
CURRICULUM VITAE ET STUDIORUM

DI

SAVERIO MASCOLO

Professore Ordinario SSD ING-INF/04 AUTOMATICA

DIPARTIMENTO DI Elettrotecnica ed Elettronica

POLITECNICO DI BARI, Via Re David 200, Bari

Maggio 2015

INDICE

1. Dati personali e biografici	pag. 3
1.1 Formazione.....	pag. 4
1.2 Posizioni accademiche ricoperte	pag. 4
1.3 Attività istituzionali.....	pag. 4
1.4 Riconoscimenti professionali	pag. 5
2. Attività Editoriale.....	pag. 6
3. Attività didattica.....	pag. 7
4. Attività scientifica.....	pag. 9
4.1 Progetti di ricerca.....	pag. 9
4.2 Temi di ricerca	pag. 10
5. Pubblicazioni.....	pag. 11
6. Illustrazione dell'attività di ricerca	pag. 22
7. Brevetti per Invenzione Industriale.....	pag. 37
8. Citazioni su scholar google e valore degli indici h e g.....	pag. 38
8.1 Citazioni su scholar google.....	pag. 38
8.2 valore degli indici h e g.....	pag. 39
9. Attività di ricerca svolta presso istituzioni scientifiche estere.....	pag. 39
10. Borse di Studio finalizzate all'attività di ricerca.....	pag. 42
11. Seminari, keynote speeches ed invited talks.....	pag. 43
12. Attività di valutazione e monitoraggio di progetti industriali.....	pag. 44
13. Attività di valutazione di progetti di ricerca.....	pag. 44
14. Referenze.....	pag. 45

1. DATI PERSONALI E BIOGRAFICI

Nome e cognome	Saverio Mascolo
Luogo e data di nascita:	
Luogo di residenza:	
Posizione attuale:	Professore Ordinario nel SSD ING-INF/04 Automatica Dipartimento di Elettrotecnica ed Elettronica, Politecnico di Bari Via Re David 200. 70125 BARI –IT
Email:	
Homepage	www-dee.poliba.it/dee-web/Personale/mascolo.html http://c3lab.poliba.it/index.php/Mascolo

1.1 FORMAZIONE

- 19/07/1991
Consegue la **Laurea in Ingegneria Elettronica** presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Bari riportando la votazione di 110/110 e lode.
- 1992–1995
Consegue il **Dottorato di Ricerca** in Ingegneria Elettrotecnica, indirizzo **Automazione Industriale**, discutendo la Tesi "Situazioni di Stallo nei Sistemi Flessibili di Produzione: Diagnosi e Prevenzione".
- 01/1995–10/1995
E' **Visiting Scholar** in qualità di post-doc al Dipartimento di Computer Science dell'Università della California a Los Angeles.
- 02/1996–04/1996
E' **Visiting Scholar** al Dipartimento di Computer Science dell'Università della California a Los Angeles.

1.2 POSIZIONI ACCADEMICHE RICOPERTE

- 1/12/1995–28/02/2001
Ricercatore Universitario nel SSD ING-INF/04 presso il DEE del Politecnico di Bari.
- 01/09/1999–31/01/2000
Visiting Researcher al Dipartimento di **Computer Science dell'Università della California a Los Angeles** (in congedo straordinario per motivi di studio dal Politecnico di Bari).
- 09/2004-10/2004
Visiting Researcher all'INRIA, Sophia Antipolis, Francia.
- 11/2004-12/2004
Visiting Researcher a FTW Research Center for Telecommunications, Vienna, Austria.
- 01/04/2001-2009
External Academic Consultant presso l'**Università di Uppsala, Svezia**.
- 01/03/2001-26/07/2012
Professore associato nel SSD ING/INF 04 presso il DEE del Politecnico di Bari.
- 1/12/2010 -
Idoneo a ricoprire l'ufficio di Professore Ordinario nel SSD ING/INF 04-Automatica nel concorso bandito dall'Università di Roma Tre
- 27/07/2012 - presente
Professore Straordinario nel SSD ING/INF 04-Automatica 04 presso il DEE del Politecnico di Bari.

1.3 ATTIVITÀ ISTITUZIONALI

- 12/2000
Membro della commissione per un posto di ricercatore universitario di ruolo nel SSD ING-INF/04 presso la Facoltà d'Ingegneria dell'Università di Benevento.
- 09/2005

Membro della Commissione per l'assegnazione di una posizione di professore associato nel sistema universitario svedese su incarico dello Swedish Research Council insieme al prof. P.R. Kumar dell'Illinois University of Illinois, Urbana-Champaign, U.S. e al prof. Medvedev del KTH, Stoccolma, Svezia.

