

Lösungen Übungsblatt 5: Routing

Übung: Routing

Aufgabe 1 Routing: Grundlagen

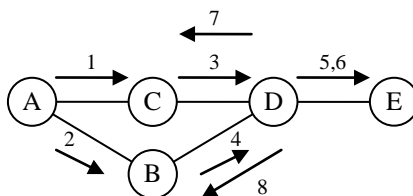
Lösung

- Routing ist die Weiterleitung von Paketen im Netz. Quelle und Ziel sind üblicherweise nicht direkt miteinander verbunden (üblich: Multi-Hop-Kommunikation). „Knotenpunkte“ (Router, Switches) sind für die Weiterleitung der Pakete im Netz verantwortlich. Sie müssen also entscheiden, über welchen (nächsten) Router eintreffende Pakete gesendet (weitergeleitet) werden, damit diese ihr Ziel erreichen.
- Bei statischem Routing werden die Routen einmal festgelegt und dann im Netzbetrieb nicht verändert. Bei dynamischem Routing werden die Routen während des Betriebs an Veränderungen des Netzes angepasst. Veränderungen können zum einen hinzukommende oder wegfallende Router bzw. Verbindungen sein. Zum anderen können auch bereits veränderte Verkehrslasten zu Änderungen der Routen führen.
- Aufbau (Spalten): Adresse des Ziels, (Ausgangs-) Port über dem das Ziel erreicht wird, Kosten

Aufgabe 2 Fluten

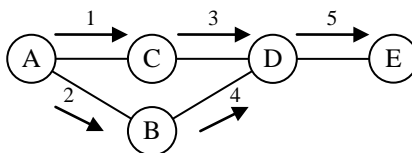
Lösung

- Verschickte Pakete bei TTL (Time-to-Live) = 3:



Es sind also insgesamt 8 Pakete, die verschickt werden.

- Nun sieht die Sache natürlich geringfügig anders aus:

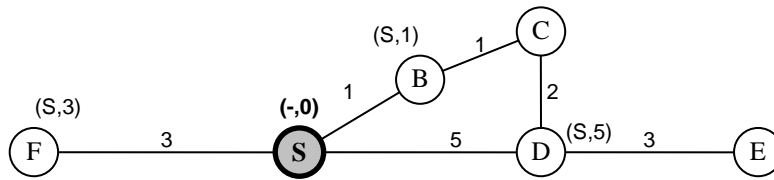


Es sind dann also nur noch 5 Pakete, die verschickt werden. (Anm.: Es sind auch andere Lösungen denkbar. So werden die beiden Pakete bei D vermutlich nicht gleichzeitig eintreffen. Daher ist ein zusätzliches Paket zu B oder C möglich.)

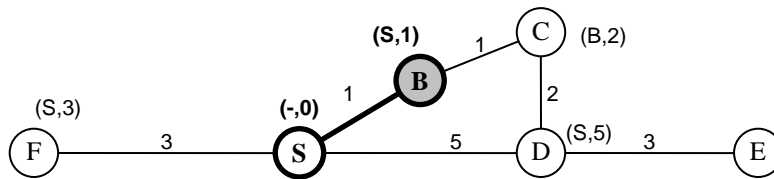
- Dies stellt natürlich überhaupt kein Problem dar. Die einzelnen Rechner merken sich nicht einfach nur die Sequenznummern, sondern Paare (Sequenznummer, Absender). Somit muss sich ein Absender nicht mit anderen Absendern abstimmen, um geeignete Sequenznummern auszuhandeln.

