ориентираните протоколи RTP, RTCP, SIP, SDP и H.323 оперират на приложно ниво. Те са съобразени с нуждите на обединените комуникации, а също така включват в себе си механизми за обратна връзка от получателя за QoS на предоставените му мрежови услуги (Вж. раздел 2.2).
4. Както беше показано в раздел 2.3, аналитичният подход е фокусиран върху два от първостепенните параметри за КИО в компютърните мрежи изобщо, а не само в MAN мрежите – времезакъснение и загуба на данни. Посочени са основните предпоставки, затрудняващи осигуряването им. Поставени са под внимание различни модели за описание и анализ на техните съставни.

5. Всеки от подходите за решаване на задачи, породени от критичните изисквания на информационния обмен, разглеждан сам по себе си не дава еднозначно и пълно решение на проблемите в областта на критичния мрежов трансфер. Ето защо, макар и обособени в три семантично обвързани групи, тези подходи сформират общо решение и биват прилагат едновременно в компютърните КМ. Това допринася за възникването на редица предизвикателства при осигуряването на мрежови услуги с изисквания за QoS, като основното е съгласуване в рамките на отделен подход, което да бъде подчинено на по-общо съгласуване в рамките на компютърните КМ.
6. От направения анализ в раздел 2.4 следва, че Интернет архитектурата е изградена спрямо водещия фундаментален принцип за свързаност „от край до край“, като основното предназначение на компютърните КМ е прозрачен пренос на пакети към дестинацията и осигуряване на мрежова комуникация между двойка неподвижни хостове. Днес, доминиращи в използването на Интернет са данните, а мрежата служи основно за обработване на информация и достъп до мрежови услуги. Като най-значими проблеми на съществуващата архитектура при поддържане на ориентиран към данните модел се сочат поддържане на постоянни имена, достъпност на данните и услугите, в това число надеждност, ниско ниво на времезакъснения и аутентикация на източника на данните.
7. В архитектурите на не една от съществуващите мрежи, представени в тази глава според различни предметни, функционални, критериални, стандартизационни и потребителски разрези, се откриват предпоставки за изпреварващи решения при изграждане на мрежи от следващите поколения с нови възможности за критичен информационен обмен.
8. В раздел 2.4 е констатирано съществуване на концептуална неяснота относно избора на подходящ модел за разпространяване на задаващата се на приложно ниво „информационна лавина“. Резките изменения в условията за функциониране на мрежовата среда с неимоверното нарастване на броя потребители, на броя работни станции и на лавината от информация, очакваща да бъде трансферирана, поставят нови предизвикателства пред компютърните комуникационни мрежи.
9. Идентифицирана е целта на архитектурния модел за защита в мрежовите архитектури, ориентирани към съдържанието, състояща се

в това да осигурява свойствата валидност, произход и приложимост за всяка единица съдържание (Вж. раздел 2.4). Поради това, протоколният стек в такива мрежи налага нова абстрактна комуникационна схема, която се различава значително от IP-базирания протоколен стек, тъй като:

- тя запазва значимостта на мрежовия слой, отслабвайки изискванията спрямо по-ниския слой;
- разширява възможностите за поддръжка и за използване на множество конекции;
- защитава съдържанието, а не крайния хост или връзката.

10. В резултат на изследването и анализа на отделни мрежови архитектури, предшественици на тези, ориентирани към съдържанието, са формулирани отчетливо нови тенденции в критериите от високо ниво за предоставяне на мрежови услуги и в постигане на по-високо QoS, като:

- привилегироване на принципа за доставяне на съдържание от най-близко разположения до крайните мрежи съсед;
- нарастване значимостта на мултикаст обмена в компютърните комуникационни мрежи;
- издигане сигурността на данните до водещ критерий в изграждане на новите мрежови архитектури.

11. Най-значимите проблеми на хост-ориентирания подход за достъпност, за защита и за независимост от местоположението на информацията се пренасят към и отлагат за решаване от мрежовите архитектури, ориентирани към съдържанието.

12. В процеса на проучването се констатира, че важен актуален и нерешен напълно проблем за оценка на параметрите на критичния информационния обмен в MAN мрежите е отсъствието на достатъчно мощни, специализирани и в същото време безплатни прототипни софтуерни среди в помощ на мрежовите администратори, които да дават възможност за натрупване на статистики по определени критични параметри на етапите за вземане на решения по настройки на критичния мрежов обмен (Вж. раздел 2.3.4).

13. Още по-добре би било, ако подобни среди са гъвкави и еволютивни до степен, че да предоставят чрез надграждане и възможности за добавяне на параметри, непредвидени в първоначалната им концепция при необходимост да бъде следвана отблизо еволюцията в мрежовите архитектурни концепции.
14. Едно съвременно решение на задача от такъв порядък е естествената опция за изграждане на прототипна софтуерна среда с отворен код за следене на параметри при обмен на данни в реално време, което е представено в следващата глава на дисертацията.

ГЛАВА III

Прототипна софтуерна среда за следене на параметри при обмен в реално време в MAN мрежи

3.1. Среди за обмен в реално време

Съществуват множество системи за сътрудничество, предназначени да осигуряват среда за провеждане на мултимедийни конференции и семинари, споделяне на ресурси, отдалечена поддръжка на мрежови приложения и др. Такива са Cisco WebEx, Citrix GoToMeeting, Adobe Acrobat Connect и др.

Изброените решения са платени, като основната им цел е създаване на условия за сътрудничество между потребителите в мрежова среда. Те нямат за задача изследване и анализ на обмена на данни в реално време. От друга страна, съществуват множество безплатни фирмени и университетски среди, сред които Microsoft CXP, TWiki, TeamLab и др. В голямата си част обаче, те предоставят ограничена функционалност по отношение на контрола върху осъществявания информационен обмен. Именно тази област е обект на интерес в прототипната софтуерна среда NSAE, изградена като надграждащ слой-обвивка на средата CXP.

3.1.1. Характеристики на базовото ядро

Ядрото с отворен код Conference XP (CXP) предоставя удобна платформа с механизми за формиране на виртуални групи, управление на състоянието им, следене на статуса и обслужване на мрежови грешки.