- 01/12/2003-2006
Membro eletto nella Giunta del Consiglio del Dipartimento di Elettrotecnica ed Elettronica del Politecnico di Bari.
- 06/2005
Membro della commissione per un posto di ricercatore universitario di ruolo nel SSD ING-INF/04 presso la Facoltà d'Ingegneria dell'Università di Napoli Federico II.
- 2003/2004
Membro della Commissione Esami di Stato
- 7 luglio 2006
Membro esterno dell'Examination Board dell'Università di Cipro per la valutazione della tesi di dottorato di Chrysostomos Chrysostomou con il Prof. Dr. Christos Douligeris (chairman) e il prof. Andreas Pitsillides.
- 2008/2009
Membro della Commissione Esami di Stato.

10 settembre 2009

Membro esterno dell'Examination Board dell'Universität des Saarlandes, Germany per la valutazione della tesi di dottorato di Aleksej SPENST intitolata: "A User-Centric QoS Management System for Wireless Home Networks" insieme ai Prof. Dr. Ing. Slusallek (chairman), Throsten Herfet e Jorg Baus.

- Dicembre 2009
Nominato Membro esterno dell'Examination Board dell'Università di Tampere, Finlandia per la valutazione della tesi di dottorato intitolata "TCP Performance Evaluation over Wired and Wireless Networks" di Roman Dunaysev.
- Gennaio 2009
Nominato Membro esterno dell'Examination Board dell'Indian Institute of Technology, Bombay, per la valutazione della tesi di dottorato intitolata "Load Control Strategies for IEEE 802.11 DCF Wireless LANs", sottomessa da Mr. Patil Preetam Vijay.
- Gennaio 2014
Designato dal Consiglio di Dipartimento nell'adunanza n. 01 del 23 gennaio 2014 in seno al "Presidio della Qualità" del Politecnico di Bari

1.4 RICONOSCIMENTI PROFESSIONALI

- E' Senior Member dell'IEEE Control Systems Society dal 2005.
- E' senior Member dell'ACM dal 2008.
- Fa parte dell'IFAC technical committee "Networked systems".
- Ha conseguito dalla Commissione CIRA l'attestazione di merito scientifico a ricoprire il ruolo di professore di prima fascia nel 2005 (http://www.elet.polimi.it/CIRA/I_fascia_dicembre_2005.htm).
- Ha conseguito l'idoneità a ricoprire il ruolo di professore ordinario il 1 dicembre 2010 nel concorso bandito dall'Università di Roma Tre.

2. ATTIVITÀ EDITORIALE

2.1 ATTIVITÀ EDITORIALE SVOLTA PER RIVISTE INTERNAZIONALI

Saverio Mascolo è attualmente Associate Editor delle seguenti riviste internazionali:

- IEEE Transactions on Automatic Control;
- Communication Networks, Elsevier;
- Journal of Internet Technology, Klidarithmos Press.

2.2 ATTIVITÀ EDITORIALE SVOLTA PER CONFERENZE INTERNAZIONALI

Dal 2003 fa parte, in qualità di Associate Editor, dell'IEEE Control Systems Conference Editorial Board.

E' stato Chair del Comitato Tecnico di Programma della Wired/Wireless Internet Conference (WWIC'07) svoltasi all'Università di Coimbra.

E' membro del Technical Program Committee di numerose conferenze e workshop internazionali tra cui si elencano:

- Quality of Service in Multiservice IP-Networks (QoS-IP), negli anni 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008.
- Wired/Wireless Internet Conference, negli anni 2006, 2007, 2008
- Protocols for fat long distance networks (PFLDNET), negli anni 2006, 2007, 2008
- International Conference on New Technologies, Mobility and Security (NTMS'2007), co-sponsored by IFIP and IEEE France.
- IEEE Globecom - International Workshop on Satellite and Space Communications, 2006, 2007, 2008.
- Workshop on advanced experimental activities on wireless networks and systems, EXPONWIRELESS, Helsinki June 2007.
- 1st IEEE International Workshop on FUTURE MULTIMEDIA NETWORKING, 2008 September 17, Cardiff, Wales, UK Technical Co-sponsorship by IEEE Communications Societ Collocated with IEEE NGMAST 2008
- International Conference and Exhibition on NEXT GENERATION MOBILE APPLICATIONS, SERVICES and TECHNOLOGIES "Building Bridges in the Mobile World" Cardiff, Wales, UK, 12-14 September 2007
- ACM Symposium on Applied Computing will be held on March 22 - 26, 2010, in Sierre, Switzerland.
- Workshop on the Emergence of Delay-/Disruption-Tolerant Networks (E-DTN) Technically Sponsored by IEEE, 12-14 October 2009, St.-Petersburg, Russia (in conjunction with ICUMT 2009)
-

Svolge regolarmente attività di revisione per numerose riviste internazionali tra cui: Automatica, Control Engineering Practice, IEEE Controls Systems Magazine, IEE Control Theory and Applications, ISA Journal, IEEE Transactions on Circuits and systems, IEEE/ACM Transactions on Networking, IEEE Transactions on Neural Networks, Physical Review E, IEEE Transactions on Multimedia Systems, IEEE Transactions on Communication letters, ACM Computer Communication Review, Journal of Communication Networks, Int. Journal of Control, Journal of Nonlinear Robust Control.

