IP телефония

Дәріс 7: IP телефониядағы қызмет көрсету сапасы

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

Дәрістің мақсаты:

Дауыс сапасын өлшенетін көрсеткіштермен бағалауды және желі ресурсын басқару тәсілдерін түсіндіру.

Оқу нәтижелері және дәріс жоспары

Оқу нәтижелері

1. 1. Студент біржақты кідіріс бюджетін және дауысқа қажетті ресурсты есептейді.
2. 2. Студент IntServ, DiffServ, DSCP, кезектеу, shaping және policing міндеттерін ажыратады.
3. 3. Студент MOS, E-model және желілік өлшемдердің шектеулерін түсіндіреді.

Дәріс жоспары

1. Қызмет көрсету сапасы және оның шекарасы
2. Дауыс сапасының көрсеткіштері
3. IntServ және DiffServ модельдері
4. Кезектеу және трафикті шектеу
5. Кідіріс бюджетін талдау мысалы
6. Сапаны бағалау және мониторинг
7. Қызмет сапасын қолданушы тәжірибесімен байланыстыру
8. Сенім шекарасы және қайта таңбалау
9. Басым кезектің шектеулері
10. Token bucket ұғымының оқу үлгісі
11. Екі кодекпен қоңырау сыйымдылығын салыстыру
12. QoS саясатын қабылдау сынағы
13. Терминдерді жүйелеу.

Алғышарттар: Алдыңғы 6 дәрістегі негізгі ұғымдарды білу.

Қызмет көрсету сапасы және оның шекарасы

QoS – трафикті жіктеу, таңбалау, кезектеу және ресурстарды бөлу арқылы желінің мінез-құлқын басқару механизмдері. Олар әсіресе ортақ арнада кептеліс болғанда маңызды.

QoS қамтамасыз етеді

Жүктеме кезінде дауыстық және басқа маңызды трафикке саясат бойынша қызмет көрсетуді; кластар арасында ресурсты бөлуді.

QoS өздігінен істемейді

Физикалық өткізу қабілетін арттырмайды, қашықтыққа байланысты таралу уақытын жоймайды және басқа әкімшілік доменнің саясатын өзгертпейді.

Дауыс сапасының негізгі көрсеткіштері

Көрсеткіш	Мағынасы / IP-телефонияға әсері
Өткізу қабілеті	Арнадағы қолжетімді деректер жылдамдығы; дауыс ағындары мен тақырыптардың толық жүктемесін көтеруі керек.
Біржақты кідіріс	Mouth-to-ear: микрофоннан қабылдаушы естігенге дейінгі уақыт; кодтау, пакеттеу, желі, буфер және декодтауды қамтиды.
Jitter	Пакеттердің келу уақытының өзгеруі; jitter buffer ауытқуды теңестіреді, бірақ буфер үлкен болса кідіріс өседі.
Пакет жоғалуы	Пакеттің тасталуы немесе уақытында жетпеуі; топтасқан жоғалу дыбыстың үзілуін күшейтеді.

ITU-T G.114 жобалауда шамамен 150 мс біржақты уақытты жиі бағдар ретінде қолданады; нақты интерактивтілік қолданба мен сөйлесу сипатына қарай бағаланады.

IntServ және DiffServ модельдері

IntServ	DiffServ
Ағынға қатысты күйді және ресурсты қабылдау бақылауын қолданады.	Трафикті кластарға топтастырып, әр түйіндегі өңдеу мінез-құлқын ұйымдастырады.
RSVP ресурс сұрауын жеткізуге пайдаланылуы мүмкін.	DSCP – IPv4/IPv6 тақырыбындағы 6 биттік кодтық белгі.
Әр ағынның күйін сақтау үлкен желіде масштабталуды қиындатады.	Кластарға бөлу ірі желілерде масштабталуға қолайлы.

RFC 4594: дауыс медиасына EF (DSCP 46), сигнализацияға CS5 (DSCP 40) ұсынады. DSCP мәнінің өзі кезек нөмірі емес; құрылғы конфигурациясы оны нақты саясатпен байланыстырады.

Кезектеу және трафикті шектеу

Механизм	Жұмыс принципі және шектеуі
FIFO	Келген ретті сақтайды; трафик класын ажыратпайды.
Priority Queue	Дауысқа төмен кезек күтуін береді, бірақ шектеусіз басым трафик басқа кластарды аш қалдыруы мүмкін.
WFQ / Class-based	Ағындар мен кластар арасында ресурсты салмақпен бөледі.
Shaping	Пакеттерді буферде ұстап, шығу жылдамдығын реттейді; кідіріс қосуы мүмкін.
Policing	Шектен асқан трафикті тастайды немесе қайта таңбалайды.