Представени са характеристиките на платформата, базовите ѝ параметри и диапазонът на варирането им (табл. 3.1).

Таблица 3.1. Специфика на Conference XP

Параметри	Характеристика
Изисквания за кодеци	Аудио и видео кодеци (Microsoft Windows Media)
Изисквания към мрежата	2Mbps+
Фреймова скорост	30 фрейма/секунда (frames/s)
Скорост на видео трансфер	висока (1.5 Mbps компресия при резолюция 640x480)
	средна (512 Kbps при резолюция 320x240)
	ниска (256 Kbps при резолюция 320x240)
Тип мрежа	с равноправен достъп (peer-to-peer)
Тип комуникация	мултикаст

3.1.2. Поддържани метрики

Важно за отчитане на производителността на потоците от тип RTP е използването на RTCP доклади, чрез които се измерват множество показатели. Измерването на метриците обхваща отделна RTP сесия. За всеки RTP поток съществува RTP източник, който може да бъде локален или отдалечен.

3.1.3. Процедури за обслужване на мрежови потоци при обмен в реално време

Процедурата по обслужване на входящи пакети в средата СХР започва с установяване на техния тип. Два са основните типове обслужвани пакети: RTP и RTCP пакети.

Полезна характеристика на инструменталния пакет СХР е наличието на възможност за селективно следене на обратна връзка от отделни приложения. Обработването на информацията от пакетите за обратна връзка доклад на източника SR и доклад на получателя RR позволява своевременно регулиране на скоростта на изпращане на потоците от данни.

3.1.4. Необходимост от подобрения

Ясно се вижда, че средата СХР налага ограничение по отношение размера на пакетите. Максималният размер на RTP и RTCP пакетите е фиксиран: $MTU_{RTP/RTCP} = 1452$ В.

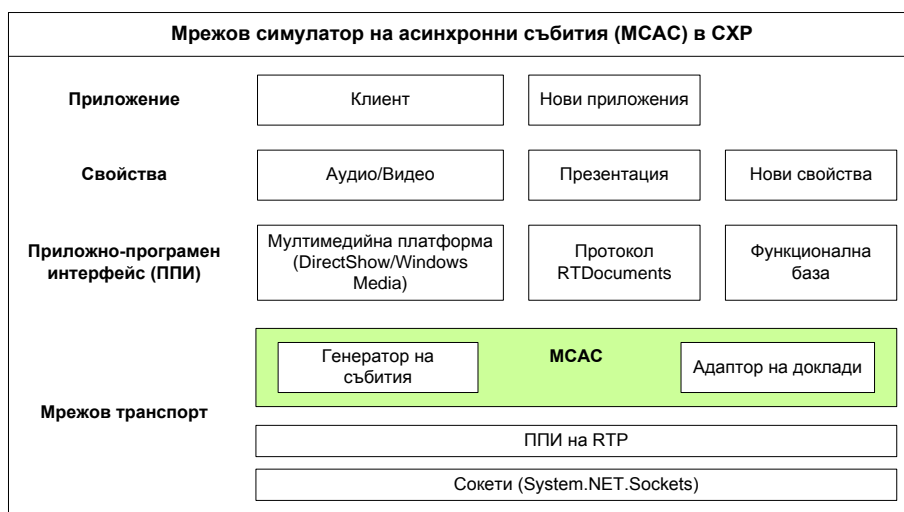
От гледна точка на задачите, поставени в тази работа по отношение на анализа на специфични времеви параметри, слабост във версията на използваната среда СХР е недостатъчно развитият инструментариум за измерване на параметри. Това ни лишава от средства за гъвкаво администриране на мрежовите потоци, пренасяни в реално време, както е в случаите на сценарии, критични по време, като отдалечени конференции,

инструкции, сътрудничество и т. н. Ако се разполага със средства за оценка на такива параметри като времево колебание между две последователни пристигания IJ (Interarrival Jitter), времезадръжка спрямо последния получен доклад DLSR (DelaySinceLastSenderReport), време на последно получения доклад LSR (LastSenderReport), загуба на откъси FL (FractionLost) и разширен последователен номер EHS (ExtendedHighestSequence), то администрирането на мрежовите потоци би се осъществявало с по-голяма точност. Средата СХР не предоставя такива механизми.

Сред недостатъците на средата СХР е и отсъствието на възможност за ограничаване на мрежовия трафик по участници в мултимедийна сесия, имащи право да получават мрежови доклади – пакети от тип SR и RR. Затова модулът NSAE предоставя такава възможност.

3.2. Реализация на обвивка за следене на параметри при обмен в реално време

Средата СХР предоставя възможности за доработки и добавяне на модули върху базовата конфигурация, състояща се от мултимедийна обвивка за комуникация и от стандартен протокол за трансфер на документи. Функционалните ѝ характеристики включват споделяне на ресурси и интегриране на разнообразие от средства за мрежова комуникация, сред които вградени възможности за презентиране с моментна аудио и видео комуникация, изисквани за съвместна работа на няколко участника в мрежова среда. На приложно ниво, СХР клиентите задават динамично профил на мрежовите функции и предоставят възможности за взаимодействие и сътрудничество по време на процеса на работа със споделените ресурси заедно с другите участници в конференцията.



Фиг. 3.5. Мрежов симулатор на асинхронни събития в СХР

Инструментът NSAE е реализиран на ниво мрежово-транспортен слой NTL (фиг. 3.5), тъй като неговата основна цел е да предостави възможности за контрол и динамично конфигуриране на критични параметри в условията на информационен поток трансфер. Поради факта, че това е допълнителен модул, той има ролята на незадължителна мрежова развойна среда за управление, която оперира на по-ниско ниво на конфигуриране и изследване на мрежовите настройки и параметри.