Inoltre svolge regolarmente attività di revisione per numerose conferenze internazionali tra cui si elencano le più significative: IEEE Conference on Decision and Control, American Control Conference, IFAC World Congress, IFAC Conf. on Time Delay Systems, IEEE Conference on Information and Communication (Infocom), IEEE International Conference on Communications (ICC), IEEE Globecom, ACM Sigmetrics, WWIC

3. ATTIVITÀ DIDATTICA

3.1 ATTIVITÀ IN CORSI UFFICIALI

Negli AA.AA. 1993/94 e 1994/95 svolge un ciclo di seminari per l'insegnamento di Controlli Automatici I, nell'ambito del Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica su: "La trasformata di Laplace nell'analisi dei sistemi di controllo".

Nell'A.A. 1993/94 svolge un ciclo di seminari per l'insegnamento di Controlli Automatici, nell'ambito del Diploma Universitario in Ingegneria Elettronica, su: "La trasformata di Laplace nell'analisi dei sistemi di controllo".

Negli AA.AA. 1995/1996, 1996/1997, 1997/98, 1998/1999 svolge le esercitazioni per l'insegnamento di Controlli Automatici I al Corso di Laurea in Ingegneria Elettronica ed è componente della commissione di esame di profitto per l'insegnamento di Controlli Automatici per allievi ingegneri elettronici. Inoltre svolge attività di assistenza didattica fornendo agli studenti chiarimenti sugli argomenti trattati nel corso.

Negli AA.AA. 1996/97, 1997/98, 1998/99, 1999/2000 svolge le esercitazioni per l'insegnamento di Controllo Digitale per il Corso di Laurea in ingegneria elettronica. Inoltre è componente della Commissione di esame di profitto per il corso di Controllo Digitale per allievi ingegneri elettronici ed elettrici e svolge attività di assistenza didattica fornendo agli studenti chiarimenti sugli argomenti trattati nel corso.

Negli AA.AA. 1999/2000, 2000/2001, 2001/2002 ottiene l'affidamento dei Corsi di **Controlli Automatici I e II** per il **Diploma Universitario in Ingegneria Elettronica** del Politecnico di Bari.

Nell' A.A. 2001/2002 impartisce per supplenza l'insegnamento di **Controlli Automatici** per il **Diploma Universitario in Ingegneria Elettronica** del Politecnico di Bari.

Negli AA.AA. 2000/01, 2001/02, 2002/03, impartisce per supplenza l'insegnamento di **Teoria dei Sistemi** per la **Laurea in Ingegneria dell'Ambiente e del Territorio** presso la II Facoltà d'Ingegneria del Politecnico di Bari con sede a Taranto.

Nell'A.A 2005/06 impartisce l'insegnamento di **Controllo dei Processi II** (6CFU) per la **Laurea in Ingegneria Informatica** del Politecnico di Bari.

Negli AA.A.A 2002/03, 2003/04, 2004/05, 2005/06, 2006/07, 2007/08 impartisce gli insegnamenti di **Fondamenti di Automatica I** (6 CFU) e **Fondamenti di Automatica II** (6 CFU) per la **Laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni** del Politecnico di Bari.

Negli AA.A.A 2002/03, 2003/04, 2005/06, 2006/07, 2007/08 impartisce l'insegnamento di **Elementi di Teoria dei Sistemi** (3 CFU) per la **Laurea in Ingegneria Ambientale e del Territorio** del Politecnico di Bari.

Negli AA.AA. 2005/06, 2006/07, 2007/08 impartisce l'insegnamento **Metodi di Controllo per le Reti di Telecomunicazioni** (6 CFU) per la **Laurea Specialistica** in Ing. delle Telecomunicazioni del Politecnico di Bari.

Negli AA.A.A 2008/09 e 2009/10 impartisce gli insegnamenti di **Fondamenti di Automatica I** (6 CFU) e **Fondamenti di Automatica II** (6 CFU) per la **Laurea in Ingegneria delle Telecomunicazioni** del Politecnico di Bari.

Negli AA.A.A 2008/09 impartisce l'insegnamento di **Elementi di Teoria dei Sistemi** (3 CFU) per la **Laurea in Ingegneria Ambientale e del Territorio** del Politecnico di Bari.

Negli AA.AA. 2009/09 e 2009/10 impartisce l'insegnamento **Metodi di Controllo per le Reti di Telecomunicazioni** (6 CFU) per la **Laurea Specialistica** in Ing. delle Telecomunicazioni del Politecnico di Bari.

3.2 ATTIVITA IN CORSI POST-UNIVERSITARI

Nell'A.A 2002/03 impartisce l'insegnamento di "**Wireless Networking**" nell'ambito del **Master in Telecomunicazioni del Politecnico di Bari**.

Nel 2004 svolge la lezione dal titolo: "Analisi e progettazione di algoritmi di controllo di congestione per Internet" **alla Scuola Nazionale del Dottorato di Ricerca in Automatica a Bertinoro**.

