

**ÒZBEKSTAN RESPUBLIKASI INFORMATSIYA
TEXNOLOGIYALARI HÂM KOMMUNIKATSIYALARIN
RAWAJLANDIRIW MINISTERLIGI**

**MUHAMMED AL-XOREZMIY ATINDAGI TASHKENT
INFORMATSIYA TEXNOLOGIYALARI UNIVERSITETI**

NÒKIS FILIALI



KOMPYUTER INJINIRINGI FAKULTETI

3^A KURS TELEKOMMUNIKACIYA TEXNOLOGIYALARI BAĞDARI

Mikroprocessor páninen

ÓZBETINSHE JUMIS

Tayarladi:

Sabirova M

Qabilladi:

Serjanov Q

NÒKIS 2018

TEMA: TARMAQ PROCESSLERI

I. Kirisiw

II. Tiykargı bólim

- a) *Tarmaq processlerin rawajlandırıw basqishlari*
- b) *Tarmaq processorlariniń ulıwmalıq strukturasi hám waziypalari*
- c) *Tarmaq processorlariniń zamanagóy arxitekturalari*
- d) *IXP tarmaq processorlari*

III. Juwmaqlaw

IV. Paydalanılğan ádebiyatlar

KIRISIW

Tarmaq hám pakettiń ózine qarap, tarmaqqa kelip túsetuǵın paket shıǵıwshı liniya arqalı jóneltiriwden aldın ámeliy dástúr arqalı beriliwinen aldın ol yamasa bul islew beriliwin talap etiwı múmkin. Islew beriw tómendegilerdi óz ishine aladı. Paketti qayjerge jiberiw, paketti bóleklerge bóliw yamasa oni bóleklerden jiynaw, xızmet kórsetiw sipatin basqariw (ásirese audio hám video aǵımlarına salıstırǵanda), maǵlıwmatlardı qorgaw (kodlaw hám dekodla), kompressiya hám dekompressiya esaplanadı.

Lokal tarmaqta maǵlıwmatlar jóneltiw tezligi 40Gbit/s. ǵa, paket kólemi bolsa-1 Kbaytqa jaqınlassa, tarmaq kompyuterleri sekuntına 5mln.ta paketti qayta islewi kerek boladı. 64 baytlı paketler ushin bul muǵdar shama menen sekuntına 80mln paketǵasha ótedi. Hámme aytıp ótilgen funksiyalardıń berilgen waqıt ishinde ortasha 12-200 dana atqariwshı, onıń ústine májbúriy túrde paketlerden nusqa aliniwi, programmaliq tárepten uliwma ámelge asirip bolmaydı. Apparatlı qollap quwatlaw bul jerde júdá zarúr.

Paketlarǵa jedel pát penen islew beriwdi apparatlı sheshiw jollarınan biri arnawlı integral sxemalar (Application-Specific Integrated Circuit, ASIC). Bunday mikro sxemalar aldınnan kózde tutilǵan hámme ámellerdi orınlay alatuǵın apparat tárepinen ámelge asirilǵan programmaǵa uqsaydı. Zamanagóy marshrutizatorlardıń tiykari ASIC sxemaları esaplanadı. Sonıń menen birge arnalǵan integral sxemalar menenda bir qansha mashqalalar baylanisli. Áwelem bar olardı proektlestiriw uzaq waqıttı aladı, islep shıǵariw hám onnan tez bolmaydı. Bunnan tisqari, bul-qatań programmalanǵan qurılma, yaǵniy jańa funktsionnaliq kiritiw ushin jańa mikro sxemani islep shıǵıw hám jaratiwdi talap etedi. Sebebi olardı dúzetiwdiń jalǵız jolı jańa (dúzetilgen) mikrosxemani islep shıǵıw, tayarlaw hám ornatiw esaplanadı.

3. TARMAQ PROCESSLERI

3.1 Tarmaq processlerin rawajlandırıw basqishları

Kompyuter tarmaqlarında maǵlumatlar paketlerin qayta islew ushin arnalǵan apparat-programmalıq sistemalardıń keń spektorinan paydalaniladi. Olarǵa kommutatorlar, marshrutizatorlar, tarmaq adresslerin translyaciya qiliw processlari, bastirip kiriwlerdi aniqlaw sistemasi, brandmauerlar, ADSL-modemler kiredi. Tarmaq sistemalaribazarǵa tezrek shıǵıw máqsetinde bahasi, fizik ólshemleri hám tayarlaw waqtin sheklew sharayitlarında joqari ónimdarlıq hám keń funkcional imkaniyatlar klassifikaciyasi boyınsha proektlestiredi.

Islep shıǵarılatuǵın sistemalar mashtaplanatuǵın, jeterlishe universal bólǵan hám saykesleniwsheń bóliwi kerek. Proektlestiriw waqtında bazaar tendenciylarındaǵı qollanılatuǵın texnologiyalardaǵı hám shıǵarılıp atırǵan sistemaǵa qoyılatuǵın texnikalıq talaplar tez juz beretuǵın ózgerislerdi esapqa alıw kerek.

