شبکه های کامپیوتری ۱

ارائه دهنده
دکتر سید امین حسینی
E.mail: hosseini@um.ac.ir
Home page: http://hosseini.staffcms.um.ac.ir

لایه شبکه

وظایف لایه شبکه

- ارائه سرویس به لایه بالاتر از خود(لایه حمل)
- مسیریابی بسته‌ها از مبدأ به مقصد
- کنترل ازدحام
- ارتباط بین شبکه‌ای

سرویس لایه شبکه به لایه حمل

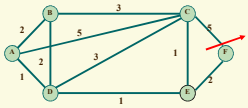
- دونوع سرویس
  - سرویس های اتصال گرا
  - سرویس های بدون اتصال
- جنبه های مقایسه
  - آدرس دهی
  - اطلاعات وضعیت شبکه
  - مسیریابی
  - خرابی نود

۱) مفاهیم اولیه مسیریابی

مسیریاب: ابزاری است برای برقراری ارتباط دو یا چند شبکه

زیرساخت ارتباطی: مجموعه مسیریابها و کانالهای فیزیکی ما بین آنها

الگوریتم‌های مسیریابی : روشهایی برای پیدا کردن مسیری بهینه میان دومسیریاب به گونه‌ای که هزینه کل مسیر به حداقل برسد.



زیرساخت ارتباطی یک شبکهٔ فرضی

برخی اصطلاحات کلیدی در مسیریابی

آدرسهای MAC:

• آدرسهای لایه فیزیکی جهت انتقال فریمها بر روی کانال

• اندازه آدرس وابسته به پروتکل و توپولوژی شبکه

• تغییر آدرسهای MAC بسته‌های اطلاعاتی هنگام عبور از مسیریابهای موجود در مسیر

برخی اصطلاحات کلیدی در مسیریابی

آدرسهای IP :

- آدرسهای جهانی و منحصر به فرد
- مشخص‌کننده یک ماشین فارغ از نوع سخت افزار و نرم افزار آن
- ثابت بودن آدرسهای IP بسته های اطلاعاتی هنگام عبور از مسیریابهای موجود در مسیر

بسته IP:

- واحد اطلاعاتی با اندازه محدود

برخی اصطلاحات کلیدی در مسیریابی

توپولوژی شبکه:

- مجموعه مسیریابها و کانالهای فیزیکی ما بین آنها در زیرساخت ارتباطی یک شبکه
- متغیر با زمان

برخی اصطلاحات کلیدی در مسیریابی

ترافیک شبکه:

- تعداد متوسط بسته‌های اطلاعاتی ارسالی و یا دریافتی روی یک کانال در واحد زمان
- متغیر با زمان

برخی اصطلاحات کلیدی در مسیریابی

گام یا Hop:

- عبور بسته از یک مسیریاب = گام
- تعداد مسیریابهای موجود در مسیر یک بسته = تعداد گام = Hop Count

ازدحام یا Congestion:

بیشتر بودن تعداد متوسط بسته‌های ورودی به یک مسیریاب از تعداد متوسط بسته های خروجی

بن بست Deadlock:

پایان طول عمر بسته‌ها

Routing.swf

۱-۱) روشهای هدایت بسته‌های اطلاعاتی در شبکه‌های کامپیوتری

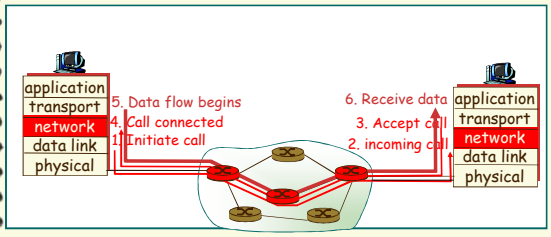
الف) روش مدار مجازی Virtual Circuit (VC)

ب) روش دیتاگرام Datagram

خصوصیات روش VC

- ارسال بسته‌های اطلاعاتی بدون نیاز به اطلاع از آدرسهای IP مبدأ و مقصد و فقط داشتن شماره VC جهت ارسال بسته
- عدم اجرای الگوریتم مسیریابی جهت هدایت بسته‌های اطلاعاتی از مبدأ به مقصد
- دریافت بسته به ترتیب ارسال شده در مقصد
- عدم احتمال گم‌شدن بسته‌ها در عمل مسیریابی در شبکه

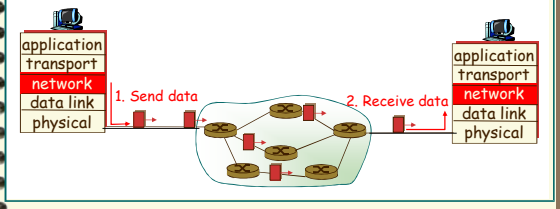
روش VC



خصوصیات روش دیتاگرام

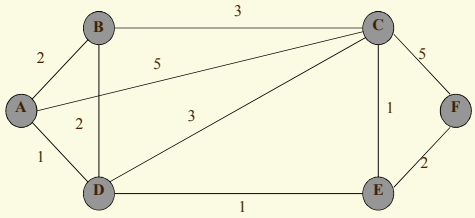
- ارسال بسته‌های اطلاعاتی با استفاده از آدرسهای IP مبدأ و مقصد در شبکه
- انجام مسیریابی جداگانه برای هر بسته
- توزیع و هدایت بسته‌ها روی مسیرهای متفاوت بر اساس شرایط توپولوژیکی و ترافیکی لحظه‌ای شبکه
- امکان دریافت بسته بدون ترتیب ارسال شده در مقصد
- لزوم نظارتهای ویژه بر گم شدن و یا تکراری بودن بسته در لایه‌های بالاتر

روش Datagram



مفاهیم اولیه مسیریابی

- دراین شکل ، زیرساخت ارتباطی یک شبکهٔ فرضی در قالب یک گراف نشان داده شده است



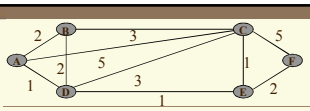
مفاهیم اولیه مسیریابی

- در این گراف گره‌های A تا F مسیریابها هستند و خطوط ارتباطی بین هر دو گره (لبه) نشان‌دهندهٔ وجود یک کانال فیزیکی بین آنها می‌باشد
- اعدادی که روی هر لبه نوشته شده است پارامتر هزینهٔ رسیدن از یک گره به گره دیگر خواهد بود
- در ساده‌ترین حالت می‌توان معیار هزینه را زمان تاخیر در نظر گرفت
- البته پارامتر تاخیر را باید ترکیبی از "تاخیر فیزیکی انتشار" و "زمان پردازش" یعنی زمان اجرای الگوریتم مسیریابی بر روی یک بسته در نظر گرفت

مفاهیم اولیه مسیریابی

- معیار هزینه در برخی از مسیریابها بر اساس پارامترهای پیچیده‌تری همانند امنیت ، سیاست و اقتصاد ارزیابی می‌شود
- حال فرض کنید بسته‌ای وارد مسیریاب A شده تا پس از طی مسیر ، به F تحویل داده شود
- اصلیترین وظیفهٔ الگوریتمهای مسیریابی ، پیدا کردن مسیری بهینه از A به F می‌باشد به‌گونه‌ای که هزینهٔ کل مسیر به حداقل برسد
- به‌گونه‌ای که از شکل مشخص است دوازده مسیر متفاوت برای رسیدن یک بسته از A به F وجود دارد که در زیر فهرست شده اند:

مفاهیم اولیه مسیریابی



• A→B→C→F	با هزینهٔ ۱۰	• A→D→C→F	با هزینهٔ ۹
• A→B→C→E→F	با هزینهٔ ۸	• A→D→E→F	با هزینهٔ ٤
• A→B→C→D→E→F	با هزینهٔ ۱۱	• A→D→C→E→F	با هزینهٔ ۷
• A→C→F	با هزینهٔ ۱۰	• A→D→B→C→F	با هزینهٔ ۱۱
• A→C→E→F	با هزینهٔ ۸	• A→D→B→C→E→F	با هزینهٔ ۹
• A→C→D→E→F	با هزینهٔ ۱۱	• A→D→C→E→F	با هزینهٔ ۷

