

## ATTIVITÀ DELLE UNITÀ DI RICERCA ADVANCED QUALITY OF EXPERIENCE

L'attività prioritaria di questa Unità di Ricerca riguarda lo studio delle metodologie di rete che permettono la garanzia della Qualità del Servizio e la relativa Qualità dell'Esperienza (QoE), includendo le tecniche per la loro misura, prendendo in considerazione anche gli aspetti multimediali di prossimo futuro. In particolare, in quest'anno gli studi dell'Unità si sono focalizzati su alcuni nuovi aspetti delle reti di telecomunicazione.

L'evoluzione del settore ICT sta mostrando una sempre maggiore integrazione tra la rete di telecomunicazioni e quelle entità periferiche che detengono contenuti come ad esempio Data Center e Video Server. Fino a poco tempo fa, tale integrazione avveniva solo per lo scambio di dati, ma oggi, vista l'enorme quantità di traffico scambiato in frazioni di tempo sempre più piccole, è richiesta una gestione simultanea della rete e delle entità periferiche ai fini di ottenere un'adeguata allocazione delle risorse in maniera dinamica e soprattutto idonea ai contenuti che devono essere scambiati, e quindi con opportuni livelli di Qualità del Servizio (QoS) e Qualità dell'Esperienza (QoE). Ne deriva che la gestione della rete sarà sempre più guidata da criteri legati alla QoS e QoE, e quindi ai contenuti: si va quindi verso nuove architetture denominate Content Centric Networks.

Non a caso, l'attività prioritaria di questa Unità di Ricerca ha riguardato la valutazione della Qualità dell'Esperienza (QoE), ossia della qualità percepita direttamente dall'utente, e la definizione della QoE con metodi oggettivi che prendano in considerazione anche aspetti multimediali di prossimo arrivo. Grazie all'utilizzo di questi metodi oggettivi è possibile valutare la correlazione tra la QoE e le prestazioni della rete (QoS). Individuare una corrispondenza tra QoS e QoE consente, infatti, di adattare i servizi alla rete e di far evolvere quest'ultima verso i servizi desiderati. In tal modo sarà possibile creare delle procedure dinamiche che permetteranno di gestire la rete in base alle esigenze dei contenuti. In altri termini, dalla periferia della rete arriveranno degli input (intesi come risultati di procedure basate su QoS e QoE) che confluiranno verso un'entità centralizzata (denominata Orchestrator) in grado di gestire risorse e connessioni nella rete secondo quegli schemi che oggi prendono il nome di Software Defined Networks (SDN). È da precisare che, nel panorama SDN, alla rete di TLC non sono necessariamente richieste profonde modifiche in termini di protocolli e architetture, e quindi tutti gli standard attualmente utilizzati possono essere mantenuti; ciò che cambia profondamente è la modalità di assegnazione della banda e dei circuiti, che tende a divenire automatica e guidata dai contenuti.

Le tematiche della QoS e della QoE sono state affrontate in stretta collaborazione con il progetto europeo MPLANE, nell'ambito del quale sono state proposte e sperimentate nuove tecniche per la misura della QoS per accessi ultrabroadband allo scopo di valutare la differenza tra la capacità di linea erogata dagli ISP e la capacità a disposizione dell'utente, anche ai fini di una verifica di Service Level Agreement (SLA), che può avvenire a diversi livelli della Pila OSI (si pensi, ad esempio, alla verifica della banda che un utente ha sulla sua linea o della banda con cui un servizio viene erogato).

Rispetto alle attività del progetto MPLANE, gli studi dell'Unità di Ricerca si sono concentrati maggiormente sul tema della QoE. In particolare è stata definita una metodologia per la misura della QoE per servizi di tipo Youtube erogati con diversa qualità. Tale procedura è basata sul conteggio del numero delle interruzioni e sulla durata di tali interruzioni, con un'associazione tra questi eventi e i valori del MOS-Mean Opinion Score (valori compresi tra 1 "cattivo" e 5 "buono"). Una volta definita questa procedura, è stata studiata con sperimentazioni in campo (3G) e in laboratorio (GPON) la correlazione tra questa QoE e la QoS misurata sulla rete sotto test. Sono stati così trovati dei parametri minimi di QoS necessari per una buona fruizione di servizi Web Tv (Youtube, Rai, Mediaset) in modalità standard e HD.

È quindi iniziato uno studio sulle SDN per capire come utilizzare le procedure adottate per la misura della QoS e QoE al fine di far adattare la rete alla necessità dei contenuti. In collaborazione con il progetto ATENA, è iniziato uno studio per la riconfigurazione della rete NGN presente nel laboratorio ISCOM secondo gli schemi consolidati di SDN.

Per finire, l'Unità ha collaborato con il progetto nazionale PRIN ROAD-NGN sui temi delle reti di accesso ottiche e collabora con l'ISCOM sulle questioni dell'ITU-T SG12 (QoS), SG13 (SDN) e SG15 (reti e sistemi ottici).

#### Pubblicazioni

- Le pubblicazioni afferenti alle tematiche di questa Unità sono riportate nelle relazioni dei Progetti MPLANE e ATENA.

#### Dottorandi

- Giuseppe Tripaldi, Broadcast TV su fibra (UNIROMA2-RoadNGN)
- Edion Tego, QoS (FUB-MPLANE)

#### Tesisti

- Vincenzo Attanasio (Uniroma2)
- Claudio Paris, Giulio Scirè (Uniroma3)

## ATTIVITÀ DELLE UNITÀ DI RICERCA INFORMATION PRIVACY

L'unità di ricerca Information Privacy si occupa delle metodologie per l'ingegnerizzazione della privacy. L'obiettivo è la tutela dell'identità e delle informazioni personali, minacciate dalla sterminata produzione di tracce digitali che gli utenti cittadini forniscono direttamente o lasciano indirettamente su Internet quando interagiscono con reti sociali, motori di ricerca, siti di commercio elettronico, e con qualunque altro tipo di servizio che implichii il transito di dati riservati sulle reti di comunicazione elettronica.

Le comuni tecniche di anonimizzazione e protezione di dati personali adottate dai fornitori di servizi Internet non sono sufficienti ad impedire il processo di acquisizione su larga scala da parte di terzi di informazioni personali dettagliate, le quali possono essere vendute e utilizzate senza alcun controllo da parte dell'interessato. Il passaggio da dati anonimi (o anonimizzati) a profili personali, perseguito da aziende specializzate, è oggi più facile grazie ai progressi delle tecniche di data mining e alla proliferazione di dati personali pubblici da incrociare.

