

Intro & Definitions

mardi 30 juin 2020 14:45

WLAN (Réseaux locaux sans fil) : Wireless Local Area Network

- Permet de couvrir l'équivalent d'un réseau local (~100m)
- Connecte différents postes par ondes radio
- Norme utilisée : IEEE 802.11
- Réseaux possibles : Applications publiques (Hotspots), Réseaux Mesh (maillé, peer to peer)
- Organismes gérant la normalisation des réseaux et les bandes de fréquence attribuées aux réseaux sans fil :
 - USA : Institute of Electrical and Electronics Engineers IEEE
 - USA : Federal Communications Commission FCC
 - Europe : European Telecommunications Standards Institute ETSI
 - Maroc : Agence Nationale de Réglementation des Telecom ANRT
- Technologies concurrentes :
 - Wi-Fi : Wireless Fidelity : certification d'un réseau répondant à la norme 802.11
 - HyperLAN2 : High Performance Radio LAN 2.0, norme européenne

WMAN (Réseaux métropolitains sans fil) : Wireless Metropolitan Area Network

- Connu sous le nom de Réseau Local Radio BLR
- Débit max : 10 Mb/s
- Portée 4 à 10 Km
- Technologie : WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access), label conforme à la norme IEEE 802.16
 - Connexion sans-fil entre une station de base (BTS Base Transceiver Station) et des milliers d'abonnés sans ligne visuelle directe LOS (Line Of Sight)
 - (-) Ne peut pas franchir les gros obstacles (collines, immeubles)
 - (+) 70 Mbit/s sur 50Km (théorie) -> (réel) 20 Mbit/s
 - Principalement destiné aux opérateurs de connexion

WPAN (Réseaux personnels Sans-fil) : Wireless Personal Area Network

- Portée (~10m)
- Technologies :
 - Bluetooth : (normalisée sous IEEE 802.15.1) 1 Mb/s sur ~30m, très gourmande en énergie
 - ZigBee : (normalisée sous IEEE 802.15.4) 250 Kb/s sur 100m, bas prix et basse consommation d'énergie (pour électroménager)
 - Infrarouge : qlq Mb/s sur qlq mètres, pour les télécommandes par exemple

WWAN (Réseaux étendus sans-fil) : Wireless Wide Area Network

- Connu sous le nom de réseau cellulaire mobile
 - GSM : Global System for Mobile communications
 - GPRS et EDGE : General Packet Radio Service
 - UMTS : Universal Mobile Telecommunications System
 - LTE : Long Term Evolution

Mobile Networks vs Wireless Networks

MN : A user is defined as mobile user if he is capable to communicate outside of its net of signature conserving same address.

- Les utilisateurs peuvent changer de réseau parent (opérateur) sans avoir à changer leur identifiants (TCP/IP: @IP, N° Tel)

WN : A system is called wireless if the system proposes a service of communication completely independent of sockets.

- Les utilisateurs peuvent accéder au réseau sans utiliser un fil

WM vs MN

	WN	MN
GSM	✓	✓
UMTS	✓	✓
TCP/IP	x	x
IP Mobile	x	✓
ATM	x	x
DECT	✓	x

Mediums pour transporter l'information (sans câbles)

- Radio :
 - Très répandu (~90%)
 - Ressource limitée
 - Les fréquences peuvent être réutilisées à condition d'éviter les interférences
- Laser \
- Infrarouge | => Non résistants aux obstacles
- Lumière /

