Пакеттік коммутациялы сандық желілер

Дәріс 7: Транспорттық деңгей және TCP/UDP хаттамалары

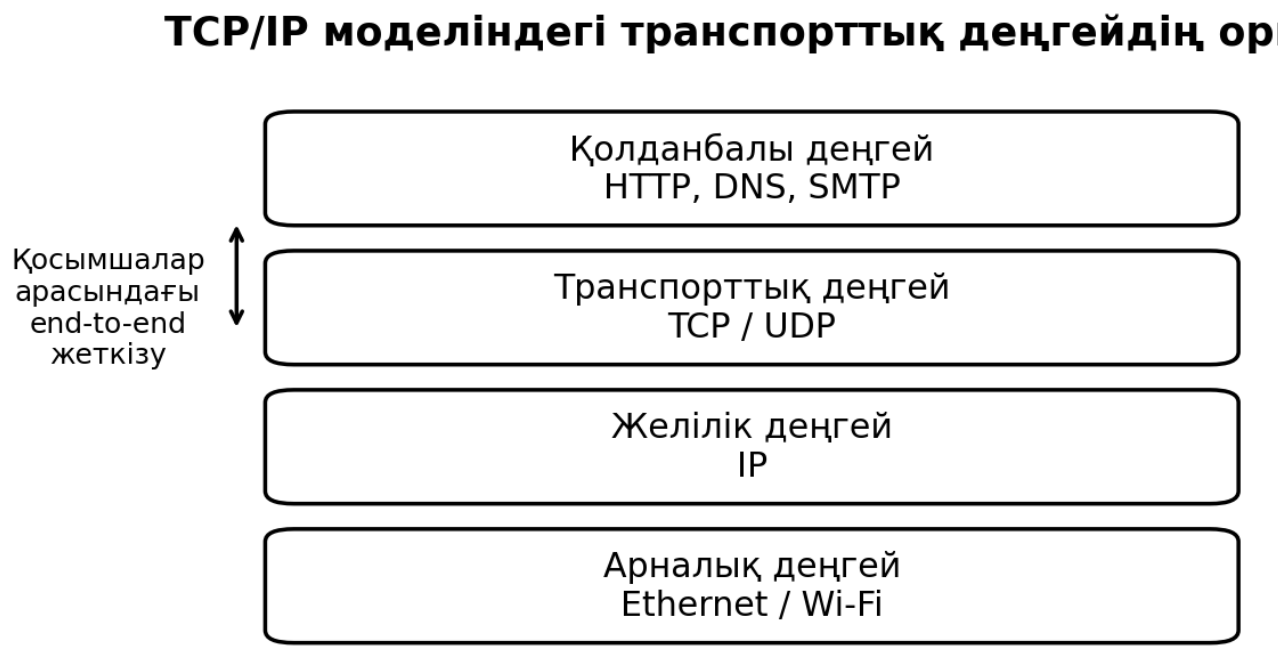
ДӘРІСКЕР: PhD, доцент м.а.
Сқабылов Әлішер Әлиұлы

Дәрістің мақсаты:

TCP/IP архитектурасындағы транспорттық деңгейдің рөлін түсіндіру, TCP және UDP хаттамаларының құрылымы мен жұмыс принциптерін қарастыру, сенімді және жылдам деректер жеткізудің айырмашылықтарын талдау. Дәріс соңында білім алушы нақты желілік қолданба үшін TCP немесе UDP таңдаудың себебін түсіндіре алады.

Транспорттық деңгейдің орны мен қызметтері

IP пакетті бір хосттан екінші хостқа жеткізеді, бірақ бір компьютерде бірнеше қолданба қатар жұмыс істей алады. Сондықтан деректерді нақты қолданбаға жеткізу міндеті транспорттық деңгейде орындалады.