3.2.1. Анализатор на мрежови потоци Report Adapter

Функционалният набор на модула Report Adapter в NSAE осигурява значително по-гъвкава обвивка за мрежови операции, които са критични по време. Най-важната черта на инструмента Report Adapter е създаването на примитиви за предоставяне на следните услуги:

- Изчисление на параметъра колебание J
- Изчисление на параметъра LSR
- Изчисление на параметъра времезакъснение DLSR
- Изчисление на параметъра EHS
- Изчисление на параметъра FL
- Контрол на достъпа до RTCP докладите
- Динамично конфигуриране на размера на MTU

3.2.2. Генератор на събития в NSAE

Вторият модул, част от прототипната софтуерна среда NSAE, е генераторът на смущения Stimulus Generator. Той оперира в рамките на отделна RTP сесия в реално време на ниво мрежов трафик на активен участник (източник на RTP пакети). Този модул служи за изпълнение на две основни задачи – генериране на времезакъснение между пакетите на случаен принцип и динамично конфигуриране на реда на изпращане на фреймови пакети.

Модулът Stimulus Generator позволява задаване на случайна стойност от предварително дефиниран времеви интервал на времезакъснението, като по този начин става възможно симулиране на сценарий от реална мрежа.

Задаването на времезакъснение между изпращанията на пакети се конфигурира за мрежовия обект RTPSender, който се грижи за разпределяне на данните фреймове в пакети и последващото предаване на пакетите по мрежата.

3.3. Изводи

1. В раздел 3.1 се констатира, че големият брой проблеми в управлението на мрежовите потоци за пренос на данни в реално време, е предпоставка за създаване на симулатори на мрежовите характеристики. Симулациите имат за цел да решават ключови мрежови задачи и да предоставят възможности за динамично конфигуриране на критични параметри в MAN мрежите. Съществува недостиг от подобни безплатни средства.
2. Идентифицирани са базовите изисквания към мрежовите услуги за пренос на данни в реално време, които се свеждат най-често до осигуряване на минимално времезакъснение, ограничена загуба на пакети и за високонадеждните – доставяне на всеки пакет без грешки. Типът на мрежата оказва влияние върху рамката от изисквания и задава зависимости между тях (Вж. 3.1.1).
3. Осъществен е избор на софтуерна среда, върху която се имплементира модулът NSAE, почиващ на задълбочен анализ на възможностите на най-разпространените целево-ориентирани софтуерни продукти и на съответните инструментални средства, като:
 - недостатъчно развит инструментариум за измерване на параметри, водещ до липса на средства за гъвкаво администриране на мрежовите потоци,
 - отсъствие на възможност за ограничаване на мрежовия трафик по участници в мултимедийна сесия с право да получават мрежови доклади, което не позволява гъвкаво регулиране на скоростта на потоците и на динамиката за настройки на критични мрежови параметри.
4. Както беше показано в раздел 3.2, проектиран, разработен и внедрен е софтуерен модул NSAE с богати функционални възможности за контролиране на мрежовите процеси, интегриращ два основни потребителски интерфейса – генериране на мрежови асинхронни събития (Stimulus Generator) и следене и конфигуриране на мрежови параметри (Report Adapter).

Първият се осигурява от механизъм за динамично разпространение на асинхронни събития в мрежовата инфраструктура.

Вторият е софтуерен комплекс от средства за:

- изчисление и следене на обратна връзка от мрежовите потоци с динамично конфигуриране на мрежови параметри и
 - за управление на достъпа до данните, съдържащи се в мрежовите доклади – т. н. адаптер на доклади (Report Adapter).
5. Както беше показано в раздели 3.2.1 и 3.2.2, съществените приноси при реализиране на софтуерния модул NSAE са:
- възможност за изчисляване на параметрите *IJ*, *DLSR*, *LSR*, *EHS* и *FL*;
 - възможност за динамично конфигуриране на максималния размер на пакета, обработван без фрагментиране на данните;
 - поддръжка на три режима на работа в рамките на отделна сесия: базов режим, ограничен режим и пълен режим;
 - модулът е с отворен код.
6. Практическата полза от реализираната прототипна софтуерна среда в MAN мрежа, се заключава във възможността за използване от мрежовите администратори на натрупаните статистики по следените критични параметри при вземане на решения за настройки на мрежовия обмен на данни.

ГЛАВА IV

Съгласуване на MAN мрежа за обмен с източници на свръх големи и непрестанно нарастващи обеми данни

4.1. Съгласуване на MAN мрежа с архиви от мултимедийни данни с непроменяща се структура на информационните потоци

Съгласуването на MAN мрежа за обмен, с източниците на данни е един от важните параметри за успешно осъществяване на критичен трансфер. Важността му нараства в последно време във връзка с лавинообразното нарастване на броя източници на огромни обеми данни, пренасяни в MAN мрежите, и архивирането на тези обеми на физически отдалечени крайни дестинации поради проблеми в запазването на свързаността на генерираните потоци от мултимедийни данни (ММД) и асоциираните с тях бази данни (БД). Много от идеите в тази глава са приложими и в мрежи от друг тип.

С увеличаване на дела на потоците от контекстно-ориентирана информация в общия обем при достъп до огромни информационни масиви възниква проблема за предаване на архиви на асоциирани потоци. Типичен пример е

предаването на поток от архиви на мултимедийни данни, асоцииран с поток от архиви на атрибутни бази данни (атр-БД).

4.1.1. Условия на средата за съгласуване на архиви от мултимедийни данни

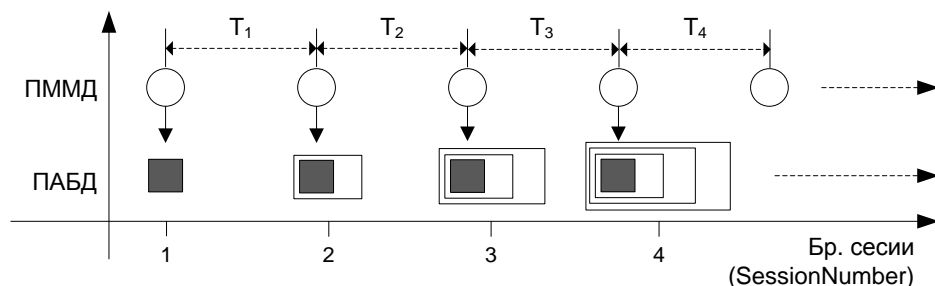
С появата на нов елемент в потока от мултимедийни данни (ПММД) се предизвиква нарастване едновременно на два потока – ПММД, съдържащ самия елемент и потока от атрибутни бази данни (ПАБД), актуализиран след появата на новия елемент. Като следствие, ново предаване на целия архив на атр-БД е неизбежно и винаги следва настъпването на промени в ПММД.