Concept cellulaire

- Plusieurs cellules sous forme d'hexagones
- Cellulaire => meilleure planification
- Ressource : onde radio
 - (+) résistance aux obstacles
 - (-) épuisement (ressource limitée)
- Nombre d'utilisateurs augmente => recourt au concept cellulaire pour remédier au problème d'épuisement
- Si on respecte la distance de réutilisation, on peut réutiliser les fréquences
- Le concept cellulaire consiste à diviser une zone géographique en petites parcelles appelées cellules
- Forme cellule : dépend de
 - Reliefs
 - Densité utilisateurs
- Cellule
 - Petite : Pico
 - Moyenne : Micro
 - Grande : Macro
- Les ressources spectrales sont contrôlées par ITU (International Telecommunications Union) mondialement
 - Maroc : ANRT
 - USA : FCC
- Cluster : (motif) ensemble de cellules dans lequel chaque cellule utilise des fréquences différentes des autres cellules. Les fréquences de la cellule peuvent être réutilisées par d'autres cellules dans le système de clusters, mais ces cellules seront dans des clusters différents et éloignées d'une distance de réutilisation de fréquence
- Distance de réutilisation : distance min entre les centres de deux cellules utilisant le même canal fréquentiel
- Taille cellule diminue => capacité du système total (en utilisateurs) augmente
- Enjeux :
 - Augmenter la capacité du système
 - Couvrir la zone par autant de cellules que nécessaire
 - Réduire les interférences
- Contraintes
 - Les antennes omnidirectionnelles rayonnent selon une forme circulaire
- => La forme hexagonale est la plus adaptée
- Le nombre de cellules N dans chaque cluster est la taille du cluster
- Les cellules dans un cluster utilisent tous les canaux fréquentsiels

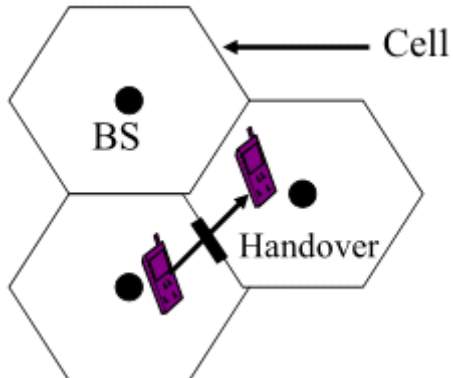
Handover

mardi 30 juin 2020

22:48

Handover

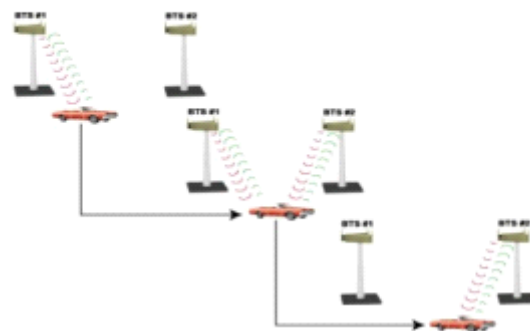
- **Roaming** : Changer d'opérateur
- **Handover** : Même opérateur, changer cellule ou point d'attache (canal), récupérer la connexion avant que le contenu du buffer se termine



Types of handover (handoff)

Soft handover : make before break

Soft handoff

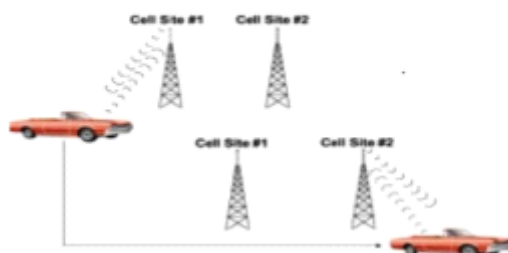


Properties

- ☐ New connection is activated before the old is broken
- ☐ Used in **UMTS** to improve signal quality
- ☐ Better connection reliability
- ☐ More seamless handover
- ☐ The **MS (Mobile Station : e.g. phone)** is linked to 2 **BS (Base Station : e.g. towers)** for a brief interval of time
- ☐ Commonly used in **CDMA** systems that enables the overlapping of the repeater coverage zones
- ☐ Used in sensitive communication services such as videoconferencing

Hard handover : break before make

Hard handoff



Properties

- ☐ Old connection is broken before a new connection is activated

- Primarily used in **FDMA** and **TDMA** system (e.g. **GSM**)
- The **Mobile Station** is linked to no more than one **Base Station** at any given time
- Cheaper and easier
- Different frequency range are used in adjacent channels in order to minimize channel interference (by **FDMA** and **TDMA**)

Algo

IF $(S_y - S_x) > D$ and serving station is B_x THEN handoff to B_y .
 ELSE IF $(S_x - S_y) > D$ and serving station is B_y THEN handoff to B_x .
 ELSE no handoff.