E' componente del Collegio dei Docenti del Dottorato in Ingegneria dell'Informazione e del Collegio dei Docenti del Dottorato in Ingegneria Elettrotecnica.

Ha svolto attività di tutoraggio nell'ambito del Dottorato in Ingegneria dell'Informazione per i dottorandi Luigi Grieco (XV ciclo), Luca De Cicco (XX) e Vittorio Palmisano (XXII).

4. ATTIVITÀ SCIENTIFICA

4.1 PROGETTI DI RICERCA

4.1.1 Partecipazione

Il prof. Saverio Mascolo ha partecipato ai progetti di ricerca:

- **Progetto Nazionale Robotica** MURST 40%, (1996-1998). Coordinatore dell'unità di Bari Prof. B. Maione, coordinatore nazionale prof. F. Nicolò (1994-1999).

Nell'ambito di tale progetto, S. Mascolo ha svolto le ricerche sul deadlock descritte nella sua Tesi di Dottorato e nella pubblicazione apparsa su IEEE T. on Rob.&Aut.

- **Progetto "Wireless IP"**(2002/2004-2005/2008) finanziato dalla Swedish Strategic Research Initiative. Il progetto coinvolge le Università svedesi di Uppsala, Goeteborg, Lund e Chalmers.

Saverio Mascolo svolge la funzione di **consulente accademico esterno** partecipando alle riunioni periodiche del progetto e contribuisce alla definizione delle linee di ricerca scientifica.

4.1.2 Coordinamento

Il prof. Saverio Mascolo ha svolto funzioni di coordinamento nei seguenti progetti di ricerca:

- **Progetto "Control Methods for ATM congestion control"** (1998-2000) finanziato dalla National Science Foundation. Saverio Mascolo è stato co-PI del progetto presso l'Università della California a Los Angeles.

Tale progetto è stato presentato in seguito alle ricerche svolte da Mascolo negli anni 95-96 in cui per la prima volta sono state applicate le metodologie dei controlli automatici al controllo del traffico nelle reti ATM.

- **Progetto "Complex Interactive Networks/Systems Initiative"** (1999-2004) sponsorizzato da Electric Power Research Institute and the Deputy under Secretary of Defense for Science and Technology through the Army Research Office.

A seguito dell'interesse suscitato dalle ricerche svolte nel settore data networks applicando le metodologie dei controlli automatici, S. Mascolo è stato invitato a guidare la collaborazione del gruppo di ricerca in *Networking* del prof. M. Gerla (UCLA) con il gruppo di ricerca in Automatica del prof. F. Paganini (UCLA). In particolare Saverio Mascolo ha avviato il gruppo del Prof. Paganini nelle ricerche su Internet Congestion Control e ha ideato e guidato la realizzazione del prototipo dell'algoritmo di controllo di congestione denominato Westwood TCP.

- **Progetto FIRB** denominato "**Traffic models and Algorithms for Next Generation IP networks Optimization**" (TANGO), PNR 2001-2003.

S. Mascolo è responsabile scientifico dell'Unità di ricerca del Politecnico di Bari. Nell'ambito di tale progetto è stata realizzata interamente al Politecnico di Bari la progettazione e l'implementazione nel kernel di Linux del controllo di congestione denominato Westwood+ TCP. Tale implementazione fa parte della distribuzione ufficiale di Linux a partire dal kernel 2.6.

- **Azione COST 290** denominata "**Traffic Engineering and QoS Control in Multimedia-enabled Wireless Networks**" (2006-2008). S. Mascolo è rappresentante dell'Italia nel Management Committee dell'azione.