Съществуват множество схеми за съгласувано предаване на ПММД и ПАБД потоци. Широко разпространение намират две от тях:

- мрежов трансфер веднага след създаване на нов обект данни от тип ПММД, както е в случая с обмена на данни в реално време и
- отложен мрежов трансфер на ПММД.

Но ако всички добре известни техники за компресия на ПММД, базирани на свойствата на времето сходство, могат да бъдат прилагани преди предаване на ПММД, трансферът на асоциираните с тях ПАБД остава предизвикателство, тъй като отсъства зависимостта от критерия времево сходство при този поток.

На фиг. 4.1 е показан класическия подход на предаване на ПММД при схема с отложен мрежов трансфер.



Фиг. 4.1 Класически подход за предаване на АММД по мрежата

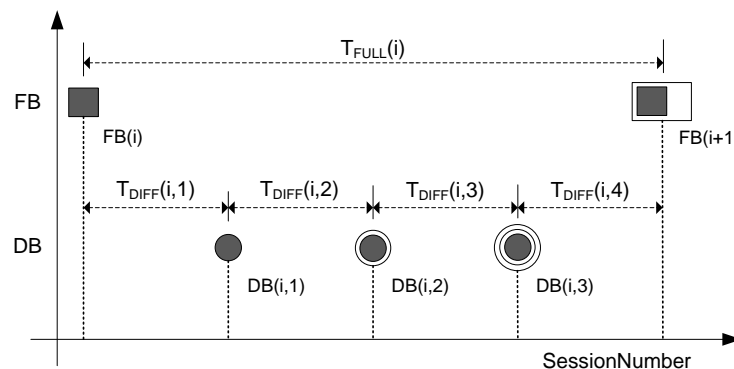
Важно е да се отбележи, че обемът на потока ПАБД нараства непрекъснато (вложените правоъгълници на фигурата), тъй като ПАБД зависи от ПММД. Следователно, необходимо е да се търсят походи за оптимално използване на пропускателната способност на MAN мрежата, за източници на данни, които имат непрекъснато нарастващи обеми

4.1.2. Подход за управление и трансфер на архиви от мултимедийни данни

По-често ритъмът за генериране на данни АММД се подчинява на ритъма на потока ПММД, следващ денонощен, седмичен, месечен, ... календарен график. Той също може да бъде съгласуван с изискванията на конкурентни мрежови процеси по критични часови интервали.

Класическият подход за предаване на гПАБД се състои в изпращане на пълни АТ-FB архиви на атр-БД в необходимите моменти от календарния график, където архивът от тип АТ-FB на атр-БД представлява архив на копие на атр-БД от тип FB. Той пренебрегва възможността за оптимизация на предавания поток.

За разлика от него, предложеният подход цели оптимизиране на обема на гПАБД посредством управление на трансфера на АММД. Вместо систематични предавания на пълни АТ-FB архиви на атр-БД, предложеният подход, именуван като F-D-T подход, предлага предаване на три различни типа архиви на база данни: пълни АТ-FB архиви, диференциални АТ-DB архиви и транзакционни АТ-TB архиви. На фиг. 4.2 е показана поредица от АТ-DB архиви в рамките на период за предаване на един АТ-FB архив.



* FB(i) означава АТ-FB архив в i-тия интервал $T_{FULL}(i)$

* DB(i,j) означава АТ-DB архив в j-тия интервал $T_{DIFF}(i,j)$

Фиг. 4.2 Поредица от АТ-DB архиви в T_{FULL} интервал

4.1.2.1. Архитектурен модел на имплементацията за съгласуване

На фигура 4.5 е показан софтуерният архитектурен модел на имплементацията за изравняване.

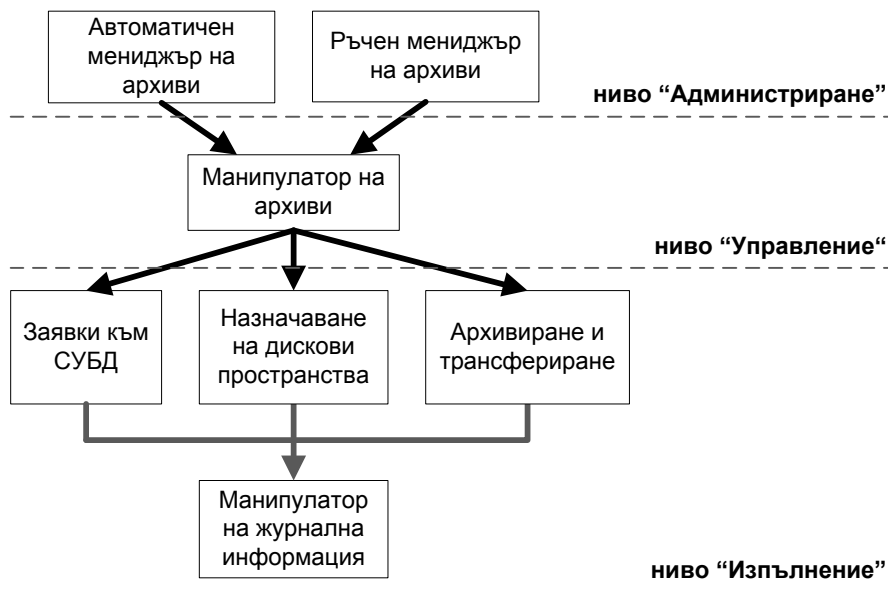
Той включва обектно- и потоково-ориентирани софтуерни модули (отделни библиотеки), организирани в приложно-програмен интерфейс (ППИ) с три нива на опериране:

- ниво „Администриране“;
- ниво „Управление“;
- ниво „Изпълнение“.

Обектите в имплементацията за съгласуване са мултимедийни даннови обекти (снимки, видео файлове и др.), СУБД, бази данни (атр-БД, асоциирана с ПММД), дискови пространства за съхранение на данни и журнални файлове.