Bundan 40-jıl aldın kompyuter tarmaqlari payda bólǵan waqıttan beri olar rawajlanıwınıń bir qansha basqishların ótti. Birinshi awlat esaplanatuǵın tiykarǵı tarmaq qurılmalari (1975-1980) universal kompyuterlar bólǵan edi. Marshrutizator IP-protokolın ámelge asırıwshi programmaǵa iye bólǵan mini kompyuter bólǵan edi. Ekinshi awladda (1990-1995) paketlardı táriyplew hám basqa funkciylar ushin arnalǵan processorlar jaratıldı, joqari tezliktegi kommutatorlar qollanila basladı. Tarmaqta qayta islew funkciyasınıń kópshiligi universal processorlarda atqarılatuǵın edi. Tarmaq qurılmalariń ushinshi awladı (2000-jıldan baslap) universal processorǵa, hár bir tarmaq interfeysi ushin ajratılǵan processorlarǵa iye mashqalalı baǵdarlangan JUIS (juda ulken integral sxema) da ámelge asirilatuǵın toliq bólistirilgen arxitekturaǵa iye. Bul awlad maǵlumatlardı juda tez qayta islew menen pariqlanadı.

Ushinshi awladda toliq bólistirilgen arxitekturaǵa ótiliwi tarmaq sistemasında islep shıǵıw hám olardıń qásiyetleri uyreniw jumisin qiyinlastıradi. Multiprocessorli marshrutizatorlarda hár bir tarmaq interfeysindegi hár bir processor ushin óz aldına marshrut kestelerin táminlew zárurligi jańalaniwında kestelerdiń replikaciyların sinxronlaw ushin qósimsha mashqalalardı juzege keltiredi. Bunnan tisqari marshrutizator marshrut kestelerin jańalaw maǵliwmatlar paketlerin qayta islew menen birge alıp bariliwi kerek.

Ushinshi awlad arxitekturalarında jańa mashqalalar juzege keldi, mashqalalı-jóneltirilgen JUIS tiykarında jaratılǵan qurılmalardıń joqari bahasi, jańa ónimlerdiń bazarǵa shıǵarılıwınıń uzaq waqıt aliniwi (18-24 ay), paketli processorlardı testlaw

hám verifikaciya qiliw quramalılıǵı, qollanılatuǵın JUISdiń jeterlishe bólmaǵan saykesligi esaplanadı.

JUISdiń saykes kelmegenligi proektke qoyılatuǵın talaplardaǵı eń kem ózgerisler jaǵdayınd hám mikrosxemaniń ulkenligine qaytadan proektlestiriw ushin qosimsha tárizde kóp waqıt ketiwine alıp keledi. Bunnan tisqari, jańa tarmaq sistemalarında paydalaniw ushin JUIS di modifikaciya qiliw hám sazlaw islep shıǵıw waqıtı hám bahası kóbeytiriledi.

1990-jıllardıń aqırında kompyuter tarmaqlarınıń jedel rawajlanıwı tarmaq sistemalarındaǵı tez ózgeriwshilerge hám olardı jaratiw ushin jańa jandasiwlarıń qollanılıwına: tarmaq paketlerin qayta islew wazıypalardıǵa qaratılǵan programmalastırılatuǵın processorlardı islep shıǵıwına alıp keldi. [18].

Arxitektura ideası birinshi awlad tarmaq sistemalarınıń ushinshi awlad sistemalarınıń joqarǵı tezligi menen programmalastiriw kombinaciyasınan ibarat. Kórsetilgen arxitekturaǵa iye qurılmalar **tarmaq processorlari** dep ataladı. Tarmaq processorların jeterlishe ónimdarlıqqa iye bolıwları ushin tarmaq paketlerin qayta islew wazıypaları tolıq uyrenilgen bóliwı, olardıń hám kólem quramalılıǵı bahаланǵan bolıwı kerek.

Eń kóp waqıt kólemine iye wazıypalar ushin tarmaq processorları strukturasına mashqalalı orientirlengen apparat sheshimlerdi kiritiw kerek. Tarmaq processorlarınan paydalaniw multiprocessor qurılmaları arqalı qayta islenetuǵın kóp tarmaq interfeyslari, paketler aǵımlarınan ibarat sistemalarında ekonomikalıq tárepten paydalı esaplanadı.

Joqarı ónimdarlıqqa erisiw ushin zamanagoy tarmaq processorında tómendegi tayanish arxitektura sheshimlerinen paydalanıladı: joqarı taktli jiyilikke iye bir aǵımlı processor, paketler aǵımların parallelew, paketlardı konveyerli qayta islew.

Házirgi waqıtta birinshiarxitektura ónimdarlıǵı derlik tawsılǵan.

Parallel arxitekturaniń qásiyeti bolıp, paketlardıń kiriw nábwetin únemli basqariw apparat mexanizimin tańlaw hám ámelge asiriw zárúligi esaplanadı.

Konveyer arxitekturasında paketlar aǵımı funkcional bloklar liniyası boyınsha jilisadı, olardıń hár biri paketge tańlap qılınatuǵın qayta islewdiń óz bólegin atqaradı.

Zamanagoy tarmaq processorlarında kombinaciyаланǵan konveyer-parallel yamasa parallel-konveyer arxitekturaları qollanıladı.