Сурет 1 – TCP/IP моделіндегі транспорттық деңгейдің орны

Транспорттық деңгей қолданбалы және желілік деңгейлердің арасында орналасады. TCP немесе UDP тақырыбы қосылып, деректер IP деңгейіне беріледі.

Транспорттық деңгейдің негізгі қызметтері

- Қолданбалар арасында end-to-end логикалық байланысты ұйымдастыру.
- Порт нөмірлері арқылы қолданбаларды сәйкестендіру.
- Бірнеше қолданбаның ағындарын мультиплекстеу және қабылдаушыда демультиплекстеу.
- TCP қолданылғанда сегменттеу, реттілікті сақтау, қателерді анықтау және жоғалған деректерді қайта жіберу.
- UDP қолданылғанда минималды қызметтік шығынмен датаграммаларды жылдам жеткізу.

Транспорттық деңгей маршрутизаторлардағы маршрутты таңдаумен айналыспайды. Маршруттау – IP деңгейінің міндеті. Транспорттық хаттама екі соңғы жүйедегі қолданбалар арасындағы байланыс сапасын ұйымдастырады.

Порттар, сокеттер және қолданбаларды ажырату

IP-адрес желідегі құрылғыны анықтайды, ал порт нөмірі сол құрылғыдағы қолданбаны немесе қызметті анықтайды. TCP және UDP порт өрісі 16 биттен тұрады; порттар диапазоны – 0-ден 65535-ке дейін.

Порт диапазоны	Мәні
0–1023	Жақсы белгілі (well-known) порттар; кең таралған жүйелік қызметтер.
1024–49151	Тіркелген (registered) порттар; қолданбалар мен сервистерге берілуі мүмкін.
49152–65535	Динамикалық/жеке порттар; көбіне клиенттік уақытша байланыстарда қолданылады.

Кең таралған қызмет порттары

Қызмет	Порт	Транспорт
HTTP	80	TCP
HTTPS	443	TCP; HTTP/3 жағдайында QUIC UDP үстінде
DNS	53	UDP және TCP
SSH	22	TCP
SMTP	25	TCP

Сокет – IP-адрес пен порт нөмірінің жұбы. TCP байланысын анықтау үшін жіберуші/қабылдаушы IP және порт комбинациясы қолданылады.

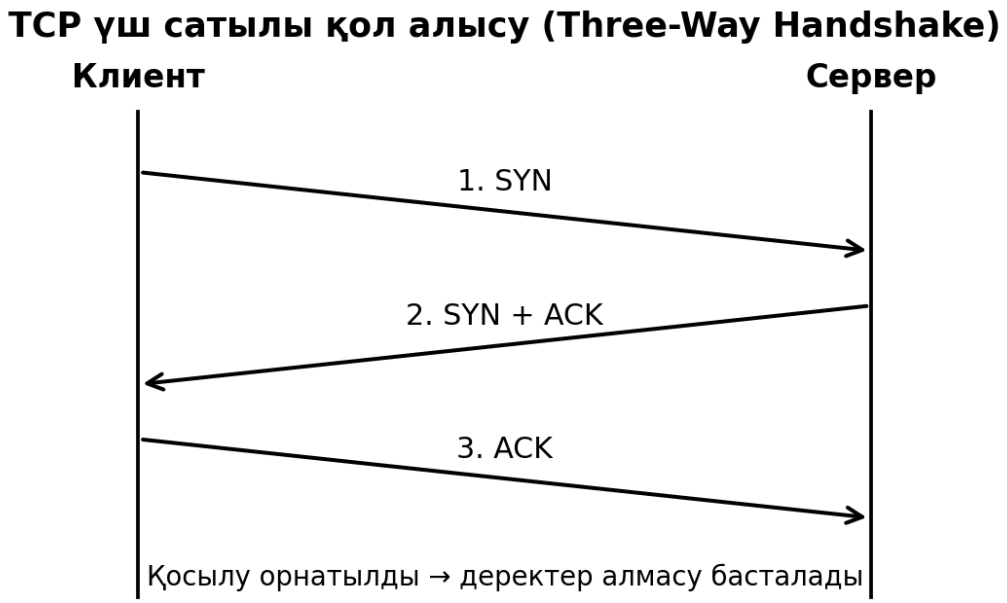
TCP хаттамасының ерекшеліктері

TCP – қосылуға бағытталған транспорттық хаттама. Қолданбалық деректер жіберілмес бұрын екі тарап логикалық байланыс орнатады. TCP реттелген және сенімді байт ағынын ұсынады.

TCP өрісі	Қызметі
Source/Destination Port	Жіберуші және қабылдаушы қолданбаларды анықтайды.
Sequence Number	Байт ағынындағы деректердің орнын көрсетеді.
Acknowledgment Number	Келесі күтілетін байтты көрсету арқылы қабылдауды растайды.
Flags	SYN, ACK, FIN, RST және басқа басқару белгілері.
Window Size	Қабылдаушының қанша дерек қабылдай алатынын хабарлайды.
Checksum	Тақырып пен деректердегі қателерді анықтауға көмектеседі.

TCP қосылуын орнату және аяқтау

TCP деректер алмасудан бұрын үш сатылы қол алысу арқылы қосылу орнатады. Клиент SYN жібереді, сервер SYN+ACK арқылы жауап береді, соңында клиент ACK жібереді.



Сурет 2 – TCP үш сатылы қол алысу

Байланысты қалыпты аяқтау кезінде FIN және ACK жалаушалары қолданылады. Шұғыл тоқтату қажет болса, RST жалаушасы пайдаланылуы мүмкін.

TCP сенімді жеткізу механизмдері

Реттілік және растау

Sequence Number байт ағынындағы орынды көрсетеді. ACK келесі күтілетін байтты білдіреді; растау болмаса, деректер қайта жіберілуі мүмкін.

Ағынды басқару

Қабылдау терезесі арқылы жіберушіге қабылдаушы буферінде қанша орын бар екені хабарланады. Бұл қабылдаушыны шамадан тыс дерекпен толтыруды шектейді.

Жүктемені басқару (Congestion Control)

Желінің шамадан тыс жүктелуін азайтуға бағытталады. TCP жоғалу мен кідіріс белгілеріне қарай жіберу қарқынын бейімдейді; slow start, congestion avoidance және fast retransmit алгоритмдері қолданылуы мүмкін.

Ағынды басқару қабылдаушыны қорғауға бағытталса, жүктемені басқару желі ресурстарын артық пайдалануды шектеуге бағытталады.

UDP хаттамасының ерекшеліктері

UDP – қосылусыз жұмыс істейтін қарапайым транспорттық хаттама. Ол деректер жіберер алдында арнайы сессия орнатпайды және TCP-дегідей міндетті ACK, реттілікке келтіру немесе қайта жіберу механизмдерін ұсынбайды. Сондықтан үстеме шығыны аз.

UDP өрісі	Қызметі
Source Port	Жіберуші қолданбаның порты; кей жағдайларда нөл болуы мүмкін.
Destination Port	Қабылдаушы қолданбаның порты.
Length	UDP тақырыбы мен деректердің жалпы ұзындығы.
Checksum	Датаграмма тұтастығын тексеруге арналған бақылау қосындысы.

UDP транспорт деңгейінде жеткізу кепілдігін қамтамасыз етпейді. Қажет болса, жоғалуды өңдеу немесе қайта жіберу механизмдерін қолданбаның өзі іске асыра алады.