Lösung

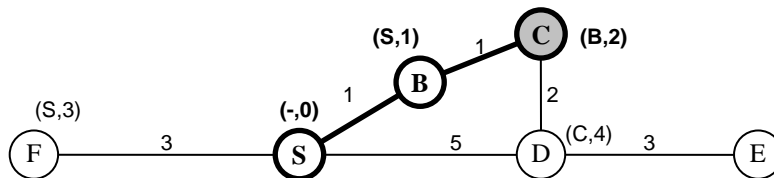
- a) Das Optimalitätsprinzip wird letztlich im Algorithmenschritt (2.2) vorausgesetzt. Schließlich wird für die Verlängerung von Routen über einen Punkt p hinaus einfach eine bis zu p optimale Route zugrunde gelegt, ohne die Verknüpfung mit anderen Routen noch einmal zu prüfen.
- b) Schritt 1:



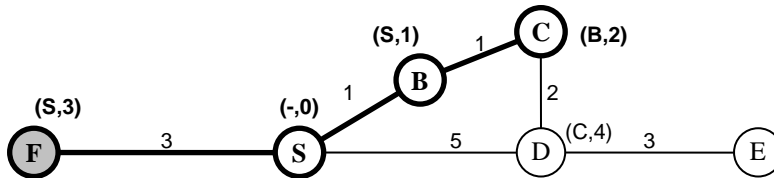
Schritt 2:



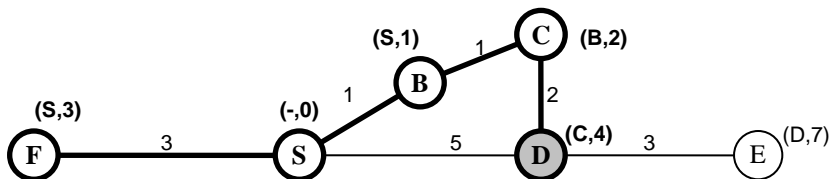
Schritt 3:



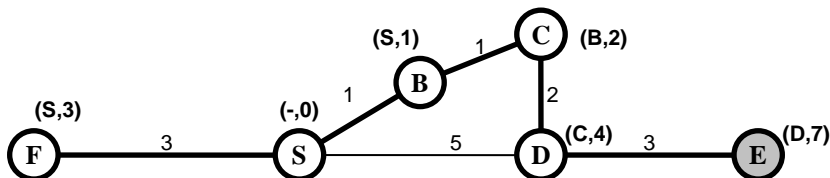
Schritt 4:



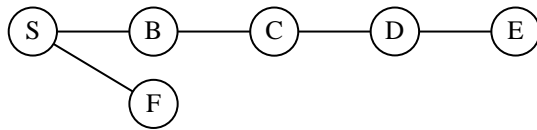
Schritt 5:



Schritt 6:



Als Sink-Tree ergibt sich somit:



Die Schritte des Algorithmus kann man auch gut in einer Tabelle veranschaulichen:

	S	B	C	D	E	F	Menge T	Menge P
init	(-,0)	-	-	-	-	-	{ <u>S</u> }	∅
1		(S,1)	-	(S,5)	-	(S,3)	{ S, <u>B</u> }	{ B, D, F }
2			(B,2)	(S,5)	-	(S,3)	{ S, B, <u>C</u> }	{ D, F, C }
3				(C,4)	-	(S,3)	{ S, B, C, <u>F</u> }	{ D, F }
4				(C,4)	-		{ S, B, C, F, <u>D</u> }	{ D }
5					(D,7)		{ S, B, C, F, D, <u>E</u> }	{ E }
6	Beenden des Algorithmus im Punkt (3), da P = ∅							

- c) Der Sink-Tree gibt letztlich für jeden anderen Punkt an, wie eine optimale Route zu diesem Punkt aussieht. Beim Hop-by-Hop-Routing gibt er vor allem an, zu welchem Nachbar-Router ein Paket zu schicken ist.

Anmerkung

Bei der Lösung mit den Zwischenschritten ist die graphische Möglichkeit nur eine von vielen Varianten. Allerdings muss im Prinzip rauskommen, welche Knoten markiert sind, ob sie permanent oder provisorisch markiert sind – und natürlich, wie die Markierungen aussehen (Entfernung zum Wurzelknoten, Vorgängerknoten). Dementsprechend ist es auch wichtig, die letzten Schritte noch durchzuführen, da in diesen die Zwischenergebnisse (die Mengen der provisorisch und permanent markierten Knoten) verändert werden. Die Kennzeichnung des Arbeitsknotens ist eher nicht so wichtig, weil dieser aus den provisorischen und permanenten Markierungen hervorgeht.