Tarmaq processorı ishinde eki tiykarǵı maǵlımatlar aǵımı bar:

— Joqarı tezlikte ápiwayı qayta islewdi talap qılatuǵın paketler;

— Azıraq tezlikte quramalı qayta islewdi talap qılatuǵın paketler.

Processor ishinde hár bir aǵım ushin arnawlı apparat hám qurılmalar ajratılıwı mumkin.

Tarmaq processorlarinan paydalaniw múmkin bolǵan óz-ara baylanislardıń 3túri bar:

- Joqari tezlikte úlken kólemdegi maǵliwmatlardı uzatiw ushin tayanish dáreje. Bul jerde marshrutlaw, kommutaciyalaw, paydalana alıwdı qadaǵalaw funkciyaları ámelge asiriladi.

- Shegaraliq tarmaqlarara dáreje. Shegaralarda tayanish dárejege kiriw hám onnan shıǵıw júz beredi. Shegaraliq dáreje funkciyaları joqari quramalılıq menen pariqlanadi, ortasha hám joqari tezlikte atqariladi, óz ishine marshrutlaw, kommutaciyalaw, aǵımdı basqariw, paydalana alıwdı qadaǵalaw, xızmet kórsetiw sapasin basqariwdı aladi.

- Tarmaqqa kiriw dárejesi. Bul dareje informaciyanı tarmaqqa jetkiziwdiń hámme noqatların aladi. Paydalaniwshılar lokal tarmaqlar, keń polosalı tarmaqlar (maǵliwmatlar, video, dawis), telefon kanalları arqalı internetten paydalana aladi. Bul dárejege salıstırǵanda ásten isleytuǵın protokollar hám texnologiyalar bar.

Protokollar hám shıǵarılatuǵın tarmaq sistemalarıniń analizi sonı korsetpekte, tarmaq processorlariniń tiykarǵı funkciyaları tómendegiler esaplanadi:

- Paketlar atların analiz etiw, atlar, maydanların shablonlar menen salıstiriw, izlew hám kestelerden tańlap alıw;

- Kiriwshi paketlardı shıǵıw paketlarına baǵdarlaw;
- Tarmaqqa kiriwdı qadaǵalaw hám paketler nawbetlerin basqariw;
- Paketlerdin shıǵıw aǵımın sheklew hám shıǵıw trafigin basqariw
- Uzatılatuǵın paketlerdi modifikaciya qiliw.

Tarmaq processlerine qoyılatuǵın tiykarǵı talaplar:

- Tarmaq boyınsha maǵliwmatlar uzatiw tezligine jaqın bolǵan maǵliwmatlardı qayta islewdiń joqarı tezligin táminlew;

- Saykesligi hám programmalastiriliwi;
- Bazarǵa shıǵariw ushin tez islep shıǵıw cikli;
- Paydalaniwshılarga xızmet kórsetiw qolaylılıǵı.

Tarmaq processorların proektlestiriwdegi tiykarǵı mashqalalar:

- Berilgen tarmaq protokolları ushin paketlerdi qayta islewdiń eń ahmiyetli waziypaların anıqlaw;
- Processorlar arxitekturaların optimallastiriw klassifikaciyaların anıqlaw;
- Tez islewdiń asiriliwin táminlewshi funkcional bloklardıń quramı, strukturası hám óz-ara islew usılların anıqlaw;
- Kiritiw-shıǵariw únemdarlıǵı interfeysların tańlaw;
- Programmalar yadı hám maǵliwmatlar yadınıń optimal texnologiyaları hám kóemlerin anıqlaw;

- Tarmaq protokollar funkciyalarin ámelge asiriw usilların tańlaw(apparat ámelge asiriliwi, programmani ámelge asiriw, mashqalali orientirlengen interfeysli JUIS di yáki sol processorlarin qollaniw);
- Programmani avtomatlastirilǵan instrumental qurilmalardi islep shıǵıw(programmalastiriw tiller, kompilyatorlar, assemblerler, baylanislar redaktorlari, júklewshiler, funkciyalar kitapxanalari).

Qurilmalardıń ǵárezsiz klassi sipatında tarmaq processorlari (TP) 1990-jıllardıń aqırlarında payda boldi. Olardıń jaratılıwına kompyuter tarmaqlarında maǵlıwmat aǵımlari kólemleriniń kóbeyiwi hám sonıń menen birge baylanisli tarmaq qurilmalariniń ótkiziwsheńlik qábiletine qoyılatuǵın talaplardıń artiwi sebep boldi. Ótken on jıl dawamında TP, tiykarinan, ónimdarlıqtıń asıwi hám funkcionallıqtıń keńeyiwi baǵdarında rawajlandi.

Tarmaq processorlariniń qoyılatuǵın tiykarǵı talap, marshrutizatordı jalǵanǵan kanal tezliginde paketler aǵımın qayta islew qábileti esaplanadı. Marshrutizatorlar maǵlıwmatlar tezligi sekundına juzlep gigabıttan asıp ketetuǵın magistral tarmaqlarda hámde apuayı paydalanıwshılardıń ónlap Mb/s ǵasha bólǵan kırıw tarmaqlari qollaniliwi mumkin. Bunda turli tarmaqlardıń turli turdegi tarmaq processlerinen paydalaniladi.