WRED кейбір TCP тәрізді ағындарға пайдалы болуы мүмкін, бірақ RTP дауыс EF кезегіне әмбебап шешім емес. Call admission control жаңа қоңырауды ресурс жеткілікті кезде ғана қабылдайды.

Кідіріс бюджетін талдау мысалы

Құрамдас	Бастапқы мән
Кодтау және look-ahead	10 мс
Пакеттеу	20 мс
Желілік жол	35 мс
Jitter buffer	25 мс
Декодтау	5 мс
Жалпы	10 + 20 + 35 + 25 + 5 = 95 мс

Желі жүктемесі артса

Желілік бөлік 35-тен 85 мс-ке өседі: жалпы кідіріс 145 мс.

Буферді үлкейтсе

Тағы 30 мс қосылса, jitter әсері азаюы мүмкін, бірақ бюджет 175 мс-ке жетеді.

Сапаны бағалау және мониторинг

MOS

Тыңдаушылар бағаларының орташа мәніне негізделген субъективті сапа көрсеткіші. Монитордағы MOS есептік баға болуы мүмкін.

E-model (ITU-T G.107)

Желілік зақымдардың әсерінен R бағасын есептейді. Қысқаша: R = R_0 − I_s − I_d − I_e,eff + A.

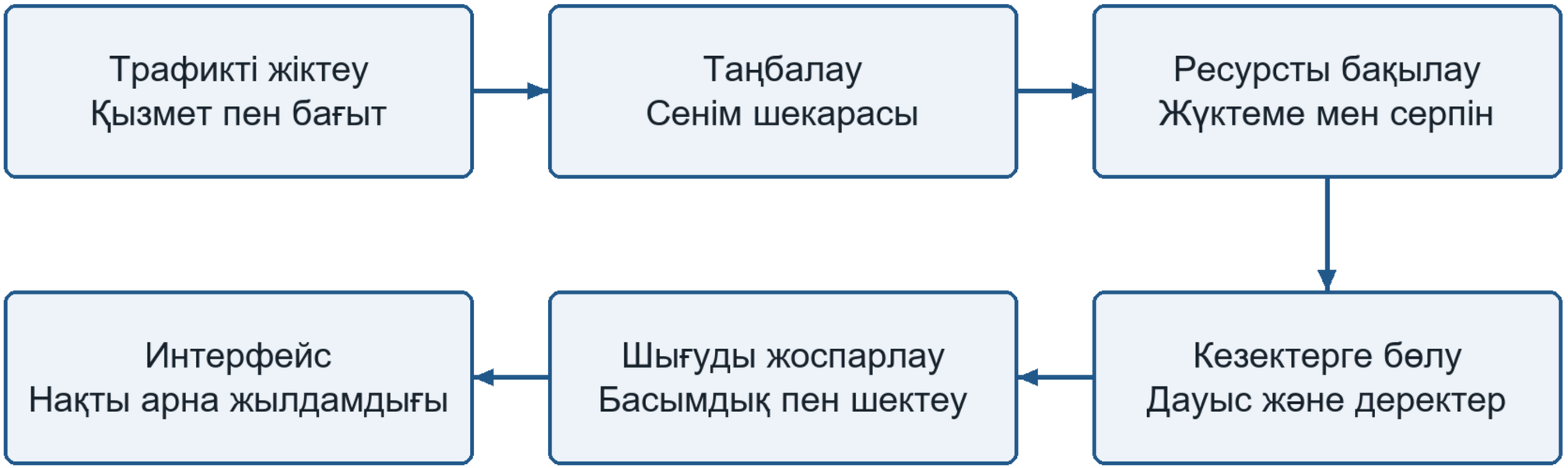
Мониторинг

RTCP, коммутатор кезегі, интерфейс тастаулары және бақыланатын қоңырау сынақтары салыстырылады.

R мәнінен есептелген MOS субъективті сынақпен бірдей емес. Өлшеу нүктесі, бағыт, ұзақтығы және ең жоғары жүктеме уақыты жазылады.

