**Тема 11.**

**Въведение в маршрутизацията. Маршрутни алгоритми. Софтуери за маршрутизация с отворен код. Инструментариум iproute2. Статична маршрутизация.**

Теорията на компютърните мрежи се базира на теорията на графите. Маршрут в граф се нарича някаква крайна последователност от ребра *p=(v1,v2)(v2,v3)…(vn-1,vn)*, като *v1* е началният, а *vn* е крайният връх.

Маршрутизацията е процес на избор на път без зацикляния за трафика вътре в една мрежа или през множество от мрежи. При IP мрежите с пакетна комуникация маршрутизацията е процес на взимане на решение за определяне на посоката на мрежовите пакети от възела “source” до възела “destination”. Като хардуер се ползват маршрутизатори (рутери), L3 суичове, компютри с качен софтуер за маршрутизация или обикновени шлюзове (gateways).

Маршрутните алгоритми са два вида: неадаптивни – статични и адаптивни – динамични. При неадаптивните, маршрутите между всеки два възела се изчисляват и се записват ръчно от системните администратори в маршрутните таблици. Динамичните алгоритми автоматично създават таблици и ги обновява при прекъсвания. Протоколи с DV (distance vector): RIP, IGRP; протоколи с LS (link-state): OSPF, IS-IS.

FRR (Free Range Routing) е софтуер за IP маршрутизация, написан на C за Unix-like операционни системи. Корените на FRR са в Quagga – също open source пакет за маршрутизация, работещ под Linux. Друг open source проект е BIRD, който поддържа множество маршрутни таблици, IPv4, IPv6 RIP, OSPF, BGP и статична маршрутизация.

**Тема 12.**

**Разпределена маршрутизация с дистантен вектор. Маршрутен протокол RIP в IPv4 и IPv6.**

При този маршрутизиращ протокол всеки рутер пази таблица (вектор) от дължината на най-късия път (за който рутера знае до момента) до всеки друг участник в мрежата. Рутерите в мрежата обменят информация за тези таблици с директните си съседи и при наличие на по-къси пътища обновяват своите рутинг таблици. След достатъчно повторения на обмена и обновяването на таблиците, в даден момент най-късите пътища са открити и рутерите спират да пращат рутинг таблици, тъй като в тях няма промяна. Алгоритъмът на Белман-Форд, стои зад обновяването на таблиците. За „дължина“ на връзката често се ползва „hop count” (броят на връзките между изпращача и получателя) или закъснението на сигнала на всяка връзка.

Маршрутизаторите не знаят конкретния път до всяка дестинация, а само към кой интерфейс трябва да пренасочат дадения пакет, за да бъде доставен. Знаят също и разстоянието до дестинацията.

Един недостатък на този алгоритъм е ниската скорост на сходимост. Добрите новини се разпространяват бързо, но лошите отнемат твърде много време да достигнат до всички рутери. Друг проблем е броенето до безкрайност, когато е премахнат възел или връзка.

RIP (routing information protocol) е широко използван маршрутизиращ протокол с векторно разстояние. Подходящ за малки мрежи, в които рядко настъпват промени. Всеки ред в маршрутната таблица на RIP съдържа следващата стъпка към направлението и стойността на метриката (разстоянието в hops). Максималният брой хопове в RIP мрежа е 15. За обмен на маршрутна информация RIP отговаря на порт 520/UDP. На всеки 30 сек. изпраща копие на маршрутната таблица. 180 сек. за обявяване на невалиден маршрут. RIPng е разширение на RIPv2 за поддържане на IPv6.