Потоците в имплементацията са пет и включват поток от структурирани копия на атр-БД ПАБД, поток от структурирани мултимедийни данни ПММД,

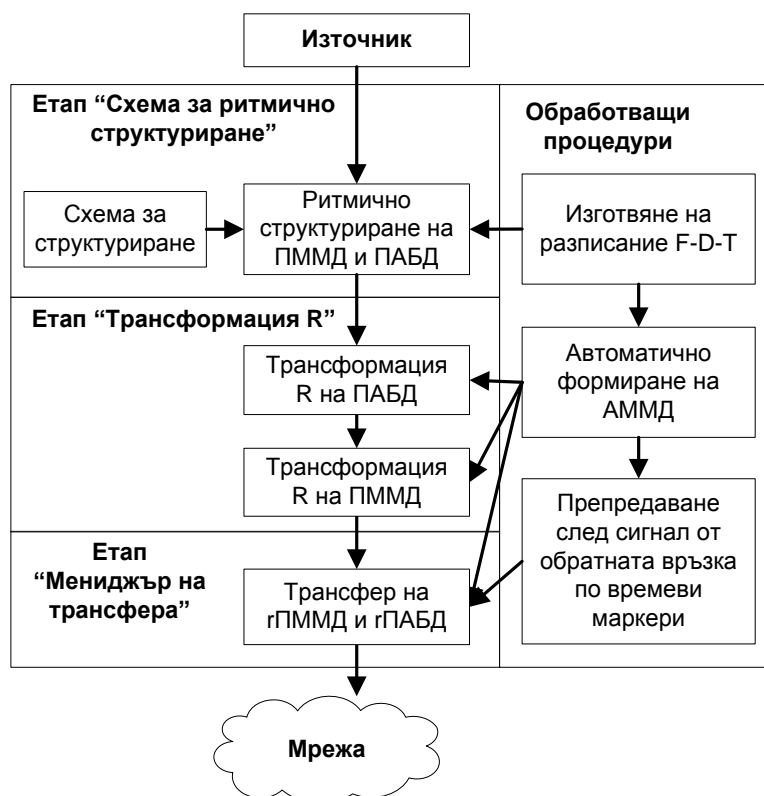
поток от архиви на мултимедийни данни гПММД, поток от архиви на копия на атр-БД гПАБД и обединен поток от архивните потоци гПММД и гПАБД.



Фиг. 4.5 Софтуерен архитектурен модел на имплементацията за съгласуване

4.1.2.2. Функционален модел на имплементацията за съгласуване

Основните етапи в подхода са три (фиг. 4.9). Те са обособени спрямо основните операции по обработка на мрежовите потоци.



Фиг. 4.9. Функционален модел на имплементацията за съгласуване

На етап „Схема за ритмично структуриране” се извършва структуриране чрез обща схема за структуриране на потоците от ММД и атр-БД. В рамките на етап „Трансформация R” се изпълнява операцията архивиране на ПАБД и ПММД. На последния трети етап, „Мениджър на трансфера”, се предава обединеният поток от архиви на мултимедийни данни (АММД) по MAN мрежата.

4.1.3. Методика за управление на трансфера на мултимедийни данни със свръх голям обем

Предложена е методика, съставена от шест основни етапа.

4.1.4. Алгоритъм за управление и трансфер на мултимедийни данни със свръх голям обем

Разработеният алгоритъм за управление и трансфер на ММД със свръх голям обем съдържа няколко ключови процедури: (1) процедура за изготвяне на F-D-T разписание, (2) процедура за автоматично формиране на АММД и (3) процедура за евентуално препредаване след сигнал от обратната връзка по времеви маркери.

Изготвянето на разписание за формиране на гПАБД с три типа архиви – АТ-FB, АТ-DB и АТ-TB, именувано като схема F-D-T, се осъществява на ниво „Администриране” (фиг. 4.5). **Процедурата за изготвяне на разписание F-D-T** задава сценария за генериране на обединения поток АММД. Избраният сценарий се свежда за изпълнение до операторите от по-ниските слоеве в архитектурния модел на системата.

Procedure Процедура за изготвяне на F-D-T разписание ()

Задаване на конфигурацията()

if (Не съществува архив FB() ||

 Съществува архив FB създаден преди интервал $\geq T_{FULL}()$)

return Процедура за автоматично формиране на АММД(FB)

else if ((Не съществува архив DB() &&

 Съществува архив FB създаден преди интервал $\geq T_{DIFF}()$) ||

 Съществува архив DB създаден преди преди интервал $\geq T_{DIFF}()$)

return Процедура за автоматично формиране на АММД(DB)

else if (Не съществува архив TB() ||

 Съществува архив TB създаден преди интервал $= T_{TRAN}()$)

return Процедура за автоматично формиране на АММД(TB)

else if (Съществува архив TB създаден преди интервал $\geq T_{TRAN}()$)

return Процедура за автоматично формиране на АММД(DB)

endif

End

Процедурата за автоматично формиране на АММД е основна за ниво „Управление“ (фиг. 4.5). Типът архив, който ще бъде генериран, зависи от предложената и внедрена Процедура за изготвяне на разписание F-D-T() и от механизма за следене на времевите маркери на потоците rПММД и rПАБД. Особено важна функционалност за успешното предаване по MAN мрежата, е процедурата за препредаване след сигнал от обратната връзка по времеви маркери.

Procedure Процедура за автоматично формиране на АММД(параметри)

Извличане на текущи настройки(параметри)

if NOT(Успешно изпълнение) return “Край”

endif

if NOT(Следенето на времеви маркери е активно()) return “Край”

endif

if (Има нужда от резервно копие на архива()) return

Осигуряване на ресурси за съхраняване на резервно копие()

endif

Задаване на конфигурацията за създаване на BACKUP копие на атр-БД()

Създаване на BACKUP копие на атр-БД()

if (Успешно е изпълнена процедурата за създаване на BACKUP копие на атр-БД())

return Изтриване на неактуални BACKUP копия на атр-БД()

else return “Край”

endif

Задаване на конфигурацията за архивиране на ПАБД()

Архивиране на ПАБД и трансфер на rПАБД(макс. размер на архив, макс. размер на единица от архива)

Процедура за препредаване след сигнал от обратна връзка(rПАБД)

Архивиране на ПММД и трансфер на rПММД(макс. размер на архив, макс. размер на единица от архива)

