

De Amerikanen zeggen 'router', de Britten 'roeter'. Hoe u het ook uitspreekt, een router is een apparaat dat datapakketjes doorstuurt tussen netwerken of delen daarvan. Alle segmenten die samen internet vormen zijn via grote en zware routers met elkaar verbonden. Een eenvoudige router kan ook een thuisnetwerkje via een internetprovider met internet verbinden. En bij thuisrouters gaat het lang niet altijd om hardware: de router kan ook een programma zijn op een server dat de route van het netwerkverkeer bepaalt. Qua functie is die gelijk aan een hardware-router.

Wie met twee of meer computers tegelijk op internet wil, moet een manier vinden om de verbinding te delen. Een simpele, maar achterhaalde oplossing is iedere computer een eigen inbelmodem geven. Een beter alternatief is een router, die ervoor zorgt dat binnenkomende datapakketjes bij de juiste computer terechtkomen. In dit artikel leggen we uit wat een router is, hoe die werkt en welke soorten er zijn.

Zo werkt

Iljitsch van Beijnum

Adressering

Om te begrijpen hoe een router werkt, moet u eerst weten dat iedere computer met een netwerkkaart twee adressen heeft: een IP-adres en een Ethernet-, oftewel MAC-adres. Voorbeelden van deze adressen zijn 24.106.56.241 (IP) en 00:0a:95:cd:98:7a (MAC). Beide adressen zijn in principe uniek, al wordt een IP-adres toegewezen door een provider of gebruiker toegekend aan computers, terwijl het MAC-adres al in de fabriek is gekoppeld aan de netwerkkaart.

Elke vorm van netwerkverkeer, ook op internet, wordt opgedeeld in kleine stukjes. Ieder blokje bevat, naast de gegevens zelf, extra informatie om de stukken weer in de juiste volgorde aan elkaar te plakken tot het oorspronkelijke geheel. Die extra informatie bestaat onder meer uit de IP-adressen van zowel ontvanger als afzender, maar niet uit de MAC-adressen. Voor de vertaalslag van IP- naar MAC-adressen zorgen routers, zodat datapakketjes bestemd voor een bepaald IP-nummer bij de juiste computer afgeleverd

kunnen worden. Routers houden zich overigens niet bezig met de vertaling van domeinnamen naar de bijbehorende IP-adressen - dat doen DNS-servers.

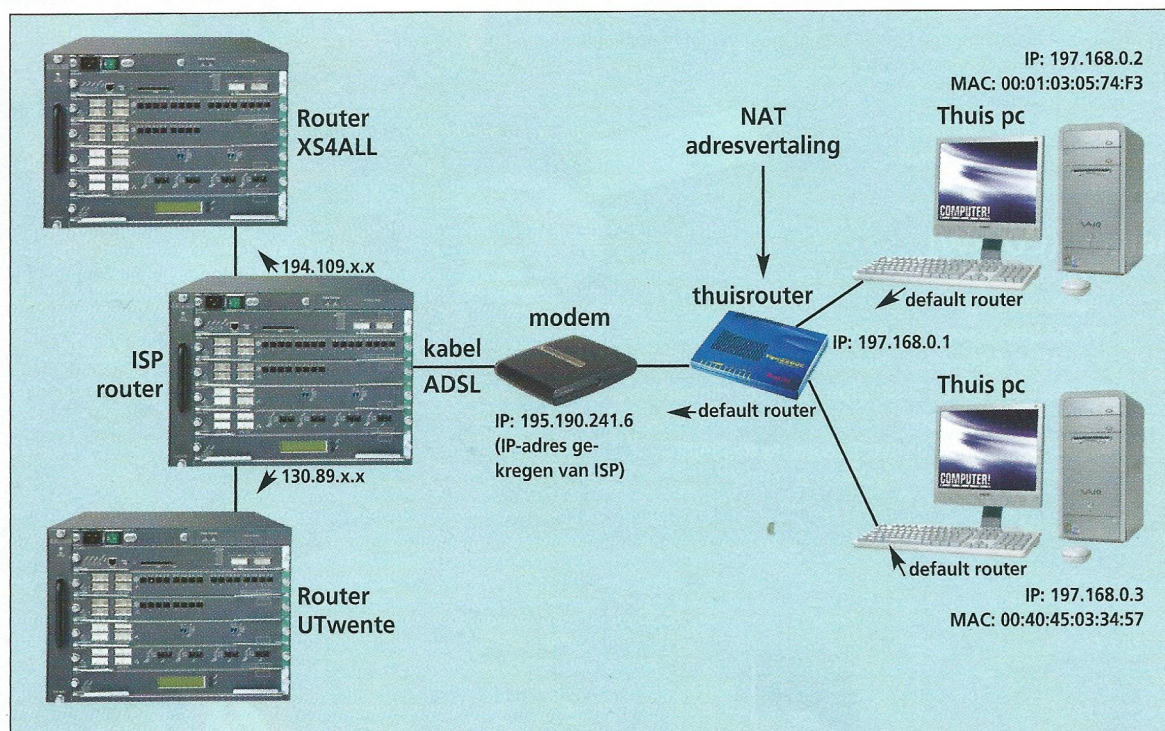
Routers voorkomen onnodige netwerkbelasting door de optimale routes tussen netwerken te bepalen. Daarvoor moeten ze wel van alle reeksen IP-adressen op internet weten waar die naartoe gaan. Alle adressen die bijvoorbeeld met 194.109 beginnen moeten naar Xs4all, alle adressen met 130.89 naar de Universiteit