Трафикті жіктеу, таңбалау және ресурсты басқару

Басқарылатын желідегі QoS саясатының үлгісі



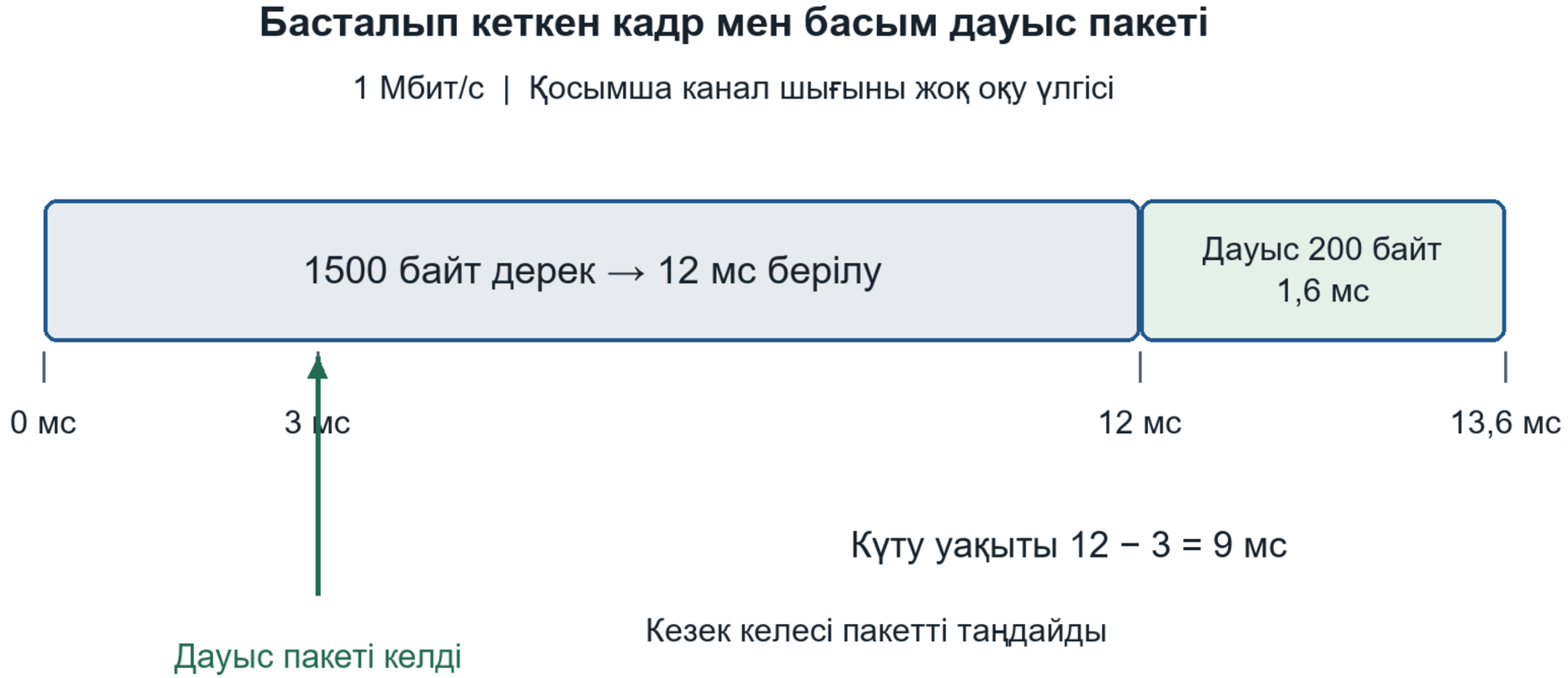
Нақты механизмдердің реті құрылғы мен саясатқа тәуелді

Классификациядан кезекке бөлуге және шығу жылдамдығын реттеуге дейінгі тізбек

Сенім шекарасы және қайта таңбалау

- Клиент жіберген DSCP белгісін барлық жерде өзгеріссіз қабылдау қауіпсіз емес.
- Сенім шекарасы қай құрылғыдан келген таңбаға сенуге болатынын анықтайды; одан тыс трафик саясат бойынша қайта жіктеледі.
- 802.1Q PCP – Ethernet/VLAN деңгейіндегі өріс, DSCP – IP деңгейіндегі бөлек өріс.
- RTP порттары динамикалық болғандықтан, жіктеу тек портқа сүйенбеуі мүмкін; VLAN, терминал порты, IP-ATC және SBC бағыттары ескеріледі.

Басымдық кезегі мен кадрды беру уақыты



Жіберіліп жатқан үлкен кадрды үзу мүмкіндігі болмаса, басым трафик күтуі мүмкін

Басым кезек және Token Bucket

Басым кезектің шектеуі

Басымдық шексіз болса, басқа трафик ресурссыз қалады. Дауыс ағындары резервтен асса, басым кезектің өзінде жоғалу туындайды.

Token Bucket оқу үлгісі

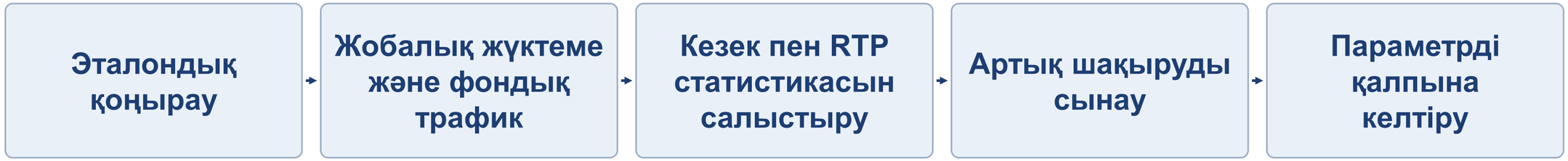
Орташа рұқсат 1 Мбит/с, серпін қоры 20 000 байт ≈ 160 000 бит. 2 Мбит/с кіріс кезінде артық 1 Мбит/с; идеал үлгіде қор ≈0,16 секундта таусылады.