Essendo riconosciuta a livello internazionale l'impossibilità degli strumenti normativi di stare al passo con le innovazioni tecnologiche e i modelli di business emergenti, è diventato ormai necessario supportare l'azione legislativa con tecnologie di protezione della privacy incorporate direttamente nei servizi che trattano i dati degli utenti ("privacy by design").

### Anonimizzazione dei web query log

Uno dei principali problemi presenti nella maggior parte dei metodi di anonimizzazione è l'eliminazione delle interrogazioni infrequente, con conseguente drastico ridimensionamento dell'utilità dei log anonimizzati. Nel tentativo di superare tale limite, nell'articolo [1] era stato presentato un nuovo metodo di anonimizzazione basato sull'affinità semantica, nel quale le interrogazioni rare possono essere mantenute a condizione che esse rappresentino dei raffinamenti di interrogazioni canoniche frequenti.

Nel 2013 questo metodo è stato esteso, sia da un punto di vista teorico sia sperimentalmente, e le sue prestazioni sono state confrontate con un altro metodo di anonimizzazione semantica che sfrutta le gerarchie di concetti presenti in WordNet per generalizzare interrogazioni differenti ma concettualmente collegate. La tecnica basata sull'affinità e i risultati del confronto sperimentale sono descritti nell'articolo [2].

### Misure globali di riservatezza e utilità nella pubblicazione elettronica dei dati

Sebbene tutte le tecniche per l'anonimizzazione di dati strutturati o testuali si basino sul principio di aumentare la riservatezza a scapito dell'utilità dei dati anonimizzati, nella pratica i modelli di privacy che sono stati proposti sono profondamente differenti e i loro risultati non possono essere confron-

tati. È per questo motivo che la ricerca si è concentrata su misure di riservatezza e utilità globali, cioè indipendenti da uno specifico modello di privacy o da una particolare applicazione.

Nell'articolo [3] vengono introdotti due indici globali basati sulla teoria dell'informazione che si applicano direttamente ai dati anonimizzati, e forniscono una misura della diminuzione del loro contenuto informativo rispetto ai dati originari, sia in termini di riservatezza che di privacy.

### Sistemi per la gestione dell'identità digitale

Sono state analizzate le problematiche connesse alla tutela e alla gestione dell'identità digitale su Internet, soprattutto con riferimento all'impiego delle architetture federate *single sign-on* ai fini di un'autenticazione più semplice ed efficace ai servizi online (vedi articolo [4]).

Queste attività sono sfociate in un'idea progettuale collegata al nascente Sistema Pubblico per la gestione dell'Identità Digitale di cittadini e imprese (SPID), che avrà lo scopo di agevolare l'accesso ai servizi in rete da parte di cittadini e imprese. SPID adotterà il paradigma delle architetture federate e sarà istituito a cura dell'Agenzia per l'Italia digitale in collaborazione con soggetti pubblici e privati accreditati come certificatori. La realizzazione di un tale sistema presenta rilevanti problemi di sicurezza e privacy al cui superamento potrebbe contribuire la FUB, come proposto a Francesco Caio nell'incontro di novembre.

### Internet Privacy Lab

È stata elaborata un'idea progettuale per la realizzazione di un laboratorio per la misurazione e la protezione delle informazioni personali su Internet. Il laboratorio ha l'obiettivo di fornire strumenti di misurazione e tutela rispetto ad un insieme di scenari applicativi d'interesse, quali ad esempio il livello di esposizione digitale dei cittadini sulle reti sociali e sul web, gli strumenti *do-not-track* e il monitoraggio delle apps per i dispositivi mobili, la protezione dell'identità digitale nelle architetture *single sign-on*, la tutela della privacy nel cloud computing, la protezione delle informazioni personali deducibili dai dati in transito su reti mobili, la protezione dalla profilazione dei motori di ricerca.

### Information retrieval e data mining

Nel corso del 2013 sono state svolte una serie di attività su temi di information retrieval e data mining. Queste metodologie non riguardano direttamente la privacy, ma spesso sono strumentali all'estrazione di informazioni personali da dati e servizi e quindi possono essere impiegate per analizzare le vulnerabilità e sviluppare adeguate contromisure.

Una delle tecniche di analisi dei dati sulle quali l'unità di ricerca ha una consolidata esperienza è la "formal concept analysis". Nel 2013 si è svolto il workshop internazionale *Formal Concept Analysis meets Information Retrieval*, nel quale Claudio Carpineto è stato program chair [5] e invited speaker [6].

Le competenze su data analysis hanno trovato applicazione anche nel progetto PirelliGMKT, al quale partecipano Claudio Carpineto, Gianni Romano e Cosimo Dolente. Il progetto ha l'obiettivo di fornire supporto al geo-marketing Pirelli per le stime dei potenziali di vendita per area geografica e l'individuazione delle aree più promettenti.

### Linked Open Data

Uno dei pilastri per la realizzazione dell'Open Government è la pubblicazione su Internet dei dati prodotti dagli enti governativi in formati aperti e riutilizzabili gratuitamente da cittadini, imprese e Pubbliche Amministrazioni.

Questa iniziativa costituisce un'opportunità e una sfida per le tecnologie informatiche, in particolare quelle di information retrieval e web semantico, perché prevede l'integrazione di dati intrinsecamente eterogenei, pubblicati utilizzando vari formati, vocabolari differenti e metadati di qualità molto va-

riabile. A questo si devono aggiungere i problemi legati al multilinguismo, alla dinamicità delle pubblicazioni e alle elevate dimensioni complessive dei dati.

Nell'articolo [7] vengono discussi gli aspetti tecnici più rilevanti che presiedono alla pubblicazione, gestione e riutilizzazione degli open data, analizzando lo stato dell'arte, i problemi aperti e gli scenari avanzati più promettenti. Ampio spazio viene dedicato alla situazione italiana, dove sono in atto una serie di iniziative coordinate dall'Agenzia per l'Italia digitale in collaborazione con vari organismi della Pubblica Amministrazione, e che potrebbero prevedere un ruolo più attivo da parte del Dipartimento per le Comunicazioni.