Twente, enzovoort. De totale lijst van alle IP-adresreeksen die op internet in gebruik zijn, omvat nu zo'n 125.000 stuks.

Thuisrouters

Een router voor thuisgebruik verschilt nogal van de grote exemplaren die bij providers en grote bedrijven staan. Maar de basisfunctie is dezelfde: adressen van datapakketjes bekijken en deze in de juiste richting doorsturen.

Een thuisrouter heeft het in principe gemakkelijk: alle pakketjes met een onbekende bestemming moeten naar de router van de inter-



Een kleine thuisrouter vervult een wat andere rol dan een grote bedrijfsrouter.

netprovider worden gestuurd. De router aan de andere kant van de televisiekabel of ADSL-lijn fungeert daarom als 'default router' of 'default gateway' voor de thuisrouter. De computers binnen het thuisnetwerk beschouwen op hun beurt de thuisrouter als default router voor hun eigen internetverkeer. Datapakketjes voor verre bestemmingen worden dus steeds in de richting van een slimmere router gestuurd, totdat ze uiteindelijk aankomen bij een grote router die daadwerkelijk weet waar al die 125.000 adresreeksen te vinden zijn.

Het bijhouden van alle informatie en ver-

Router of proxy

De krachtige pc's van nu kunnen prima de taken van een router uitvoeren. De optie Internet Sharing in Windows is eigenlijk een softwarematige routerfunctie. De betreffende computer deelt zijn internetverbinding via een extra netwerkkaart door zich als een NAT-router te gedragen.

Een aantal jaar geleden was een andere manier populair om grotendeels hetzelfde te bereiken: het gebruik van een 'proxy' (tussenpersoon). U kunt webbrowsers zodanig instellen dat ze niet rechtstreeks met servers elders op internet praten, maar dat via een proxy doen. Dit heeft hetzelfde effect als adresvertaling: ineens is het mogelijk met verschillende computers het web op te gaan. Het grote verschil is dat programma's zelf het contact via de proxy moeten opbouwen, terwijl NAT voor programma's die ervan gebruikmaken over het algemeen onzichtbaar is.

een router

Wegwijzer van internet

zendregels doet een router in een tabel. De lengte daarvan varieert van een paar regels in een thuisrouter tot de enorme lijsten die super-routers gebruiken om cruciale knooppunten op internet te besturen.

