Registro delle Lezioni del Corso

Architetture Avanzate di Networking e Sistemi Wireless

(a.a. 2007/2008)

1 Ottobre 2007, Ore 9.30 - 11.30

Presentazione del corso. QoS-Aware application requirements:

- *Elastic and Real-Time Applications*
- *Taxonomy of Real-Time Applications: Tolerant and Intolerant, Adaptive and Nonadaptive, Delay Adaptive and Rate Adaptive*

2 Ottobre 2007, Ore 10.30 - 12.30

Introduzione a SONET (Synchronous Optical NETwork) e SDH (Synchronous Digital Hierarchy). B-ISDN e ATM. Caratterizzazione dell'ATM. ATM Protocol Reference Model (PRM). Introduzione al: Physical Layer, ATM Layer, ATM Adaptation Layer (AAL), Control Plane, User Plane e Management Plane.

4 Ottobre 2007, Ore 9.30 - 11.30

Descrizione dettagliata dei campi di controllo della cella. Virtual Channel Connection (VCC) e Virtual Path Connection (VPC). VP Switch and VC Switch

5 Ottobre 2007, Ore 11.30 - 13.30

Funzioni e struttura dell'ATM Adaptation Layer (AAL)

- Segmentation and Reassembly (SAR) Sublayer
- Convergence Sublayer (CS)
  - Service-Specific Convergence Sublayer (SSCS)
  - Common Part Convergence Sublayer (CPCS)

Descrizione dettagliata dell'AAL Type 5.

IP Over ATM

- Address Resolution IP/ATM (ATMARP)
- Datagram Journey in IP over ATM Network

8 Ottobre 2007, Ore 9.30 - 11.30

Lezione non effettuata – Partecipazione conferenza MASS

9 Ottobre 2007, Ore 10.30 - 12.30

Packet Scheduling Algorithms

Network and Traffic Models. Analisi dettagliata delle proprietà che un algoritmo di scheduling deve possedere in ambiente networking:

- *Isolation of flows*
- *End-to-end delay guarantees for individual flows*
- *High utilization of the output link bandwidth*
- *Fairness*
- *Simplicity of implementation*
- *Scalability*

Per quanto concerne la fairness sono state introdotte le metriche di Golestani.

Una prima Road Map per gli algoritmi di Scheduling: *work conserving and non-work conserving, sorted priority and frame based.*

11 Ottobre 2007, Ore 9.30 - 11.30
Definizione del *Generalized Processor Sharing (GPS)* scheduling algorithm. Calcolo della banda minima garantita. Le proprietà del GPS.

12 Ottobre 2007, Ore 11.30 - 13.30
Approssimazione del GPS tramite il *Weighted Fair Queueing (WFQ).* Fairness e time complexity del WFQ. Packet approximation of GPS: Sequence Number Computations.

15 Ottobre 2007, Ore 9.30 - 11.30
Il concetto del Virtual Time. Le proprietà del Virtual Time. Problemi relativi al WFQ. Definizione del *Worst-case Fair weighted Fair Queuing* (WF^2Q). Definizione dell'algoritmo *Deficit Round Robin (DRR).* Esempi di funzionamento del DRR. DRR Fairness e Time Complexity.

16 Ottobre 2007, Ore 10.30-12.30
Introduzione all'architettura Integrated Services (IntServ). I paradigmi di servizio di IntServ: Guaranteed QoS Service e Controlled Load Service. I meccanismi di IntServ: Flow Descriptor, Admission Control, Resource Reservation, Packet Classifier, Packet Scheduler. TSpec e token bucket. Il protocollo di Resource reSerVation Protocol (RSVP). Le caratteristiche principali di RSVP: indipendenza dal Routing Protocol, Sender Advertisements, Receiver-lssued Reservations e Soft State Design. RSVP Versus I protocolli convenzionali di Segnalazione.

