Пакеттік коммутациялы сандық желілер

Дәріс 9: Желілік қызмет сапасы (QoS) және трафикті басқару

ДӘРІСКЕР: PhD, доцент м.а.
Сқабылов Әлішер Әлиұлы

Дәрістің мақсаты:

желілік қызмет сапасы (Quality of Service, QoS) ұғымын түсіндіру, әртүрлі трафик түрлерінің желі ресурстарына қойылатын талаптарын талдау және трафикті классификациялау, басымдық беру, кезекке қою, жоспарлау, shaping және policing сияқты басқару механизмдерін қарастыру.

QoS ұғымы және оның қажеттілігі

Қазіргі IP-желілер бір уақытта веб-трафикті, файлдарды, электрондық поштаны, бұлттық сервистерді, IP-телефонияны және бейнеконференцияны тасымалдайды. Бұл трафик түрлерінің желіге қоятын талаптары бірдей емес.

Quality of Service (QoS)

QoS – желідегі трафикті белгілі саясаттар бойынша ажыратып, әр класқа қажетті қызмет көрсету сипаттамаларын беруге арналған әдістер жиынтығы. Best Effort моделінде пакеттер негізінен бірдей өңделеді, ал QoS енгізілгенде трафик класқа бөлініп, кезек немесе басымдық беріледі.

QoS қолданудың негізгі мақсаттары

- Нақты уақыттағы дауыс пен бейненің кідірісін азайту.
- Маңызды бизнес-қосымшаларды фондық жүктеулерден қорғау.
- Арна толғанда ресурстарды саясат бойынша бөлу.
- Трафикті бақылау және келісілген жылдамдық профилін сақтау.

Желілік сапаның негізгі көрсеткіштері

QoS саясатын жобалау үшін қолданба сапасына әсер ететін негізгі параметрлерді түсіну қажет.



Сурет 1 – QoS сапасының негізгі көрсеткіштері

Көрсеткіш	Мағынасы	Әсері
Өткізу қабілеті	Арна тасымалдай алатын деректер жылдамдығы	Жеткіліксіз болса кезектер мен жүктеме өседі.
Кідіріс	Пакеттің соңғы нүктеге жету уақыты	Интерактивті дауыс/бейне жауап беруін баяулатады.
Джиттер	Пакеттердің келу уақытындағы өзгеріс	Дыбыс пен бейненің бірқалыптылығын бұзуы мүмкін.
Пакет жоғалуы	Пакеттердің жолда тасталуы немесе жоғалуы	Қайта жіберуге, дыбыс/бейне сапасының төмендеуіне әкеледі.

Кідіріс таралу, жіберу, өңдеу және кезекте күту уақыттарынан тұруы мүмкін.

Трафик түрлері және олардың талаптары

Желі трафигі қолданба сипатына қарай бірнеше класқа бөлінеді. Нақты саясат ұйымның қажеттілігіне тәуелді, сондықтан бір ғана әмбебап классификация жоқ.

Трафик	Негізгі талап	QoS тұрғысынан ерекшелік
Дауыс (VoIP)	Төмен кідіріс және төмен джиттер	Әдетте қатаң басымдық кезегін қажет етуі мүмкін.
Интерактивті бейне	Төмен кідіріс, жеткілікті bandwidth	Жоғары өткізу қабілетін де қажет етеді.
Бизнес-қосымшалар	Тұрақты жауап беру уақыты	Маңыздылығына қарай кепілдендірілген үлес беріледі.
Веб/электрондық пошта	Орташа талаптар	Көп жағдайда Best Effort класында жұмыс істей алады.
Backup/үлкен файлдар	Жоғары көлем, кідіріске төзімді	Фондық классқа төмен басымдық берілуі мүмкін.

Классификация және маркировка

QoS саясатының бірінші кезеңі – трафикті анықтау. Классификация IP-адрес, порт, хаттама, интерфейс, VLAN немесе басқа белгілерге сүйенуі мүмкін. Кейін пакетке арнайы белгі қойылып, келесі құрылғылар оны тиісті класқа жатқызады.

Белгі	Деңгей	Мақсаты
DSCP	IP, 3-деңгей	Пакеттің DiffServ класын көрсету.
802.1p PCP / CoS	Ethernet VLAN, 2-деңгей	Кадрға арналық деңгейдегі басымдық беру.
Қолданба/порт белгілері	Классификация шарты	Трафик түрін бастапқы анықтауға көмектесу.