Adresvertaling

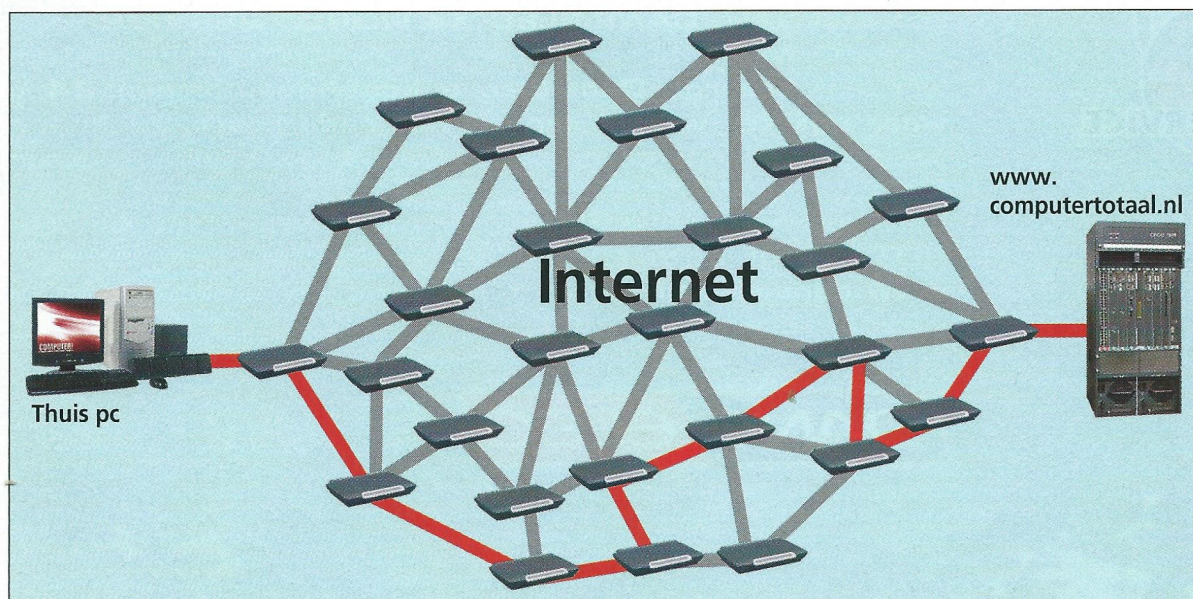
In een ander opzicht heeft een thuisrouter het juist zwaarder dan zijn grote broer bij internetaanbieders. Providers geven hun klanten ge-

woonlijk maar een enkel IP-adres. Dit maakt het aansluiten van verschillende computers ingewikkeld, omdat die allemaal een eigen IP-adres nodig hebben. De oplossing is dat alle computers een adres krijgen uit een speciale reeks IP-adressen voor privé-gebruik en dat de router vervolgens de adressen in de pakketjes 'vertaalt' bij het doorsturen naar de internetprovider. De router houdt bij welke interne computer communiceert met welke externe bestemming, en

vertaalt de IP-pakketten die retour komen weer terug, zodat de ontvangende computer niet in de war raakt. Dit heet Network Address Translation (NAT).

Naast het IP-nummer bevat elk datapakketje op internet ook het poortnummer van de geadresseerde computer. Ieder computerprogramma dat via internet communiceert, doet dat via een poort, bijvoorbeeld nummer 80 voor een webserver en 25 voor een mailserver. Sommige

programma's gebruiken zelfs meer dan één poortnummer, zodat ze verschillende verbindingen tegelijk met dezelfde server kunnen hebben. Op deze manier kan bijvoorbeeld een webbrowser verschillende plaatjes in een webpagina laden. Een NAT-router moet dus niet alleen weten op welk IP-adres een pakketje moet worden bezorgd, maar ook op welke poort. Anders



Routers bepalen onderling wat de beste route over het netwerk is.

zou het pakketje aankomen bij het verkeerde programma - of helemaal niet.

Eigen servers

Het wordt wat ingewikkelder als op een interne computer een server draait. De router weet niet automatisch op welke computer de server draait. Dit moet u dus met de hand instellen. Sommige routers accepteren per poortnummer een server, wat het mogelijk maakt om bijvoorbeeld een web-server op de ene computer te draaien en een mail-server op de andere. Andere routers daarentegen sturen alle inkomende verbindingsverzoeken naar één enkel op te geven adres door.

Hierbij zou een probleem kunnen optreden. De router deelt normaliter ook de adressen uit aan de computers op het interne net. Dit gaat via het Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP). Door de netwerkinstellingen van de computers simpelweg op Automatisch of DHCP te zetten, krijgen deze automatisch een adres en overige instellingen door van de router. Maar mocht de router er even uit hebben gelegen, dan kan het voorkomen dat de router daarna andere IP-adressen aan de computers uitdeelt. In dat geval klopt de verwijzing naar de server niet meer. In deze gevallen is het beter om servers handmatig een adres te geven. Een router zal vaak voor zichzelf het eerste adres in een reeks pakken, bijvoorbeeld 192.168.1.1 en deelt de daaropvolgende adressen via DHCP aan de computers uit. Over het algemeen zijn dit er maximaal 30.

Desondanks is in bijna alle gevallen de reeks bruikbare IP-adressen groter dan dat, waardoor vrije adressen overblijven die met de hand uitgegeven kunnen worden. Dit hangt af van het zogeheten subnetmasker. Het standaard-subnetmasker 255.255.255.0 is een ingewikkelde

manier om aan te geven dat het laatste getal van het IP-adres vrij gekozen mag worden van 1 tot 254. De servers kunnen dan makkelijk adressen vanaf 192.168.1.200 krijgen. De router is de default gateway, het subnetmasker is eigenlijk altijd 255.255.255.0 en de DNS-servers die voor de vertaling van namen naar IP-adressen zorgen hangen af van de ISP. Het is het makkelijkst om de instellingen die de router via DHCP uitdeelt, af te kijken op een machine die op DHCP is ingesteld.