## Pubblicazioni

### Anonimizzazione dei web query log

1. Carpineto C., Romano G. (2013), "Semantic search log k-anonymization with generalized k-cores of query concept graph", ECIR 2013 best paper award, Proceedings of 35th European Conference on Information Retrieval (ECIR 2013), Moscow, March 24-27, 2013, Springer, 2013, Vol. 7814, pp. 110-121.
2. Carpineto C., Romano G., (submitted), "k<sub>e</sub>-Affinity Privacy: Releasing Infrequent Query Refinements Safely".

### Misure globali di riservatezza e utilità nella pubblicazione elettronica dei dati

3. Carpineto C., Romano G. (submitted), "Information-theoretic performance measures for anonymized search log data".

### Sistemi per la gestione dell'identità digitale

4. Carpineto C., Castrucci R., Guida F., Pellegrini M. e Romano G. (2013), "Uno, nessuno e centomila: verso una gestione unitaria dell'identità digitale", Media 2000, n. 296, ottobre 2013.

### Sistemi per la gestione dell'identità digitale

5. Carpineto C., Kuznetsov S., Napoli A. (Eds.) (2013), "Proceedings of the International Workshop on Formal Concept Analysis Meets Information Retrieval (FCAIR 2013)", Moscow, March 24, 2013, CEUR-WS.org 2013, Vol. 977.
6. Carpineto C. (2013), "FCA and IR: The Story So Far (abstract)", Tutorial at the International Workshop on Formal Concept Analysis Meets Information Retrieval (FCAIR 2013), Moscow, pp. 1.

### Linked Open Data

7. Carpineto C., Romano G. (2013), "Open Government Data: una roadmap tecnica", Media 2000, n. 291, dicembre 2012/gennaio 2013.
8. Carpineto C., Romano G. (2012), "A Survey of Automatic Query Expansion in Information Retrieval", ACM Computing Surveys, Vol. 44, N. 1, Article 1, pp. 1-50.

## Premi e riconoscimenti scientifici

- A giugno 2013 l'articolo [8] è stato designato dall'ACM (la più importante associazione di informatica a livello mondiale) come **Notable Paper**, facente parte cioè delle 80 migliori pubblicazioni di informatica del 2012.
- L'articolo [1] ha vinto il **Best Paper Award** della 35th European Conference on Information Retrieval (ECIR 2013), Moscow, 24-27 marzo 2013.
- Claudio Carpineto è stato **Program co-Chair e Invited speaker** dell'International Workshop on Formal Concept Analysis meets Information Retrieval (FCAIR 2013), Mosca, 24 marzo 2013.

## Partecipazione a comitati di programma

## Attività di reviewing per convegni e riviste

- IP&M, TOIS, TALIP, JASIST, AMAI, JSW.

## Partecipazione ad organismi

Claudio Carpineto è stato delegato italiano al 18th Meeting of the Public Sector Information Group e al 4th Meeting of the Working Group on the pan-European Open Data portal (26-27 novembre 2013), come esperto di Open Data.

Inoltre ha svolto un intervento al convegno “Datagate e Privacy” svoltosi presso la Camera dei Deputati il 6 dicembre 2013.

## Attività dottorandi, tesi di laurea e dottorato

Attivazione da novembre 2013 della borsa di dottorato in Informatica dell’Università di Roma La Sapienza per Davide Lo Re (supervisor Claudio Carpineto), sul tema “Internet privacy”.

## ATTIVITÀ DEI CENTRI DI COMPETENZA TRASPORTO DELL'INFORMAZIONE

Il Centro di Competenza Trasporto dell'Informazione racchiude tutte le competenze FUB sulle reti, sia terrestri (su cavo e fibra), sia a radiofrequenza, nonché sulla qualità del servizio offerto dalle reti medesime.

I concetti di rete e di qualità del servizio sono da intendersi in tutte le possibili declinazioni, con riferimento alla funzionalità delle reti nella loro globalità (reti pubbliche fisse e mobili, reti locali, reti private a lungo e corto raggio, reti di diffusione radiofonica e televisiva).

Si fa riferimento alle sezioni funzionali delle reti (accesso fisso, accesso radio, Core Network) e alle tematiche più strettamente tecniche quali routing, switching e codifiche di dati per le reti, nonché alle problematiche inerenti lo spettro radio con le metodologie e tecniche di pianificazione e assegnazione delle risorse trasmissive.

Sulla base delle attività di approfondimento scientifico svolte dai ricercatori all'interno dei progetti in cui operano, nel corso del 2013, sono state individuate delle schede di studio che hanno portato al raggiungimento di una serie di risultati scientifici, di seguito elencati.

- Studio delle problematiche di coesistenza di diversi sistemi o servizi
- Analisi e valutazione di metodologie per l'uso efficiente dello spettro
- Refarming delle bande GSM
- Attività di aggiornamento libro di Televisione su IP
- Attività inerenti la QoS nelle reti di accesso a Internet fissa e mobile
- Risparmio energetico nelle reti di trasporto
- Architetture e tecniche di multicasting

### **Studio delle problematiche radio di coesistenza di diversi sistemi o servizi**

A causa delle spinta internazionale (ITU) ed europea (CEPT) verso l'armonizzazione dell'uso di bande di frequenza per servizi wireless a larga banda, si devono prevedere strumenti per garantire la coesistenza di diversi sistemi o applicazioni nella stessa banda o in bande adiacenti. Il limite principale alla coesistenza è dovuto alla possibile interferenza reciproca che deve essere mantenuta al di sotto di valori accettabili. Risulta pertanto necessario studiare le modalità operative che garantiscono il corretto funzionamento in termini di qualità del servizio dei diversi sistemi.

In questo contesto, sono stati prodotti i seguenti contributi:

- Analisi delle problematiche di coesistenza tra sistemi IMT e ponti radio nella banda a 3.5 GHz (nell'ambito del gruppo CEPT PT1).

- Analisi e studio delle problematiche di coesistenza per l'uso futuro della banda 700 MHZ per IMT dalla prossima WRC 15 (gruppo ITU JTG 4567 e gruppo CEPT PTD e PT1).
- Inizio studi di coesistenza dei servizi IMT con diversi servizi incumbent nelle future bande candidate per IMT (gruppo ITU JTG 4567 e gruppo CEPT PTD e PT1).

#### **Analisi e valutazione di metodologie per l'uso efficiente dello spettro**

Diverse strategie per l'uso più flessibile ed efficiente dello spettro radio sono attualmente oggetto d'indagine da parte di organismi internazionali (ad esempio ITU, CEPT).