Сурет 2 – QoS саясатын қолданудың жалпы тізбегі

Кезектерді басқару және жоспарлау

Интерфейске келетін трафик оның шығу жылдамдығынан жоғары болғанда пакеттер уақытша кезекке жиналады. Кезек алгоритмі қай пакеттің бірінші жіберілетінін анықтайды.

Механизм	Жұмыс принципі	Ерекшелігі
FIFO	Бірінші келген пакет бірінші жіберіледі	Қарапайым, бірақ трафик кластарына басымдық бермейді.
Priority Queuing	Жоғары басымдықтағы кезек алдымен қызмет алады	Нақты уақыттағы трафикке пайдалы; шектелмесе басқа кластар ашығуы мүмкін.
WFQ	Ағындар/кластар арасында ресурсты салмақпен бөледі	Әділдік пен басқарылатын үлесті қамтамасыз етуге бағытталған.
Class-Based Queuing	Алдын ала анықталған кластарға bandwidth үлесін бөледі	Корпоративтік саясаттарға икемді.

Өте үлкен буфер packet loss-ты уақытша азайтқанымен, кідірісті айтарлықтай арттыруы мүмкін. Кезек өлшемі мен жоспарлау алгоритмі қолданбалардың талаптарына сай таңдалады.

Жүктемені басқару және алдын алу

Congestion желіге келетін трафик қолжетімді ресурстан асып кеткенде пайда болады. Кезектер толып, кідіріс өседі және пакеттер тасталуы мүмкін.

Congestion Management

Кезектерді қызмет көрсетуді ұйымдастырады және қай пакеттің бірінші жіберілетінін басқарады.

Congestion Avoidance

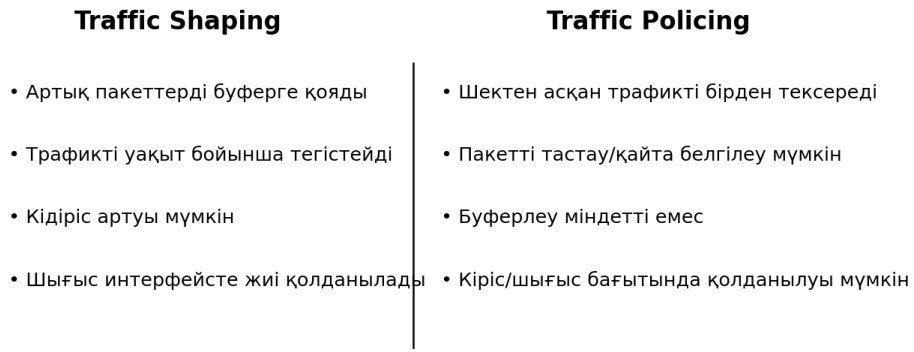
Кезек толық толмай тұрып жүктемеге жауап беруге тырысады; кейбір пакеттер ертерек белгіленуі немесе тасталуы мүмкін.

Tail Drop тәсілі

Қарапайым tail drop тәсілінде буфер толғаннан кейін жаңа пакеттер тасталады. Белсенді кезек басқару әдістері жіберушілерге жүктеме туралы белгі беруге бағытталуы мүмкін. Нақты алгоритм желілік құрылғы мен конфигурацияға тәуелді.

Traffic Shaping және Traffic Policing

Shaping және policing трафик жылдамдығын берілген профильмен салыстырады, бірақ профильден асқан пакеттерге әрекеті әртүрлі.



Сурет 3 – Traffic Shaping және Traffic Policing салыстыруы

Критерий	Shaping	Policing
Артық трафик	Буферленіп, кейін жіберіледі	Тасталуы немесе қайта белгіленуі мүмкін
Кідіріс	Буферге байланысты өсуі мүмкін	Қосымша буферлік кідіріс аз
Трафик формасы	Ағынды тегістейді	Жылдамдық шегін қатаң бақылайды
Қолданылуы	WAN шығысында, келісілген жылдамдыққа бейімдеу	Провайдер/кәсіпорын шекарасында лимитті бақылау

IntServ және DiffServ модельдері

QoS архитектурасында екі классикалық тәсіл жиі қарастырылады: Integrated Services (IntServ) және Differentiated Services (DiffServ). IntServ жеке ағынға ресурс резервтеуге, DiffServ трафик кластарын қолдануға бағытталған.