Tarmaq processorlariniń uliwma wazıypadaǵı processorlardan tiykarǵı pariqlari sipatında tómendegilerdi kórsetip ótiw kerek:

- Kópshilik tarmaq processorlariniń kórsetpeleri tóplami RISC – arxitekturaǵa tiykarlanǵan.
- Tarmaq processorlariniń arxitekturalı bitli operaciyalar, qadaǵalaw summaları hám izlew operaciylari ushin qosimsha kórsetpelerge iye.

Tarmaq processorlari paketlerdi qayta islew wazıypaların ámelge asiriwshi qosimsha funkcional bloklardan ibarat bolıwi múmkin.

3.2.Tarmaq processorlariniń uliwmalıq strukturasi hám wazıypalari

Tarmaqqa har qiyli qurilmalar jalǵanadı. Faydalanıwshılar ushin bul áwelem bar, jeke kompyuterler(stol ústi hám noutbuklar), biraq, sol menen birge,oyın konsollari, jeke elektron xızmetkerler(mini kompyuterler), mobil telefonlar sani hám artıp barmaqta. Kompaniyalar ushin juwmaqlaw sistemalari rólin serverler hám jeke kompyuterler oynaydı. Bunnan tisqari, tarmaqlarda san-sanaqsız hár qiyli aralıq qurilmalar isleydi, olardıń qatarına kırıwshi marshrutizatorlar, kommutatorlar, brandmauerler, proksi-serverler, júklemi teń salmaqlıq sistemalari kiredi. Bul aralıq dizimlerge eń qatań talaplar qoyiladi-olar bir sekunda

maksimal muǵdardagi' paketlerdi jiberiwdi táminlew kerek. Bunnan tisqari serverlerge hám qatań talaplar qoyiladı.

Tarmaq hám pakettiń ózine qarap, tarmaqqa kelip túsetuǵın paket shıǵıwshi liniya arqali jóneltiriwden aldın ámeliy dástúr arqali beriliwinen aldın ol yamasa bul islew beriliwin talap etiwı múmkin. Islew beriw tómendegilerdi óz ishine aladı. Paketti qayjerge jiberiw, paketti bóleklerge bóliw yamasa oni bóleklerden jiynaw, xızmet kórsetiw sipatin basqariw (ásirese audio hám video aǵımlarina salıstırǵanda), maǵliwmatlardi qorǵaw (kodlaw hám dekodla), kompressiya hám dekompressiya esaplanadı.

Lokal tarmaqta maǵliwmatlar jóneltiw tezligi 40Gbit/s. ǵa, paket kólemi bolsa-1 Kbaytqa jaqınlassa, tarmaq kompyuterleri sekuntına 5mln.ta paketti qayta islewi kerek boladı. 64 baytlı paketler ushin bul muǵdar shama menen sekundına 80mln paketǵasha ótedi. Hámme aytıp ótilgen funksiyalardıń berilgen waqıt ishinde ortasha 12-200 dana atqariwshi, onıń ústine májbúriy túrde paketlerden nusqa aliniwi, programmaliq tárepten uliwma ámelge asirip bolmaydı. Apparatli qollap quwatlaw bul jerde júdá zarúr.

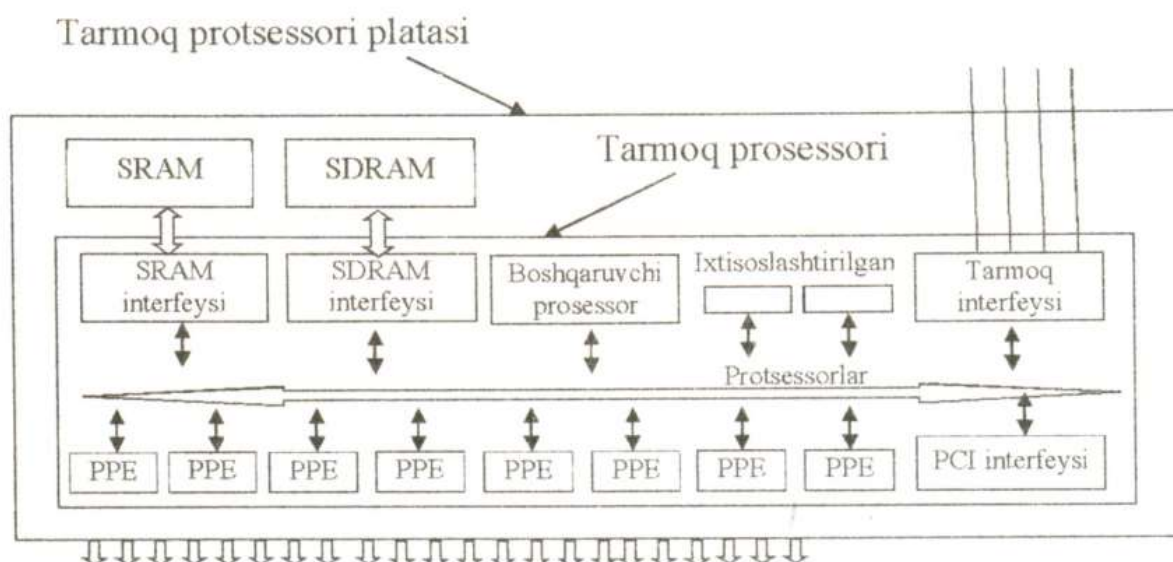
Paketlarǵa jedel pát penen islew beriwdi apparatli sheshiw jollarınan biri arnawli integral sxemalar (Application-Specific Integrated Circuit, ASIC). Bunday mikro sxemalar aldınnan kózde tutilǵan hámme ámellerdi orınlay alatuǵın apparat tárepinen ámelge asirilǵan programmaǵa uqsaydı. Zamanagóy marshrutizatorlardıń tiykari ASIC sxemalari esaplanadı. Sonıń menen birge arnalǵan integral sxemalar menenda bir qansha mashqalalar baylanisli. Áwelem bar olardi proektlestiriw uzaq waqıttı aladı, islep shıǵariw hám onnan tez bolmaydı. Bunnan tisqari, bul-qatań programmalanǵan qurılma, yaǵniy jańa funktsionnaliq kiritiw ushin jańa mikro sxemani islep shıǵıw hám jaratiwdi talap etedi. Sebebi olardi dúzetiwdiń jalǵız joli jańa (dúzetilgen) mikrosxemani islep shıǵıw, tayarlaw hám ornatiw esaplanadı.