Vertical vs Horizontal handover

- **Horizontal** : Changing the point of connection within the same type of network.
 - e.g. from a cell to another one in GSM
 - From an access point to another in WiFi
- **Vertical** : A network node changing the type of connectivity it uses
 - e.g. from GPRS to WLAN

Handover strategy

- Mobile-Assisted HO (MAHO)
- Network-Initiated HO (NIHO)
- Mobile-Controlled HO (MCHO)

Handover failure : Causes

- Free channel does not exist
- Not enough time to make a handover (Airplane passing over towers while phone is not in airplane mode)
- Weak signal

Existing situations :

- **Handoff between cells** : The destination and the origin are connected to the same MSC
- **Handoff between systems (Roaming)** : It occurs when a MS goes for another cellular system controlled by another. In this case the MS is "roaming"

Wimax

mardi 30 juin 2020

18:17

WiMax?

Broadband Wireless Access (**BWA**)

Wireless MAN

Specs :

50 Km

Max bit rate : 75 Mbps

IEEE 802.16

IEEE 802.16

	802.16	802.16d	802.16e
	2001	2004	2006
Freq.	10-66 GHz	2-11 GHz	2-6 GHz
Channel	LOS	NLOS	NLOS
Bit rate	till 134 Mbp channel 28 MHz	till 75 Mbps channel 20 MHz	till 15 Mbps channel de 5 MHz
Modulation	QPSK, 16QAM, 64QAM	OFDM , BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM	OFDM , BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM
Access	Fixed	Fixed	Nomadic , Mobile

Wimax vs WiFi [1]

WiFi (802.11)	WiMAX (802.16)
< 100 m	1-15 km
2.4 GHz (802.11b/g) 5 GHz (802.11a) (without licence)	10-66 GHz (LOS) 2-11 GHz (NLOS) (licence)
20 MHz (802.11a/g) 25 MHz (802.11b)	1.5 - 20 MHz
54 Mbit/s (802.11a/g) 11 Mbit/s (802.11b)	75 Mbit/s (20 MHz)
No QoS	QoS native
BPSK,QPSK,16-64QAM , QPSK (802.11b)	OFDM, BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM

WLAN

mardi 30 juin 2020 23:54

Ad-hoc vs Infrastructure

Ad-hoc Network

Peer-to-peer

Pas d'équipement qui centralise l'info

Tout le monde peut parler à tout le monde dans la même cellule

Better perfs : ad-hoc may be better because there is a direct path to the destination

Better security : in infrastructure mode the access point will be always be targeted

Infrastructure (cellulaire) network

Équipement de centralisation

802.11

- **Fréq** : band 2.4 Ghz
- Est cellulaire
- Le débit effectif << débit théorique, cela est dû au fonctionnement du protocole 802.11, de plus le débit dépend de la distance entre les appareils et les obstacles entre eux.
 - **Meilleur cas** : début eff = 1/2 débit théo
 - **Pire cas** : débit eff = 0

Évolution du protocole :

802.11a	=>	802.11b	=>	802.11g	=>	802.11n	=>	802.11ac
5GHz		2.4GHz		2.4GHz		2.4/5GHz		5GHz
54Mb/s		11Mb/s		54Mb/s		72-600Mb/s		433-1300Mb/s
E/se		Individu		unification		montée en débit		La base en 2017

- Si le routeur est configuré sur la bande des 5GHz, il ne sera pas visible pour les appareils de la bande 2.4GHz et vice versa, **solution** : Routeurs dual-band
- Vidéo/Musique : 802.11g suffisant
- Flux full HD : 802.11n
- 802.11f : Roaming
- Couche physique : 802.11 (**DSSS** (Direct Spectrum Spread Spectrum), **FHSS** (Frequency Hopping Spread Spectrum), IR), 802.11b, 802.11g, 802.11a
- Couche liaison de données
 - Logical Link Control (**LLC**) : 802.2
Garantie la compatibilité avec réseau Ethernet
 - Medium Access Control (**MAC**) : 802.11, 802.11f (Roaming), 802.11j (Security), 802.11e (QoS)
Changement : 802.11 définit 2 méthodes d'accès : **DCF** et **PCF**