Процедура за препредаване след сигнал от обратна връзка(rПММД)

Актуализиране на по-старите архиви rПАБД по схема F-D-T()

End

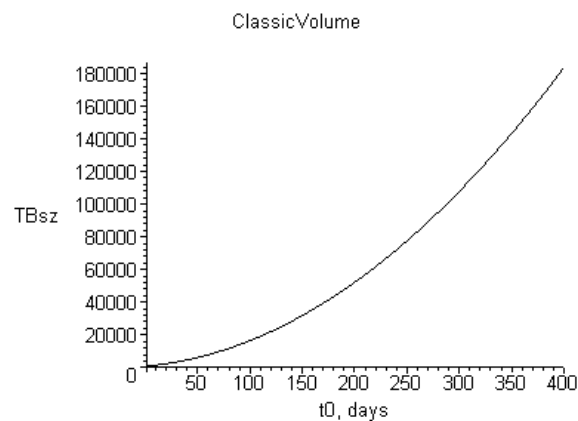
4.1.5. Оценка на ефективността на подхода

Доказано е с извеждане на формули, че предложеният F-D-T подход осигурява възможността за възстановяване на атр-БД във всеки момент t_0 , трансферирайки по-малък обем от rПАБД.

4.1.6. Експериментални резултати

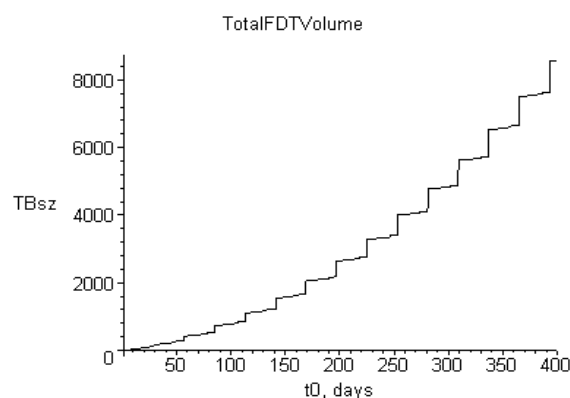
Кривите на фигурите в този раздел са изчертани с програмния продукт Maple 7 за конкретния случай при седмично-генерирани АТ-ТВ архиви и месечно-генерирани АТ-ДВ архиви, съответно за $N=6$ и $M=3$. Графиките показват очевидното повишаване на ефективността на предложения F-D-T подход спрямо класическия.

От графиката на фиг. 4.11 ясно се вижда, че класическият обем нараства монотонно. При класически подход за всяка мрежова сесия се предава пълен АТ-ТВ архив.



Фиг. 4.11 Нарастване на класическия обем след 400 дни

За разлика от класическия подход, при F-D-T подхода е налице значимо циклично забавяне на растежа на обема (фиг. 4.12 и фиг. 4.13).

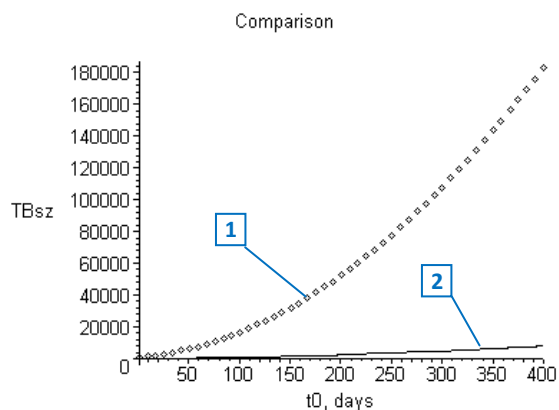


Фиг. 4.12 Нарастване на F-D-T обема след 400 дни

Стъпаловидното нарастване на обема се дължи на предаване на седмично-генерирани транзакционни АТ-ТВ архиви и месечно-генерирани диференциални

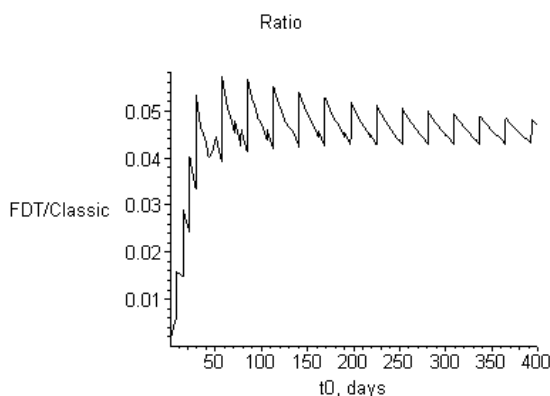
AT-DB архиви, съответно за $N=6$ и $M=3$. При $N=6$, за една седмица се предават шест AT-TV архива. При $M=3$, за един месец се предават три AT-DB архива.

На фиг. 4.14 е показано сравнение по обем между двата подхода. Моделът на нарастване на класическия обем (1) съществено се различава в сравнение с модела на нарастване на F-D-T обема (2). Основната причина е използването на диференциални AT-DB и инкрементални (транзакционни) AT-TV архиви, които позволяват едновременно да не се предава винаги цялата информация от атр-БД и да се поддържа актуалността на архивите при приемника.



Фиг. 4.14 Сравнение по обем между двата подхода

Характерно за F-D-T алгоритъма е, че той винаги гарантира спестяване на обем: 167 пъти по-малък обем на 10-ия ден, 17 пъти (абсолютният минимум) на 59-ия ден, 20 до 23 пъти след една година. Алгоритъмът F-D-T надминава ефективността на класическия алгоритъм повече от двадесет пъти, започвайки от приблизително 59-ия ден (фиг. 4.15).