Un nuovo approccio regolamentare basato su LSA (Licensed Shared Access) per l'uso condiviso dello spettro è stato oggetto di discussione nei gruppi CEPT FM53 e FM52. Il primo gruppo (FM53) ha definito le linee guida sugli aspetti regolamentari generali per l'approccio LSA (ECC Report 203) mentre nel gruppo CEPT FM52 è stato approfondito un caso di studio per l'implementazione dell'approccio LSA nella banda a 2.3-2.4 GHz. FUB ha analizzato e confrontato diversi approcci tecnici e regolamentari per la condivisione dello spettro includendo anche LSA.

Un aspetto fondamentale per riuscire a implementare qualsiasi approccio di condivisione dello spettro è una conoscenza approfondita sull'uso effettivo (tipologie di servizi e applicazioni) delle diverse bande di frequenza. Nell'ambito del Progetto FUB-AGCOM "Analisi conoscitiva sull'attribuzione, l'assegnazione e l'utilizzo dello spettro radioelettrico", si è focalizzata l'attenzione su alcune bande di frequenza cercando di individuare, sulla base di diverse fonti disponibili, i parametri necessari al fine di valutare l'uso effettivo e l'efficienza d'uso tenendo conto di aspetti tecnici, economici e sociali.

#### **Reframing delle bande GSM**

A seguito dell'introduzione del sistema UMTS nella banda a 900 MHz e del sistema LTE nella banda a 1800, occorre verificare che la qualità del servizio degli utenti GSM 900 non venga degradata rispetto alla situazione precedente all'attivazione di siti UTMS 900 o LTE 1800.

L'attività di studio effettuata nell'ambito del progetto Refarming ha riguardato maggiormente le metodologie per valutare in maniera affidabile la qualità complessiva degli utenti GSM considerando un numero limitato di campioni di misura.

#### **Attività su televisione su IP**

Nell'ambito della tematica generale riguardante le tecniche di QoS, assumono particolare rilevanza gli aspetti relativi ai servizi di diffusione televisiva su Internet sia in termini architettonici sia in termini di tecnologie di trasporto. In tale contesto, è stata condotta un'attività di aggiornamento tecnologico che si è focalizzata su entrambi gli aspetti suddetti.

Relativamente alle tecnologie di trasporto, lo studio ha riguardato sia lo stato dell'introduzione delle tecnologie di recupero delle perdite di pacchetti a livello applicativo (AL-FEC), sia la recente standardizzazione in ambito MPEG della tecnologia DASH (Dynamic Adaptive Streaming over HTTP) che sembra costituire un passo significativo verso l'unificazione dei sistemi. Quest'ultima tecnologia, infatti, seppure con declinazioni proprietarie, è alla base delle più diffuse piattaforme di WEB TV quali Microsoft Silverlight, Adobe Flash ed Apple.

Per quanto riguarda gli aspetti più strettamente architettonici, si è analizzato lo standard MPEG-M che dovrebbe costituire un elemento unificante per la definizione delle architetture dei sistemi di diffusione televisiva su IP.

Con riferimento ai cosiddetti sistemi ibridi broadcast/broadband (Connected TV), è stata effettuata un'analisi tecnologica riguardante le piattaforme che sono supportate dai principali produttori di apparati di questo tipo, fornendone un quadro aggiornato. L'attività in questione ha consentito di contribuire alla risposta FUB alla consultazione AGCOM in vista dell'eventuale stesura di un libro bianco sulla tematica delle Connected TV.

**Attività inerenti la QoS nella rete di accesso a internet fissa e mobile**

Durante il 2013, le tematiche della qualità di accesso Internet sono state approfondite nell'ambito di due importanti progetti commissionati da AGCOM riguardanti la misura della qualità del servizio di accesso ad Internet sia da postazione fissa che da postazione mobile. Con riferimento allo sviluppo delle architetture hardware e software delle misure, sono stati approfonditi aspetti di studio legati ai metodi e alle metriche di misura con lo scopo di proporre i prossimi passi da seguire nell'evoluzione dei progetti stessi.

**Ricerca QoS Mobile**

Nell'ambito del Progetto della valutazione della qualità dei servizi erogati tramite rete radiomobile, Delibera 154/12/CONS (qualità dell'accesso a Internet da rete mobile), è stata avviata un'attività di studio circa la definizione di una misura obiettiva e il più possibile affidabile delle connessioni di rete mobile. È noto che gran parte dei servizi siano basati sullo stack TCP/IP e su protocollo HTTP, pertanto le performance dei servizi erogati agli utenti sono generalmente regolate dal protocollo TCP. Se, da un lato, tale protocollo permette una consegna affidabile dei dati tramite il meccanismo di controllo e recupero degli errori, dall'altro, esso rappresenta il collo di bottiglia soprattutto nel caso di reti con elevato prodotto banda-ritardo. Questo scenario diventa particolarmente rilevante con l'introduzione di tecnologie di accesso alla rete a larga banda; in particolare, nel contesto mobile, realizzare una misura basata sul protocollo TCP richiede particolari accortezze. Pertanto, l'attività di studio ha riguardato l'analisi del comportamento del protocollo TCP nelle reti mobili e l'impatto che questo protocollo ha sulla verifica delle prestazioni.

Per quanto riguarda le connessioni con elevato prodotto banda-ritardo, l'ETSI (ETSI TS 102 250-5 V2.2.1, 2011-04) non definisce una modalità di misura ma suggerisce solamente di eseguire una misura tramite protocollo HTTP con una durata del test (tempo di download di un file) pari almeno a 10sec. Questa durata è considerata accettabile visto il funzionamento del protocollo TCP, ossia la durata del transiente iniziale prima di arrivare allo *steady state* (ovvero alla fase lineare). La dimensione del file da scaricare tramite test HTTP deve essere sufficientemente grande al fine di permettere al TCP di aprire completamente la finestra e arrivare alla fase lineare. Il transiente iniziale dipende dal ritardo in rete, pertanto nel caso delle reti mobili il tutto è complicato dal fatto che i ritardi sono più elevati e soprattutto variabili. Sulla base di queste considerazioni e degli studi portati avanti si è evidenziato il rischio di sottostimare in alcuni casi le prestazioni della rete sotto test.

Dopo aver individuato e analizzato i limiti del TCP nel caso di reti ad elevato prodotto banda-ritardo, è stata proposta e implementata una misura basata sulla multisessione TCP al fine di valutare come variano le prestazioni di rete. La multisessione consiste nello scaricamento di un flusso di dati di dimensione elevata o nello scaricamento in parallelo di un certo numero di flussi per un intervallo temporale (entrambi fissati a priori). È evidente che, al fine di ottenere un'implementazione efficace della misura, va valutato il corretto dimensionamento del numero dei flussi a seconda dei parametri in gioco.