DCF : Distributed Coordination Function

- Pour la transmission de données asynchrones tout en permettant à tous les utilisateurs d'accéder au support (collisions possibles)
- **CSMA/CD** (Carrier Sens Multiple Access/Collision Avoidance) + **Backoff**
- Similaire à **CSMA/CD** (Collision detection) d'Ethernet IEEE 802.3
- Détection collisions n'est pas possible car la radio ne peut pas écouter et transmettre en même temps sur une même fréquence
- **IFS** : Inter-Frame Spacing : Mécanisme d'espacement entre les trames
- **Backoff** : Algorithme qui calcule le temporisateur

PCF : Point Coordination Function

- Ne génère pas de collisions car le système est centralisé
- Complémentaire au DCF, optionnelle
- Fonction qu'en infrastructure
- Il le prend le contrôle et autorise ou non les stations à émettre
- Les stations peuvent utiliser à la fois **PCF** et **DCF**
- C'est la seule méthode pour fournir la QoS dans la norme IEEE 802.11
- Basé sur le polling : attente active

Problème du nœud caché

La station B est à la portée des 2 stations A et C

A et C ne peuvent pas se voir car hors de portée

Quand A émet pour B, C peut essayer de faire la même chose car quand elle écoute le support elle n'entend pas A
=> brouiller le canal

Solution

- Quand A veut envoyer des données à B, elle émet une **RTS** : Request To Send, qui sera reçue par l'une des stations à sa portée
RTS contient : Source, Destinataire, Durée Estimée
- Dès que B reçoit cette requête, elle émet un **CTS** : Clear To Send, si elle est prête et que le support est libre, il est envoyé à toutes les stations à sa portée
- C reçoit aussi le **CTS** mais **CTS** contient mêmes infos que **RTS**, donc elle ne transmettra pas pendant la période estimée dans le **CTS**
- Réserver le support auprès de toutes les stations à portée des 2 stations voulant communiquer

MANET : Mobile Ad-Hoc Network

Ensemble de terminaux mobiles formant un réseau temporaire et opérant sans l'installation d'infrastructure
Pour les applications militaires, des missions temporaires, couvertures des zones inaccessibles par les réseaux cellulaires

VANET: Vehicular Ad-Hoc Network

Les terminaux : des véhicules

WPAN

mercredi 1 juillet 2020

00:50

Bluetooth

- Ad-Hoc
- 10m-100m
- 2.4GHz
- Max 1Mb/s

Piconet

- Bluetooth est basé sur les piconets et non pas les cellules
- Pas de formes
- 8 devices max (1 maitre et les autres esclaves)
- Quand le maitre meurt, l'esclave qui découvre sa mort devient maitre
- Inconvénient du maitre :
 - Consomme plus de batterie
 - Vulnérable

Scatternet

- Plusieurs piconets

ZigBee

- Utilisée dans IoT

WSN : Wireless Sensor Network

- Exploite Bluetooth et ZigBee
- Donne des réseaux Mesh
- Architecture : plusieurs capteurs + gateway à un pc

Mobile IP

- Protocole de communication : se déplacer entre deux réseaux IP en maintenant les connexions actives et la même @IP
- Intégré dans IPv6
- Inconvénient : TTL (Time To Live) = Durée de vie, décrémente à chaque saut, si = 0 => paquet détruit

GSM/2G-2.5-2.75

mardi 30 juin 2020

22:49

GSM : Global System for Mobile communications

1979 : reservation of the band of the 900 MHz for mobile communications in Europe (IUT);

1980 : creation of GSM (Groupe Spécial Mobile) working group

1992 : real commercialization of first systems GSM

Since then, the GSM communications left its French acronym for "**G**lobal **S**ystem for **M**obile communications"

Generations :

1G :

- Analogique
- Transmission de la voix

2G :

- Numérique
- FDMA & CDMA

2.5G : GPRS : General Packet Radio Service

- Commutation de paquets
- Multimédia
- Permet l'interopérabilité entre le GSM et les réseaux à commutation de paquets