Критерий	IntServ	DiffServ
Негізгі идея	Жеке ағын үшін ресурс резервтеу	Пакеттерді кластарға бөліп, әр класқа әртүрлі өңдеу беру
Күй сақтау	Маршрутизаторларда ағын күйі қажет болуы мүмкін	Core құрылғыларында әр ағынға жеке күй қажет емес
Масштабталу	Үлкен желілерде күрделірек	Ауқымды желілерге қолайлырақ
Белгілеу	RSVP/ағын параметрлері	DSCP және Per-Hop Behavior

DiffServ жеке ағынның орнына трафик кластарын қолданады және масштабталуы жоғары IP-желілер үшін ыңғайлы.

QoS қолданудың практикалық мысалы

Корпоративтік филиалдың орталық кеңсемен 100 Мбит/с WAN арнасы бар деп қарастырайық. Жұмыс уақытында VoIP қоңыраулары, бейнеконференциялар, CRM жүйесі, веб-трафик және резервтік көшіру бір арнаны пайдаланады. Backup трафигі арнаны толтырса, дауыс пакеттері кезекте ұзақ күтіп, сөйлесу сапасы нашарлауы мүмкін.

QoS саясаты дауысқа жоғары басымдық, бейнеге жеткілікті bandwidth, бизнес-қосымшаға кепілдендірілген үлес, ал backup-қа қалған ресурс немесе жылдамдық шектеуін бере алады. Желінің жалпы өткізу қабілеті өзгермейді, бірақ жүктеме кезінде маңызды қызметтердің жұмысы болжамдырақ болады.

QoS саясатын енгізу қадамдары

- Trust boundary анықтау және трафикті классификациялау.
- Дауыс/бейне пакеттерін тиісті DSCP мәндерімен белгілеу.
- WAN шығыс интерфейсінде кластарға кезектер мен bandwidth бөлу.
- Қажет болса провайдер жылдамдығына сәйкес shaping қолдану.
- Queue drops, latency және utilization көрсеткіштерін мониторинг жасап, саясатты түзету.

Қорытынды

Желілік қызмет сапасы (QoS) — әртүрлі қолданбалардың талаптарын ескере отырып, шектеулі желілік ресурстарды басқаруға мүмкіндік беретін механизмдер жиынтығы. QoS әсіресе желі жүктелген кезде маңызды трафиктің кідірісін, джиттерін және пакет жоғалуын бақылауға көмектеседі. QoS саясаты трафикті классификациялау мен маркировкалаудан басталып, кезектерді жоспарлау, bandwidth бөлу, congestion management, shaping және policing сияқты механизмдермен жалғасады. IntServ жеке ағынға ресурс резервтеуге бағытталса, DiffServ трафик кластарын пайдаланып, ауқымды желілерде масштабталатын тәсіл ұсынады. QoS-ты дұрыс жобалау үшін тек бір механизмді қосу жеткіліксіз. Қолданбалардың нақты талаптарын, желінің тар жерлерін, сенімді шекараны және мониторинг нәтижелерін бірге қарастыру қажет. Дұрыс конфигурацияланған QoS желінің жалпы сыйымдылығын өзгертпей-ақ, маңызды сервистердің жұмысын тұрақты әрі болжамды етуге көмектеседі.

Білімді бекітуге арналған сұрақтар:

1. QoS дегеніміз не және ол не үшін қажет?
2. QoS желінің физикалық өткізу қабілетін арттыра ма?
3. Bandwidth, latency, jitter және packet loss ұғымдарын түсіндіріңіз.
4. Нақты уақыттағы дауыс трафигі неге кідіріске сезімтал?
5. Классификация мен маркировканың айырмашылығы қандай?
6. DSCP қандай мақсатта қолданылады?
7. FIFO және Priority Queuing механизмдерінің айырмашылығы неде?
8. Traffic Shaping қалай жұмыс істейді?
9. Traffic Policing профильден асқан трафикке қандай әрекет жасай алады?
10. IntServ және DiffServ модельдерінің негізгі айырмашылығы қандай?
11. Congestion пайда болғанда желіде қандай өзгерістер байқалады?
12. QoS саясатын енгізгеннен кейін қандай көрсеткіштерді мониторинг жасау қажет?

Әдебиеттер тізімі:

1. Kurose J. F., Ross K. W. Computer Networking: A Top-Down Approach. Pearson.
2. Tanenbaum A. S., Wetherall D. J. Computer Networks. Pearson.
3. Stallings W. Data and Computer Communications. Pearson.
4. RFC 2474. Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers. IETF.
5. RFC 2475. An Architecture for Differentiated Services. IETF.
6. RFC 1633. Integrated Services in the Internet Architecture: an Overview. IETF.