• از بین این مسیرها بهترین مسیر برای رسیدن از A به F ، مسیر A→D→E→F خواهد بود

• دو مسئلهٔ مهم در مسیریابی مطرح است:

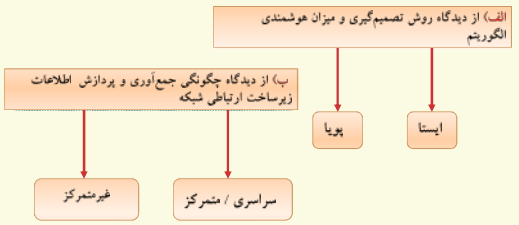
مفاهیم اولیه مسیریابی

• الف) هر یک از مسیریابها چگونه از پارامتر هزینهٔ کل کانالهای شبکه مطلع شوند ، تا بتوانند گراف زیرساخت ارتباطی شبکه را تشکیل داده و بهترین مسیر را انتخاب نمایند؟

• ب) چه الگوریتمی برای یافتن بهترین مسیر انتخاب شود تا از لحاظ سرعت پردازش و تصمیم‌گیری ، بهینه بوده و بسته ها را با تاخیر و انتظار مواجه نکند؟

• یعنی از لحاظ پیچیدگی زمانی الگوریتم بهینه باشد

انواع الگوریتمهای مسیریابی



الگوریتم ایستا

• عدم توجه به شرایط توپولوژیکی و ترافیک لحظه‌ای شبکه

• جداول ثابت مسیریابی هر مسیریاب در طول زمان

• الگوریتم‌های سریع

• تنظیم جداول مسیریابی به طور دستی در صورت تغییر توپولوژی زیرساخت شبکه

• تغییر مسیرها به کندی در اثنای زمان

الگوریتم پویا

• به هنگام سازی جداول مسیریابی به صورت دوره‌ای بر اساس آخرین وضعیت توپولوژیکی و ترافیک شبکه

• تغییر سریع مسیرها

• تصمیم‌گیری بر اساس وضعیت فعلی شبکه جهت انتخاب بهترین مسیر

× ایجاد تأخیرهای بحرانی هنگام تصمیم‌گیری بهترین مسیر به جهت پیچیدگی الگوریتم

الگوریتم سراسری

• اطلاع کامل تمام مسیریابها از همبندی شبکه و هزینه هر خط یعنی هر مسیریاب باید تمامی مسیریابهای دیگر ، ارتباطات بین آنها و هزینهٔ هر خط را دقیقاً شناسایی نماید. سپس با جمع‌آوری این اطلاعات "ساختمان دادهٔ" مربوط به گراف زیرساخت شبکه را تشکیل بدهد.

•در چنین شرایطی برای یافتن بهترین مسیر بین هر دو مسیریاب ، از الگوریتمهای کوتاهترین مسیر نظیر "الگوریتم دایجکسترا" استفاده می‌شود (Dijkstra Shortest Path Algorithm)

• به چنین الگوریتمهایی که برای مسیریابی به اطلاعات کاملی از زیرساخت شبکه و هزینهٔ ارتباط بین هر دو مسیریاب نیازمندند ، اختصاراً الگوریتمهای LS گفته می‌شود

Routing in Packet Switched Network

- key design issue for (packet) switched networks
- select route across network between end nodes

الگوریتم غیر متمرکز

مسیریاب اطلاعات کاملی از زیرساخت شبکه ندارد

•محاسبه و ارزیابی هزینه ارتباط با مسیریابهای همسایه (مسیریابهایی که به صورت مستقیم و فیزیکی با آن در ارتباط هستند

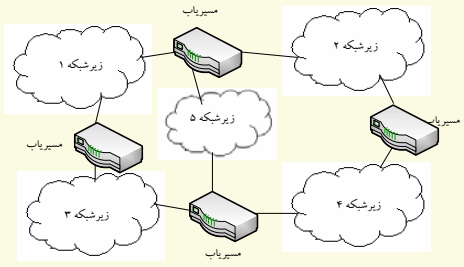
• ارسال جداول مسیریابی توسط هر مسیریاب در فواصل زمانی منظم برای مسیریابهای مجاور

• پیچیدگی زمانی ک

•در این الگوریتمها برای مسیریابی هر بسته ، فقط یک جستجو در جدول مسیریابی کافی است و در نتیجه پیچیدگی زمانی بسیار مناسبی دارد چراکه درگیر اجرای الگوریتمهای وقتگیری شبیه "دایْجْکِسترا" نخواهند شد.

به این نوع الگوریتمها به اختصار "الگوریتمهای DV گفته می‌شود.

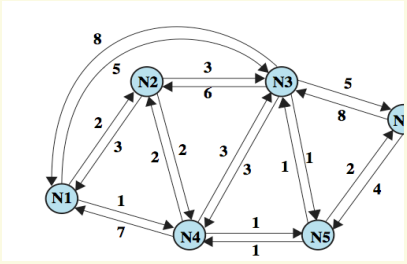
مسیریابی



Routing in Packet Switched Network

- characteristics required:
  - correctness
  - simplicity
  - robustness
  - stability
  - fairness
  - optimality
  - efficiency

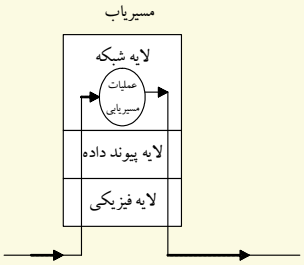
Example Packet Switched Network



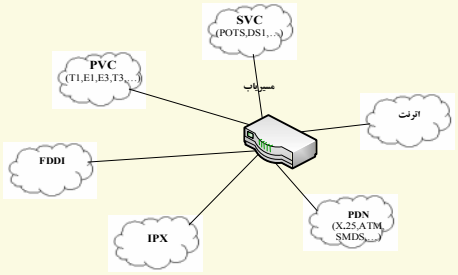
Performance Criteria

- used for selection of route
- simplest is "minimum hop"
- can be generalized as "least cost"

مدل لایه ای مسیریاب



فنآوری های مختلف مسیریاب



الگوریتم های مسیریابی

- ویژگی ها
  - **بهینه بودن**
    - هر الگوریتم مسیریابی باید براساس ضوابط انتخاب مسیر، بهترین مسیر را انتخاب کند.
  - **همگرایی سریع**
    - الگوریتم مسیریابی خوب باید در برابر تغییرات توپولوژی شبکه به سرعت همگرا گردد.

الگوریتم های مسیریابی

- **قدرت**
  - چنانچه توپولوژی شبکه تغییر نماید، الگوریتم مسیریابی باید دوباره بهترین مسیر را به‌دست آورد.
- **سادگی پیاده سازی**
  - الگوریتم مسیریابی باید حتی الامکان پهنای باند شبکه را اشغال ننماید و بالاسری پردازش کمی داشته باشد.

الگوریتم های مسیریابی

- انواع:
  - ایستا
    - الگوریتم کوتاهترین فاصله
    - الگوریتم سیل
  - پویا
    - الگوریتم مسیریابی بردارفاصله
    - الگوریتم مسیریابی وضعیت لینک
    - الگوریتم مسیریابی جریان گرا

Fixed Routing Tables

CENTRAL ROUTING DIRECTORY

From Node

To Node	1	2	3	4	5	6
1	—	1	5	2	4	5
2	2	—	5	2	4	5
3	4	3	—	5	3	5
4	4	4	5	—	4	5
5	4	4	5	5	—	5
6	4	4	5	5	6	—