Ekinshi jandasiw programmalaniwshi ventil matricaların isletiwge tiykarlanǵan (Field Programmable Gate Array, FPGA). Bunday matrica ózinde qayta kommutaciya joli menen talap etilip atırǵan sxema qurılatuǵın ventillar toplamin sáwlelendiredi. Programmalaniwshi ventil matricalardıń bazarǵa shıǵıw múddeti, arnawli integral sxemalardikine qaraǵanda júdá qısqa, bunnan tisqari olardıń “dala sharayatları” da arnawli programmmalaǵısh járdeminde qayta programmalaw múmkin. Biraq, usi menen birge olar ASIC ǵa qaraǵanda quramali, qimbat hám ásten, sol sebepli programmalawshi vintelli matricalar bir qansha tar arnawli oblastların esapqa almaǵanda onsheli keń tarqalmaǵan.

Tarmaq processorlari-kiriwshi hám shıǵıwshi paketlerdi olardıń uzatiw tezliginde, yaǵniy real waqıtta qayta isley alatuǵın qurılmalarǵa ótemiz. Ádette olar tarmaq processor kristalınan tisqarida, yad hám járdemshi logikani óz ishine alǵan, alıp qoyılǵan plata kórinisinde shıǵariladı [20-21]. Plataǵa bir yamasa bir

qansha tarmoq liniyalari jalg'andi. Liniyadan processor paketlerin qabil qiladi, olardi qayta isleydi, eger bul marshrutizator bolsa-basqa liniya arqali jonetiledi, juwmaqlawshi qurilma bolsa-tiykargi sistema shinas (ya'niy PCI shinasina) jiberiledi. Tarmoq processor ham onin platasi 3.1-sizilmada k'orsetilgen.

Adette plata statik (SRAM) menen bir qatarda dinamik aktiv yad (SDRAM) ham bar boladi-bul yad turleri turli maqsette qollaniladi. SRAM ham SDRAM ga qaraqanda tez isleydi, biraq qimmat bolganligi sebepli bul turdegi yad kem ushiraydi. Ol marshrutizaciya kestelerin ham basqa tiykargi maqliwmatlar sistemalarin saqlaw ushin isletiledi. SDRAM da bolsa, tuwridan-tuwri qayta islenetugin paketler jaziladi. Usi eki turdegi yad tarmoq processor kristalدين sirtinda jaylasqanligi sebepli, yad kolemin maselesine kan jandasiw mumkin. Jalg'iz tarmoq liniyasina iye apiwayi sistemalarda (bunday platalar, misal ushin, jeke kompyuter yamasa serverlarqa qoyiliwi mumkin) yad kop bolmawi mumkin, biraq marshrutizatorqa kobirek yad talap etiledi.



3.1-sizilma. Apiwayi tarmoq processorini kristali ham platasi.

Tarmoq processorlari ulken kolemdagi kiritish ham shig'ish paketlerdi tez qayta islew ushin optimallashtirilgan. Tarmoq liniyalarini h'ar biri arqali sekundina millionlap pakelar otwin, marshrutizator bolsa, onlap bunday liniyalardi qollap-quwatlawshi kerekligin bildiredi. Bunday k'orsetkishlerdi tekqana ishki parallelizmi joqari darejede bolgan processorlarda erisiw mumkin. Bunnan tisqari, processor quraminda bir qansha RRE-kontrolleler (protocol/Programmable/packet Processing Engine-paketler ham protokollardi qayta islewshini programmalanetugin sistemasi) bar boladi, olardin h'ar biri RISS-yadro ham programma hamde bir qansha ozgeriwshilerdi saqlaw ushin onsheli ulken bolmagan ishki yadtan quralgan boladi.

