

ISSN 1407-7493

COMPUTER SCIENCE
DATORZINĀTNE

2009-7493

TECHNOLOGIES OF COMPUTER
CONTROL

DATORVADĪBAS TEHNOLOĢIJAS

MODELING MULTIMEDIA NETWORKS

MULTIMEDIJU TĪKLI UN TO MODELĒŠANA

Aigars Riekstins, lector

Riga Technical University,

Faculty of Computer Science and Information Technology, Institute of Computer Control, Automatics and
Computer Technics

Address: Meza str. 1/3, LV 1048 Riga, Latvia

E-mail: aigars.riekstins@rtu.lv

Atslēgas vārdi: multimediju tīkli, modelēšana, topoloģiju izvēle, metodes, simulācija

Ievads

Multimediju sistēmas ir specifiska komplekso sistēmu klase, kas raksturojas ar lieliem apstrādājamo datu apjomiem un šīs apstrādes laika ierobežojumiem. Tikai nodrošinot visu sistēmas komponentu laika prasību ievērošanu un komunikāciju nepārtrauktību, var nodrošināt dažādo mediju informācijas korektu nogādi un attēlošanu gala lietotājiem. Servisa kvalitātes (QoS) parametra definīcija šodien ir jāpaplašina, ietverot tajā arī nefunkcionālās sistēmas prasības, tādas kā: elektriskās jaudas patēriņš, latentums, trīce, izmaksas un citi.

Pateicoties lielajai datu tipu dažādībai, sistēmas QoS parametrs ir ļoti mainīgs dažādām tās daļām. Piemēram, video datu pārraide prasa lielu joslas platumu, bet var panest salīdzinoši lielu piegādes laika trīci un pakešu zudumu. Audio datu pārraide savukārt prasa ļoti nelielu joslas platumu, bet vienlaicīgi arī ļoti zemu trīci un pakešu zudumu.

Sistēmu izstādes laikā vajag veikt lietojumu prasību realizāciju ar konkrētu realizācijas platformas arhitektūru, vienlaicīgi nodrošinot definēto prasību ievērošanu. Veicot sistēmas realizāciju visiem parametriem, parasti tiek izmantoti to vidēji statistiskie parametri, jo, veicot sliktākā gadījuma parametru izmantošanu, tiek iegūta ļoti neefektīva infrastruktūra (kas noteikti nebūs ekonomiski pamatojama).

Lai veiktu šādi definētu sistēmas realizāciju, ir jānoskaidro optimālāko visas sistēmas arhitektūru un savienojumu sistēmas topoloģiju. Šajā darbā pievēršīšos tikai topoloģijas izvēlei un šīs topoloģijas izvēles metodoloģijai.

2. Sistēmu izveides un komunikāciju sistēmas topoloģijas izvēles metodoloģija

Sistēmu izstrādes laikā var izmantot dažādas

pieejas prasību realizācijai un esošu tehnoloģiju pielietojamības novērtēšanai. Multimediju sistēmu gadījumā šodien nav lielas motivācijas veidot ko pilnībā jaunu, jo esošie infrastruktūras tehnoloģiskie risinājumi var nodrošināt pilnvērtīgu un izmaksu optimālu sistēmu izveidi. Līdz ar to aktuāla ir esošo tehnoloģiju un to savienojumu topoloģiju analīze konkrētas sistēmas izveidei ekonomiski pamatotā veidā. Šādi formulēta uzdevuma veikšanu var sadalīt sekojošos posmos:

- **prasību specificēšana.** Sistēmas un tās komponentu apraksts un dažādo elementu QoS prasību korekta specificācija ir ļoti svarīgs tās izstrādes posms. Kļūdainas vai neviennozīmīgas specificācijas ir viens no galvenajiem sistēmu izstrādes procesa neveiksmju cēloņiem [1].
- **tehnoloģiskās bāzes un/vai topoloģijas izvēle.** Tehnoloģiskās bāzes un topoloģijas izvēles posmā sākotnēji tiek vizualizēta sistēmas elementu topoloģija un komponentu sadarbības saites. Šis posms ļauj veikt arī alternatīvu iespēju apzināšanu un to parametrizētu novērtēšanu labākā varianta izvēlei.
- **risinājuma realizācija un tās verifikācija.** Izvēlētās tehnoloģiskās bāzes un savienojumu topoloģijas realizācijas verifikācija var tik veikta gan pirms, gan pēc sistēmas izveides. Ņemot vērā šodienas datortehnikas iespējas, saprātīgi ir veikt sistēmas verifikāciju pirms tās izveides pilnā apjomā. Pilna apjoma sistēmas realizācijas verifikācija gan vienlaicīgi ir pietiekami grūts uzdevums, arī izejot no sistēmas iespējamo pielietojumu daudzveidības.