Routes traceren

Bent u nieuwsgierig naar de exacte route die bepaalde datapakketjes volgen als ze over het internet worden gestuurd? Met het programma traceroute kan iedereen zelf meekijken welke routers een IP-pakket passeert tijdens zijn reis naar de eindbestemming. Open in Windows de opdrachtprompt door op Start en Uitvoeren te klikken en command te tikken. Typ dan het commando tracert plus een bestemming.

Traceroute stuurt steeds drie testpakketjes en laat zien hoe snel die terugkomen. Op regel 1 staat het adres van onze thuisrouter. Regel 2 is de eerste router na de ADSL-lijn. Daarna volgen twee 'hops' binnen het netwerk van Xs4all. Regel 5 is een router van Versatel. De letters 'amsix' in de naam zijn een indicatie dat het pakketje de oversteek maakt van een Xs4all-router (regel 4) naar een Versatel-router (regel 5) via de Amsterdam Internet Exchange. Na nog een Versatel-router (regel 6) heeft het pakketje zijn eindbestemming (regel 7) bereikt.

Inloggen bij de provider

Wie moet inbellen om verbinding met internet te maken, krijgt te maken met het Point-to-

Weblinks

Grappig filmpje van Ericsson over hoe het routeren van IP werkt (73MB, ook in het Nederlands):

www.warriorsofthe.net/movie.html

Interactieve uitleg over hoe het internet werkt in drie talen:

hwi.uni.be

'How Routers Work' door HowStuffWorks.com:

computer.howstuffworks.com/router.htm

Point Protocol (PPP). Dit is een mooi systeem waarmee internetproviders hun klanten om een wachtwoord kunnen vragen en IP-/DNS-adressen kunnen uitdelen. De verbinding van provider naar thuisrouter is echter niet helemaal 'punt-naar-punt': er zit nog een modem tussen. Tussen router en modem zit een ethernetnetwerk, wat betekent dat extra IP-adressen nodig zijn voor dit deel van de communicatie. Hiervoor bestaan aangepaste versies van PPP: PPTP (Point-to-Point Tunneling Protocol) en PPPoE (PPP over Ethernet). Met deze PPP-versies is de provider in staat gebruikersnaam en wachtwoord te controleren en het 'echte' IP-adres van de internetgebruiker toe te wijzen.

Let erop dat nagenoeg alle ADSL-aanbieders in Nederland met PPTP werken; een thuisrouter moet dit dus zeker ondersteunen. Een uitzondering zijn de routermodems die rechtstreeks aan een ADSL-lijn hangen: die moeten PPPoA (PPP over ATM) aankunnen. Bij internettoegang via de kabel is het meestal weer anders: PPPoE (PPP over Ethernet) of L2TP (Layer 2 Tunneling Protocol).

Conclusie

Zonder routers zou internet niet kunnen bestaan. Ze vormen de bewegwijzering tussen de diverse deernetwerken. Zonder goed functionerende routers ontstaan flinke opstoppen in het dataverkeer en worden grote delen van internet onbereikbaar. De router thuis begint net zo belangrijk te worden, nu per huishouden steeds meer computers met internet verbonden zijn. ◀

```

C:\WINDOWS\System32\command.com
Microsoft(R) Windows DOS
(C) Copyright Microsoft Corp 1990-2001.

C:\DOCUMENT~1\JOS~1>tracert www.computertotaal.nl

Tracing route to www.computertotaal.nl [62.250.20.124]
over a maximum of 30 hops:
  0  2 ms    4 ms    5 ms    SpeedTouch.lan [10.0.0.138]
  1  773 ms   917 ms   814 ms   195.190.241.6
  2  601 ms   341 ms   689 ms   32.ge-1-3-0.xr1.pbw.xs4all.net [194.109.5.165]
  3  676 ms   581 ms   669 ms   0.ge-0-3-0.xr1.tc2.xs4all.net [194.109.5.2]
  4  971 ms   917 ms   976 ms   sara.amsix-ge1.versatel.net [195.69.144.47]
  5  791 ms   909 ms   861 ms   ge5-0-0.ar08asd2.versatel.net [62.58.63.66]
  6  677 ms   652 ms   904 ms   62.250.20.124
  7

Trace complete.
C:\DOCUMENT~1\JOS~1>

```

Het commando Traceroute geeft een lijst van alle routes die een datapakketje onderweg tegenkomt.