RRE-kontrollerdi payda etiwdiń eki jandasiwi bar. Eń ápiwayi jaǵdayda RRE-kontrollerlerden biriniń bosawın kútedi. Bunday qurawda 3.1-sizilmada kórsetilgen gorizantal baylanislar bolmaydi, sebebi túrli RRE-kontrollerlerdiń óz-ara baylanisi boliwi shárt emes.

RRE-kontrollerdi payda etiwdegi basqa jandasiw konveyer bolip, onda hár bir RRE-kontroller qayta islewdiń bir basqishin atqaradi, keyin alınǵan paketqa kórsetkishti konveyerdaǵı’ RRE-kontrollerge uzatadi. Bunday konveyer konveyerlarǵa uqsas MP larda isleydi, olar II bapta kórilgen edi.

Jánede rawajlandirilǵan tarmaq processlerinde RRE-kontrollerler kóp aǵımlıliqti qollaydi. Yaǵniy olardıń hár biri bir qansha registolar toplamına hám qaysi toplam islep atırǵanlıǵın kórsetiwshi apparatlo registorǵa iye. Bul bolsa bir waqıttıń ózinde bir qansha programmalar di orınlaw hám “registolar dıń ámeldegi jumisshi kópligi” ózgeriwshisin ózgertiw arqalı olardıń birinen ekinshisine ótiw imkanin beredi. Programmalıq aǵımlardan biri kútip qalatuǵın bolsa (misalı, bir qansha cikillardi talap etiwshi SDRAM ǵa múrájet ámelge asirilǵanda), RRE-kontroller bir zammatta jumisin dawam ettire alatuǵın aǵımǵa óte aladi. Bul jaǵday, SDRAM menen maǵliwmatlar almasiw yamasa basqa áste islewshi sirtqi ámellerdiń tawsiliwin tez-tez kútiwge tuwri keliwine qaramay RRE-kontrollerdiń joqari dárejede júklengenligine erisiwdi táminleydi.

RRE-kontrollerden tisqari, hámme tarmaq processorlarında tuwrıdan-tuwrı paketlerdi qayta islewge baylanisli bolmaǵan háreketler (misalı, marshrutizator kestelerin jańalaw) di atqariw ushin basqariwshi processorlar bar. Ádette ol uliwmalıq maqsetlerdegi RISC- processor bolip, ondaǵı maǵliwmatlar hám buyriqlar ushin yad processor menen bir kristalda jaylasqan boladi. Bunnan tisqari, tarmaq processorında júdá ahmiyetli operaciylardi orınlaw arnalǵan bir qansha arnawlı processorlar boliwida múmkin. olar júdá kishi arnawlı integral sxemalar(ASIC) bolip, marshrutizaciya kestesine maqsetli adressin izlew siyaqlı bir jeńil háreketi ámelge asira aladi. Tarmaq processoriniń hámme komponentlari óz-ara multigigabayt tezlikte kristalda jaylasqan bir yamasa bir neshe parallel shınalar boylap tásirlenedi.

Paketlerge islew beriw. Processorda konveyerli yamasa parallel jandasiw boliwinan qaramastan hár bir kelgen paket bir qansha qayta islew basqishinan ótedi [22]. Ayrim processorlarda bul basqishlar kiriw (ingress processing) hám shıǵıw (egress processing) qayta islewge bólinedi. Birinshi gruppası sirttan (tarmaq liniyasi yaması sistema mashinası arqalı) kelgen paketler menen operaciylar kiredi. Ekinshisine bolsa – paketlerdi jiberiwden aldın qayta islew kiredi. Solay etip, hár bir paket aldın kiriw qayta islewge, keyin shıǵıw islewine toqnas keledi. Bul bólistiriliw júdá shártli, sebebi ayrim operaciylardi bul basqishlardıń qálegeninde islewge boladi (misalı, trafik tuwrısında maǵliwmatlar jiynaw).

Biz bul basqishlardi olar ámelge asiriliwi múmkin bolǵan tártipte kórip shıǵamız. Biraq, olardi orinlaw hámme paketler ushinda shárt emes, bunnan tisqari háreketlerdiń basqa izbe-izligide bar.

1. **Qadaǵalaw summasin tekseriw.** Eger kiriwshi paket enternet tarmaǵınan kelip atırǵan bolsa, paket qátesiz qabil qilinganına isenim payda etiw ushin onıń qadaǵalaw summasi (CRC-kod) sanap shıǵıladi hám pakettegi mánis menen salıstırıladi.

Eger eki mánis teń bolsa yamasa internet –pakette CRC maydani bolmasa, IP-paket qadaǵalaw summasi esaplap shıǵadi hám paketdegi mánisi menen salıstırıladi. Bul jumis jonetiwshe tárepinen IP-paket ushin qadaǵalaw summasin esaplap shıǵılǵandan kiyin jonetiwshe yaddaǵı qáte bit aybi menen IP-paket ziyanlanmaǵanlıǵına iseniw imkanin beredi. Eger hámme qadaǵalawlardan otılse, paketge islew beriw dawam ettiriledi, keri jaǵdayda ol taslap jiberiledi.