Questa misura è stata implementata durante la campagna di drive test svolta contestualmente al progetto AGCOM Delibera 154. Il test di multisessione implementato consiste nello scaricamento in parallelo tramite protocollo HTTP di 5 flussi di 40Mbyte ciascuno. Il test dura 60secondi e, allo scadere del timeout, viene calcolato il numero di byte trasferiti durante l'intera connessione. Il throughput finale si ottiene dal rapporto tra i byte scaricati durante il test e la durata del test stesso.

In Figura 1, vengono riportate le curve cumulative di test basati su multisessione e test basati su singola sessione; dai risultati ottenuti è possibile vedere come, nel caso di multisessione (rappresentata dalla curva arancione), le prestazioni in termini di bit rate misurabile aumentino notevolmente rispetto allo scaricamento tramite una singola connessione (curva blu) superando le limitazioni intrinseche del protocollo TCP.

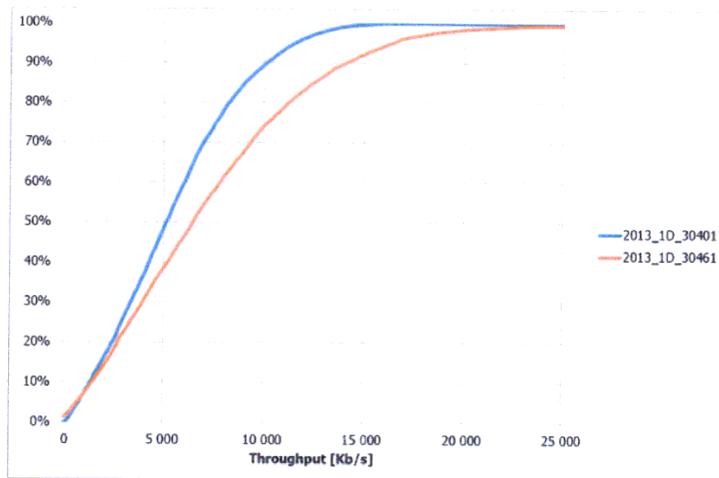


Figura 1. CDF – Singola e Multi Sessione

Come si può vedere dalla Figura 1, il test basato sulla multisessione permette di superare il problema della scelta della dimensione del file da scaricare superando i limiti dovuti al meccanismo di funzionamento del TCP. La misura basata su multisessione consente, infatti, di saturare il canale tramite lo scaricamento in parallelo di 5 flussi di dati. Tale metodologia diventa particolarmente rilevante nella pianificazione di misure su tecnologie di accesso alla rete mobile di nuova generazione.

Un'altra attività di studio svolta nell'ambito del progetto della qualità del servizio delle reti mobili è stata l'analisi del funzionamento del test di ping. In particolare, dalle analisi dei risultati delle misure effettuate durante il progetto si è osservato che una parte dei pacchetti dei test di ping viene scambiata in canale comune e non in canale dedicato con un conseguente aumento del Round Trip Time. Le cause di questa "anomalia" possono essere attribuite a diversi fattori tra cui il posizionamento della batteria di ping all'interno dello script di misura, la dimensione del pacchetto di ping o anche la durata dell'intervallo tra un pacchetto di ping e il successivo. Pertanto, sono stati effettuati degli studi attraverso l'implementazione di diverse combinazioni di test di ping, in termini di posizionamento all'interno di un ciclo di misura, in termini di aumento della dimensione del pacchetto di ping al variare della durata dell'intervallo tra un pacchetto e l'altro, al fine di analizzare l'utilizzo del canale. Scopo di questo studio è massimizzare l'utilizzo del canale dedicato, al fine di migliorare le prestazioni in termini di ritardo di rete.

Per la descrizione dettagliata delle attività, si rinvia alla sezione "Progetti".

### Risparmio energetico nelle reti di trasporto

All'interno del progetto Atena e del progetto europeo FP7 TREND, sono stati condotti studi sul consumo energetico delle reti di telecomunicazioni. In particolare, in collaborazione con i partner europei e con il Politecnico di Torino, è stato effettuato uno studio sul consumo energetico delle reti di accesso.

Lo studio ha riguardato le tecniche di spegnimento degli apparati di utente nelle reti di accesso in fibra e ha evidenziato come, ponendo gli apparati in stand-by in particolari condizioni di traffico, si possa risparmiare energia fino al 65% rispetto al caso in cui nessuna azione viene intrapresa.

### Architetture e tecniche di multicasting

Nell'ambito del progetto Atena, è stata condotta una sperimentazione sulle Content Delivery Networks, in particolare riguardo le tecniche di multicasting. Sono state comparate implementazioni ba-

sate su multicasting ottico in reti WDM e su multicasting in reti di trasporto Carrier Ethernet, in termini di CapEx della rete. Inoltre, è stata condotta, nei laboratori del Mise, una sperimentazione di multicasting basata sulle tecniche PBB e VPLS, in un'ottica di misura della QoS.

### **Machine to machine (M2M)**

Nell'ambito del progetto HARNESS, il cui scopo è la definizione e realizzazione di reti di sensori per applicazioni sottomarine, l'attività della Fondazione è focalizzata sui seguenti aspetti:

- M2M
- Internet of Things
- Studio dei protocolli di strato MAC e NWK più adatti a questo tipo di reti a seconda delle applicazioni
- Studio di "Cognitive Network", ossia analisi della rete di sensori intesa come "sciame" in cui ogni azione non è demandata al singolo ma viene intrapresa in maniera collaborativa da tutti gli elementi costituenti la rete; ciò implica analisi dei protocolli di comunicazione atti a definire quale sia il carico di traffico dati che la rete deve sostenere e quello di segnalazione necessario affinché ogni nodo appartenente allo sciame abbia tutte le informazioni necessarie per intraprendere azioni collaborative con gli altri nodi.

Il progetto HARNESS si è concluso a novembre 2013 e ha portato alla definizione di un prototipo del robot sottomarino "VENUS" sviluppato da ENEA (sede Casaccia). Durante il progetto, il ruolo di FUB, in collaborazione con l'Università di Roma "Tor Vergata", è stato quello di definire i protocolli di comunicazione più adatti per permettere ai robot sottomarini di comunicare in una configurazione di rete.