-
- **Progetto PRIN 2005-2006 FAMOUS (Fluid Analytic Models Of Autonomous Systems) codice: 2005093971.** S. Mascolo è responsabile dell'Unità di ricerca del Politecnico di Bari aggregata all'Unità del Politecnico di Torino.
 - **Progetto "TCP su reti wireless"** finanziato dalla società Financial Tradeware srl di Roma (2005-2006).
 - **Progetto "Distribuzione audio/video su IP"** finanziato dalla società Financial Tradeware plc (2008-2009) di Roma.
 - **PON PLATINO "PLATform for INnOvative services in future internet"**
 - **CISCO Award (CG #574954)** assegnato da Fondo "Cisco-University Research Program", amministrato dalla Fondazione americana "Silicon Valley Community", per la ricerca dal titolo: "Architecture for Robust and Efficient Control of Dynamic Adaptive Video Streaming over HTTP" Marzo 2013
 - **Google Faculty Award 2014 per la ricerca "Congestion control for WebRTC"**
 - **PON Res Novae (Reti, Edifici, Strade – Nuovi obiettivi virtuosi per l'ambiente e l'energia)**
 - PON 2007-2013 Ricerca e competitività, Progetto "EURO 6 Elettronica di controllo, sistema d'iniezione, strategie di combustione, sensoristica avanzata e tecnologie di processo innovativi per motori diesel a basse emissioni" (cod. PON01_02238): **Strategie e misure HW e SW su lato motore, trasmissione e veicolo at-te ad ottenere una riduzione di CO2 per un' applicazione su veicolo commerciale leggero (N1/M1 - EURO6) come richiesto dalla proposta della commissione europea del 28 Ottobre 2009.** Principale obiettivo: sviluppare nuove tecnologie per il miglioramento delle prestazioni in ambito "automotive" sia a livello di processo produttivo sia a livello di prodotto basandosi su innovazioni nell'ambito delle tecnologie dell'informazione e del controllo. L'uso di tecniche di identificazione di modelli del sistema di iniezione finalizzati alla predizione ed al controllo è un argomento di uno specifico obiettivo realizzativo di cui l'ing. Naso è responsabile scientifico. Principali partner: Distretto MEDIS, Centro Ricerche Fiat.
 - PON 2007-2013 Ricerca e competitività, Decreto Direttoriale n.1 del 18.01.2010, Progetto "MALET" (cod. 430272) "Sviluppo di tecnologie per la propulsione a media quota e lunga autonomia di velivoli non abitati (UAV)" Il progetto mira alla acquisizione di tecnologie, e alla loro validazione, per sviluppare sistemi propulsivi di velivoli senza pilota a bordo (UAV) che debbano svolgere missioni ad alta quota e per lungo tempo. Principali partner: Distretto Tecnologico Aerospaziale, CIRA, Università del Salento, Politecnico di Bari.
 - **PON Processi Innovativi per la Conversione dell'Energia - PrInCE**

Il prof. Saverio Mascolo ha avviato il laboratorio di Computer, Communication and Control (C-cube) (<http://c3lab.poliba.it>) presso il Dipartimento di Elettrotecnica ed Elettronica del Politecnico di Bari nel quale attualmente svolgono attività di ricerca due dottorandi. Il laboratorio "focuses on the convergence of computer, communication and control to design and analyze large networked complex systems".

4.2 TEMI DI RICERCA

L'attività di ricerca del prof. Saverio Mascolo ha riguardato i seguenti temi:

1. Modellazione della dinamica del sistema di controllo utilizzato da Skype audio e video

-
2. Adaptive live streaming su rete fissa e 3G/4G
 3. Video su rete fissa e 3G/4G;
 4. Peer-to-peer video delivery systems: modelling and design
 5. Controllo Real-time su reti wireless
 6. SIP protocol overload control
 7. WebTV
 8. Videoconference su IP
 9. Controllo della congestione nelle reti di comunicazione a commutazione di pacchetto con applicazione alle reti ATM e Internet: modeling and design;
 10. Progettazione e implementazione di protocolli di controllo di nuova generazione per Internet wireless (GPRS/UMTS, Wlan 802.11) e a larga banda (gigabit Internet);
 11. Controllo di congestione per il traffico audio/video su IP;
 12. Algoritmi di controllo in retroazione per l'allocazione di banda e la qualità del servizio nell'IEEE 802.11e Wireless Lan;
 13. Controllo di Sistemi ad Eventi Discreti (DES) con applicazione al problema del deadlock nei Sistemi Flessibili di Produzione (FMS).
 14. Controllo non lineare di sistemi (iper)caotici;
 15. Osservatori dello stato per la sincronizzazione di circuiti e sistemi ipercaotici con applicazione alla progettazione di sistemi di comunicazione sicura che utilizzano circuiti non lineari ipercaotici e tecniche classiche di crittografia;

5. PUBBLICAZIONI

La produzione scientifica comprende un totale di 120 pubblicazioni internazionali di cui: 36 pubblicazioni su riviste internazionali, delle quali 8 apparse in *Special Issues*, 1 libro edito, 3 pubblicazioni su invito per altrettanti capitoli di libri monografici a diffusione internazionale, 1 capitolo del libro che descrive i risultati dell'azione COST290, 80 pubblicazioni su atti di congressi internazionali (di cui 5 invited paper), 1 pubblicazione su atti di congressi nazionali, 3 brevetti italiani concessi, 4 brevetti USA concessi e 2 brevetti internazionali (PCT) di cui uno in fase di nazionalizzazione in USA, Giappone ed Europa, 1 brevetto italiano depositato.

Le pubblicazioni su rivista, libri editi, capitoli di libri, e congressi sono numerate, rispettivamente, secondo lo schema [JXX], [LXX], [BXX] e [CXX]. Alla fine di ogni pubblicazione su rivista si riporta l'impact factor IF della rivista in quell'anno. Per i lavori pubblicati in anni in cui l'IF non è disponibile si riporta il valore dell'anno più vicino disponibile.