2. **Maydanlar mánislerin shıǵarip aliw.** Analiz joli menen kerekli temalar jaǵdayi anıqlanadi hám paketten gilt maydanlariniń usi temaǵa mas keliwshe mánisleri shıǵarip alınadi. Ethernet-kommutatorda tekǵana Ethernet-temalar kóruledi, IP- marshrutizatorda – IP – temalar. Gilt maydanlar mánisleri yáki registordarda (RRE-kontrollerdiń parallel payda etiliwinde), yamasa SRAM da (konveyerli payda etiwde) saqlanadi.

3. **Paketler táriypleniwi.** Paketler programmaliq qaǵıdalar qatarına qarap táriyplenedi. Eń apuayı jaǵdayda maǵlumatlar paketlerden ayrıladi, biraq bólistiriw bir qansha názik boladi.

4. **Jol tańlaw.** Kópshilik tarmaq processorlari maǵlumatpaketlariniń putin turliligini jetkiziw ushin optimallastırılǵan arnawli aktiv jolǵa iye boladi. Paketler óz halınsha , ádette basqariwshe processor tárepinen qayta islenedi. Tiyisli aktiv jol yamasa áste jollardan birewin tańlaw kerek bóladi.

5. **Maqsetli tarmaqti anıqlaw.** IP-paketlerde qabil qiliwsheiniń 32-razryadli adressli payda boladi, biraq qabil qiliwsheini izlew ushin 232 jaziwli putin kesteni isletiw imkansız (hám únemsız). Sol sebepli adresstin shep tárepinde ádette tarmaq adressi payda boladi, on tárepi bólsa sol tarmaqtaǵı ajratılǵan mashınaǵa belgi qiladi. Tarmaq adressiniń uzınlıǵı qatań shegaralanbaǵan, sol sebepli oni anıqlaw ańsat emes, onıń ustine, bir qansha variantlardıń bar bolıwı, olar ishindegi eń uzini, eń tuwrısı esaplanatuǵın bul wazıypanı jáne de qiyinlastıradi. Bul adimda keri jaǵdaylarda arnawli integral sxema qollaniladi.

6. **Marshrutti izlew.** Maqsetli tarmaq adressi SRAM yaddaǵı kesteden anıqlanǵannan sóń shıǵıwshe lınyalardıń qaysı birinen paketti jiberiw kerekligi belgili boladi. Usi adimdada arnawli integral sxema qollaniliwi mumkin.

7. **Bólistiriliw hám jiynaw.** Anıqlamalar kóp jaǵdaylarda TSR – paketlerdiń paydali juklemesi maǵlumatlardi maksimal dárejede kóbeytiredi, bul menen

sistemali shaqiriwlardıń sani qisqartırıwǵa háreket qıladı. Biraq TSR hám IP da hám ethernetette hám paket maksimal kólemine salıstırǵanda sheklew kerek bóladı. Usı sheklewler nátiyjesinde paketler (tiyisli, paydali juklemeler)dı jiberiwden aldın boleklerge bólistiriw hám qabil qiliwshi tárepte qaytadan jiynaw talap etiledi. Bul funkciyalardı tarmaq processorına júklew múmkin.

8. **Esaplaw.** Arasında maǵlumatlar ustinde ol yáki bul quramalı esaplardı ámelge asiriw kerek boladı, misali, kompressiya hám dekompressiya, kodlastiriw hám dekodlaw. Bul háreketlerde tarmaq processorin júklew mumkin.

9. **Temalardı basqariw.** Arasında temalardı qosıw yamasa alıp taslawdı ol yáki bul maydan mánisleri ózgeriwge tuwri keledi. Misali, IP – temalardı paket ózin-ózi joq qiliwdan aldın óte alatuǵın hub muǵdardaǵı esaplaǵısh payda boladı. Hár bir hubdan ótkennen keyin esaplawlar mánisin 1 ge kemeytiriw kerek, bul funkciyani tarmaq processorı tárepinen belgileniwi mumkin.

10. **Nawbetlerdi basqariw.** Kiriwshi hám shıǵıwshi paketler islew beriliwin kútip tez-tez náwbette turiwlarına tuwri keledi. Biraq multimedialı anıqlawlar ushin jitterge dus kelmew maqsetinde paketler arasında uslanıp qaliwlar belgili mánisten aspawı talap qilinadı. Bunnan tisqari, brandmauer yamasa marshrutizator dan kiriwshi júklemeni bir qansha shıǵıwshi liniyalar ortasına belgili qaǵıydaǵa kóre qayta bólistiriw talap etiliwi múmkin. bul wazıypanıń hámmesi tarmaq processorı tárepinen sheshiliwi múmkin.

11. **Qadaǵalaw summaların jiynaw.** Shıǵıwshi paketlarda qadaǵalaw summaları boliwi kerek. IP-paketler qadaǵalaw summası tarmaq processorı tárepinen esaplanıwi múmkin, Ethernet-paketler qadaǵalaw summasın uliwmalıq jaǵdayda apparatlı jiynaydı.

12. **Esapqa aliw.** Ayırım jaǵdaylarda paketler ótip atırǵan trafikti esapqa aliw zárúr boladı, ásirese tarmaqlardan biri almasıw xızmeti sipatında trafik tranzitin berip atırǵan bolsa. Esapqa aliw menen birge tarmaq processorı shuǵıllanıwi múmkin.