In particolare, nell'anno 2013, l'attività svolta da FUB ha riguardato:

### **Studio della traiettoria dei nodi**

La rete di sensori è una rete che si muove in acqua, quindi un modello di propagazione in 2D non è sufficiente come per le reti terrestri. Si è definito quindi un modello di propagazione in 3D realistico, in cui sono state considerate anche le oscillazioni delle posizioni dei nodi dovute alla presenza di correnti. Sono state effettuate analisi di prestazioni dei protocolli di comunicazione che si basano sulla posizione dei vicini "location based" con il modello realistico 3D di mobilità dei nodi e paragonate ai modelli noti in 2D. Si è rilevato che le prestazioni degradano fortemente, pertanto bisogna definire un trade-off tra la quantità di informazione che si vuole trasmettere (traffico dati) e il traffico di segnalazione necessario per permettere ai nodi di sapere dove si trovano rispetto ai nodi a loro più vicini (se sono ancora nello swarm oppure no).

### **Studio del canale trasmissivo e del suo utilizzo considerando l'utilizzo della trasmissione sia acustica sia ottica**

Per sua natura, il canale trasmissivo acustico è caratterizzato da una velocità di propagazione molto bassa rispetto alle trasmissioni radio, e di conseguenza l'accesso al mezzo porta a dei ritardi di latenza elevati che inficiano il buon funzionamento della rete. La trasmissione acustica, invece, permette di raggiungere più alti Bit Rate, ma è fortemente dipendente dalle condizioni fisiche del canale: variazioni di torbidità o salinità dell'acqua possono degradare le qualità trasmissive al punto di impedire la comunicazione tra i nodi (breakdown communication).

Lo studio dei protocolli esistenti per l'una e l'altra tecnologia di trasmissione è stato sostenuto da analisi simulative di sistema. Tale studio è stato effettuato tenendo conto della possibilità di sviluppare in futuro modelli di robot più avanzati ("VENUS 2"), dotati sia di un modem acustico sia di un modem ottico e di una capacità di processing più complessa tale da consentirgli, in base ai parametri del canale di trasmissione, di decidere quale canale selezionare. Lo studio qui descritto verrà presentato da ENEA all'IIT (<http://www.iit.it>) per la richiesta di finanziamento di un progetto conseguente ad HARNESS (HARNESS II).

**Pubblicazioni****Studio delle problematiche radio di coesistenza di diversi sistemi o servizi**

- Mobile-DTT(13)15, "Input assumption for IMT base station used for the CPG/PT D studies on co-existence between the mobile service to be deployed in the band 694-790 MHz and the broadcasting service operating below 694 MHz", CPG PTD Mobile-DTT Ad Hoc Group, Paris, August 29-30 2013.
- 3.5CG(13)14, "Italian contribution to working document "Least Restrictive Technical Conditions suitable for Mobile/Fixed Communication Networks (MFCN), including IMT, for the frequency range 3400-3800 MHz", ECC PT1 - XO #3 meeting CG on 3.5 GHz, Copenhagen, April 9-10 2013.

**Analisi e valutazione di metodologie per l'uso efficiente dello spettro**

- Guiducci D., Carciofi C., Castrucci R., Barbioli M., "Analysis of different authorization approaches for the shared access to radio spectrum", 24th European Regional Conference of the International Communication Society, Florence, Firenze, October 20-23, 2013.

**Risparmio energetico nelle reti di trasporto**

- Valenti A., et al, "TREND towards more energy-efficient optical networks", 17th International Conference on Optical Network Design and Modeling (ONDM 2013), Telecom Bretagne, Brest, France, April 16-19, 2013.

**Architetture e tecniche di multicasting**

- Maier G., Pattavina A., Siracusa D., Valenti A., Matera F., "Advantages of a content delivery network architecture based on WDM and carrier ethernet multicasting", Fotonica 2013, Milano, 21-23 maggio 2013.

**Attività di reviewing per convegni e riviste**

- TPC (Technical Program Committee) MEMBERSHIP
  - IWCMC2013-WSN (WCMC'13 Wireless Sensor Networks Symposium), Sardinia Italy, July 2013
  - IWCMC14 Wireless Sensor Networks Symposium ([iwcmc.org/2014/symposia](http://iwcmc.org/2014/symposia)), Cyprus, August 2014

**Partecipazione ad organismi****Organismi Internazionali**

- Gruppi di lavoro CEPT (CEPT PTD e PT1; CEPT FM53 e FM52)
- Gruppo ITU JTG 4567
- Gruppo ITU-T SG 12

**Organismi nazionali**

- Comitato tecnico scientifico NaMeX

**Attività di docenza**

- Incarico per lo svolgimento di docenza software MATLAB, per i laboratori: "LABECOSTATI-MAT Advanced Level" - Laboratori tecnico scientifici per l'Economia, la statistica e la matematica applica" (Università Sapienza Bando n.15/2013)

**Tesi di laurea triennale**

- Stefano Trinei, "Progettazione e sviluppo di un software per la valutazione delle prestazioni del protocollo TCP", Facoltà di Ingegneria Informatica, Università degli studi Roma 3, luglio 2013.
- Valentina Giuliani, "Misurazione della qualità di accesso ad Internet da postazione fissa per connessioni a 100 Mbps", Facoltà di Ingegneria Informatica, Università degli Studi di Roma 3, dicembre 2013.

## ATTIVITÀ DEI CENTRI DI COMPETENZA GESTIONE DELL'INFORMAZIONE

Il Centro di Competenza Gestione dell'Informazione è una struttura a carattere multidisciplinare focalizzata sulle conoscenze, le tematiche e le metodologie operative connesse al tema della gestione dei dati e dei servizi, visti come applicazioni distinte dall'infrastruttura di rete.