Šis darbs tuvāk apskata komunikāciju sistēmas topoloģijas izvēles posma realizāciju multimediju konferenču sistēmas izstrādei. Apskatāmās MM

sistēmu klases ietvaros netika veikta sistēmas tehnoloģiskās bāzes izvēle, jo tā jau ir specificēta. Tālāk pievērsīšos tikai komunikāciju sistēmas topoloģijas izvēles uzdevumam un šī uzdevuma veikšanas metodoloģijai.

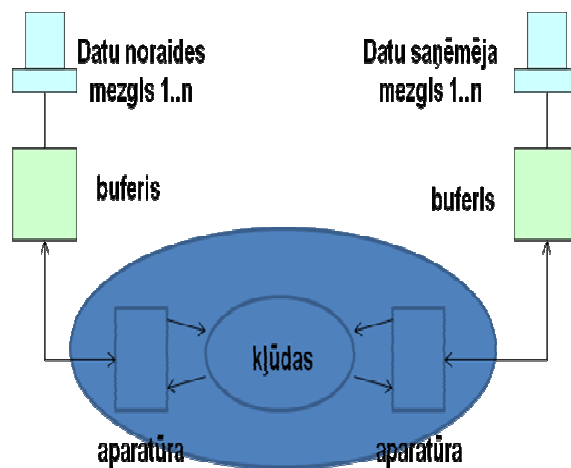
Vispusēji pamatotas un optimālas MM sistēmu topoloģijas izvēles risinājums nav teorētiski iespējams [2]. Tanī pat laikā ir iespējams izveidot specializētas arhitektūras un topoloģijas, kas būtu optimālas multimediju sistēmu veiktspējas uzlabošanai. Risinājumam specifisku topoloģiju veidošana vienlaicīgi rada grūtības ar šādu topoloģiju ieviešanu realitātē, piemēram, dēļ to sniegšanas pāri organizāciju robežām. Šīs idejas viena no realizācijām ir režģtīkla topoloģiju izvēle. Režģtīklu vai to atvasināto topoloģiju paveidu izmantošana savukārt rada problēmas (piemēram, ar nevienādu garumu, izmaksu un latentumu savienojumiem), kuru risinājumi nav ekonomiski pamatojami. Līdz ar ko turpmākā darbā pievērsīšos kādas no standartizētu [4] topoloģiju izvēlei.

3. Pielietojuma piemērs

Multimediju sistēmu komunikāciju vides modelēšanas uzdevums ir uzsākams ar lietojuma aprakstu konkrētu tā prasību ziņā. Vienkāršākajā gadījumā var pieņemt, ka multimediju lietojumu pilnībā apraksta tā dažādās datu plūsmas un to sinhronizācijas prasības. Sinhronizācijas un plūsmu piegādes parametru prasību ziņā šīs sistēmas tiek uzskatītas par nepilnvērtīgām reāllaika sistēmām. Tas ļauj izmantot statistiskus parametrus, un izveidotās sistēmas būs pietiekami efektīvas.

Abstrakcijas nākamajā līmenī var aizvietot visus lietojumus ar atbilstoša skaita datu raidītājiem un datu saņēmējiem, kas koplieto vienus vai dažādus sakaru kanālus. Datu raidītāji ģenerē datu plūsmas, kas reprezentē kādu no MM veidiem. Šo plūsmu parametrus var iegūt gan mērot reālās sistēmas, gan izmantojot zināmās vērtības no literatūras. Modeļa sakaru kanāli tiek uzskatīti par neideāliem un tāpēc tiem piemīt datu zudumi un piegādes laika izmaiņas.

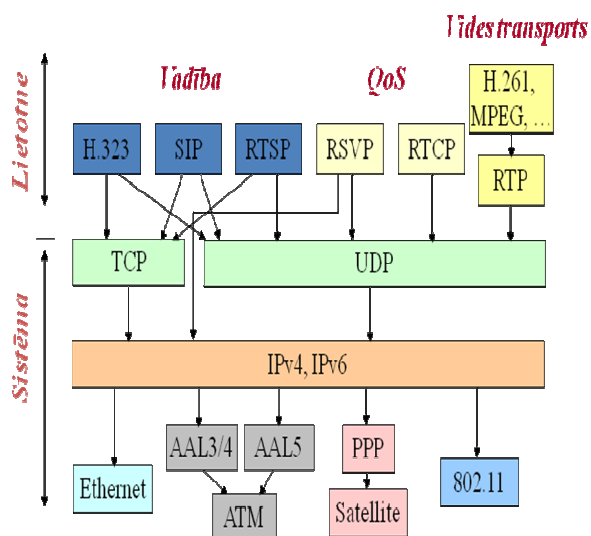
Multimediju sistēmu komunikāciju vides modelis tad vienkāršākajā gadījumā var tik attēlots sekojoši:



1. att. Komunikāciju vides modelis

Fig. 1. Communication systems model

Pēc lietojuma modeļa izveides var pievērsties sistēmas arhitektūras modelim. Komunikāciju sistēmas arhitektūra izvēlētajai sistēmai ir dota otrajā attēlā.