Node 1 Directory

Destination	Next Node
2	2
3	4
4	4
5	4
6	4

Node 2 Directory

Destination	Next Node
1	1
3	3
4	4
5	4
6	4

Node 3 Directory

Destination	Next Node
1	5
2	5
4	5
5	5
6	5

Node 4 Directory

Destination	Next Node
1	2
2	2
3	5
5	5
6	5

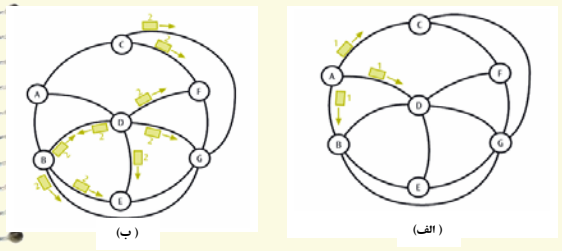
Node 5 Directory

Destination	Next Node
1	4
2	4
3	3
4	4
6	6

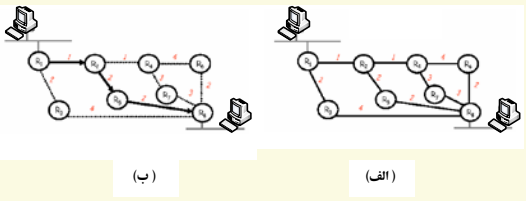
Node 6 Directory

Destination	Next Node
1	5
2	5
3	5
4	5
5	5

مسیریابی سیل (Flooding)



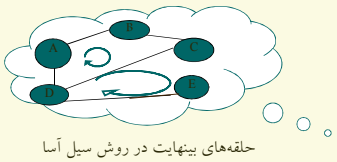
مسیریابی کوتاهترین فاصله



راه حل رفع مشکل حلقه بینهایت

۱) قراردادن شماره شناسایی برای هر بسته Selective Flooding

۲) قراردادن طول عمر برای بسته‌ها



حلقه‌های بینهایت در روش سیل آسا

۳-۱) روش ارسال سیل آسا (Flooding Algorithm)

- سریعترین الگوریتم برای ارسال اطلاعات به مقصد در شبکه
- جهت ارسال بسته‌های فراگیر و کنترلی مانند اعلام جداول مسیریابی

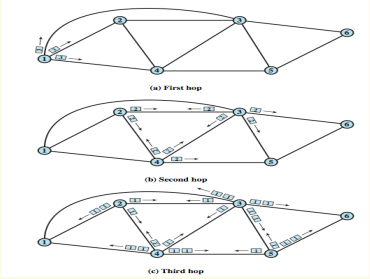
مشکل روش سیل آسا

- ایجاد حلقه بینهایت و از کارافتادن شبکه

Properties of Flooding

- all possible routes are tried
  - very robust
- at least one packet will have taken minimum hop count route
  - can be used to set up virtual circuit
- all nodes are visited
  - useful to distribute information (eg. routing)
- disadvantage is high traffic load generated

Flooding Example



Routing Strategies - Random Routing

- simplicity of flooding with much less load
- node selects one outgoing path for retransmission of incoming packet
- selection can be random or round robin
- a refinement is to select outgoing path based on probability calculation
- no network info needed
- but a random route is typically neither least cost nor minimum hop

TCP-animations-flooding.swf

Routing Strategies - Adaptive Routing

- disadvantages:
  - decisions more complex
  - tradeoff between quality of network info and overhead
  - reacting too quickly can cause oscillation
  - reacting too slowly means info may be irrelevant

Routing Strategies - Adaptive Routing

- used by almost all packet switching networks
- routing decisions change as conditions on the network change due to failure or congestion
- requires info about network

Classification of Adaptive Routing Startegies

- based on information sources
  - local (isolated)
    - route to outgoing link with shortest queue
    - can include bias for each destination
    - Rarely used - does not make use of available info

Adaptive Routing - Advantages

- improved performance
- aid congestion control
- but since is a complex system, may not realize theoretical benefits
  - cf. outages on many packet-switched nets

Least Cost Algorithms

- basis for routing decisions
  - can minimize hop with each link cost 1
  - or have link value inversely proportional to capacity
- defines cost of path between two nodes as sum of costs of links traversed
  - in network of nodes connected by bi-directional links
  - where each link has a cost in each direction

Classification of Adaptive Routing Startegies

- adjacent nodes
  - takes advantage on delay / outage info
  - distributed or centralized
- all nodes
  - like adjacent

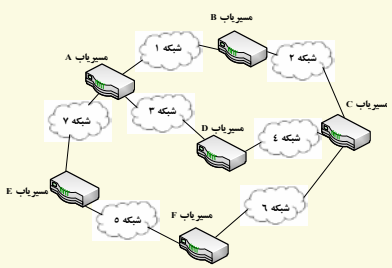
الگوریتم بردار فاصله

- هرمسیریاب یک جدول (یک بردار)، که نشان دهنده بهترین مسیر شناخته شده تا هر مقصد و نحوه رسیدن به آن مقصد است را ذخیره می‌کند.
- این جداول با تبادل اطلاعات بین همسایه‌ها به روزآوری می‌شوند.
- هر مسیریاب با دریافت جداول مسیریابی از مسیریاب‌های مجاورخود، اقدام به روزآوری جدول مسیریابی خودمی‌کند.

Least Cost Algorithms

- for each pair of nodes, find path with least cost
  - nb. link costs in different directions may be different
- alternatives: Dijkstra or Bellman-Ford algorithms

مثال الگوریتم بردار فاصله



الگوریتم بردار فاصله

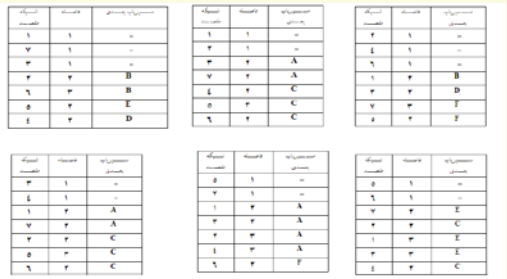
- این الگوریتم با نامهای دیگری نظیر الگوریتم مسیریابی توزیع شده بل من- فورد والگوریتم فورد-فوجستون نیز شناخته می‌شود
- نمونه : پروتکل مسیریابی RIP
- مورد استفاده در مسیریاب، نظیرشرکت Apple Talk و Cisco

مثال الگوریتم بردار فاصله

جداول مسیریابی اولیه : زمان صفر

مثال الگوریتم بردار فاصله

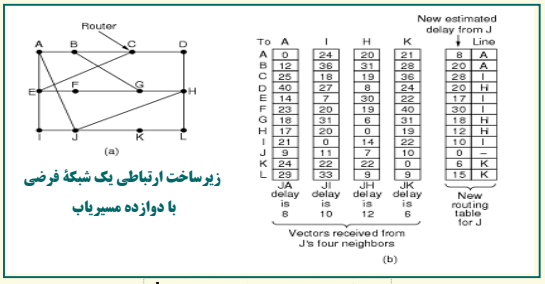
جداول مسیریابی : بعد از دو مرحله مبادله : زمان 2T



اصول کار روش DV

- محاسبه خطوطی را که به صورت فیزیکی با مسیریابهای دیگر دارد و درج در جدول مسیریابی
- بینهایت درنظرگرفتن هزینهٔ خطوطی که مسیریاب با آنها در ارتباط مستقیم نیست
- ارسال ستون هزینه از جدول مسیریابی برای مسیریابهای مجاور در بازه‌های زمانی مشخص، توسط هر مسیریاب ("یعنی فقط برای مسیریابهائی که با آن در ارتباط است نه تمام مسیریابها "). دریافت اطلاعات جدید ا زمسیریابهای مجاور در در فواصل T ثانیه‌ای
- به هنگام نمودن جدول مسیریابی پس از دریافت جداول مسیریابی از مسیریابهای مجاور ، طبق یک الگوریتم بسیار ساده

الگوریتم های DV یا بردار فاصله



جدول مسیریابی مربوط به مسیریاب J

مشکل عمده پروتکلهای DV

عدم همگرایی سریع جداول مسیریابی هنگام خرابی یک مسیریاب یا یک کانال ارتباطی = مشکل شمارش تا بینهایت

راه حل :

وقتی یک مسیریاب می‌خواهد اطلاعاتی را به همسایه‌هایش بدهد هزینه رسیدن به آنهایی را که قطعاً باید از همان مسیریاب بگذرند را اعلام نمی‌کند. (یا ∞ اعلام می‌کنند)

الگوریتمهای DV

- یکی از روشهای پویا در مسیریابی ، روش "بردار فاصله" یا DV (Distance Vector) است .
- این الگوریتم در سالهای اولیه راه اندازی شبکهٔ ARPA مورد استفاده قرارگرفت و پس از عمومی شدن اینترنت تحت نام پروتکل RIP عرضه شد
- هنوز هم در مسیریابهای کوچک مورد استفاده قرار می‌گیرد و در نسخه های جدید ویندوز NT پشتیبانی می‌شود
- نامهای متفاوتی برای این روش ارائه شده که همهٔ آنها از یک الگوریتم استفاده می‌کنند. این نامها عبارتند از:

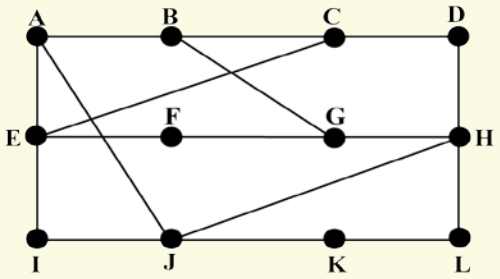
مشکل عمده پروتکلهای DV

- پروتکل RIP
- الگوریتم مسیریابی Bellman–Ford
- الگوریتم مسیریابی Ford-Fulkerson
- الگوریتم Distance Vector Routing
- در روشهای DV بر خلاف الگوریتم LS ، هر مسیریاب بدون آنکه اطلاعی از هزینهٔ خطوط ارتباطی در زیرشبکه داشته باشد ، جدولی را در حافظه خود نگه می‌دارد که **جدول مسیریابی** یا Table Routing نام دارد

مشکل عمده پروتکلهای DV

- در این جدول به ازای هر مسیریاب در زیرشبکه یک رکورد وجود دارد؛ هر رکورد دارای دو فیلد مجزا است:
- **الف) فیلد مسیر** : این فیلد خط خروجی مناسب برای رسیدن به یک مسیریابِ خاص در شبکه را مشخص می‌کند
- **ب) فیلد مقدار تقریبی هزینه** : این فیلد هزینهٔ تقریبی رسیدن یک بسته تا مسیریابِ مقصد را مشخص می‌نماید
- برای روشن شدن قضیه به شکل بعد که زیرساخت ارتباطی یک شبکهٔ فرضی را نشان می‌دهد ، دقت کنید :

مشکل عمده پروتکلهای DV



مشکل عمده پروتکلهای DV

- در این مثال تعداد ۱۲ مسیریاب با نامهای A تا L زیرساخت ارتباطی شبکه را تشکیل داده‌اند
- کانالهایی که بین این ۱۲ مسیریاب وجود دارد در شکل مشخص است ولی هیچیک از مسیریابها اطلاعی از هزینهٔ هر یک از خطوط ارتباطی ندارند
- بهمین دلیل مقادیر هزینهٔ هر خط در شکل نشان داده نشده است
- جدول بعد جدول مسیریابی مربوط به J است و هر سطر نشان می‌دهد که اگر J بخواهد بسته‌ای را به یک مسیریاب دیگر بفرستد از چه خطی باید استفاده کند

مشکل عمده پروتکلهای DV

	هزینهٔ تقریبی	خط
A	8	A
B	20	A
C	28	I
D	20	H
E	17	I
F	30	I
G	18	H
H	12	H
I	10	I
J	0	—
K	6	K
L	15	K

مشکل عمده پروتکلهای DV

- بعنوان مثال اگر مسیریاب J خواست برای G بسته‌ای ارسال کند ، با مراجعه به این جدول نتیجه می‌گیرد که باید آنرا به سمتِ H ارسال نماید و هزینهٔ تقریبی رسیدن بسته به G تقریباً ۱۸ است
- حال شاید بپرسید در این روش معیار هزینه و واحد آن چیست؟
- پاسخ آنست که معیار هزینه میتواند تاخیر یا "تعداد گام" (Hop) در نظر گرفته شود؛ در چنین حالاتی واحد تاخیر ، میلی‌ثانیه و واحد گام ، "تعداد" خواهد بود
- در این مثال معیار هزینه ، زمانِ تاخیر بر حسب میلی‌ثانیه انتخاب شده است

مشکل عمده پروتکلهای DV

• تا اینجا به این نکته اشاره کردیم که هر یک از مسیریابها جدولی در حافظه خود تشکیل می‌دهند ولی سوال اصلی اینجاست که این جداول چگونه ایجاد و بهنگام می‌شوند؟

• چرا که در زمانهای متفاوت شرایط ترافیکی و توپولوژیکی شبکه عوض شده و بالطبع این جداول باید با زمان تغییر داده شود تا همیشه بهترین وضعیت را برای مسیریابی ارائه بدهد

• در روش DV اصول کار بصورت زیر خلاصه می‌شود:

مشکل عمده پروتکلهای DV

• هر مسیریاب موظف است هزینهٔ خطوطی را که بصورت فیزیکی با مسیریابهای دیگر دارد ، محاسبه کرده و در جدول خود درج نماید

• هزینهٔ خطوطی که مسیریاب با آنها در ارتباط مستقیم نیست ، در این جدول بینهایت در نظر گرفته می‌شود

• هر مسیریاب موظف است در بازه‌های زمانی مشخص ، ستون هزینه از جدول مسیریابی خودش را برای مسیریابهای مجاور ارسال نماید

• یعنی فقط برای مسیریابهائی که با آن در ارتباط است نه تمام مسیریابها (برخلاف روش LS که بصورت سیل آسا ارسال می کرد)

مشکل عمده پروتکلهای DV

• بنابراین هر مسیریاب در فواصل T ثانیه‌ای ، اطلاعاتی را از مسیریابهای مجاور دریافت می‌کند که جدید است و می‌تواند بر اساس آن ، جدول مسیریابی خود را بهنگام کند

• هر مسیریاب موظف است پس از دریافت جداول مسیریابی از مسیریابهای مجاور ، جدول خود را طبق یک الگوریتم بسیار ساده بهنگام نماید. (این الگوریتم با یک مثال ، تشریح خواهد شد)

• برای مشخص شدن چگونگی بهنگام شدن جداول مسیریابی ، به مثال قبلی مراجعه کنید

مشکل عمده پروتکلهای DV

	A	I	H	K
A	0	24	20	21
B	12	36	31	28
C	25	18	19	36
D	40	27	8	24
E	14	7	30	22
F	23	20	19	40
G	18	31	6	31
H	17	20	0	19
I	21	0	14	22
J	9	11	7	10
K	24	22	22	0
L	29	33	9	9

مشکل عمده پروتکلهای DV

• فرض کنید با این روش مسیریاب J مقادیر تاخیر را بصورت زیر ارزیابی کرده باشد:

- J تا A ← ۸ میلی ثانیه
- J تا I ← ۱۰ میلی ثانیه
- J تا H ← ۱۲ میلی ثانیه
- J تا K ← ۶ میلی ثانیه

• حال فرض کنید پس از رسیدن چهار جدول فوق به J و اندازه گیری J از مقدار تاخیر تا مسیریابهای A، I، H و K ، مسیریابJ بخواهد در جدول مسیریابی خود ، بهترین کانال را برای ارسال بسته به هر یک از مسیریابهای A تا L بیابد

مشکل عمده پروتکلهای DV

• بعنوان مثال J می‌خواهد بداند بهترین مسیر برای رسیدن به G کدام است

• ابتدا به جدول رسیده از A مراجعه می‌کند؛ A ادعا کرده است که برای رسیدن به G ، تاخیری معادل ۱۸ میلی‌ثانیه دارد

• پس اگر J بخواهد ازطریق A بسته‌ای برای G بفرستد معادل ۲۶ میلی‌ثانیه تاخیر خواهد داشت

• یعنی ۸ میلی‌ثانیه از J به A و ۱۸ میلی‌ثانیه از A به G بنابر ادعای A

• J این مقدار را بطور موقتی در حافظه ذخیره می‌نماید

مشکل عمده پروتکلهای DV

- حال به جدول رسیده از I مراجعه می‌کند. I ادعا کرده است که تا G معادل ۳۱ میلی‌ثانیه تاخیر دارد
- بنابراین اگر J بخواهد از طریق I به G بسته ای بفرستد معادل ٤١ میلی‌ثانیه تاخیر خواهد داشت
- ۱۰ میلی‌ثانیه از J به I و ۳۱ میلی ثانیه از I به G
- این مقدار نیز بطور موقتی در حافظه ذخیره می‌شود
- در جدول رسیده از H ، تاخیر زمانی تا G معادل ٦ میلی‌ثانیه ادعا شده ، بنابراین اگر J بخواهد از طریق H به G بسته ای بفرستد معادل ۱۸ میلی‌ثانیه تاخیر خواهد داشت