Le principali problematiche analizzate e approfondite nel Centro di Competenza riguardano:

- le tecniche di rappresentazione, trasformazione, codifica e riconoscimento delle informazioni multimediali;
- le tecniche di accesso, indicizzazione, ricerca e modellazione dell'informazione disponibile in rete (blog, microblog, ecc.), con particolare riferimento all'approccio semantico;
- la definizione di metodi e architetture flessibili per il “data mining” su grandi moli di datieterogenei e destrutturati originati dai servizi di crowdsourcing;
- i sistemi di intelligenza artificiale per la gestione delle informazioni energetiche nelle “smart grid”;
- la valutazione e progettazione di interfacce e applicazioni multimediali interattive personalizzabili rispetto alle attività e ai servizi richiesti dall'utente;
- lo sviluppo di modelli adattativi per l'analisi dell'interazione utente-macchina nella modalità passiva e dinamica, e la definizione di metodologie avanzate per la profilazione del comportamento degli utilizzatori immersi in ambienti multimediali, virtuali e dinamici;
- l'osservazione e valutazione della qualità soggettiva e oggettiva dei media tramite procedure e tecniche di intelligenza computazionale basati sull'elaborazione delle immagini;
- la sicurezza e la protezione dei dati (anche di carattere personale);
- la definizione delle procedure per la verifica e la certificazione della sicurezza e affidabilità dei sistemi informatici a supporto di infrastrutture e servizi critici di vitale importanza per la comunità civile, quali la fornitura di energia, la tutela della salute e della capacità produttiva nazionale, i trasporti, i servizi bancari, i sistemi di pagamento in mobilità;
- le metodologie di analisi e progettazione dei processi di business, applicati nei contesti specifici sia della verifica di fattibilità tecnica e organizzativa di norme e regolamenti, sia dell'organizzazione procedurale della Pubblica Amministrazione centrale nei rapporti con il cittadino.

Nell'attuale contesto sociale ed economico la progressiva affermazione delle tecnologie digitali e del cloud e social computing ha determinato un notevole incremento dei dispositivi in grado di raccogliere, trasferire e condividere informazioni con notevole rapidità e diversità di formato.

L'estrazione di conoscenza dalle varie tipologie di dati e il soddisfacimento degli specifici e dinamici fabbisogni degli utilizzatori rendono essenziale la gestione dell'informazione tramite evoluti sistemi multimediali e capacità avanzate d'intelligenza artificiale.

La diffusione di servizi web e di applicazioni mobile, nonché l'impiego di sistemi e tecnologie informatiche distribuite per la memorizzazione, elaborazione e condivisione delle informazioni espongono altresì gli utilizzatori e i fornitori di servizi a potenziali attacchi di pirateria informatica che richiedono specifiche misure di contrasto tramite l'adozione di standard, metodologie e criteri per la sicurezza e la protezione dei dati.

Questo contesto costituisce l'ambito di riferimento delle attività del Centro di Competenza Gestione dell'Informazione che, nel corso del 2013, coerentemente con la programmazione presentata, ha sviluppato nello specifico le seguenti attività:

#### **Multimedia retrieval**

Nella classificazione e accesso alle immagini e ai contenuti video degli archivi multimediali è di rilevanza fondamentale la descrizione delle caratteristiche di basso livello per l'indicizzazione e il recupero su base semantica dei segmenti video e delle immagini. In tale ambito, i lavori sviluppati nel Centro di Competenza hanno riguardato lo sviluppo di nuove tecniche algoritmiche per l'estrazione di descrittori spazio-temporali delle clip-video e per la segmentazione delle tessiture delle immagini. Nello specifico, sono stati implementati dei descrittori basati sulle famiglie di funzioni a simmetria cilindrica di Zernike e una tecnica di clusterizzazione delle tessiture basata sulle misure di divergenza di Kullback-Leibler tra i vettori rappresentativi dei pattern nel dominio delle funzioni di Laguerre Gauss. Gli studi condotti sono stati oggetto di pubblicazione scientifica internazionale.

#### **Big Data & Social Web Analytics**

Il tema riguarda l'analisi delle dinamiche del Social Web attraverso l'analisi in tempo reale dei flussi d'informazioni generati da piattaforme di *microblogging*.

Le attività svolte si sono concentrate sulle tecnologie per l'accesso, il recupero, l'estrazione, l'integrazione e l'elaborazione dell'informazione da grandi basi di dati strutturati e non strutturati, tra cui:

- indicizzazione efficiente ed efficace di sorgenti di informazione eterogenee eventualmente in formato open (*seamless integration of data*);
- indicizzazione e trattamento di streaming di dati, in particolare per applicazioni riguardanti community di utenti e reti sociali, come ad esempio i canali RSS e le piattaforme di *microblogging*;
- indicizzazione e trattamento di enormi volumi di dati (*Big data*);
- analisi di grandi quantità di dati provenienti da fonti informative eterogenee e mediante tecniche di *data, text and graph mining*.

Il risultato principale della ricerca è stata la definizione di un modello di Information Retrieval basato sul tempo, mediante l'analisi della distribuzione nel tempo dei messaggi generati nelle piattaforme di Microblog.

#### **Reality mining**

Il tema del "reality mining" riguarda lo studio di modelli e tecniche di analisi del crescente flusso di dati che raccontano le attività degli utenti all'interno di una smart city. L'attività svolta si è concentrata sullo studio di tecniche di recupero delle informazioni comportamentali degli utenti, la loro memo-

rizzazione, l'applicazione di algoritmi in grado di individuare interessi espliciti/impliciti e sulla costruzione di modelli predittivi in grado di prevedere in anticipo le azioni degli utenti.

Il contesto di sperimentazione scelto è stato quello della fruizione di beni culturali. La visita di uno spazio culturale è diventata quindi l'occasione per realizzare un'interfaccia uomo-macchina "intelligente" in grado di coniugare la profilazione e la personalizzazione utente insieme a paradigmi avanzati di user experience. Il lavoro svolto è stato presentato all'interno di un workshop della conferenza International SERIES on Information Systems and Management in Creative eMedia.

Analoghe tecniche di analisi dati sono state proposte per l'ottimizzazione (efficacia ed efficienza) delle risposte del servizio Registro Pubblico delle Opposizioni (RPO) verso i cittadini. Lo scenario applicativo prevedeva l'analisi dello storico delle interazioni dei cittadini con il RPO e lo sviluppo di sistemi predittivi delle richieste dei cittadini.

#### **Applicazioni multimediali per i Beni Culturali**

A partire dal 2008 la Fondazione svolge una intensa e continua attività di analisi e approfondimento sull'evoluzione delle tecnologie e delle applicazioni multimediali, con particolare riferimento ai beni culturali e al turismo. Il presidio e la sperimentazione sui temi di realtà virtuale, realtà aumentata, riproduzioni e ricostruzioni 3D, interattività, smartphone, tablet, applicazioni iphone e android, interfacce vocali e multimodali, simulazioni, con particolare riferimento ai beni culturali e al turismo, hanno portato alla partecipazione alla Call "Beni invisibili" della Fondazione Telecom Italia con il progetto "L'industria dell'antico: le ceramiche di Volpato e la nascita del souvenir archeologico", in collaborazione con l'Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione del CNR e la Soprintendenza Speciale per i Beni Archeologici di Roma, ancora in corso di valutazione.