Ónimdarlıqtı asiriw. Ónimdarlıq-bul tarmaq processorlardıń eń tiykarǵı xarakteristikası esaplanadı. Buni asiriw ushin ne qiliw múmkin? Bul sorawǵa juwap beriwden aldın, onıń ne ekenin anıqlap aliw kerek. Ólshewlerden biri bir sekundta jiberiletuǵın paketler sani bolsa, basqa ólshew-bir sekundta jiberiletuǵın baytlar sani. Bul ólshewler túrli jandasiwlardı talap qıladı hám kishi paketler menen jaqsı islewshi sxema úlken paketlerdi epley almay qaliwi múmkin. Sol qatarda, kishi paketlerdi jiberiw kestede maqseli adressti izlew processin rawajlandırıw arqalı ónimdarlıqtı asiriw múmkin. biraq úlken paketlerdi jiberiwde bul jumis ónimdarlıqtıń sezilerli ósiwin táminley almaydı.

Ónimdarlıqtı ósiriwdiń apiwayı jolı – bul tarmaq processorınıń takt jiyiligin asiriw esaplanadı. Ónimdarlıq jiyilikke parallel túrde óspeydi, sebebi yadqa

múrajat qiliwǵa ketken waqıt hám basqa derkler óz tásirin kórsetedi. Bunnan tisqari, úlken jiyilikli kóbirek issiliq shıǵariw zarúriyatın ańlatadı.

Ádette onıń sheshimi RRE-kontrollerler sanın asiriw sanaladı – bul jandasiw parallel arxitekturalar ushin ásirese únemli. Konveyer uzınlıǵın asiriw hám járdem beriwi múmkin, biraq bul tekǵana paketti qayta islew processin jeterlishe ápiwayı basqishlarǵa bóliwge erisilgende payda boladı.

Jáne bir jandasiw ayırıqsha shıǵımli hám tez-tez kerek bolıp turatuǵın operaciyalardı orınlaw ushin mólsherlengen qosımsha arnalǵan processorlar yamasa arawli integral sxemalar sanı asiwinan ibarat, eger bunday operaciyalardı apparatlı orınlaw paydalı bolsa. Kóplep usiniwshılar arasında keste izlew, qadaǵalaw summaların esaplaw hám kiptografıyalıq operaciyalardı keltiriw múmkin.

Sodayaq, qosımsha shinalardı kiritiw hám barlarındaǵı’ liniyalar sanın asiriw esabınan sistemadaǵı paketler ótiw waqtın qisqartıp, tezlikti asiriwda múmkin. ádette ónimdarlıqtıń ósiwine yad mikrosxemaların ózgerttiriw (SDRAM ornına SRAM) menen da erisiw múmkin.

JUWMAQLAW

Juwmaq qilip aytatug'in bo'lsa islep shig'arilatu'gin sistemalar mashtaplanatu'gin, jeterlishe universal bol'gan ham saykesleniwsheń bóliwi kerek. Proektlestiriw waqtında bazaar tendenciylarındaǵı qollanilatug'in texnologiyalardagı ham shig'arilip atir'gan sistemaǵa qoyilatug'in texnikaliq talaplar tez juz beretu'gin ózgerislerdi esapqa aliw kerek.

Bundan 40-jıl aldın kompyuter tarmaqları payda bol'gan waqıttan beri olar rawajlanıwınıń bir qansha basqıshların ótti. Birinshi awlat esaplanatu'gin tiykarǵı tarmaq qurılmaları (1975-1980) universal kompyuterlar bol'gan edi. Marshrutizator IP-protokolın ámelge asiriwshi programmaǵa iye bol'gan mini kompyuter bol'gan edi. Ekinshi awladda (1990-1995) paketlardı táriyplew ham basqa funkciylar ushin arnal'gan processorlar jaratıldı, joqari tezliktegi kommutatorlar qollanıla basladı. Tarmaqta qayta islew funkciyasınıń kópshiligi universal processorlarda atqarilatug'in edi. Tarmaq qurılmalarınıń ushinshi awladı (2000-jıldan baslap) universal processorǵa, hár bir tarmaq interfeysi ushin ajratıl'gan processorlarǵa iye mashqalalı baǵdarlan'ǵan JUIS (juda ulken integral sxema) da ámelge asirilatu'gin toliq bólistirilgen arxitekturaǵa iye. Bul awlad maǵlumatlardı juda tez qayta islew menen pariqlanadı.

Ushinshi awladda toliq bólistirilgen arxitekturaǵa ótiliwi tarmaq sistemasında islep shıǵıw ham olardıń qásiyetleri uyreniw jumisin qiyinlastıradı. Multiprocessorlı marshrutizatorlarda hár bir tarmaq interfeysindegi hár bir processor ushin óz aldına marshrut kestelerin táminlew zárurligi jańalaniwında kestelerdiń replikaciyların sinxronlaw ushin qósimsha mashqalalardı juzege keltiredi. Bunnan tisqari marshrutizator marshrut kestelerin jańalaw maǵliwmatlar paketlerin qayta islew menen birge alıp bariliwi kerek.