TCP және UDP салыстыру



Критерий	TCP	UDP
Байланыс түрі	Қосылуға бағытталған	Қосылусыз
Жеткізу сенімділігі	Растау, қайта жіберу және реттілік механизмдері бар	Транспорт деңгейінде жеткізу кепілдігі жоқ
Деректер реті	Реттілікті сақтайды	Реттілікке кепілдік бермейді
Тақырып өлшемі	Кемінде 20 байт	8 байт
Кідіріс/үстеме шығын	Басқару механизмдеріне байланысты көбірек	Әдетте азырақ
Ағынды/жүктемені басқару	Бар	UDP-ның өзінде жоқ
Типтік қолданылуы	Веб, файл беру, пошта, қашықтан басқару	DNS сұраулары, дауыс/бейне, ойындар, телеметрия

Қолданылу мысалдары және хаттаманы таңдау

Хаттаманы таңдау қолданбаның талаптарына байланысты. Егер деректердің жоғалуы файлды немесе құжатты бұзса, сенімділік бірінші орында тұрады және TCP ыңғайлы. Нақты уақыттағы аудио немесе ойын трафигінде төмен кідіріс маңызды болғандықтан UDP жиі таңдалады. TCP әрқашан «жақсы», ал UDP «нашар» деген тұжырым дұрыс емес: дұрыс таңдау қолданбаның деректер жоғалуына, кідіріске және реттілікке сезімталдығына тәуелді.

Қолданба	**Көбіне қолданылатын хаттама**
Веб-парақтар мен файлдарды жүктеу	TCP
Электрондық пошта және SSH	TCP
DNS-тің кәдімгі қысқа сұраулары	Көбіне UDP; кей жағдайда TCP
VoIP және бейнеконференция	Медиа ағыны үшін UDP негізіндегі шешімдер
HTTP/3	QUIC UDP үстінде жұмыс істейді

Қорытынды

Транспорттық деңгей желілік байланыста соңғы қолданбалар арасындағы деректер алмасуды ұйымдастырады. Ол порт нөмірлері арқылы бір хосттағы әртүрлі процестерді ажыратып, қолданбалық деректерді желілік деңгейге береді және қабылдаушы жақта тиісті қолданбаға жеткізеді. TCP сенімді, реттелген және басқарылатын байт ағынын қамтамасыз етеді. Ол қосылуды орнату, реттілік нөмірлері, растау, қайта жіберу, ағынды және жүктемені басқару механизмдерін пайдаланады. UDP, керісінше, қосылусыз және қарапайым модель ұсынады; оның шағын тақырыбы мен аз хаттамалық шығыны кідіріс маңызды болатын қолданбаларға тиімді. TCP мен UDP-ны түсіну веб-қызметтер, мультимедиа, DNS, онлайн ойындар, бұлттық жүйелер және телекоммуникациялық қосымшалардың жұмыс принциптерін талдау үшін маңызды негіз болып табылады.

Білімді бекітуге арналған сұрақтар:

1. Транспорттық деңгейдің негізгі міндеті қандай?
2. IP-адрес пен порт нөмірінің айырмашылығы неде?
3. Сокет ұғымы нені білдіреді?
4. TCP неге қосылуға бағытталған хаттама деп аталады?
5. TCP үш сатылы қол алысуының кезеңдерін атаңыз.
6. Sequence Number және Acknowledgment Number қандай қызмет атқарады?
7. TCP ағынды басқару мен жүктемені басқарудың айырмашылығы неде?
8. UDP тақырыбының негізгі өрістері қандай?
9. UDP қандай жағдайларда TCP-дан тиімді болуы мүмкін?
10. TCP және UDP тақырыптарының минималды өлшемдері қандай?
11. DNS неге TCP және UDP екеуін де қолдана алады?
12. Нақты уақыттағы аудио/бейне үшін неге төмен кідіріс маңызды?

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. Forouzan B. A. Data Communications and Networking. McGraw-Hill.
4. Stallings W. Data and Computer Communications. Pearson.
5. RFC 9293. Transmission Control Protocol (TCP). IETF.
6. RFC 768. User Datagram Protocol (UDP). IETF.
7. RFC 9000. QUIC: A UDP-Based Multiplexed and Secure Transport. IETF.