مشکل عمده پروتکلهای DV

- ۱۲ میلی‌ثانیه از J به H و ٦ میلی ثانیه از H به G
- بهمین ترتیب هزینه رسیدن به G از طریق K معادل ۳۷ (٦+۳۱) میلی‌ثانیه محاسبه و در حافظه ذخیره می‌شود
- با محاسبات فوق J می‌تواند با پیدا کردن حداقل مقدار از بین مقادیر محاسبه شده ، بهترین مسیر برای ارسال یک بسته به G را پیدا کند
- در مثال فوق از بین چهار مقدار ذخیره شده در حافظه ، هزینهٔ ارسال از طریق مسیریابِ H حداقل خواهد بود و تاخیری معادل ۱۸ میلی‌ثانیه خواهد داشت

مشکل عمده پروتکلهای DV

- مسیریاب J در جدول خود در رکورد متناظر با G آدرس مسیریاب H و هزینهٔ ۱۸ را درج می‌کند
- برای تمام مسیریابهای دیگر این روند تکرار و بهترین مسیر برای رسیدن به یکایک آنها محاسبه شده و در جدول جدید درج خواهد شد
- این جدول تا زمان به‌هنگام‌سازی بعدی ، که جداول جدید از مسیریابهای مجاور می‌رسند قابل استناد بوده و بهترین مسیر را برای ارسال بسته‌ها تعیین می‌کند
- بعنوان مثال برای ارسال بسته‌ای به مسیریاب F با استناد به جدول محاسبه شده ، باید آن بسته تحویل مسیریاب I شود

مشکل عمده پروتکلهای DV

- این روش در عین سادگی، پویا است و تغییرات ترافیکی شبکه با زمان را در جداول مسیریابی دخالت خواهد داد
- از طرفی حجم جدولی که بایستی هر مسیریاب در حافظه خود نگه دارد از درجه ۱ است یعنی به ازای n مسیریاب فقط n رکورد کافی است
- در حالی که برای نگهداری جداول مسیریابی در روش LS درجهٔ ۲ است.(یعنی در بدترین حالت به یک ماتریس با n×n رکورد نیاز می‌باشد

مشکل عمده پروتکلهای DV

- پروتکلهای DV از یک مشکل عمده رنج می‌برند و آن "عدم همگرایی سریع جداول مسیریابی" در هنگام خرابی یک مسیریاب یا یک کانال ارتباطی می‌باشد
- این مشکل "شمارش تا بینهایت" Count to infinity نام گرفته است
- این اشکال زمانی پیش خواهد آمد که یکی از مسیریابها دچار خرابی شود یا آنکه مسیر ارتباطی او با دیگران قطع شود
- بعنوان مثال شکل بعد را در نظر بگیرید؛ در این شکل ، A تا E مسیریابها هستند و هر کدام برای رسیدن به دیگری فقط یک مسیر در اختیار دارند

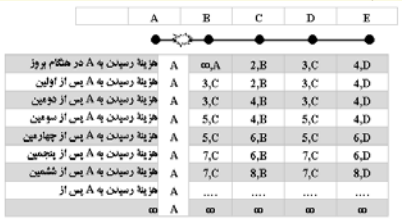
مشکل عمده پروتکلهای DV

- بعنوان مثال هزینه A تا B 1میلی ثانیه و از A تا E 4 میلی ثانیه است. در حالت عادی جداول مسیریابی هر یک از مسیریابها ، طبق جداول شکل بعد تنظیم خواهد شد

	A	B	C	D	E
A	0,-	1,A	2,B	3,C	4,D
B	1,B	0,-	1,B	2,C	3,D
C	2,B	1,C	0,-	1,C	2,D
D	3,B	2,C	1,D	0,-	1,D
E	4,B	3,C	2,D	1,E	0,-

مشکل عمده پروتکلهای DV

• حال فرض کنید ناگهان خط ارتباطی A به B قطع شود. بنابراین در این حالت هزینهٔ مسیریاب B به A بینهایت خواهد شد و هزینهٔ ارسال بسته به A در جداول هر یک از مسیریابها ، تغییر خواهد کرد :



	A	B	C	D	E
هزینهٔ رسیدن به A در هنگام بروز	A	∞,A	2,B	3,C	4,D
هزینهٔ رسیدن به A پس از اولین	A	3,C	2,B	3,C	4,D
هزینهٔ رسیدن به A پس از دومین	A	3,C	4,B	3,C	4,D
هزینهٔ رسیدن به A پس از سومین	A	5,C	4,B	5,C	4,D
هزینهٔ رسیدن به A پس از چهارمین	A	5,C	6,B	5,C	6,D
هزینهٔ رسیدن به A پس از پنجمین	A	7,C	6,B	7,C	6,D
هزینهٔ رسیدن به A پس از ششمین	A	7,C	8,B	7,C	8,D
هزینهٔ رسیدن به A پس از	A	....	....	....	....
∞	A	∞	∞	∞	∞

مشکل عمده پروتکلهای DV

• دقت کنید که پس آنکه ارتباط B با A قطع شد ، B در جدول خود ، هزینهٔ رسیدن به A را مقدار ∞ درج می‌کند

• ولی پس از گذشت T ثانیه جدول مسیریابی از C می‌رسد و C اعلام کرده که مقدار هزینه تا A مقدار ۲ است زیرا C نمی‌داند که کانال B به A قطع شده است و در نتیجه همان مقدار قبل از وقوع خرابی را اعلام می‌کند

• B که در جدولش مقدار هزینه تا A را بینهایت درج کرده است به خیال آنکه C به A مسیری مجزا دارد (با هزینه ۲) در جدول خود هزینه رسیدن به A را از به ۳ تبدیل می‌کند

مشکل عمده پروتکلهای DV

• (۱ واحد تا C و ۲ واحد از C به A طبق ادعای C) بنابراین B فرض کرده که از C به A کانالی مستقل وجود دارد و هزینه آنهم ۲ است در حالی که چنین فرضی اشتباه است

• در T ثانیه بعد مجدداً جداول مسیریابی بین همسایه ها رد و بدل می‌شود

• C جدول B را گرفته و متوجه می‌شود که هزینه رسیدن به A مقدار ۳ شده است بنابراین با احتساب مقدار جدید هزینه رسیدن ازC به A در جدولش ٤ می‌شود

مشکل عمده پروتکلهای DV

• درT ثانیه بعد ، مسیریاب B با دریافت جدول مسیریابی C ، باز هم به اشتباه هزینه رسیدن به A را در جدول خودش ۵ درج می‌کند. (۱ واحد تا C + 4 واحد از C به A طبق ادعای C)

• این روند تا بی نهایت ادامه دارد و بطور مداوم بین مسیریابها اطلاعات غلط در موردA مبادله می‌شود

• مشکل از آن جائی است که C، D و E نمی‌دانند که تنها مسیرشان به A از طریق B است و به B اعلام می‌کنند که راهی به A دارند و هزینهٔ آن را اعلام می‌کنند ، در حالیکه که تمامی این راهها همانی است که فعلاً قطع شده است !