Inoltre, nel 2013 è continuata l'attività in collaborazione con la Soprintendenza Speciale per i Beni Archeologici di Roma volta all'utilizzo delle tecnologie per la valorizzazione e la fruizione dei Beni Culturali. In particolare, abbiamo lavorato al progetto Esquilino "Tra Esquilino e Viminale: storie da un contesto urbano". Nel Progetto che segue i precedenti Aventino e Testaccio viene sperimentata una modalità di presentazione all'utente che si svolge lungo una linea temporale dalle origini ai giorni nostri. Le diverse sopravvivenze archeologiche presenti nel quartiere vengono evidenziate su mappe storiche e sono selezionabili con un click sul web e in modalità touch sul mobile per accedere alla loro descrizione per immagini, testi, audio, filmati ed elementi multimediali.

#### **Interattività uomo-macchina**

Il tema dell'interattività uomo-macchina è stato approfondito a partire dal progetto Speaky che ha l'obiettivo di realizzare un prototipo di sistema che consenta ad alcune tipologie di utenti (anziani, ciechi, disabili motori) di controllare con la propria voce l'ambiente domestico (nell'uso del PC, nella navigazione sul web, nell'uso della televisione e nella gestione della casa), al fine di contribuire al superamento del divario digitale che interessa anziani e disabili. La ricerca si è focalizzata sulla progettazione e sviluppo di un sistema di dialogo vocale dotato di un corpus rappresentativo del servizio che si vuole fornire e sufficientemente ampio da essere usato per lo sviluppo, per il training e per la valutazione.

Un lavoro simile, ma focalizzato sul linguaggio scritto, è stato svolto nell'ambito del progetto NewGT che ha come obiettivo la progettazione e lo sviluppo di un'applicazione per gestire le prenotazioni alberghiere. In particolare, si sta sviluppando un Assistente Virtuale basato su tecnologia Avatar, in grado di erogare servizi e funzionalità avanzate attraverso qualunque PC, smartphone o tablet connesso a Internet. L'utente sarà in grado di formulare richieste all'Avatar tramite chat, ottenendo le risposte sia a livello testuale sia a livello vocale.

**Quality monitoring of streaming multimedia services over http**

L'attività qui descritta è stata svolta nell'ambito della scheda di studio "Quality monitoring of streaming multimedia services over http" dedicata allo studio e allo sviluppo di metriche di tipo ibrido per la valutazione della qualità soggettiva e oggettiva di segnali multimediali.

Le metriche di tipo ibrido considerano in modo congiunto il segnale ricevuto dal terminale di utente prima e dopo la sua decodifica e presentazione all'utente finale. Un'elaborazione congiunta delle informazioni ricavate dal segnale di linea e dal terminale di utente permette di ottenere un indice di percezione della Qualità dell'Esperienza da parte dell'Utente Finale (QoE).

La prima fase della sperimentazione ha previsto la progettazione di un test bed elementare per la simulazione di servizi di tipo "streaming multimediale", realizzato utilizzando una rete LAN.

Il test bed collega diverse macchine con funzioni selezionabili sia come "client" che come "host", dotate di un "streaming server" Sirannon (realizzato dall'Università di Gent) e in grado di inviare file multimediali utilizzando il programma VLC, mediante semplici file di configurazione XML.

Il test bed realizza una simulazione accurata (di tipo deterministico) delle configurazioni di errore in trasmissione, rendendo il test bed adattabile alla simulazione di infinite configurazioni in funzione delle caratteristiche del mezzo trasmittivo che si desidera studiare.

A corredo del progetto, è stata realizzata un'ampia libreria di file compressi e di configurazioni di errore di linea, basata su codifiche MPEG (AVC / H264), che verrà presto estesa al nuovo standard HEVC (H265).

La gestione delle perdite di segnale in rete è effettuata su file PCAP il cui trattamento è eseguito utilizzando il software "Wireshark", universalmente riconosciuto come valido e affidabile.

La seconda fase del progetto prevede l'analisi di flussi dati trasmessi con protocollo di tipo TCP come, ad esempio, il nuovo protocollo DASH (Dynamic Adaptive Streaming over Http).

**Smart Grid per l'efficienza energetica**

Nel corso degli ultimi anni, la crescente domanda di energia e l'esigenza di ridurre il riscaldamento globale dovuto alle emissioni inquinanti dei combustibili fossili hanno motivato l'evoluzione dell'ecosistema elettrico verso le cosiddette "reti intelligenti", ossia complessi sistemi cibernetici-fisici che coniugano le tradizionali tecnologie di produzione dell'elettricità con sistemi di generazione distribuiti, reti dati e sistemi d'intelligenza artificiale, per una gestione più flessibile, dinamica ed efficiente delle risorse energetiche, incluse quelle rinnovabili.

L'elemento più innovativo di questo cambiamento per l'impatto tecnico e sociale sull'attuale sistema di distribuzione elettrica è costituito dalle microgrids, insiemi interconnessi di carichi e di risorse di generazione distribuite che operano in modo coordinato per costituire sistemi energetici geograficamente definiti e controllabili dai loro utenti rispetto alla rete elettrica principale.

In questo contesto, l'attività di ricerca svolta dalla FUB si è concentrata sullo sviluppo di tecniche e sistemi automatici scalabili per la gestione energetica delle microgrids, partendo dal presupposto che è possibile migliorare l'efficienza e l'affidabilità della rete attraverso il modellamento ottimale della curva di carico elettrico sulla base della stima in tempo reale dell'energia localmente prodotta, delle necessità effettive di consumo degli utenti, dei prezzi di produzione e vendita dell'energia. Questa tematica è stata affrontata sviluppando modelli che consentissero di applicare al contesto energetico:

- le tecniche di ottimizzazione stocastica collettive basate sulla cooperazione tra più agenti tramite la condivisione dell'informazione locale (*computational swarm intelligence*) ottenendo la pianificazione ottimale dei consumi elettrici di più unità abitative;
- la teoria dei giochi non cooperativi per analizzare l'interazione tra i nodi intelligenti associati ai singoli *smart buildings* di un distretto energetico residenziale ottenendo una consistente riduzione del carico di picco a vantaggio di una maggiore sostenibilità economica e ambientale;