2.75G : EDGE ; Enhanced Data for GSM Evolution

3G : UMTS : Universal Mobile Telecommunication System

- Mobilité complète et couverture totale

3.5G : HSPA : High Speed Packet Access

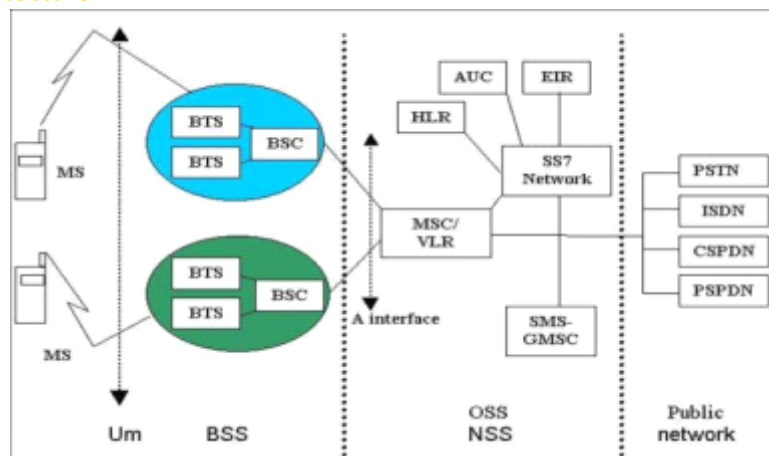
3.75G : H+

4G : LTE : Long Term Evolution

Frequency :

- band 890-915 Mhz for the uplink (TM for BTS)
- band 935-960 Mhz for the downlink (BTS for TM)

Architecture :



BSS : Base Station Subsystem

- **MS** (Mobile Station) : visible part of the system mobile radio.
- **BTS** (Base Transceiver Station) : points of access net GSM.
- The BTSs are materialized under the form of antennas on the buildings in the city or on the edge of the road.
- **BSC** (Base Station Controller) : a BSC generates the canals radios and the BTS applies the decisions taken by the BSC (as the control of admission of the calls and the management of handovers).

NSS : Network SubSystem

- **MSC** (Mobile-services Switching Center) : The MSC is a numerical switch that manages all the communications under its covering area.
- **HLR** (Home Location Register) : database of nominal localization in which the relative information to the subscribers of a mobile net are stored.

- **VLR** (Visitor Location Register) : database of Local localization in which the relative information to the users of a specific region are stored

Services :

- Voice
- Data
- Short Message Services (SMS)
- QoS

2.5G/2.75G Technologies : HSCSD-GPRS-EDGE

Definitions :

- HSCSD - High Speed Circuit Switched Data
- GPRS - General Packet Radio Service
- EDGE - Enhanced Data rates for GSM Evolution

HSCSD & GPRS :

HSCSD & GPRS vs GSM :

Multislot **Uni-timeslot**



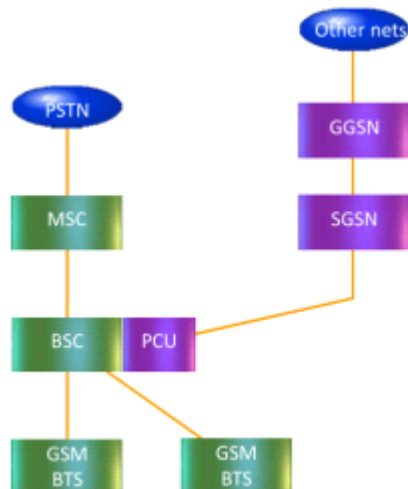
HSCSD e GPRS



GSM

GSM + GPRS :

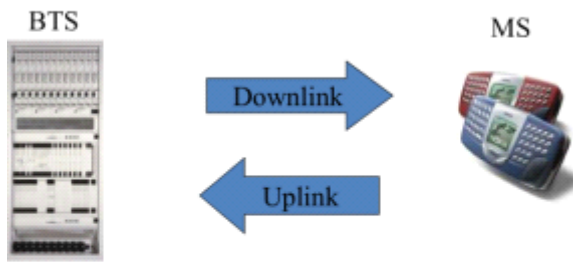
1. BSS : software upgrade
hardware upgrade
2. New components
(SGSN – GGSN)



EDGE :