Фиг. 4.15 Отношение между обемите след 400 дни

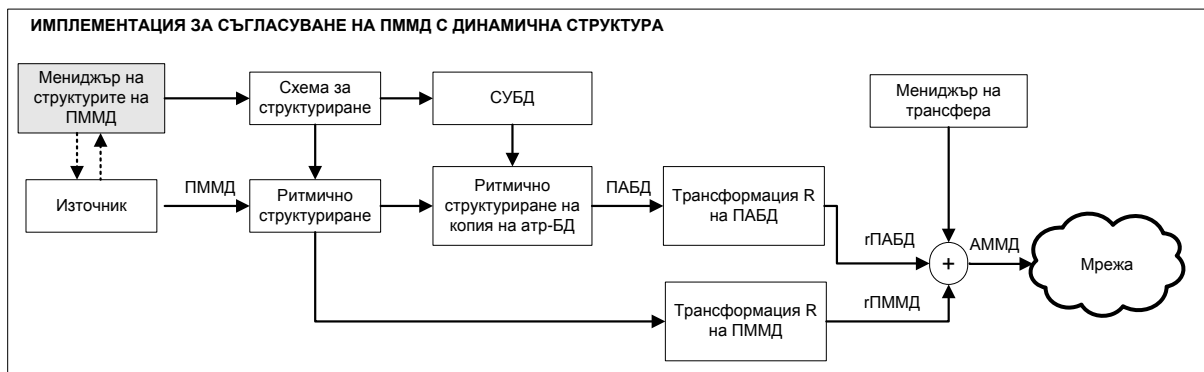
F-D-T обемът предлага перспективен модел за мрежов трансфер на АММД архиви, тъй като се грижи за актуалността на архивите и това му е основен приоритет, но в условия на по-ниски изисквания за ресурси към MAN мрежата. Тази цел е постижима главно поради използването на схема за трансфер на асоциирани и контекстно-ориентирани мултимедийни потоци, изпълнявана

спрямо календарен график и отчитаща разнообразието от схеми за управление на копия на атр-БД, които се предоставят от СУБД.

4.2. Съгласуване на MAN мрежа с архиви от мултимедийни данни с променяща се структура на информационни потоци

Налага се развитие на подхода от 4.1 с отчитане на актуалната необходимост за съгласуване на мрежата с архиви от мултимедийни данни и променяща се структура на информационните потоци.

На повърхността решението изглежда просто. Нужно е структурата на потоците ПММД да се следи от специализиран мениджър още при източника на данни, както е показано на фиг. 4.17. Механизмът проверява за налична промяна в структурата на информационните потоци, извлича актуализираните структури и задава схема за структуриране на крайните АММД.



Фиг. 4.17. Имплементация за съгласуване на АММД с динамично изменяща се структура

4.3. Изводи

1. Както беше показано в раздел 4.1.1, съгласуването на мрежата с източници на данни и в частност с източници на мултимедийни данни, които заемат и ще заемат все по-голям дял в лавината от създавана информация се издига до важен параметър в задачите, породени от критичните изисквания на информационния обмен в MAN мрежите.
2. В раздел 4.1.2 е представен формулираният подход за управление на мрежовия трансфер на големи мултимедийни архиви с непрестанно нарастващ обем. Подходът постига значителна редукция на обема на архивния поток и разкрива важни предимства в сравнение с известните класически аналози (Вж. раздели 4.1.5 и 4.1.6):
 - намалява риска от възможно излишно резервиране (най-често – дублиране) на мрежови ресурси, поради постиганата редукция на трансферираните обеми;

- снижава опасността за прекъсване на сесия по таймаут, по същата причина;
 - улеснява адаптацията към MAN мрежата, на източниците, генериращи големи обеми данни в общия смисъл, не само мултимедийни, поради адаптируемостта на подхода към изискванията на потоците от данни.
3. Идентифицирани са критериите за управление на мрежовия трансфер на големи мултимедийни архиви с непрестанно нарастващ обем (Вж. раздели 4.1.2 и 4.1.3):
- капсулиране на трансфера по MAN мрежата на потока от архивирани мултимедийни данни с потока архиви на асоциираната с него атрибутивна база данни;
 - заемане на честотна лента;
 - капацитет на ресурсите за съхраняване на трансферираните потоци;
 - минимизиране на риска от прекъсване на мрежови сесии по таймаут;
 - следене на състоянието на механизмите за възстановяване на архивите.
4. Както беше показано в раздел 4.1.3, разработена е методика за управление на трансфера на мултимедийни данни със свръх голям обем, имплементираща предложения подход.
5. В раздел 4.1.4 са предложени специфични алгоритми, регулиращи архивния поток на атрибутивната база данни, за да се минимизират загубите на данни в общия поток, получаван на приемната страна. Тези алгоритми организират изчислителна външна обвивка около съществуващите СУБД, която:
- избягва главния недостатък на метода с пълно архивиране на атрибутивната база данни – слабата му адаптируемост към мрежовите изисквания при ускорено нарастване на трансферираните обеми, – като намира иновативен аналог на неговото основно привлекателно свойство – свойството му да бъде самодостатъчен при възстановяване на архивите в приемника;
 - подобрява производителността на техниките за възстановяване на архивите на базите данни на приемната страна;

- повишава ефективността на мрежовия обмен.
6. Формулираният подход е доказан с разработена софтуерна среда за съгласуване, внедрена и валидирана практически.

ОБЩИ ИЗВОДИ

1. Ключови изследователски направления по темата на дисертацията са разширяването на понятието за критичен информационен обмен в съдържателно отношение, анализът на задачите за критичен информационен обмен в MAN – мрежовите архитектури и идентификацията на нерешени критични проблеми.
2. Открояват се проблемни области за критичен информационен обмен в процеса на еволюцията на технологиите за пренос в съвременните MAN – мрежови архитектури.
3. Изследваните подходи – архитектурен, протоколен и аналитичен не решават еднозначно и пълно задачите за КИО. IP-базираната мрежова среда - свързаност „от край до край”, но с негарантирана доставка.
4. Зараждат се идейни предпоставки за създаване на мрежи от следващо поколение с нови възможности за критичен обмен – неяснота относно избора на подходящ модел за разпространяване на информацията.
5. Проявяват се отчетливо нови тенденции в критериите от високо ниво за предоставяне на мрежови услуги с постигане на по-високо качество QoS
6. Важен, но непълно решен проблем за оценка на параметрите на критичния информационния обмен в MAN мрежите е отсъствието на мощни, специализирани и безплатни прототипни симулиращи среди. Определящите качества са гъвкавост, разширяемост, реализация с отворен код. Съществува необходимост да се симулират изисквания към мрежовите услуги за пренос на данни в реално време: минимално времезакъснение, ограничаване на загубата на пакети, доставяне на всеки пакет без грешки.
7. Реализираната прототипна симулираща среда с отворен код е приложима за MAN мрежи и е полезна с възможностите си за гъвкаво натрупване на статистика.
8. Съгласуването на мрежата с източници на данни е определящ параметър в задачите за критичен обмен в MAN мрежите.