مشکل عمده پروتکلهای DV

• روشهای گوناگونی برای حل این مسأله پیشنهاد شده که عمدتاً پیچیده‌اند یا مقرون به صرفه نیستند

• ساده‌ترین راه‌حل آن است که وقتی یک مسیریاب می‌خواهد اطلاعاتی را به همسایه‌هایش بدهد هزینه رسیدن به آنهایی را که قطعاً باید از همان مسیریاب بگذرند را اعلام نمی‌کند(یا اعلام میکنند)

• بعنوان مثال C چون می‌داند مسیر A از B می‌گذرد وقتی خواست جدول مسیریابی خود را به B اعلام کند هزینه رسیدن به A را همیشه ∞ اعلام می‌کند

• چرا که برای رسیدن به A قطعاً باید از B عبور کرد؛ در این حالت جداول مسیریابی سریعاً اصلاح خواهد شد

مشکل عمده پروتکلهای DV

• به این راه حل Split Horizon گفته می شود

• الگوریتمهای DV برای مسیریابی در یک شبکهٔ کوچک (با حداکثر ۳۰ مسیریاب) هنوز کاربرد دارد

• ولی مسیریابهای جدید ، به دلیل نقص یاد شده و روشهای بهتری که ابداع شده‌اند بسمت روشهای اصلاح شده‌تری مثل OSPF رفته‌اند

• این روشها سریعتر و دقیقتر جداول مسیریابی را نسبت به تغییرات توپولوژیکی و ترافیکی شبکه تنظیم می‌کنند

• در ضمن می‌توانند بار ترافیک را روی چند مسیر که نزدیک به بهینگی هستند تقسیم نمایند چرا که اگر همه بار روی بهترین مسیر ارسال شود در اندک زمانی بهترین تبدیل به بدترین مسیر خواهد شد

مسئله شمارش تا بینهایت

به خبرهای خوب واکنش سریع ولی به خبرهای بد واکنش کندی نشان می دهد.

A	B	C	D	E	
	∞	∞	∞	∞	Initially
	1	∞	∞	∞	After 1 exchange
	1	2	∞	∞	After 2 exchanges
	1	2	3	∞	After 3 exchanges
	1	2	3	4	After 4 exchanges

(a)

The count-to-infinity problem.

مسئله شمارش تا بینهایت

هرگاه مسیریابی از زیرشبکه خارج شود هرکدام از سایر مسیریاب‌های فعال احساس می‌کنند از طریق دیگری مسیری بهتر به آن وجود دارد.

A	B	C	D	E	
	1	2	3	4	Initially
	3	2	3	4	After 1 exchange
	3	4	3	4	After 2 exchanges
	5	4	5	4	After 3 exchanges
	5	6	5	6	After 4 exchanges
	7	6	7	6	After 5 exchanges
	7	8	7	8	After 6 exchanges
	⋮				
	∞	∞	∞	∞	

(b)

مسیریابی سلسله‌مراتبی Hierarchical Routing

رشد شبکه و زیادشدن شبکه‌های محلی و مسیریابها، افزایش حجم جداول مسیریابی و زیادشدن زمان لازم جهت تعیین مسیر یک بسته و درنتیجه ایجاد تأخیرهای بحرانی و کاهش کارآیی شبکه

در مسیریابی سلسله‌مراتبی ، مسیریابها در گروههایی به نام "ناحیه Region" دسته‌بندی می‌شوند. هر مسیریاب فقط "نواحی" و مسیریابهای درون ناحیهٔ خود را می‌شناسد و هیچ اطلاعی از مسیریابهای درون نواحی دیگر ندارد.

الگوریتم مسیریابی وضعیت لینک

- یک جایگزین مناسب با قابلیت انعطاف پذیری بالاتر و قدرت بیشتراز مسیریابی بردار فاصله است
- منشأ پیدایش آن شبکه آرپانت می‌باشد.
- دو مشکل عمده روش مسیریابی بردار فاصله:
  - در مسیریابی بردار فاصله، معیارمحاسبه تاخیرطول صف می‌باشد و الگوریتم هیچ توجهی به پهنای باندخطوط برای ارزیابی تاخیر ندارد.
  - همگرا شدن الگوریتم بردارفاصله وقتی که مکانیسمهای شناسایی حلقه های مسیریابی نیز استفاده می‌شوند طولانی می‌باشد.

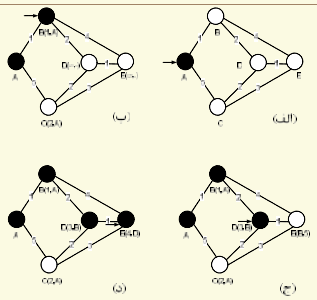
الگوریتم مسیریابی وضعیت لینک

- مراحل کار:
  - هر مسیریاب باید همسایگانش را شناسایی نماید و آدرس شبکه آنها را یاد بگیرد.
  - تاخیر و هزینه رسیدن به هر یک از همسایگانش را اندازه گیری کند.
  - آنچه را که یاد گرفته است در قالب یک بسته اطلاعاتی در آورد واین بسته اطلاعاتی را به کلیه مسیریاب‌های دیگر ارسال کند.
  - کوتاهترین مسیر تا هر یک از مسیریاب های دیگر را حساب کند.

مثال

هدف:

- محاسبه بهترین مسیر بین نود A و نود E
- ۶مسیر مختلف شامل : ABE, ACE, ABDE, ACDE, ABDCE, ACDBE
- بهترین مسیر موجود مسیرABDE می باشد



الگوریتم های LS

۱- شناسایی مسیریابهای مجاور

۲- اندازه‌گیری هزینه

۳- تشکیل بسته‌های LS

٤- توزیع بسته‌های LS روی شبکه

٥- محاسبه مسیرهای جدید

۱- شناسایی مسیریابهای مجاور

- ارسال بسته خاصی به نام بسته سلام Hello Packet توسط مسیریاب به تمام خروجی‌ها
- پاسخگویی مسیریابهای متصل از طریق کانال فیزیکی مستقیم به بسته ارسالی و اعلام آدرس IP خود به مسیریاب
- درج اطلاعات بسته‌های پاسخ در جدول مسیریاب

۲- اندازه‌گیری هزینه

- اندازه‌گیری تأخیر هر یک از خطوط خروجی مسیریاب توسط خود مسیریاب
- ارسال بسته خاص به نام Echo Packet روی تمام خطوط خروجی خود
- پاسخ تمام مسیریابهای گیرنده بسته با ارسال بسته Echo Reply
- اگر مسیریاب موظف باشد که با دریافت بستهٔ Echo خارج از نوبت و به سرعت به آن پاسخ بدهد ، "زمان رفت و برگشت" این بسته فقط تاخیر فیزیکی بین دو مسیریاب را به عنوان معیار هزینه مشخص می‌کند.
- اندازه‌گیری این زمان با استفاده از زمان سنج و تقسیم آن مقدار بر عدد ۲ و درج در جدول توسط مسیریاب

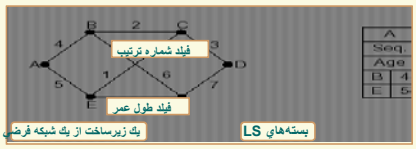
۳- تشکیل بسته‌های LS

تشکیل بسته LS پس از جمع آوری اطلاعات لازم از مسیریابهای مجاور شامل: الف) آدرس جهانی مسیریاب تولیدکنندهٔ بسته

ب) یک شمارهٔ ترتیب (تا بسته‌های تکراری از بسته‌های جدید تشخیص داده شوند.)

ج) طول عمر بسته (تا اطلاعات بسته ، زمان انقضای اعتبار داشته باشد.)

د) آدرس جهانی مسیریابهای مجاور و هزینهٔ تخمینی



۴- توزیع بسته‌های LS روی شبکه

- ارسال بسته‌های LS به روش سیل آسا
- وجود شماره ترتیب برای هر بسته جهت جلوگیری از بروز حلقه تکرار
- در نظرگرفتن طول عمر برای هر بسته جهت رفع مشکل دریافت بسته‌های تکراری
- احراز هویت ارسال‌کننده بسته LS در مسیریابها جهت جلوگیری از بسته‌های LS آلوده

۵- محاسبه مسیرهای جدید

- تشکیل ساختمان داده گراف زیرشبکه جهت انتخاب بهترین مسیر بین دو گره هنگام دریافت بسته‌های LS از تمام مسیریابهای شبکه
- استفاده از الگوریتم دایجکسترا جهت یافتن بهترین مسیر بین دو گره

الگوریتم دایجکسترا

- فرض کنید الگوریتم بخواهد بهترین مسیر بین گره‌های V1 و V2 را پیدا کند
- برچسب تمامی گره‌ها را بصورت موقتی و با فاصله بینهایت از گره مبدا مقداردهی اولیه نمایید
- گره t=V1 را به عنوان نقطهٔ کار انتخاب نمایید