5.1 PUBBLICAZIONI SU RIVISTE INTERNAZIONALI ACCETTATE CON IL SISTEMA DI PEER-REVIEW

- [38] L. De Cicco, G. Cofano, and S. Mascolo, **Local SIP Overload Control: Controller Design and Optimization by Extremum Seeking**, *IEEE Transactions on Control of Network Systems*, Vol. 2, Issue 3, pp. 267-277, , Sept. 2015
- [37] L. De Cicco and S. Mascolo, An Adaptive Video Streaming Control System: Modeling, Validation, and Performance Evaluation, *IEEE/ACM Transaction on Networking*, April 2014
- [J36] L. DE CICCO, S.MASCOLO, S.-I. NICULESCU, "Robust Stability Analysis of Smith Predictor-based Congestion Control Algorithms for Computer Networks", *Automatica, Elsevier*, vol. 47, issue 8, pp. 1685-1692, August, 2011.
- [J35] L. DE CICCO, SAVERIO MASCOLO, V. Palmisano
Skype Video Congestion Control: an Experimental Investigation
Computer Newtorks, Elsevier, vol. 55, n.3, pp. 558-571, 2011. **IF 1.69**
- [J34] L. DE CICCO, SAVERIO MASCOLO,
"A Mathematical Model of the Skype VoIP Congestion Control Algorithm",
IEEE Trans. on Automatic Control, vol. 55, n. 3, pp. 790-795, Mar 2010. **IF 3.293**
- [J33] G. BOGGIA, P. CAMARDA, L. A. GRIECO, SAVERIO MASCOLO,
"Feedback-based Control for Providing Real-time Services with the 802.11e MAC"
IEEE/ACM Trans. on Networking, vol.15, no.2, pp. 323-333, April 2007. **(Regular paper). IF 1.831.**
- [J32] G BOGGIA, P CAMARDA, LA GRIECO, SAVERIO MASCOLO,
"Energy Efficient Feedback-based Scheduler for Delay Guarantees in IEEE 802.11e Networks"
Computer Communications 29, March 2006, 2680-2692, Elsevier Journal. **(Regular paper). IF 0.391.**
- [J31] SAVERIO MASCOLO,
"Modeling the Internet congestion control using a Smith controller with input shaping"
Control Engineering Practice, vol. 14, Issue 4, pp. 425-435, April 2006, Elsevier.
(Regular paper). IF 1.263.
- [J30] L. A. GRIECO, SAVERIO MASCOLO,
"A Congestion Control Algorithm for the Deep Space Internet",
Space Communications, An International Journal, Special Issue on Satellite Network Protocols , Volume 20, Number 3/4, 2005, pp. 155-160. **(Regular paper). IF. 0.250.**
- [J29] L. A. GRIECO AND S. MASCOLO,
"Mathematical analysis of Westwood+ TCP congestion control"
IEE PROCEEDINGS-CONTROL THEORY AND APPLICATIONS, vol. 152, no.1, pp. 35-42, Jan 2005. **(Regular paper). IF 1.045.**

-
- [J28] G. BOGGIA, P. CAMARDA, L. A. GRIECO, S. MASCOLO,
“Feedback based Bandwidth Allocation with Call Admission Control for Providing Delay Guarantees in IEEE 802.11e Networks”,
Computer Communications, Elsevier Journal, Volume 28, Issue 3, 24 February 2005, pp. 325-337. **(Regular paper). IF 0.391.**
- [J27] D. CAVENDISH, M. GERLA, S. MASCOLO
“A Control Theoretical Approach to Congestion Control in Packet Networks”
IEEE/ACM Transactions on Networking, vol. 12, no. 5, pp. 893-906, October 2004. **(Regular paper). IF 1.789.**
- [J26] L. A. GRIECO, S. MASCOLO,
“Performance Evaluation and Comparison of Westwood+, New Reno, and Vegas TCP Congestion Control”
ACM Computer Communication Review, vol. 34, no. 2, pp. 25-38, April 2004. **(Regular paper). IF 0.578.**
- [J25] L.A. GRIECO, S. MASCOLO,
“Adaptive Rate Control for Streaming Flows over the Internet”
ACM Multimedia Systems Journal, vol. 9, no. 6, pp. 517 – 532, June 2004, Springer-Verlag. **(Regular paper). IF 0.438.**
- [J24] L. A. GRIECO, S. MASCOLO,
“Intraprotocol Fairness and Interprotocol Friendliness of the TFRC Congestion Control Algorithm”,
IEE Electronics Letters, 4th March 2004, vol. 40, no. 5. **IF 1.063.**
- [J23] S. MASCOLO, L.A. GRIECO, E. DI SCIASCIO,
“ETERCA: An End-to-end Rate Control Algorithm for Packet Switching Networks”,
Journal of High Speed Networks, issue no.2, vol. 13, March 2004, IOS Press, The Netherlands. **(Regular paper). IF 0.103.**
- [J22] S. MASCOLO,
“Dead-time and Feed-forward Disturbance Compensation for Congestion Control in Data Networks,”
International Journal on System Science, Special Issue on: Time Delay Systems for Communication Networks, vol. 34, no. 10-11, pp. 627-639, 15 Aug-15 Sept. 2003, Taylor and Francis Group. **(Regular paper). IF 0.492.**
- [J21] S. MASCOLO, L. A. GRIECO, R. FERORELLI, P. CAMARDA , G. PISCITELLI
“Performance evaluation of Westwood+ TCP congestion control”
Performance Evaluation, 55 (2004), pp. 93-111, *Special Issue with Selected papers from Golbecom 02*, Elsevier, North-Holland, January 2004. **(Regular paper). IF 0.694.**
- [J20] C. CASETTI, M. GERLA, S. MASCOLO, M. SANADIDI, R. WANG
"TCP Westwood: end-to-end bandwidth estimation for enhanced transport over wireless links",
ACM Wireless Networks, *Special issue with Extended Versions of selected papers from Mobicom 2001*, vol. 8, no. 5, pp.467-479, Sept. 2002. Springer Netherlands. **(Regular paper). (Il paper pubblicato a Mobicom è citato 378 volte). IF 1.350.**
- [J19] M. GERLA, R. LOCIGNO, S. MASCOLO, W. WENG,
“Generalized Window Advertising for TCP Congestion Control”,
European Transactions on Telecommunications, vol. 13, no. 6, pp. 549-562, Nov/Dec. 2002. **(Regular paper). IF 0.236.**
- [J18] G. GRASSI, S. MASCOLO,
“A systematic procedure for synchronizing hyperchaos via observer design”,
Journal of Circuits, Systems, and Computers, Vol. 11, No. 1 (2002) 1-16, World Scientific Publishing Company. **(Letter). IF 0.264.**
-

-
- [J17] S. MASCOLO,
"Smith's Principle for Congestion Control in High Speed Data Networks",
IEEE Trans. on Automatic Control, vol. 45, no. 2, pp. 358-364, Feb 2000. **(Technical Note).**
IF 1.553.
- [J16] S. MASCOLO,
"Congestion control in high-speed communication networks using the Smith principle",
Automatica, vol. 35, no. 12, Dec. 1999, pp. 1921-1935. Special Issue on "**Control methods for communication networks**". Eds. Venkat Anantharam, Jean Walrand **(Regular paper).** **IF 1.449.**
- [J15] S. MASCOLO, D. CAVENDISH, M. GERLA,
"ATM Rate Based Congestion Control Using a Smith Predictor",
Performance Evaluation, Special Issue on "ATM Traffic Control", vol. 31, no. 1-2, Nov. 1997, pp. 51-65, Elsevier. (Si tratta della versione estesa del lavoro pubblicato alla conferenza Infocom 1996 **citato 80 volte**). **(Regular paper).** **IF 0.593.**
- [J14] G. GRASSI, S. MASCOLO,
"Nonlinear observer design to synchronize hyperchaotic systems via a scalar signal",
IEEE Trans. on Circuits and Systems, part I: Fundamental Theory and Applications, Special Issue on "Chaos Synchronization, Control, and Applications", vol. 44, no. 10, pp. 1011-1014, October 1997, Eds. P. Kennedy, and M..J. Ogorzalek. **(Brief).** **IF 0.595.**
- [J13] G. GRASSI, S. MASCOLO,
"Synchronization of hyperchaotic oscillators using a scalar signal",
IEE Electronics Letters, 5 March 1998, vol.34, (no.5):424-425. **IF 0.931.**
- [J12] G. GRASSI, S. MASCOLO,
"Synchronizing high dimensional Chaotic systems via eigenvalues placement with applications to cellular neural networks",
International Journal of Bifurcation and Chaos in Applied Sciences and Engineering, vol.9, no.4, pp. 705-711, April 1999. **(Regular paper).** **IF 0.838.**
- [J11] . GRASSI, S. MASCOLO,
"Synchronizing hyperchaotic systems by observer design",
IEEE Transaction on Circuits and Systems, part II: Analog and Digital Signal Processing, vol. 46, no. 4, pp. 478-482, April 1999. **(Brief).** **IF 0.559. IF 0.559.**
- [J10] G. GRASSI, S. MASCOLO,
"Synchronization of high-dimensional chaos generators by observer design",
International Journal of Bifurcation and Chaos in Applied Sciences and Engineering, vol.9, no.6, pp. 1175-1180, June 1999. **(Regular paper).** **IF 0.838.**
- [J9] G. GRASSI, S. MASCOLO,
"Chaos Synchronization in high-order circuits and time-delay systems using observers",
IEE Electronics Letters, 27 May 1999, vol.35, (no.11):939-40. **IF 0.931.**
- [J8] G. GRASSI, S. MASCOLO,
"Observer Design for Cryptography based on Hyperchaotic Oscillators",
IEE Electronics Letters, 17 Sept. 1998, vol.34, (no.19):1844-6. **IF 0.931.**
- [J7] G. GRASSI, S. MASCOLO,
"A System Theory Approach for Designing Cryptosystems Based on Hyperchaos",
IEEE Transaction on Circuits and Systems, Part I: Fundamental Theory and Applications, vol. 46, n. 9, , pp.1135-1138, Sept. 1999. **(Brief).** **IF 0.642.**
- [J6] G. GRASSI, S. MASCOLO,
"Synchronization of high-order oscillators by observer design with application to hyperchaos-based cryptography",
-

Int. Journal of Circuit Theory and Applications, Special Issue on Communications, Information Processing and Control using Chaos, vol. 27, 543-553 (1999), John Wiley & Sons. **(Regular paper). IF 0.694.**

- [J5] S. MASCOLO, G. GRASSI,
"Controlling chaos via backstepping design",
Physical Review E (Statistical Physics, Plasmas, Fluids, and Related Interdisciplinary Topics), vol. 56, no. 5-B, Nov. 1997, The American Physical Society, pp. 6166–6169. **(Brief). IF 2.142.**
- [J4] S. MASCOLO, G. GRASSI,
"Controlling chaotic dynamics using backstepping design with application to the Lorenz system and Chua's circuit"
International Journal of Bifurcation and Chaos in Applied Sciences and Engineering, vol. 9, n. 7, pp. 1425-1434, July 1999. **(letters). IF 0.838.**
- [J3] P. FANTI, B. MAIONE, S. MASCOLO, B. TURCHIANO,
"Event-based Feedback Control for deadlock Avoidance in Flexible Production Systems",
IEEE Trans. on Robotics and Automation, vol. 13, No. 3, June 1997, pp. 347–363. **(Regular paper). IF 1.375.**
- [J2] P. FANTI, B. MAIONE, S. MASCOLO, B. TURCHIANO,
"Performance of Deadlock Avoidance Algorithms in Flexible Manufacturing Systems",
Journal of Manufacturing Systems, vol. 13, no.3, 1996, pp. 164–178, Society of Manufacturing Engineers. **(Regular paper). IF(2000) 0.431.**
- [J1] P. FANTI, B. MAIONE, S. MASCOLO, B. TURCHIANO,
"Low-cost Deadlock Avoidance Policies for Flexible Production Systems",
International Journal of Modelling and Simulation, vol. 17, no. 4, pp. 310-316, 1997, Iasted, **(Regular paper).**

5.2 LIBRI EDITI CON IL SISTEMA DI PEER REVIEW

- [L.1] Fernando Boavida, Edmundo Monteiro, Saverio Mascolo, Yevgeni Koucheryavy (Eds.):
Wired/Wireless Internet Communications,
Lecture Notes on Computer Science LNCS 4517, Springer, 2007, ISBN 978-3-540-72694-4

5.3 PUBBLICAZIONI CONTENUTE IN LIBRI CON IL SISTEMA DI PEER-REVIEW

- [B.1] S. MASCOLO,
"Linear Control Theory for Modelling, Designing, and Performance Evaluation of ATM Congestion Control Algorithms",
Chapter V of the IV vol. of the **IFIP book on Performance of ATM Networks**,
D. D. Kouvatso Editor, **Kluwer Academic Publisher**, USA (Oct. 2000), ISBN 0412836408.
- [B.2] S. MASCOLO, M. GERLA,
"Asynchronous Transfer Mode (ATM) Congestion Control Techniques and Applications in Communication and Data Network Systems",
Invited chapter contribution to the volume on *"Database and Data Communication Network Systems Techniques and Applications"*
Academic Press, Cornelius T. Leondes Editor, ISBN: 0124438954; 1st edition (July 2, 2002)
- [B.3] S. MASCOLO,
"Modelling and designing the Internet congestion control"
Invited contribution to the volume "Advances in Communication Control Networks."

Editors S. Tarbouriech (LAAS-CNRS), C.T. Abdallah (University of New Mexico), and J. Chiasson (University of Tennessee).

Lectures Notes in Control and Information Sciences, LNCIS 308, Springer-Verlag, pp. 137-158, September 2004. ISBN: 3-540-22819-5.

- [B.4] Book title: “Traffic and QoS Management in Wireless Multimedia Networks”
Contribution to the Chapter Two entitled PACKET SCHEDULING AND CONGESTION CONTROL, Cost290 European Science Foundation, Final Report, Lecture Notes in Electrical Engineering 31, 2009, pag. 13- 87, Springer, ISBN 978-0-387-85572-1.

5.4 PUBBLICAZIONI SU ATTI DI CONGRESSI INTERNAZIONALI ACCETTATE CON IL SISTEMA DI PEER-REVIEW

- [C98] Giuseppe Cofano, Luca De Cicco, Saverio Mascolo
Characterizing Adaptive Video Streaming Control Systems
Proc. of American Control Conference (ACC 2015), Chicago, USA, July 1-3 2015 ([PDF](#))
- [C97] Gaetano Carlucci, Luca De Cicco, Saverio Mascolo
HTTP over UDP: an experimental investigation of QUIC
Proc. of 30th ACM/SIGAPP Symposium On Applied Computing (SAC 2015), Salamanca, Spain, April 2015 ([PDF](#)) (Slides:[PDF](#))
- [C96] Dellino G., