

Routing in Packet Switching

Лекц 09

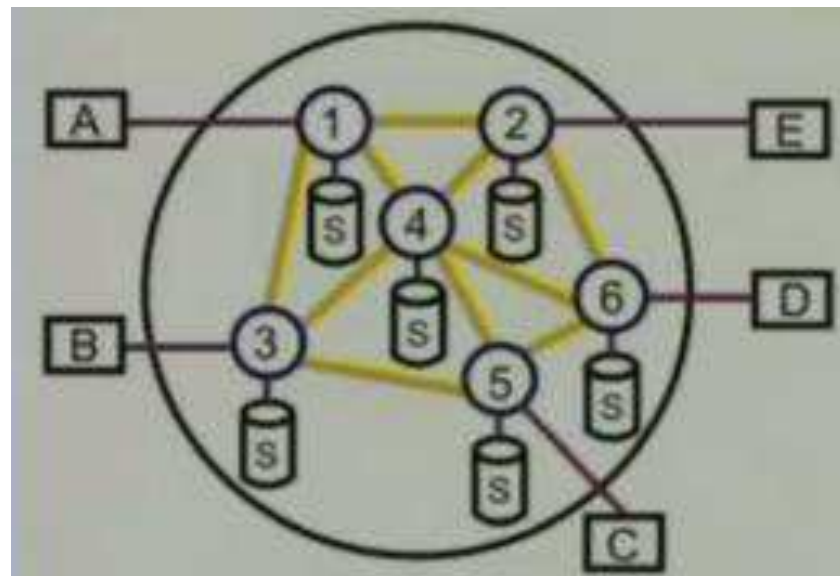
Packet switching буюу сүлжээний замчлал

- Замчлал(Routing)
- Замчлалын шинж чанар, параметр
- Замчлах аргачлал
- Замчлалын алгоритм
 - Dijkstra's Shortest-path algorithm
 - Bellman-Ford's Shortest-path algorithm

Замчлал

- Пакетууд олон дундын төхөөрөмжөөр дайрч төгсгөлийн төхөөрөмжид хүрнэ.
- Packet-switching сүлжээнд пакетын дамжигдах замыг ямар нэгэн замчлах алгоритмаар шийдэж өгнө.

Замчлал гэж юу вэ? Пакетийн сүлжээгээр дамжин төгсгөлийн төхөөрөмжид хүрэх олон замуудаас **хамгийн боломжит нэг зам**-ын дизайн юм.



Замчлалын алгоритмын шинж чанар

Correctness and Simplicity: Зөв дамжуулалт, хэт ярвигтай биш

-Robustness (Ухаалаг): Сүлжээнд алдаа гарсан үед сүлжээ нь пакетын замыг өөрчилж боломжит замаар хүлээн авагчид хүргэдэг байх (Failure, Congestion)

-Stability(Баталгаа): Алгоритм нь сүлжээний нөхцөлд зохицон өөрчлөгдөж, тэнцвэржүүлдэг байх

-Optimality: Хамгийн сайн зохион байгуулалттай байх

-Efficiency: Боломжит минимум нэмэлт мэдээлэлтэй байх (*Minimum overhead*)

Замчлалын параметр

Performance Criteria: Number of hops, Cost, Delay, Throughput

Decision Time: Per packet (Datagram), per session (Virtual-circuit)

Decision Place: Each node (distributed), Central node (centralized), Originated node (source)

Network Information Source: None, Local, Adjacent node, Nodes along route, All nodes

Update Timing: Fixed, Adaptive, Continuous, Periodic, Network topology change

Routing Strategies

Замчлал хийх аргачлал :

- Static routing (гараар)

- Dynamic routing (протокол)

Динамик замчлалын протокол

- Динамик замчлалын протокол нь рутер хооронд замчлалын мэдээллийг дамжуулахыг хялбарчилж өгдөг. Тэдгээр нь сүлжээ тус бүрийн хамгийн сайн боломжит замыг олж өөрийн замчлалын хүснэгтэндээ бүртгэн бусад рутерууд руу мэдээллээ дамжуулж байдаг.
- Динамик замчлалын протокол ашигласнаар хамгийн гол үр дүн нь сүлжээний топологи, бүтэц өөрчлөгдөхөд автоматаар түүнийг мэдэх явдал юм.

Метрик ба замчлалын протокол

Замчлалын протоколууд нь өөр хоорондоо ялгаатай ба ашиглах метрик нь ч бас өөр байдаг. IP замчлалын протоколууд нь дараах төрлүүдийн метрикуудыг ашигладаг.

- **Хопын тоо** – энэ нь энгийн метрик бөгөөд шаардлагатай рутеруудыг тоолдог.
- **Зурвасын өргөн** – энэ нь илүү зурвасын өргөнтэй замыг нь сонгодог.
- **Ачаалал** – замын ашиглалтыг тооцоолох
- **Саатал** – замын багцыг зөөх хугацааг тооцоолох
- **Найдвартай байдал** – холболт болон интерфэйсд гарах алдааг тооцоолох
- **Үнэлгээ** – сүлжээний администратор замчлалыг үнэлэх, хамгийн сайн боломжит замаар хамгийн бага үнэлгээтэй замыг сонгодог.

Static Routing: Least-cost Path

Хэрхэн дараагийн төхөөрөмжийг сонгох вэ?

-Үүний тулд хамгийн үр ашигтай зам (**Best Path**)-ыг сонгох явдал юм.

-Дурын 2 төгсгөлийн төхөөрөмж хоорондын замчлал нь **Least-cost-** хамгийн бага үнэлгээтэй байхаар сонгогдоно.

Dynamic Routing: Least-cost Path

Packet-switching сүлжээнд ашиглагдана.

-Сүлжээний өөрчлөлтөөр замчлалын шийдвэр өөрчлөгдөнө.

-Замчлалын шийдвэрийг өөрчлөх хоёр хүчин зүйл:

-**Failure (Гэмтэл):** Төхөөрөмжийн болон шугамын гэмтлээс болж замчлалыг өөрчлөх шаардлагатай.

-**Congestion (Бөөгнөрөл):** Сүлжээний аль нэг хэсэгт өгөгдлийн урсгалын бөөгнөрөл үүссэн нөхцөлд замчлалыг өөрчлөх шаардлагатай

Динамик замчлалын аргууд:

-Distance vector routing- Distance Vector Routing Protocol нь хол ойрын хэмжээг тодорхойлдог бөгөөд хол ойрын хэмжээ нь метрик гэсэн ухагдахуунаар тодорхойлогдох бөгөөд энэ нь hop-уудыг тоолдог бөгөөд өгөгдлийн чиглүүлэлт нь дараагийн hop байна. Энэ төрлийн протоколууд нь хамгийн сайн замыг илрүүлэх Bellman-Ford алгоритмыг хэрэглэдэг.

RIPv1, RIPv2-хопын тоо

IGRP, EIGRP-зурвасын өргөн, саатал, ачаалал

-Link state routing- Link-State Routing Protocol-ууд нь бусад рутеруудээс ирсэн замчлалын тухай мэдээлэл дээр тулгуурлан сүлжээний бүтэц топологийг гаргадаг. Тэгээд хүлээн авах тал хүртлэх бүх боломжит сүлжээнүүдээс хамгийн сайн боломжит замыг сонгодог.

OSPF, IS-IS-Үнэлгээ

Distance Vector Routing

Үндсэн алхам :

-Дурын хоёр төхөөрөмж хоорондын least-cost замыг хамгийн богино зайгаар тооцоолно.

-Дундын төхөөрөмж замчлалын хүснэгтэд тулгуурлах ба Next Node, Cost талбаруудтай байна.

Network ID	Cost	Next Router

Link State Routing

Үндсэн алхам :

Төхөөрөмж бүр сүлжээний топологийг бүхэлд нь мэдэх шаардлагатай

-Ирж байгаа пакет шугамын бүх мэдээллийг агуулсан байна. Өөрөөр хэлбэл бүх төхөөрөмж ижил мэдээлэлтэй байна.