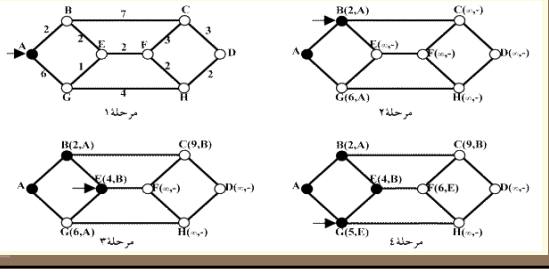
*** برچسب گره **t** را به صورت دائمی درآورید. گره‌ای که برچسب آن دائمی است دیگر هیچگاه برچسب آن تغییر نخواهد کرد

الگوریتم دایجکسترا

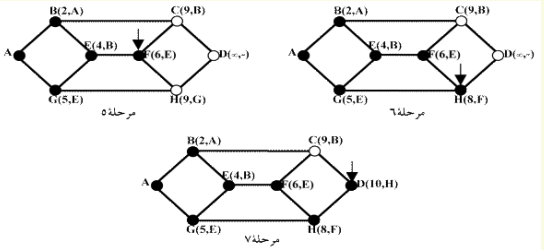
- برای تمامی گره‌های Vi مجاور با **t** که برچسبشان موقت است ، بررسی می‌شود که اگر هزینهٔ رسیدن از V1 به Vi از طریق گره **t** کمتر از هزینهٔ مسیر قبلی آنها به V1 است ، اصلاح لازم روی رکورد حالت آن گره انجام شود
- از بین تمامی گره‌هایی که برچسبشان موقتی است گره‌ای که کمترین هزینه را تا V1 دارد پیدا کرده و بعنوان نقطهٔ کارجدید (t جدید) انتخاب کنید
- اگر **t** به گره مقصد (V2) نرسیده است به مرحلهٔ ***برگردید
- اگر **t** گره مقصد است، از آن شروع کرده و گره ماقبل آنرا از رکورد استخراج کرده و اینکار را تکرار کنید تا به گره مبدأ برگردید

الگوریتم دایجکسترا

- برای درک راحتتر الگوریتم به مثال شکل زیر دقت کنید. در این مثال فرض شده است می‌خواهیم بهترین مسیر از A به D را پیدا کنیم



الگوریتم دایجکسترا



- مسیر بهینه از A به D : A–B–E–F–H–D

الگوریتم دایجکسترا

- برای شبکه‌هایی که دارای n مسیریاب و هر مسیریاب دارای حداکثر k کانال ورودی/خروجی است ، در بدترین حالت به فضای k×n رکورد اطلاعاتی برای ذخیره‌سازی جداول LS ، نیاز خواهد بود که برای شبکه‌های وسیع با هزاران مسیریاب ، مشکل‌ساز خواهد بود
- در بسیاری از مسیریابهای مدرن از روشهای مبتنی بر الگوریتم LS ، استفاده شده است
- برخی از این پروتکلها عبارتند از:

الگوریتم دایجکسترا

- پروتکل OSPF در برخی مسیریابهای تجاری CISCO

Open Shortest Path First

- پروتکل IS-IS که توسط DECnet ارائه شده است

Intermediate System-Intermediate System

- پروتکل NLSP که توسط شرکت Novell معرفی و ارائه شده است
- پروتکل CLNP که توسط ISO معرفی و ارائه شده است

الگوریتم دایجکسترا

(Dijkstra Shortest Path Algorithm)

* C(i , j) بیانگر هزینه خط میان گره i تا j است.

هرگاه همسایگانی در مجاورت گره وجود نداشته باشند

C(i , j) بینهایت تلقی می شود.

* D(v) هزینه فعلی مسیر میان مبدا تا گره V.
* P(v) گره‌ای که در طول مسیر از مبدا تا V درست قبل از V واقع شده.
* N مجموعه گره‌هایی که عبور از آنها کم هزینه برآورد گشته است.

Dijkstra's Algorithm

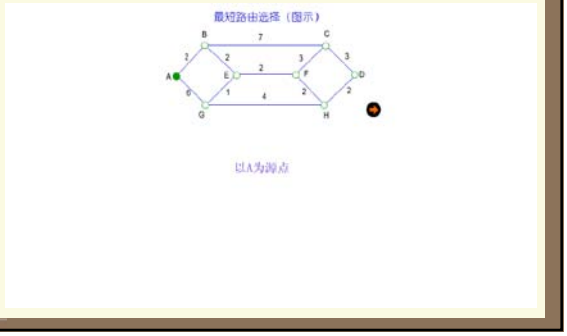
```
1  Initialization:
2    N = {A}
3    for all nodes v
4      if v adjacent to A
5        then D(v) = c(A,v)
6        else D(v) = infty
7
8  Loop
9    find w not in N such that D(w) is a minimum
10   add w to N
11   update D(v) for all v adjacent to w and not in N:
12     D(v) = min( D(v), D(w) + c(w,v) )
13   /* new cost to v is either old cost to v or known
14    shortest path cost to w plus cost from w to v */
15 until all nodes in N
```

مسیریابی سلسله‌مراتبی Hierarchical Routing

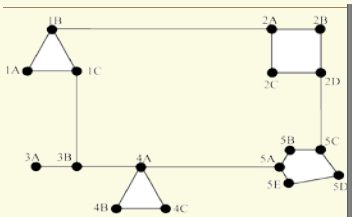
رشد شبکه و زیادشدن شبکه‌های محلی و مسیریابها، افزایش حجم جداول مسیریابی و زیادشدن زمان لازم جهت تعیین مسیر یک بسته و درنتیجه ایجاد تأخیرهای بحرانی و کاهش کارآیی شبکه

در مسیریابی سلسله‌مراتبی ، مسیریابها در گروههایی به نام "ناحیه Region" دسته‌بندی می‌شوند. هر مسیریاب فقط "نواحی" و مسیریابهای درون ناحیهٔ خود را می‌شناسد و هیچ اطلاعی از مسیریابهای درون نواحی دیگر ندارد.

Dijkstra4.swf

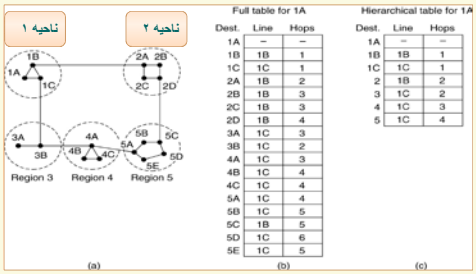


مسیریابی سلسله‌مراتبی

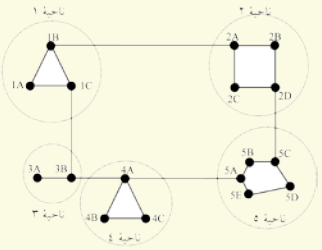


مسیریابی و نقش روترها در شبکه

مسیریابی سلسله‌مراتبی



مسیریابی سلسله‌مراتبی



مقصد	خطّ	هُز بنله
1A	–	–
1B	1B	1
1C	1C	1
Region 2	1B	2
Region 3	1C	2
Region 4	1C	3
Region 5	1C	4

مسیریابی و نقش روترها در شبکه

مشکل روش سلسله مراتبی

به دلیل مشخص‌نبودن کل توپولوژی زیرشبکه برای هر مسیریاب :

ممکن است مسیر انتخابی جهت ارسال بسته به یک مسیریاب خاص درون یک ناحیه بهینه نباشد.

مزیت استفاده از روشهای سلسله مراتبی: صرفه جویی در اندازه جداول مسیریابی

	تعداد ناحیه Regions	تعداد دسته Clusters	تعداد حوزه Zones	تعداد مسیریاب	تعداد رکورد در جدول
مسیریابی DV بدون سلسله‌مراتب	۱	-	-	۷۲۰	۷۲۰
مسیریابی DV با سلسله‌مراتب دوسطحی	۲۴	-	-	۳۰	۵۳
مسیریابی DV با سلسله‌مراتب سه‌سطحی	۹	۸	-	۱۰	۲۵
مسیریابی DV با سلسله‌مراتب سه‌سطحی	۹	۵	۴	۴	۱۹

مقایسه اندازه جدول مسیریابی در روشهای سلسله مراتبی

مسیریابی در اینترنت

اینترنت مجموعه‌ای از شبکه‌های خودمختار Autonomous و "مستقل" است که به نحوی به هم متصل شده‌اند.