2. att. Komunikāciju sistēmas arhitektūra

Fig. 2. Architecture of the system

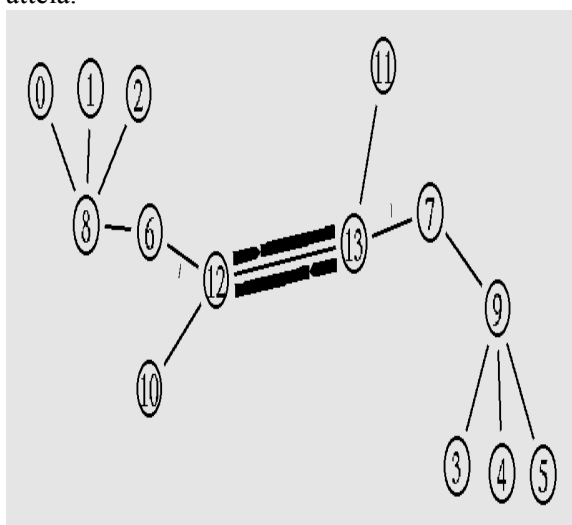
Kā redzams, tad sistēmas arhitektūras šodien izmanto standartizētas komponentes (protokolus, kodējumus...), un to izvēle nav šī darba uzdevums.

Pēc lietojuma un sistēmas arhitektūras modeļu iegūšanas var veidot sistēmas topoloģijas modeli. Lai izvēlētos sistēmas topoloģiju, šodien ir iespējams veikt tās analītisku modelēšanu, diskreto simulāciju vai reālās sistēmas emulāciju. No resursu ietilpības skatu punkta analītiskie topoloģiju modeļi ir ieteicami, bet to izveide nav

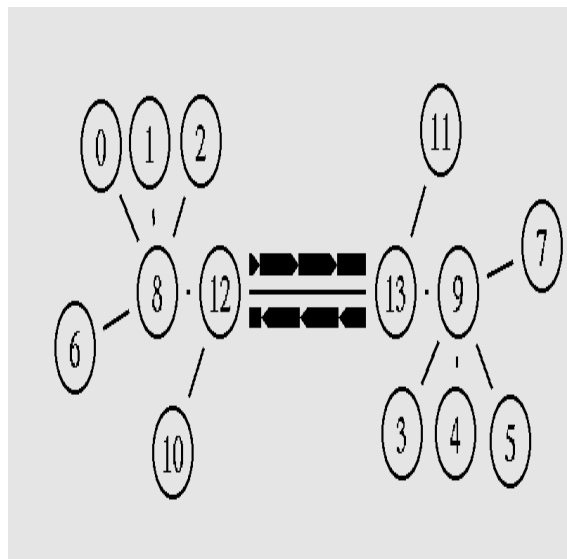
iespējama bez ļoti daudziem pieņēmumiem. Šie pieņēmumi noved pie kļūdu rašanās iespējām. Simulācijas izmantošana ir nākamais solis pēc analītisko modeļu izmantošanas. Simulācijas ļauj ātri un salīdzinoši viegli veikt neesošas sistēmas darbības simulāciju diskreto notikumu veidā. Simulāciju izmantošana gan prasa rūpīgu sākotnējā sistēmas stāvokļa un komponentu parametru aprakstu, bet tajā pat laikā sniedz iespēju novērtēt sistēmas realizāciju daudz realitātei tuvākā veidā nekā tās analītiskie modeļi. Emulācija savukārt ir reālās sistēmas izpilde testa vidē. Līdz ar prasību pēc reālas sistēmas un testa scenāriju esamības, šī metode nav noderīga ātrai sistēmas topoloģijas novērtēšanai tā izstrādes laikā. Izmaiņas emulācijas sistēmās nav veicamas ātri un to pilnvērtīga izveide ir iespējama tikai retos multimediju sistēmu gadījumos.

Līdz ar to topoloģiju izvēles uzdevums tiek veikts izmantojot diskretās simulācijas pakotnes ns2 [3] sniegtās iespējas.

Pirms topoloģiju izvēles ir jāsamazina iespējamo topoloģiju skaits līdz simulācijā aptveramiem apjomiem. Lai samazinātu topoloģiju skaitu, netiks apskatītas topoloģijas, kas prasa autonomo sistēmu konfigurāciju izmaiņas, jo tas parasti nav iespējams sistēmu ieviešanas laikā. Līdz ar to pamatā jautājums tiek uzstādīts nedaudz praktiskāk: noskaidrot multimediju sistēmas serveru izvietojumu klientu kontrolētajā infrastruktūrā. Šī darba piemēram izmantošu divu veidu topoloģijas, kas dotas trešajā un ceturtajā attēlā.



3. att. Pirmā veida topoloģija
Fig. 3. First topology



4. att. Otrā veida topoloģija
Fig. 4. Second topology

Simulācijas rezultātā tiek noskaidrots, kura multimediju sistēmas komponentu izvietojumu topoloģija ir ieteicama pēc diviem kritērijiem – starp serveru savienojumu pakešu zuduma apjoma un ringu apjoma savienojumu sistēmā.

4. Iegūtie rezultāti un secinājumi

Lai veiktu topoloģijas modelēšanu, tiek izmantots ns2 diskretais simulator. Abas pētītās topoloģijas sastāv no:

1. Diviem multimediju serveriem. Mūsu sistēmas kontekstā tie var būt vārtejas vai konferenču vadības serveri.
2. Diviem klientu tīkliem, kuros atrodas datu raidītāji un datu saņēmēji.
3. Savienojumu kanāliem starp klientu tīkliem un visām pārējām sistēmas daļām.

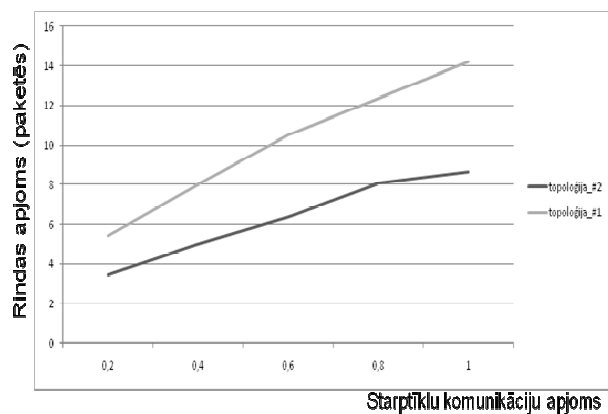
Topoloģiju salīdzinājuma rezultātā vajag izvēlēties to topoloģiju, kas nodrošina viszemāko piegādes laika mainību un datu zudumu apjomu. Apskatītās topoloģijas atšķiras tikai ar serveru izvietojumu infrastruktūrā.

Simulācijā mezgli 0,1,2 un 3,4,5 tiek iestāti kā patstāvīgu datu plūsmu (CBR) mērķi un avoti atbilstoši G.711/H.264 kodeku prasībām. Šie mezgli tiešā veidā sadarbojas tikai ar savu segmentu lokālajiem multimediju serveriem (mezgli 6 un 8). Šie serveri savukārt pārveido un pārsūta apvienotās datu plūsmas viens otram caur lokālo tīklu aparāturu (mezgli 8 un 9) uz IPS

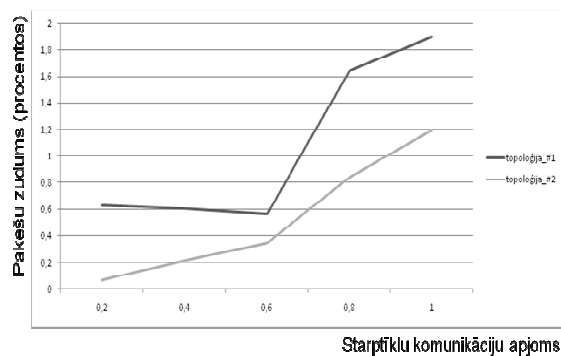
mezgliem numurs 12 un 13. Internetu šajā simulācijā aizstāj ar savienojumu starp 13. un 12 mezgliem, kuros tiek iekļautas papildus datu plūsmas no citiem klientu tīkliem. Šīs plūsmas veido mezgli 10 un 11.

Simulācijas scenārija gaitā tiek mainīts starptīklu komunikāciju apjoms, sākot ar četru lokālo tīklu mezglu sadarbību ar četriem otrā lokālā tīkla mezgliem, līdz 20 mezglu savstarpējo komunikāciju.

Pakešu zuduma un rindu apjoma grafiki doti piektajā un sestajā attēlā.



5. att. Rindu apjoms
Fig. 5. Queue size



6. att. Pakešu zudums
Fig. 6. Packet loss

Analizējot simulācijas rezultātus datu zudumam starp multimediju serveriem un rindu apjomam infrastruktūras mezglos, ir redzams, ka priekšroka tiek dota ceturtajā attēlā dotajai topoloģijai.

Simulācijas izmantošana ir ērtākais veids salīdzinošai topoloģiju izvēlei.

Literatūra

1. Miller, R.L. Information engineering: A balanced approach to information systems analysis and Design // Proceedings of the Aerospace and Electronics Conference NAECON 1995, 1995, lpp.672 – 679
2. Marculescu, R. Jingcao Hu Ogras, U.Y. Key Research Problems in NoC Design: A Holistic Perspective // Proceedings of the Hardware/Software Codesign and System Synthesis, 2005. CODES+ISSS '05, 2005, lpp. 69 - 74
3. NS2 diskreto notikumu simulators - <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>
4. Riley, G.F. On standardized network topologies for network research // Proceedings of the Winter Simulation Conference, 2002, lpp. 664 - 67

Riekstiņš A. Multimediju tīkli un to modelēšana

Šajā darbā tiek apskatītas multimediju datu tīklu izveides gaitā pielietojamās modelēšanas metodes. Lai varētu apskatīt šādu tīklu modelēšanu, pirmajā daļā tiek veikts multimediju tīklu modelēšanas uzdevuma pamata problēmu apskats. Darba otrajā daļā tiek iezīmēta modelēšanas vieta sistēmu izstrādes gaitā un tiek pamatota tālāk apskatītā uzdevuma izvēle tīkla topoloģiju analīzes veidā. Šajā daļā tiek aprakstīti arī tālāk apskatītās multimediju konferenču sistēmas topoloģiju izvēles posma iespējamie risinājumu veidi. Darba trešajā daļā ir aprakstīta konkrētās multimediju sistēmas topoloģijas izvēle, sākot ar sistēmas modeļa un arhitektūras iegūšanu līdz divu savienojuma sistēmas topoloģiju veidu izvēlei. Šajā darba daļā arī tiek definēti optimālās topoloģijas izvēles kritēriji – pakešu zuduma apjoms un rindu apjomi mezglu punktos. Darba noslēdzošajā daļā apskatīti konkrētā modelēšanas scenārija uzstādījumi diskreto notikumu simulatoram ns2 un tiek parādīti simulācijas gaitā iegūtie rezultāti. Rezultātu analīzes gaitā tiek izvēlēta multimediju serveru izvietojumam optimālā topoloģija, kurā serveri tiek izvietoti ārpus lokālo tīklu robežām.

Riekstins A. Modeling multimedia networks

In this work is discussed heterogeneous multimedia data network modeling and is given example of modeling use in such network design process. In first chapter introduction in heterogeneous multimedia data networks is given with basic problem statement for modeling case. In the second chapter modeling possibilities are discussed and their place in design process is shown. In this work modeling is used to choose optimal interconnect topology of some predefined set. Second chapter also shows limitations on choosing of possible topologies. Third chapter shows example multimedia conferencing systems model, architecture and two possible topologies for interconnect and server placement. In this chapter optimization criteria are also defined – namely packet loss and queue size. Forth chapter defines simulation scenario in discrete event simulator ns2 and presents simulations results for discussed topologies. By chosen criteria it is clear that second discussed topology is better by both criteria.

Риекстиньш А. Моделирование мультимедийных сетей

В этой работе рассматривается моделирование гетерогенных мультимедийных сетей передачи данных и дается пример использования моделирования в таком процессе проектирования сети. В первой главе работы дается введение в гетерогенных мультимедийных сетях передачи данных и даётся основная постановка проблемы, которую далее решают с помощью моделирования. Как основная задача моделирования в данной работе рассматривается поиск оптимальной топологии соединений и размещение серверов в частном. Во второй главе обсуждены возможности моделирования и их место в процессе проектирования мультимедийных систем. Вторая глава также показывает наложение ограничений на выбор возможной топологии. Третья глава даёт модель и архитектуру мультимедиа систем конференц-связи. Далее рассматривается две возможности топологии для размещения сервера и соединительных систем. В этой главе также определены критерии оптимизации – а именно, объём потер пакетов и размер очередей в узлах связи. Последняя глава даёт сценарий моделирования в симуляторе дискретных случаев ns2 и представляет результаты моделирования для обсужденных топологий. В соответствии с выбранными критериями вторая топология лучше.