Advertiser ID	Network ID	Cost	Next Router

Least Cost-ыг тооцоолох алгоритм

Замчлалын шийдвэрийн хэмжигдэхүүн (Cost) нь дайран өнгөрөх төхөөрөмжийн тоотой шууд, Шугамын багтаамжтай урвуу хамааралтай байна

- Сүлжээний төхөөрөмжүүд хоёр урсгалт шугамд холбогдоно
- Шугамын хэмжигдэхүүн чиглэл бүрт өөр өөр байна
- Шугамын хэмжигдэхүүн : Урсгал бүрийн шугамын хэмжигдэхүүний нийлбэр байна
- Төхөөрөмж хооронд хамгийн бага шугамын хэмжигдэхүүнтэй замыг хамгийн сайн зам гэж үзнэ

Dijkstra's Algorithm

Сүлжээний топологи, шугамын хэмжигдэхүүн тогтмол

-Тухайн төхөөрөмжөөс бусад төхөөрөмж хүрэх хамгийн богино замыг, замын уртыг нэмэгдүүлэх зарчмаар олно.

N = Сүлжээн дэх дундын төхөөрөмжүүдийн тоо

s = Source node

T = Алгоритмаар нэгтгэгдсэн төхөөрөмжүүдийн олонлог

$w(i, j)$ = i төхөөрөмжөөс j төхөөрөмж хүрэх link cost

$$-w(i, i) = 0$$

$-w(i, j)$ = хязгааргүй, хоёр төхөөрөмж холбогдоогүй

үед

$-w(i, j) \geq 0$, хоёр төхөөрөмж холбогдсон үед

$L(n)$ нь s төхөөрөмжөөс n төхөөрөмж хүрэх least-cost бүхий яг одоогийн илэрсэн замын шугамын хэмжигдэхүүн

Dijkstra's Algorithm ажиллагаа

Step 1 [Эхлэл]

– $T = \{s\}$ Source Node ба түүнтэй холбогдох бусад төхөөрөмжүүдийн олонлог

– $L(n) = w(s, n)$ for $n \neq s$

–Эхлэлийн замын Cost нь хөрш төхөөрөмжүүдэй холбогдох шугамын хэмжигдэхүүнээр тодорхойлогдоно

Step 2[Дараагийн төхөөрөмжийг нэгтгэх]

– s 'төхөөрөмжтэй шууд холбогдсон төхөөрөмжүүдийн хөршүүдийг илрүүлнэ

–Илэрсэн хөрш төхөөрөмжүүдийг T олонлогт нэгтгэнэ.

– T олонлогт нэгтгэгдсэн төхөөрөмжүүдийн замыг мөн тооцоолно.

Step 3[Least-Cost замыг шинэчлэнэ]

– $L(n) = \min[L(n), L(x) + w(x, n)]$ for all n харьяалагдах T

–Хэрэв сүүлд илрүүлэгдсэн замын хэмжигдэхүүн бага бол өмнө олдсон замыг шинэчилнэ.

Бүх төхөөрөмж T олонлогт багтсанаар алгоритм дуусна

Dijkstra's Algorithm-ын үр дүн

Давгалуу	T	L(2)	Path	L(3)	Path	L(4)	Path	L(5)	Path	L(6)	Path
1	{1}	2	1-2	5	1-3	1	1-4	∞	-	∞	-
2	{1,4}	2	1-2	4	1-4-3	1	1-4	2	1-4-5	∞	-
3	{1, 2, 4}	2	1-2	4	1-4-3	1	1-4	2	1-4-5	∞	-
4	{1, 2, 4, 5}	2	1-2	3	1-4-5-3	1	1-4	2	1-4-5	4	1-4-5-6
5	{1, 2, 3, 4, 5}	2	1-2	3	1-4-5-3	1	1-4	2	1-4-5	4	1-4-5-6
6	{1, 2, 3, 4, 5, 6}	2	1-2	3	1-4-5-3	1	1-4	2	1-4-5	4	1-4-5-6

Bellman-Ford Algorithm

Сүлжээний топологи, шугамын хэмжигдэхүүн тогтмол
Тухайн төхөөрөмжөөс ерөнхий замын тоонд багтаан
хамгийн богино замыг олно.

s =source node

$w(i, j)$ = i төхөөрөмжөөс j төхөөрөмж хүрэх link cost

– $w(i, i) = 0$

– $w(i, j) =$ хязгааргүй, хоёр төхөөрөмж
холбогдоогүй үед

– $w(i, j) \geq 0$, хоёр төхөөрөмж холбогдсон үед

h =алгоритмын шатлал дахь зөвшөөрөгдөх хамгийн их
шугамын тоо

$L_h(n)$ =нь s төхөөрөмжөөс n төхөөрөмж хүрэх least-cost
бүхий h -ээс ихгүй шугам багтсан замын шугамын
хэмжигдэхүүн

Bellman-Ford Algorithm Method

Step 1 [Эхлэл]

– $L_0(n)$ = хязгааргүй, for all $n \neq s$

– $L_h(s) = 0$, for all h

Step 2 [Update]

$h \geq 0$ бүрт:

– $n \neq s$ үед $L_{h+1}(n) = \min_j [L_h(j) + w(j, n)]$

- n төхөөрөмж өмнөх j төхөөрөмжтэй хамгийн бага cost-оор холбогдоно.

- n -ийн одоогийн зам өмнө тодорхойлогдсон замыг шинэчилнэ.

-Эхлэлийн s ба n төхөөрөмжийн зам j -ээс n -тэй холбогдсоноор дуусна.

Bellman-Ford Algorithm-ын үр дүн

h	$L_h(2)$	Path	$L_h(3)$	Path	$L_h(4)$	Path	$L_h(5)$	Path	$L_h(6)$	Path
0	∞	-	∞	-	∞	-	∞	-	∞	-
1	2	1-2	5	1-3	1	1-4	∞	-	∞	-
2	2	1-2	4	1-4-3	1	1-4	2	1-4-5	10	1-3-6
3	2	1-2	3	1-4-5-3	1	1-4	2	1-4-5	4	1-4-5-6
4	2	1-2	3	1-4-5-3	1	1-4	2	1-4-5	4	1-4-5-6

Харьцуулалт

Хоёр алгоритмын үр дүнд хамгийн сайн замыг тодорхойлж өгнө.

–Bellman-Ford

- n төхөөрөмжийн хөршүүдийн шугамын хэмжигдэхүүн ба s төхөөрөмжийн хөршүүдийн шугамын хэмжигдэхүүнээр тооцоолно.
- Шууд холбогдсон хөршүүдийн мэдээлэл солилцоно.
- Хөршүүдээс ирсэн шугамын хэмжигдэхүүний мэдээллийн ашиглан шугамын хэмжигдэхүүн ба замыг шинэчилнэ.

–Dijkstra

- Төхөөрөмж бүр сүлжээний топологийг бүтэн мэдэх шаардлагатай.
- Бүхэл сүлжээний хувьд бүх шугамын хэмжигдэхүүн мэдэгдэнэ.
- Бүх төхөөрөмж шугамын мэдээллээ солилцоно.

Дүгнэлт

Замчлал нь :

- Алгоритмын боловсруулалтын хугацаанаас хамаарна.
- Бусад төхөөрөмжийн шугамын мэдээллээс хамаарна.
- Хэрэгжүүлэлт ялгаатай.
- Топологи ба шугамын хэмжигдэхүүн аль ч алгоритмын үед тогтмол
- Эцсийн шийдвэр ижил, хамгийн богино замыг хайна.
- Шугамын хэмжигдэхүүн өөрчлөгдвөл замчлал өөрчлөгдөнө.
- Шугамын хэмжигдэхүүн (link cost) шугамын ачааллаас хамаарч байвал үр дүн нь тогтвортой бус, байнга өөрчлөгдөнө.

Анхаарал тавьсанд баярлалаа.