EDGE Classes



Classe	Downlink	Uplink
A	8PSK	GMSK
B	8PSK	8PSK

FCA-DCA-HCA

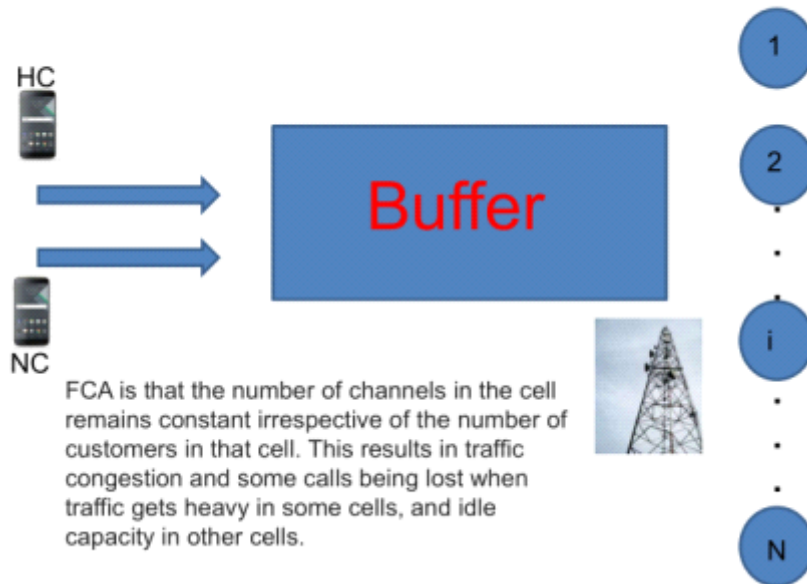
mardi 30 juin 2020 19:13

FCA - Fixed Channel Allocation

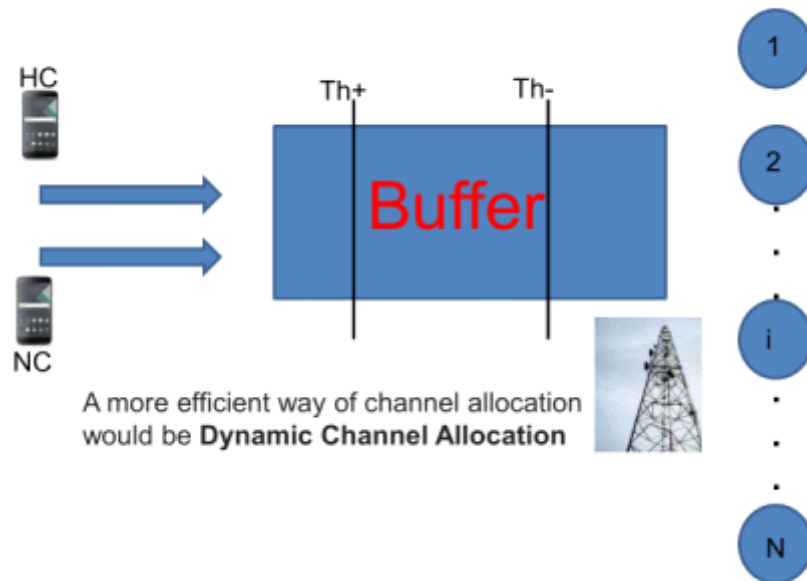
DCA - Dynamic Channel Allocation

HCA - Hybrid Channel Allocation

FCA



DCA



NS-2

mardi 30 juin 2020 18:25

NS Functionality :

- Discrete event simulator
- Traffic models and applications
 - Web, FTP, telnet, audio, sensor nets
- Transport protocols
 - TCP (Reno, SACK, etc), UDP, multicast
- Routing and queueing
 - static routing, DV routing, multicast, ad-hoc routing
 - queueing disciplines: drop-tail, RED, FQ
- Link layer
 - wired, wireless, satellite
- Infrastructure
 - tracing, visualization, error models, etc
 - modify or create your own modules

NS Software Structure : C++ and OTCL :

- Uses two languages
 - C++ for packet-processing per packet processing
 - fast to run, detailed, complete control
- OTCL for control [our focus]
 - simulation setup, configuration, occasional actions
 - fast to write and change