18 Ottobre 2007, Ore 9.30-11.30
I messaggi di RSVP per l'apertura di un flow: PATH Message e RESV Message.
Discussione approfondita sui General Characterization Parameters di RSVP: NUMBER_IS_HOPS, AVAILABLE_PATH_BANDWIDTH, MINIMUM_PATH_LATENCY e PATH_MTU. Struttura generale dei messaggi RSVP. Discussione dettagliata delle seguenti *classes of objects.*

- *Session Class*
- *RSVP Hop Class*
- *Flow Specification Class*
- *Filter Specification Class*
- *Sender Template Class*

19 Ottobre 2007, Ore 11.30-13.30
Continuazione discussione dettagliata delle ulteriori *classes of objects.*

- *Sender TSpec Class*
- *AdSpec Class*
- *Policy Data Class*

Descrizione dettagliata dell'apertura di un flow. Le informazioni di stato contenute nei routers attraversati dal flusso aperto.

22 Ottobre 2007, Ore 9.30-11.30
Architettura di IntServ sugli host e sui router. Descrizione dettagliata dei blocchi funzionali di:

- *admission control*
- *packet classification, and*
- *packet scheduling*

Confronto tra l'architettura ATM e IntServ. I problemi di scalabilità dell'architettura IntServ.

23 Ottobre 2007, Ore 10.30-12.30
Introduzione all'architettura *Differentiated Services* (*DiffServ*).
I principi fondamentali di DiffServ:

- *allocazione delle risorse al traffico aggregato piuttosto che ai flow individuali;*
- *garanzie mediante provisioning piuttosto che tramite reservation;*
- *classification e marking sui router di bordo e class-based forwarding nel core;*
- *definizione dei forwarding behaviors e non dei services.*

I concetti di Service and Forwarding Treatment, Per-Hop Behavior (PHB), Service Level Agreement (SLA) e Traffic Conditioning Agreement (TCA).

25 Ottobre 2007, Ore 9.30-11.30
Descrizione dettagliata delle componenti dell'architettura DiffServ sui router di bordo e interni al domino.

- *Il Classifier*
- *Il (Re)Marker*
- *Il Meter*
- *Lo Shaper*
- *Il Dropper*
- *Lo Scheduler*

Descrizione dettagliata dei PHB standardizzati dall'IETF (Prima Parte).

- *Il Default PHB*
- *Il Class-selector PHB*

26 Ottobre 2007, Ore 11.30 - 13.30
Descrizione dettagliata dei PHB standardizzati dall'IETF (Seconda Parte).

- *Lo Assured Forwarding (AF) PHB Group*
- *L'Expedited Forwarding (EF) PHB*

Come utilizzare gli algoritmi di scheduling studiati per implementare entrambi i PHB nello stesso router. Esempi di uso del WRED per implementare vari livelli di drop precedence nell'ambito di una classe dell'AF PHB. Esempi di servizi edge-to-edge che possono essere specificati attraverso l'uso dei PHB AF e EF. L'uso combinato di IntServ e DiffServ nelle attuali strutture di networking (reti di accesso e corenet).

29 Ottobre 2007, Ore 10.30 - 12.30 (Claudio Cicconetti)
Introduzione alla valutazione delle prestazioni tramite simulazione. Obiettivi della simulazione. Fasi di pianificazione e realizzazione di uno studio simulativo. Simulazione a eventi discreti e a tempo discreto. Schema di implementazione di uno scheduler degli eventi. La raccolta di misure durante la simulazione.

30 Ottobre 2007, Ore 10.30 - 12.30 (Claudio Cicconetti)
Tecniche di generazione di numeri casuali all'interno di un simulatore. Confidenza statistica dei risultati: il metodo delle repliche indipendenti.

31 Ottobre 2007, Ore 8.30 - 10.30 (Claudio Cicconetti)
Introduzione alla simulazione tramite *Network Simulator 2*. Struttura del simulatore: doppia gerarchia C++ / Tcl tramite meccanismo delle classi *shadow*. Gli elementi principali del simulatore: nodi, applicazioni, agenti, link, pacchetti. Basi di linguaggio di programmazione Tcl. Esempio di una semplice simulazione con traffico CBR e FTP.

5 Novembre 2007, Ore 9.30 - 11.30
Lo standard "legacy" IEEE 802.11. I concetti di Basic Service Set (BSS), Distribution System (DS) e Extended Service Set (ESS). Descrizione dettagliata del protocollo MAC CSMA/CA di base - Distributed Coordinated Function (DCF). Il problema dei terminali nascosti e di quelli esposti. Il Network Allocation Vector (NAV). Descrizione del CSMA/CA con l'aggiunta delle trame RTS e CTS.