9. Формулираният подход води до значителна редукция на трансферирания обем на архивния поток и разкрива предимства в сравнение с известните класически аналози, като намаляване на риска от възможно излишно резервиране, снижаване на опасността за прекъсване на сесия по таймаут и улеснява адаптацията на източниците на данни към MAN мрежата.
10. Създадената специфична алгоритмична обвивка около съществуващите СУБД подобрява производителността на техниките за възстановяване на архивите на базите данни на приемната страна и повишава ефективността на мрежовия обмен. Внедрена и валидирана практически.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разкрита е системата от параметри, определящи понятието критичен информационен обмен, съотношението му с по-общото понятие за качество QoS, динамиката, следваща еволюцията на MAN мрежите и слабостите в механизмите за осъществяване на задачите за критичен информационен обмен.
2. Открити са проблемни области за критичен информационен обмен в процеса на еволюцията на технологиите за пренос в съвременните MAN – мрежови архитектури.
3. Идентифицирани са критични проблеми за информационния обмен между мрежите за трансфер и определени източници на данни, между които и източниците за мултимедийни данни.
4. Констатирана е необходимост от средства за смекчаване или облекчаване на ограниченията при трансфер.
5. Изследвани са основни подходи – архитектурен, протоколен и аналитичен за решаване задачи за КИО.
6. Отбелязано е наличие на идейни предпоставки за създаване на мрежи от следващо поколение с нови възможности за критичен обмен и съществуваща неяснота относно избора на подходящ модел за разпространяване на информацията.
7. Констатирана е необходимост от мощни, специализирани и безплатни прототипни симулиращи среди за оценка на параметрите на критичния информационния обмен в MAN мрежите. Определени са като

- първостепенни изискванията за гъвкавост, разширяемост, реализация с отворен код.
8. Реализирана е прототипна симулираща среда с отворен код, приложима за MAN мрежи и полезна с възможностите си за гъвкаво натрупване на статистика.
 9. Формулиран е подход, водещ до значителна редукция на трансферирания обем на архивния поток и разкриващ предимства в сравнение с известните класически аналози, като намаляване на риска от възможно излишно резервиране, снижаване на опасността за прекъсване на сесия по таймаут и улесняване на адаптацията на източниците на данни към MAN мрежата.
 10. Изградена е специфична алгоритмична обвивка около съществуващите СУБД за подобряване на производителността на техниките за възстановяване на архивите на базите данни на приемната страна и повишаване на ефективността на мрежовия обмен.
 11. Изведени са формули за оценка на ефективността на подхода.

СПИСЪК НА ПУБЛИКАЦИИ ПО ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

- [1] Topalova, V. Functional dependencies and points of intersection between the mechanisms for providing guaranteed QoS. CompSysTech'06, Veliko Tarnovo, 2006.
- [2] Topalova, V. Critical transfer issues in QoS-C architecture models and session-based communication. CompSysTech'07, Ruse, 2007.
- [3] Topalova, V. Mission-critical transfer and Ethernet-based MAN networks: a contemporary snapshot. CompSysTech'08, Gabrovo, 2008.
- [4] Topalova, V. Prototype of a platform for monitoring and management of asynchronous network events (Network Simulator of Asynchronous Events). CompSysTech'09, Ruse, 2009.
- [5] Topalova, V. Dominant criteria in the problems for critical transfer in computer networks. Automatics and Informatics'10, Sofia, 2010.
- [6] Topalova, V. Voice communication in CCN network environment. Telecom 2010, Sofia, 2010.
- [7] Topalova, V., R. Raychev. Method and Algorithm for Equalizing Huge Volume Data Sources with the Network. Computer Science and Technologies, TU-Varna, No. 1, 2010, pp. 24 - 30.

- [8] Topalova, V., R. Raychev. F-D-T approach for equalizing huge volume data sources with the network. Information Technologies and Control (предадена в редакция).

ВИЖДЕНИЯ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ЗА НАСОКИТЕ НА БЪДЕЩАТА РАБОТА

В по-нататъшната работа следва да се доразвие средата за управление на трансфера на мултимедийни данни със свръх голям обем в следните направления:

1. Разширяване на възможностите на средата с добавяне на механизъм за следене за „настъпване на събитие“, който да инициира работата на системата в режим, различен от съществуващия „следене на времеви график“.
2. Добавяне на механизъм за съгласувана работа на двата режима - „настъпване на събитие“ и съществуващият „следене на времеви график“ с отчитане на състоянието на мрежовата среда в режима „настъпване на събитие“.

ОТЛИЧИЯ

1. Грамота за най-добре представен самостоятелен доклад от млад автор на Националната конференция с международно участие „Телеком 2010“.

INVESTIGATION AND ANALYSIS OF THE CHARACTERISTICS OF MAN NETWORK ARCHITECTURES IN CASE OF CRITICAL TRANSFER TASKS

ANNOTATION

In the Introduction are outlined the framework of the researched area and identified practically important problems for network coordination with the sources of huge data volumes.

Chapter 1 presents an extended content definition of the term “critical information transfer”, analyses the critical transfer tasks and identifies the unsolved critical problems.

In Chapter 2 are examined existing architectural, protocol and analytical approaches for solving critical transfer problems. Here are investigated future networks with new possibilities for critical transfer. A conceptual unclarity about the choice of content distribution model in perspective is reported.

Chapter 3 carries out the design of a simulator of network characteristics for problem management of time-dependant network flows. The network simulator of asynchronous events in the MAN networks aims to achieve balancing between network transfer requirements and network architecture opportunities.

Chapter 4 focuses on an actual and important task for coordination of the MAN network with the multimedia data archive flows. Very often these flows are associated with attribute databases. Here is proposed an approach for multimedia data structuring and an implementation for equalizing the multimedia source flow and the MAN network.

The achievements, based on the author’s work, are included at the end.