Creating a Basic NS Model

- Create the event scheduler
- Create nodes and links
- Create connection
- Create traffic sources/sinks
- Enable tracing

Creating event scheduler

```
Create scheduler
    set ns [new Simulator]
Schedule event
    $ns at <time> <event>
    <event> : any legitimate Ns/TCL commands
Start scheduler
    $ns run
```

Creating Network (Nodes + Links)

```
Nodes
    set n0 [$ns node]
    set n1 [$ns node]
Links: connect together two nodes
    $ns duplex-link $n0 $n1 <bandwidth> <delay> <queue_type>
    <delay> : determines propagation delay
    <queue_type> : determines queueing policy
    - DropTail, RED, CBQ, FQ, SFQ, DRR
```

Transport and Traffic Models

Two layer approach

Transports:

- TCP, UDP, multicast, etc.

- transport protocol instances attach to nodes

Traffic (applications): (known as agents)

- Web, ftp, telnet, audio, etc.
- application instances attach to transport protocol instances
- generates traffic into transport protocol

Creating Transport Channels: UDP

source and sink

```
set u_src [new Agent/UDP]
set u_dst [new Agent/NULL]
```

attach them to nodes, then connect to each other

```
$ns attach-agent $n0 $u_src
$ns attach-agent $n1 $u_dst
$ns connect $u_src $u_dst
```

Creating Transport Channels: TCP

source and sink

```
set t_src [new Agent/TCP/Newreno]
set t_dst [new Agent/TCPSink]
```

attach to nodes and each other

```
$ns attach-agent $n0 $t_src
$ns attach-agent $n1 $t_dst
$ns connect $t_src $t_dst
```

Creating Traffic over UDP Channels

CBR

```
set cbr [new Application/Traffic/CBR]
$cbr set packetSize_ 512
$cbr set interval_ 0.250
$cbr attach-agent $u_src
$ns at <time> "$cbr start"
```

Creating Traffic over TCP Channels

FTP

create traffic model

```
set ftp [new Application/FTP]
default is "infinite" file size
```

attach to TCP channel

```
$ftp attach-agent $t_src
```

schedule start time

```
$ns at <time> "$ftp start"
```

Tracing

Trace packets on individual links

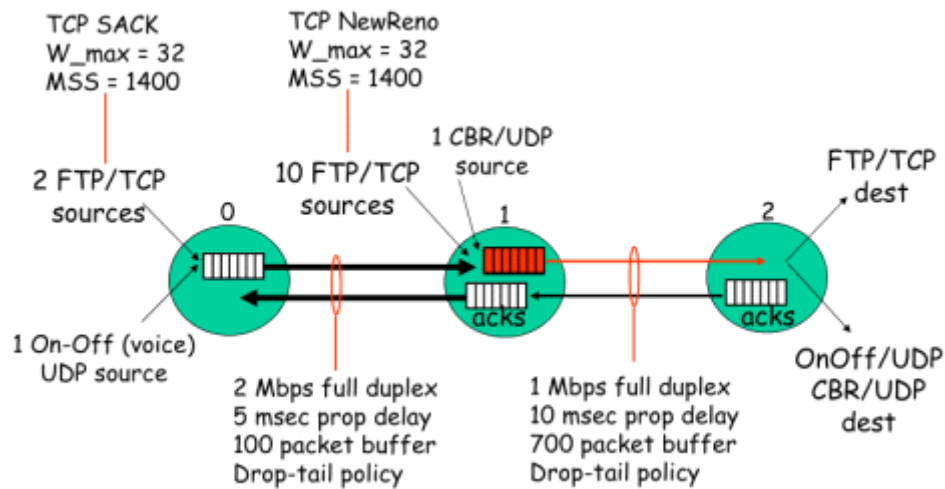
Tracefile format:

```
<event> <time> <from> <to> <pkt> <size>--<flowid> <src>
<dst> <seqno> <aseqno>
+ 1      0 2 tcp 900 ----- 1 0.0 3.1 7 15
- 1      0 2 tcp 900 ----- 1 0.0 3.1 7 15
r 1.00234 0 2 tcp 900 ----- 1 0.0 3.1 7 15
```