6 Novembre 2007, Ore 10.30 - 12.30
Le funzioni del Point Coordinated Function (PCF). Descrizione del protocollo di polling. Coesistenza del DCF e del PCF: contention free period (CFP) e contention period (CP). Descrizione di alcune sequenze di trasferimento dati tra l'Access Point e le stazioni. Riepilogo dei tempi utilizzati da IEEE 802.11: DIFS, SIFS, PIFS e EIFS.

8 Novembre 2007, Ore 9.30 - 11.30 (Claudio Cicconetti)
Inadeguatezza dei meccanismi per l'accesso al mezzo DCF e PCF di IEEE 802.11 al fine di garantire qualita` del servizio (QoS). Definizione di QoS prioritaria e parametrica. Il concetto di QoS in reti wireless. Lo standard IEEE 802.11e: architettura e classi di servizio. Descrizione del meccanismo di accesso al mezzo Enhanced Distributed Channel Access (EDCA).

9 Novembre 2007, Ore 11.30 - 13.30 (Claudio Cicconetti)
Il concetto di Hybrid Coordination Function (HCF). Descrizione del meccanismo di accesso al mezzo HCF Controlled Channel Access (HCCA). Le funzioni di scheduling e polling in HCCA. I meccanismi opzionali di Direct Link Setup e Block Acknowledgment.

12 Novembre 2007, Ore 9.30 - 11.30 (Enzo Mingozzi)
Introduzione allo standard 802.16 (WiMAX). Il modello di riferimento. Descrizione del Service Specific Convergence Sublayer (CS). Descrizione del MAC (parte comune): topologia punto-multipunto, gestione delle connessioni, formato dei pacchetti. Meccanismi di frammentazione, concatenazione ed ARQ.

13 Novembre 2007, Ore 10.30 - 12.30 (Enzo Mingozzi)
Descrizione del MAC (parte comune): meccanismi di supporto alla Qualità del Servizio. Definizione di Scheduling Service. Algoritmi di schedulazione della capacità Downlink ed Uplink. Meccanismi di richiesta di banda. Classi di servizio uplink: UGS, rtPS, ertPS, nrtPS, BE. Problemi di deadlock inerenti il meccansimo di richiesta ed allocazione di banda.

15 Novembre 2007, Ore 9.30 - 10.30 (Enzo Mingozzi)
Aspetti del livello fisico basato su OFDM: formato del burst di trasmissione. Meccanismi adattivi di selezione della codifica e modulazione. Struttura dei frame di downlink ed uplink FDD e TDD. Supporto per le stazioni Half-Duplex. Cenni al livello fisico basato su OFDMA. Conclusioni

15 Novembre 2007, Ore 10.30 - 11.30
Introduzione alle Wireless Mesh Networks. La comunicazione multihop wireless. Alcuni tipi di multihop wireless networks: ad hoc wireless networks, sensor networks, mesh networks. I vantaggi delle wireless mesh networks. Illustrazione delle architetture infrastructure e ibrida.

16 Novembre 2007, Ore 11.30 - 13.30
Cenni sull'ambiente radio. La path loss, lo slow fading ed il fast fading. Le capabilities del tranceiver wireless. Caratterizzazione dell'interferenza nell'ambiente wireless: il physical model ed il protocol model. Discussione dei modelli: 11protocol model, 16 protocol model e 01protocol model.

19 Novembre 2007, Ore 9.30 - 11.30
Modellazione di una WMN mediante un grafo. Il grafo dei conflitti. Esercizi. Illustrazione del problema del channel assignment e relative strategie. Discussione relativa alla formulazione del problema di channel assignment: vincoli e funzioni obiettivo.

20 Novembre 2007, Ore 10.30 - 12.30
Caratterizzazione degli algoritmi di channel assignment: load independent e load aware.
Discussione dettagliata dell'algoritmo load independent denominato "Connected Low Interference Channel Assignment Algorithm (CLICA)". Caratterizzazione della fairness nell'ambiente wireless multihop. I problemi di "information asymmetry" e "flow in the middle".

22 Novembre 2007, Ore 9.30 - 11.30
Presentazione delle motivazioni che hanno portato alla progettazione del MultiProtocol Label Switching (MPLS):

- *Integration of IP over ATM*
- *Extending Routing Functionality*

I concetti di base dell'MPLS

- *Control and Forwarding in Traditional IP Routing*
- *Forwarding Equivalent Classes (FEC)*
- *Conventional IP Routing Reformulated*

Componenti fondamentali dell'architettura MPLS

- *Control Component (Plane)*
- *Data or Forwarding Component (Plane)*

Descrizione dettagliata della MPLS Forwarding Component

- *Frame-mode MPLS Operation*
- *Cell-mode MPLS Operation*
- *Label Stack*
- *Penultimate hop popping*

23 Novembre 2007, Ore 11.30 – 13.30 (Claudio Cicconetti)
Esercitazione su installazione del simulatore ns-2, con patch per collezione e analisi di statistiche e generazione di traffico Voice over IP. Esempio di script di configurazione Tcl per un semplice scenario di simulazione. Discussione su meccanismi per l'automatizzazione delle procedure di simulazione e analisi.

26 Novembre 2007, Ore 9.30 – 11.30
MPLS Control Component.

Label Assignment.
Label Allocation to a FEC

- *Downstream-on-Demand*
- *Unsolicited Downstream*
  - ✓ *Liberal Label Retention Mode*
  - ✓ *Conservative Label Retention Mode*

Dal Label Switching al Label Switched Path (LSP).
Modalità di apertura di un LSP

- *Independent Control*
- *Ordered Control*

Il Label Switching con Label Stack. Esempio. Il LSP in Packet-Mode MPLS. Esempio di Independent Control, Unsolicited Downstream e Liberal Label Retention Mode. Ordered LSP Control: Unsolicited Downstream e Downstream-on-Demand. Esempi. L'aggregazione dei FEC. Cenni sul Label Distribution Protocol (LDP).

27 Novembre 2007, Ore 10.30 – 12.30

Il Cell-mode MPLS. Cell-mode MPLS Components (Forwarding e Control). Esempi. Caratteristiche ed esempi di Ordered Mode Downstream-on-Demand Label Allocation. MPLS Loop Detection and Prevention nel Frame-mode MPLS. MPLS Support di IntServ. Estensione dell'RSVP. Il *LABEL object* ed il *LABEL_REQUEST object*.

MPLS Support di DiffServ. Gli approcci *Exp* (*E-LSP*) e *Label* (*L-LSP*) per identificare un PHB. Confronto tra i due approcci. Introduzione al Traffic Engineering (TE). Le funzioni obiettivo del TE. L'architettura di un Traffic Engineering System:

- *Topology and State Discovery*
- *Traffic Demand Estimation*
- *Route Computation*
- *Graphical User Interface*
- *Network Interface*
- *Data Repository*

29 Novembre 2007, Ore 9.00-13.00 (Ciclo di Seminari IMT)

Workshop 1: "Internet di Nuova Generazione: Opportunità Industriali"

09.00-09.15 Saluto di benvenuto
Ugo Montanari , Dipartimento di Informatica e IMT, coordinatore del Dottorato in Computer Science and Engineering
09.15-09.40 Internet: Quali Scenari per il Futuro?
Luciano Lenzini, Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Università di Pisa
09.40-10.30 Reti e Servizi: un Destino Comune?
Giovanni Colombo, TILAB, Torino
10.30-11.00 I Progetti di Rete a Larga Banda nella Provincia di Lucca
Mauro Fenili, Lucense, Lucca

11.00-11.30 Intervallo

11.30-12.10 VoIP e Sistemi IMS: un Approccio Ingegneristico al Large Scale Conferencing
Giorgio Ventre, Dipartimento di Informatica e Sistemistica, Università di Napoli Federico II
12.10-12.30 Dallo Standard VoIP al Prodotto: Opportunità Iindustriali
Fabrizio Lenzini, Master S.p.A., Livorno
12.30-13.00 Wireless mesh: dalla Videosorveglianza al Digital Divide
Alessandro Erta, IMT e Fluidmesh Networks, Milano

30 Novembre 2007, Ore 11.30-13.30

Applicazioni dell'MPLS Constraint-Based Routing al Traffic Engineering. Il concetto di Trunk. Routing determinato dall'MPLS constraint-based routing intermixed con il routing dedotto da IP classico (destination based).

Applicazioni dell'MPLS Constraint-Based Routing al Fast Rerouting e alla QoS. Introduzione alle Virtual Private Networks (VPNs). I paradigmi Overlay e Peer-to-Peer delle VPN. Confronto tra i due paradigmi. Esempi di VPN Overlay.

30 Novembre 2007, 17:30-19:30 (Ciclo di Seminari IMT)

Open IMT: "Tecnologie della Informazione e Comunicazione: Sorgente di Iinnovazione o Utility/Commodity?"

17.30-18.15 Larga Banda ed Economia della Ubiquità. L'esperienza giapponese come case study
Mauro Sentinelli, TIM International, GSM Association
18.15-19.00 Prospettive tecnologiche e di mercato per l'informatica
Angelo Raffaele Meo, Dipartimento di Automatica e Informatica, Politecnico di Torino
19.00-19.30 Tavola rotonda

3 Dicembre 2007, Ore 9.30-11.30

Introduzione al Constrained-Based Routing. Alcuni tipi di Constraints. L'algoritmo di Constrained Shortest Path First (CSPF). Supporto MPLS al constraint-based routing: RSVP e CR-LDP. L'*Explicit Route Object* (*ERO*) utilizzato da RSVP per aprire un LSP lungo un percorso dedotto dal CSPF. Il Constrained Routing (CR) LDP come estensione dell'LDP. Le estensioni OSPF per supportare il CSPF. Confronto tra CR-LDP e RSVP.

4 Dicembre 2007, Ore 10.30-12.30

Caratterizzazione delle topologie di VPN maggiomente utilizzate: hub-and-spoke, redundant hub-and-spoke e partial mesh. Caratterizzazione business delle VPN: intranet VPN e extranet VPN. Il modello VPN peer-to-peer. La sovrapposizione dei piani di indirizzamento tra due o più VPN (overlapping VPN). Introduzione all'architettura MPLS/VPN. I concetti di *VPN Routing and Forwarding (VRF)* table e di *Route Target*. Esempi di utilizzazione del Route Target. Propagazione delle informazioni di VPN routing nel Provider Network attraverso il protocollo MP-iBGP.

5 Dicembre 2007, Ore 9.30-11.30

Considerazioni sull'uso del BGP nelle MPLS/VPN. L'attributo BGP di Extended Community. Esempi di configurazione di politiche di Import e Export delle routes per implementare la intersite connectivity. L'indirizzamento VPN-IP:

- *il Route Distinguisher (RD)*
- *l'uso dell'RD in una MPLS/VPN*

6 Dicembre 2007, Ore 11.30-13.30
L'uso di RD nell'ambito delle MPLS/VPN. RD vs RT. Multiple Customer Within the Same VPN. L'Enhanced BGP Decision Process for VPN-IPv4 Prefixes. L'impatto delle topologie complesse sulle Virtual Routing Tables. Advanced MPLS/VPN Topologies. VPN packet forwarding across an MPLS VPN Backbone. VPN label propagation. Two-Level Label Stack. La scalabilità delle MPLS/VPN.

19 Dicembre 2007, Ore 8.30-10.30 (Vanessa Gardellin)
Caratteristiche del simulatore ns-miracle. Esempio di script di configurazione Tcl per un semplice scenario di simulazione in ambiente multi-channel.

20 Novembre 2007, Ore 9.30 – 11.30 (Claudio Cicconetti)
Riassunto su svolgimento delle fasi di simulazione, dall'analisi del problema all'interpretazione dei risultati. Cenni sull'architettura dei nodi wireless in ns-2, con particolare riferimento a IEEE 802.11. Modelli di propagazione in ns-2.

20/21 Dicembre 2007, Ore 9 - 13/14.00 - 18.00 (Giovanni Colombo)
Seminario intensivo dal titolo: *UMTS – Roots, Status and Perspectives*

- ✓ Radio Basics
  - *Access Modes*
  - *Code Division Multiple Access*
- ✓ Radio Resource Management
  - *Structure and Use of the Physical Channels*
  - *Logical Channel Definition*
  - *Code Management*
- ✓ Core network, Mobility and Switching
  - *Architecture*
  - *Protocol Scheme*
  - *Basic Functions, Handover Call Set-Up, Location Update*
- ✓ Network and Service Control
- ✓ Engineering Issues
  - *Radio Coverage and Dimensioning*
  - *Frequency Allocation*
  - *Access Network*