Aufgabe 4: Hierarchisches Routing

- (a) Warum ist hierarchisches Routing erforderlich und was sind seine Vorteile?
- Größe der Routing-Tabellen, Suchaufwand
 - Effizientere Suche, Reduzierung Speicherbedarf
- (b) Erläutern Sie das Prinzip des Hierarchischen Routings
- Unterteilung in Regionen
 - Nutzung von Grenz-Routern
- (c) Es sind mehrere Routing-Hierarchien möglich. Wenn es N Router in einem Netz gibt, wie bestimmt sich die optimale Anzahl von Hierarchien?
- $\ln N$

Ziel	Leitung	Teil- strecken
4A	4A	1
4B	4B	2
4C	4D	2
4D	4D	1
4E	-	-
1	4A	2
2	4C	3
3	4A	2

- (d) Routing-Tabelle für 4E:

Selbststudium

Aufgabe 5 Hop-by-Hop- vs. Source-Routing

Lösung

Hop-by-Routing läuft so ab, dass der Weg für ein Paket von Knoten zu Knoten bestimmt wird, also jeder Knoten letztlich nur entscheidet, zu welchem Nachbarn das Paket als nächstes hingehen soll. Beim Source-Routing legt der Absender bereits die Route fest, die das Paket nehmen soll. Bei IP wird Hop-by-Hop-Routing angewendet.

Aufgabe 6 Optimalitätsprinzip

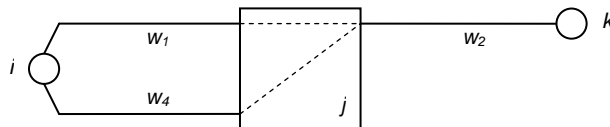
Lösung

- a) Es sind zwei Teile zu beweisen, zunächst Aussage (1):

Angenommen, w_1 wäre nicht optimal.

→ Es gibt einen Weg w_4 von i nach j , der schneller ist als w_1 .

Was aber ist dann mit w_4 verknüpft mit w_2 ?



Letztlich müsste diese verknüpfte Strecke dann schneller sein als w . Dies gilt deshalb, weil die Verknüpfung innerhalb von j für beide Fälle gleich schnell und eigentlich vernachlässigbar sein dürfte. (Eventuelle auftretende Wartezeiten in Warteschlangen sind den Wegen selbst zuzurechnen. Eine Eingangswarteschlange auf j für w_1 oder w_4 tritt immer auf, auch wenn es nicht weiter zu k gehen soll. Analog ist auch die Ausgangswarteschlange für w_2 immer zu benutzen, egal ob der Verkehr von w_1 oder w_4 kam.)

Damit wäre aber w nicht mehr optimal, so dass es einen solchen Weg w_4 nicht geben kann.

Somit bleibt Teil (2) zu beweisen:

Nachgewiesen ist bereits, dass w_1 für die Verbindung zwischen i und j optimal ist. Gibt es eine andere Strecke w_3 von i nach j , die ebenfalls optimal ist, dann muss diese Strecke genauso schnell sein. Wie aber bereits für Teil (1) diskutiert, ist die Verknüpfung in j für beide Strecken genauso schnell, so dass auch die Gesamtzeit für beide Fälle gleich wäre, q.e.d.

- b) Bei der Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel gilt das Optimalitätsprinzip offensichtlich nicht, weil die Wartezeit auf einem bestimmten Bahnhof sehr wohl davon abhängt, von wo man kommt und wo man hin will. Als einfaches Beispiel sei genannt, dass die optimale Route für die Verbindung zwischen zwei Orten zunächst einmal die ICE-Verbindung sein kann. Allerdings können sich unterschiedliche Aufenthaltsdauern auf j ergeben, so dass für das Fahren der Gesamtstrecke u. U. ein Bummelzug dem ICE vorzuziehen ist.