**Тема 13.**

**Маршрутизация със следене състоянието на връзката. Йерархична маршрутизация.**

При този маршрутизиращ протокол основните стъпки за попълване на рутинг таблиците са следните:

1. Всеки рутер открива кои са му съседите, чрез пращане на HELLO пакети по всяка връзка.
2. На всяка връзка се поставя цена(тегло). Това може да стане автоматично или човек ръчно да я въведе. Обикновено цената е обратно пропорционална на пропускателната способност на връзката. Ако връзките са много дълги (има голямо закъснение), може и това да се отчете в цената.
3. След като горните две неща са установени, всеки рутер изпраща на всички останали пакет със информацията за съседите си и теглото на връзките.
4. На края всеки рутер трябва да е получил всички пакети с информацията пратена от другите. Сега всеки рутер чрез алгоритъма на Дейкстра изчислява най-късите пътища до всяка дестинация и попълва рутинг таблицата си.

Йерархична маршрутизация: с увеличаване на размерите на мрежата нараства обемът на маршрутните таблици, което изисква повече памет и процесорно време за тяхната обработка. Това налага йерархично маршрутизиране, в което мрежата се разделя на области. Маршрутизаторите в дадена област знаят всичко за вътрешната структура на своята област, но не знаят за вътрешната структура на останалите области. Тази маршрутизация е подходяща само за link-state протоколи.

**Тема 14.**

**Маршрутен протокол OSPF в IPv4 и IPv6.**

OSPF (open shortest path first) е динамичен протокол за маршрутизация. Той е протокол със следене на състоянието на връзката. Попада в групата на протоколите за вътрешна маршрутизация (IGP – interior gateway protocol), тоест в рамките на една автономна система. OSPF изгражда маршрутни таблици по destination IP адресите в IP пакетите. Разпознава промени в топологията много бързо и конвергира за секунди в нова топология без зацикляния. На връзките между рутерите се присвояват стойности обратно пропорционални на скоростта им. Дървото на най-късите пътища се изчислява с алгоритъма Дейкстра. Информацията за състоянието на връзките се пази във всеки рутер (LSDB – link-state database). “Hello” пакети периодично се изпращат по всяка връзка.

**Тема 15.**

**Външна маршрутизация. Автономни системи. Протокол BGP в IPv4 и IPv6.**

Автономните системи (AS - autonomous systems) са основните градивни блокове, на които се разделя интернет пространството. AS е множество от свързани помежду си IP мрежи, всяка от които е под административното и техническото управление на мрежов оператор или друга организация (например СУ). В рамките на AS е възможно да работят различни вътрешни протоколи за маршрутизация (IGP). AS поддържат строго дефинирана политика за маршрутизация в интернет. AS имат номер, ако трябва да пренасочват трафик.

BGP (border gateway protocol) е главният протокол за маршрутизация в интернет. Поддържа таблица от IP мрежи, които определят достижимостта до IP мрежите през автономните системи. BGP е протокол с вектор на пътищата (path vector protocol). MP-BGP може да пренася multicast, MPLS и IPv6.

**Тама 16.**

**Централизирана маршрутизация. Софтуерно дефинирани мрежи. Виртуализация на мрежовите функции. Изкуствен интелект в управлението на мрежите.**

При централизираните адаптивни алгоритми в мрежата се създава един маршрутен управляващ център. Той изчислява маршрутните таблици на всички възли и им ги изпраща. Периодично отделните възли изпращат обновена маршрутна информация към маршрутния център. Информацията от по-близките възли достига по-бързо до маршрутния център, от колкото по-далечните. Затова времето за обновяване на маршрутите трябва да е поне 2 пъти по-голямо от най-дългия път до възел. По същата причина обновените таблици не трябва да се ползват веднага, а да се изчака.

Проектът OpenFlow е в основата на software-defined networking. Потребителите дефинират потоците данни и пътищата им независимо от инфраструктурата под тях (рутери и комутатори).

**Тема 17.**

**Транспортно ниво. Процедури за съединенията. Порове и сокети. Транспортен протокол UDP.**

Транспортният слой осигурява транспортирането на съобщенията от източника до получателя. Транспортното ниво трябва да прехвърля произволно дълги съобщения между два крайни абоната. За тази цел използва услугите на по-долното мрежово ниво. Предлага два вида обслужване – със съединение (надеждни) и без съединение (ненанеждно).