Екі кодекпен қоңырау сыйымдылығын салыстыру

Көрсеткіш	G.711	G.729
Оқу жылдамдығы	80 кбит/с	24 кбит/с
2 Мбит/с-қа қарапайым бөлу	25 ағын	83 ағын
25% жобалық қорды ресурстың ішінде сақтау	2 / 1,25 = 1,6 Мбит/с медиа ресурсы	2 / 1,25 = 1,6 Мбит/с медиа ресурсы
Толық ағын саны	20	66

Бұл – бастапқы арифметикалық баға. RTCP, сигнализация, арна деңгейінің шығындары, қауіпсіздік тақырыптары, транскодтау жүктемесі және лицензия шарттары қосымша тексеріледі.

QoS саясатын қабылдау сынағы



- DSCP белгісінің пакетте көрінуі саясаттың толық жұмыс істейтінін дәлелдемейді.
- Кезек санағыштары, тастау, интерфейс жүктемесі, RTP статистикасы және естілетін нәтиже салыстырылады.
- Жаңа қоңырау қабылданбағанда қолданыстағы қоңыраулардың сапасы сақталуы керек.

QoS терминдері

Термин	Мағынасы
Сенім шекарасы	Трафик белгілері мен рұқсаттарын қабылдау саясаты өзгеретін желі шекарасы.
Shaping	Шығу қарқынын реттеу үшін пакеттерді уақытша буферлеу.
Policing	Келісілген профильден асқан трафикті тастау не қайта таңбалау.
Token bucket	Орташа қарқын мен рұқсат етілетін серпінді сипаттайтын ресурс үлгісі.
Admission control	Жаңа сеансты ресурс пен саясат жеткілікті болса ғана қабылдау.

Қорытынды

QoS тар орындарда кезектеуді және ресурстарды бөлуді басқарады. DSCP таңбасы желі құрылғыларындағы нақты саясатпен сәйкес болғанда ғана әсер етеді. Дауыс сапасын бағалауда біржақты кідіріс, jitter, жоғалу сипаты және қолданылған кодек бірге қарастырылады.

Білімді бекітуге арналған сұрақтар:

1. Біржақты mouth-to-ear кідірісіне қандай компоненттер кіреді?
2. DSCP 46 таңбасы неге өздігінен сапа кепілдігін бермейді?
3. IntServ пен DiffServ күйді сақтау және масштабталу жағынан қалай ерекшеленеді?
4. Shaping пен policing артық трафикке қалай әсер етеді?
5. Басымдық кезегін шектеусіз қолданудың басқа трафикке қаупі қандай?
6. Субъективті MOS пен E-model арқылы есептелген сапа бағасын қалай ажыратасыз?
7. Орташа жоғалу төмен болса да қысқа үзіліс неге елеулі болуы мүмкін?
8. DSCP пен Ethernet PCP өрістерін салыстырыңыз.
9. Сенім шекарасында клиенттің таңбасын не үшін қайта тексеру керек?
10. Token bucket орташа жылдамдық пен қысқа серпінді қалай байланыстырады?
11. Қоңырау қабылдау бақылауы қолданыстағы ағындарды қалай қорғайды?
12. QoS саясатын жүктемеде тексергенде қандай дәлелдер жиналады?

Практикалық тапсырма

10 Мбит/с WAN арнасында бір бағытта 12 G.711 ағыны бар. Әр ағын IP деңгейінде 80 кбит/с тұтынады. Дауысқа арналған жобалық резервті 25% деп алыңыз. Қажетті ресурсты есептеңіз. Дауысқа EF, сигнализацияға CS5 және деректерге бөлек кезек қолданатын саясат ұсыныңыз. Неліктен резервті есептеумен қатар арна деңгейіндегі үстеме шығынды да тексеру керегін түсіндіріңіз.

Орындау критерийлері

- Ағындар саны және есептеу бағыты дұрыс – 2 балл.
- Резерві бар жылдамдық дұрыс есептелген – 3 балл.
- Таңбалау, кезектеу және шектеу саясаты негізделген – 3 балл.
- Арна деңгейі мен сыртқы домен шектеуі ескерілген – 2 балл.

Әдебиеттер тізімі:

1. RFC 2475 An Architecture for Differentiated Services
2. RFC 4594 Configuration Guidelines for DiffServ Service Classes
3. ITU T G.114 One way transmission time
4. ITU T G.107 The E model