+ enqueue
 - dequeue
 r receive
 d drop

time
 nodes involved in this event
 packet type
 packet length
 packet flags
 flow ID
 source dest addresses
 seq number
 packet ID

Walk-through example



Ns Trace file : NS-trace.txt

```
...
+ 11.533441 1 2 tcp 1440 ----- 12 1.2 2.4 96 2092
r 11.535694 1 2 tcp 1440 ----- 12 1.2 2.4 65 1527
- 11.537214 1 2 exp 180 ----- 100 0.2 2.13 284 1528
- 11.538654 1 2 cbr 1440 ----- 101 1.11 2.14 155 1530
r 11.547214 1 2 tcp 1440 ----- 12 1.2 2.4 66 1529
+ 11.54728 1 2 tcp 1440 ----- 12 1.2 2.4 97 2095
r 11.548654 1 2 exp 180 ----- 100 0.2 2.13 284 1528
+ 11.55 1 2 cbr 1440 ----- 101 1.11 2.14 211 2096
- 11.550174 1 2 tcp 1440 ----- 12 1.2 2.4 67 1534
r 11.560174 1 2 cbr 1440 ----- 101 1.11 2.14 155 1530
- 11.561694 1 2 exp 180 ----- 100 0.2 2.13 285 1532
+ 11.56222 1 2 tcp 1440 ----- 12 1.2 2.4 98 2097
- 11.563134 1 2 tcp 1440 ----- 12 1.2 2.4 68 1537
r 11.571694 1 2 tcp 1440 ----- 12 1.2 2.4 67 1534
r 11.573134 1 2 exp 180 ----- 100 0.2 2.13 285 1532
- 11.574654 1 2 exp 180 ----- 100 0.2 2.13 286 1536
...
```

Simulation of two wireless nodes

A simple simulation for two nodes and no infrastructure we need to configure the nodes first (in ns2.1b7).

```
$ns_ node-config -adhocRouting $opt(rp) \
  -llType $opt(ll) \
  -macType $opt(mac) \
  -ifqType $opt(ifq) \
  -ifqLen $opt(ifqlen) \
  -antType $opt(ant) \
  -propType $opt(prop) \
  -phyType $val(netif) \
  -channelType $chan \
  -topoInstance $topo \
  -agentTrace ON \
  -routerTrace OFF \
  -macTrace OFF
```

Array opt()

```
set opt(chan) Channel/WirelessChannel ;# channel type
set opt(prop) Propagation/TwoRayGround ;# radio-propagation
set opt(netif) Phy/WirelessPhy ;# network interface
set opt(mac) Mac/802_11 ;# MAC type
```

```

set opt(ifq)      Queue/DropTail/PriQueue  ;# interface queue type
set opt(ll)       LL                        ;# link layer type
set opt(ant)      Antenna/OmniAntenna      ;# antenna model
set opt(ifqlen)   50                       ;# max packet in ifq
set opt(rp)       DSDV                     ;# routing protocol

```

Configuring the wireless/phy

```

Phy/WirelessPhy set CPTresh_ 10.0
Phy/WirelessPhy set CSTresh_ 1.559e-11
Phy/WirelessPhy set RXThresh_ 3.652e-10
Phy/WirelessPhy set Rb_ 2*1e6
Phy/WirelessPhy set Pt_ 0.2818
Phy/WirelessPhy set freq_ 914e+6

```

Important initialization variables

```

set topo [new Topography]
$topo load_flatgrid $opt(x) $opt(y);
    opt(x) and opt(y) are the dimensions of the simulation area
set chan [new $opt(chan)]
Create-god Number_of_entities

```

Creating the mobile nodes

```

Set mobile node
    set node [$ns_ node]
Attach it to the topography
    $node topography $topo
Determine the motion pattern and initial position
    $node random-motion 0 #; no random
    $node set Z_ 0.000000
    $node set Y_ 100.0000
    $node set X_ 2.000000

```

Adding movement to the nodes

```

Random set to 0
    $ns at <time> "$node setdest <x> <y>
    <speed>"
Random set to 1
    $ns at <time> "$node start"

```