شبکهٔ خودمختار که اختصاراً AS نامیده می‌شود، شبکه‌ای است که تحت نظارت و سرپرستی یک مجموعه یا سازمان خاص پیاده و اداره می‌شود. مثلاً یک دانشگاه

مسئول شبکهٔ خودمختار می‌تواند بر روی شبکهٔ تحت نظارت خود "حاکمیّت" داشته باشد یعنی می‌تواند بر روی تک‌تک اجزای شبکه (ماشینهای میزبان)، توپولوژی کل ، طراحی زیرساخت ارتباطی و طریقهٔ اتصال شبکه‌های محلی و نوع ، سیستم عامل‌شبکه پروتکل مسیریابی اعمال نفوذ کرده و نظرات خود را پیاده نماید.

مسیریابی در شبکه های خود مختار

مسیریابی بسته‌هایIP در درون یک شبکهٔ خودمختار بیشتر تابع پارامترهایی نظیر سرعت و قابل اعتماد بودن الگوریتم مسیریابی است .

دروازه‌های مرزی Border Gateway:

مسیریابهایی که ارتباط دو شبکهٔ خودمختار متفاوت را برقرار می‌کنند و تمامی ارتباطات بین‌شبکه‌ای از طریق آنها انجام می‌شود .

دروازه‌های مرزی Interior Gateway

مسیریابهایی که ارتباط دو شبکهٔ خودمختار متفاوت را برقرار می‌کنند و تمامی ارتباطات بین‌شبکه‌ای از طریق آنها انجام می‌شود.

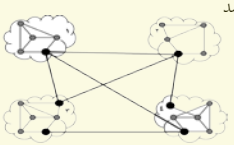
مسیریابی در شبکه های خود مختار

- مسیریابهای مرزی و ساختار ارتباطی بین آنها تابع قواعد "مسیریابی برونی"
- مسیریابهای داخلی تابع الگوریتمهای "مسیریابی درونی" مرزی
- مسیریابهای مرزی = مسیریابهای BGP

مسیریابی در شبکه های خود مختار

مثال: اگر یک ماشین میزبان در شبکهٔ ۱ بخواهد بسته‌ای برای ماشین دیگر در شبکهٔ ٤ بفرستد سه مرحله مسیریابی لازم است:

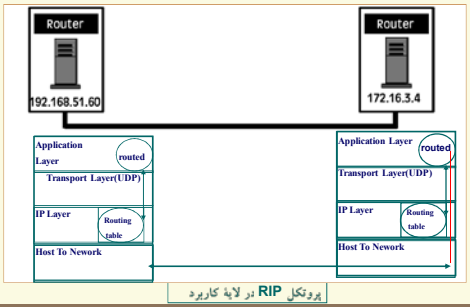
- مسیریابی در درون شبکهٔ ۱ تا رسیدن بسته به مسیریاب مرزی
- مسیریابی روی خطوط ارتباطی بین‌شبکه‌ای تا رسیدن به شبکهٔ ٤
- مسیریابی درون شبکهٔ ٤ تا رسیدن به ماشین مقصد



پروتکل RIP در مسیریابی درونی : Routing Information Protocol

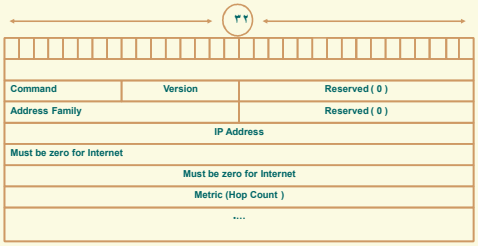
- اولین پروتکل مسیریابی درونی (۱۹۸۲)
- مبتنی بر الگوریتم بردار فاصله DV
- معیار هزینه = تعداد گام
- مبادله جداول مسیریابی هر ۳۰ ثانیه یکبار بین مسیریابهای مجاور
- حداکثر تعداد طول مسیر = ۱۵
- استفاده از پروتکل UDP و پورت شماره ۲۵۰ جهت مبادله جداول مسیریابی

جداول مسیریابی در لایه دوم جهت مسیریابی بسته‌های IPمبادله جداول و عملیات به هنگام‌سازی توسط برنامه کاربردی لایه چهارم



پروتکل RIP در لایهٔ کاربرد

قالب پیامها در پروتکل RIP



پروتکل OSPF در مسیریابی درونی Open Shortest Path First

مقایسه پروتکل OSPF با RIP

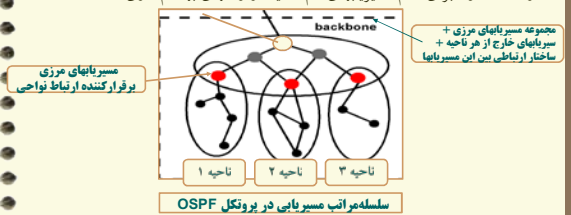
- استفاده از الگوریتم LS برای محاسبهٔ بهترین مسیر بر خلاف پروتکل RIP و عدم وجود مشکل "شمارش تا بینهایت"
- توانایی در نظر گرفتن چندین معیار هزینه در انتخاب بهترین مسیر برخلاف پروتکل RIP
- در نظرگرفتن حجم بار و ترافیک یک مسیریاب در محاسبهٔ بهترین مسیر بر خلاف پروتکل RIP و همگرایی سریع جداول مسیریابی در هنگام خرابی یک مسیریاب
- انتخاب مسیر مناسب برای یک بسته بر اساس نوع سرویس درخواستی با توجه به فیلد Type of Service در بستهٔ IP بر خلاف پروتکل RIP

مقایسه پروتکل OSPF با RIP

- هدایت نکردن تمام بسته‌های ارسالی برای یک مقصد خاص، روی بهترین مسیر و ارسال درصدی از بسته‌ها روی مسیرهای در رتبه ۲و ۳ و ... از نظر هزینه، بر خلاف پروتکل RIP = موازنه = Load Balancing
- پشتیبانی از مسیریابی سلسله‌مراتبی برخلاف پروتکل RIP
- عدم قبول جداول مسیریابی مسیریابها توسط هر مسیریاب بدون احراز هویت ارسال‌کنندهٔ آن
- استفاده مستقیم از پروتکل IP برخلاف پروتکل RIP (استفاده از پروتکل UDP در لایه انتقال)

مقایسه پروتکل OSPF با RIP

- تقسیم یک شبکه خود مختار به تعدادی ناحیه و اطلاع تمام مسیریابهای درون یک ناحیه از مسیریابهای هم ناحیه و هزینه ارتباط بین آنها و ذخیره آن در جدول
- ارسال جداول برای تمام مسیریابهای هم ناحیه در زمانهای بهنگام‌سازی



سلسله‌مراتب مسیریابی در پروتکل OSPF

Difference RIP OSPF.swf

loading ...

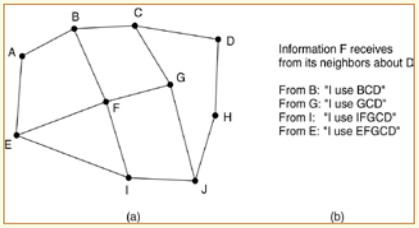
پروتکل BGP : پروتکل مسیریابی برونی The Exterior Gateway Routing Protocol

• الگوریتمهای مسیریابی بین شبکه‌های خود مختار در اینترنت : BGP

• به جای مبادله جداول مسیریابی و هزینه‌ها در پروتکل BGP بین مسیریابهای مجاور، ارسال فهرستی از مسیرهای کامل بین هر دو مسیریاب در شبکه برای مسیریابهای مجاور در بازه‌های

زمانی T ثانیه‌ای (بدون تعیین هزینه)

دریافت اطلاعات توسط مسیریاب F در مورد مسیریاب D از مسیریابهای مجاور



تعیین مسیر رسیده از B
تعیین مسیر رسیده از G
تعیین مسیر رسیده از I
تعیین مسیر رسیده از B

ساختار فرضی از ارتباط بین مسیریابهای BGP