На кратко процедурата за съединение е следната: Първо сървърът изпълнява примитива LISTEN, който го блокира докато не се появи клиент. Когато клиентът иска да се свърже той изпълнява примитива CONNECT. Това блокира клиента и праща пакет към сървъра. Ако сървърът е в състояние LISTEN, той изпраща обратно пакет за потвърждение и връзката е установена.

UDP (user datagram protocol) е опростен протокол, който осигурява ненадеждна връзка (connectionless). Предимствата му са ниско закъснение. Не гарантира доставянето и защита от дублиране на данните. Прилага се там, където закъсненията и синхронизацията са критични, а не загубата на пакети, на пример: онлайн игри, voice/video over IP. Протоколните единици се наричат дейтаграми.

Портовете се задават с 16-битово число.

**Тема 18.**

**Транспортен протокол TCP.**

TCP (transmission control protocol) е протокол, който предоставя надеждно обслужване с установена връзка (connection-oriented). Той внася допълнително закъснение заради функциите по надеждност, спазване на реда на подаване не единиците с данни и управление на потока. Има 20 байта служебна информация, с които опакова приложните данни. Гарантира доставянето на данните. Ако получателят не е отговорил, че е получил данните, то след определено време те отново се пращат. Ползва се за e-mail, FTP, SSH, Telnet. Протоколните единици са сегменти.

**Тема 19.**

**Задръствания и управление на потоците в мрежата на 2ро, 3то и 4то ниво.**

**Тема 20.**

**DNS. Процес и организация на резолвинг на имената по IPv4 и IPv6.**

DNS (domain name system). Чрез IP адресите се адресират компютри в мрежата, но това са числа и те трудно се помнят. Затова се въвежда системата за именуване DNS. DNS е йерархична разпределена база от данни. Тя съхранява информация за съответствието между Интернет хост имена и IP адресите и обратно, информацията за маршрутизиране на електронна поща и други данни използвани от Интернет приложения. Данните са организирани в дървовидна структура. Всеки възел в дървото се нарича domain и му се дава етикет. Името на домейна във възела е поредица от етикети, показващи пътя от възела до корена. Домейните представляват области от имена (обикновено са от първо, второ или трето ниво, по-големите нива рядко се ползват). Основният домейн е root домейнът.

Резолвингът става като клиентът подава заявка до DNS сървъра и той му дава отговор. Някакви рекурсивни, итеративни и инверсни заявки…

**Тема 21.**

**Електронна поща. Как да обучаваме SpamAssassin.**

Електронната поща е метод за обмен на електронни съобщения. Едно съобщение се състои най-малко от съдържанието си, адрес на автора и адресите на един или повече получатели. Сървърът за електронна поща приема, препраща, доставя или съхранява съобщенията за сметка на потребителите. Тяхна задача е само да се свържат към email инфраструктурата с помощта на компютрите си.

За да ни е полезен SpamAssassin, трябва да обучаваме Бейсовия му филтър, който сравнява предишно съдържание с известни вече spam пощи, за да реши кое точно е спам. Това обучение е ефективно, само ако имаме достатъчно спам. За целта има на разположение онлайн бози данни за първоначално „захранване“ на Бейсовата базо данни на SpamAssassin.

**Тема 22.**

**Хипертекстов протокол.**

Хипертекст е текст, който съдържа в себе си информация как да бъде изобразен на екрана. Изобразяването става чрез специална програма, наречена хипертекстов browser.

HTTP (hyper text transfer protocol) осъществява комуникация между браузър и сървър. Протоколът HTTP се базира на TCP. HTTP клиентът отваря сесия на произволен порт с номер по-голям от 1024. HTTP сървърът слуша за заявки на порт 80. Клиентът отправя съобщение с HTTP заявка към сървъра. Сървърът връща съобщение с отговор: информация за състоянието, хедъра и заявеното съдържание в тялото. Допуска ползването на посредници. Stateless протокол, сървърът не задържа инфо за всеки отделен потребител през цялото време на изпълнение на завката.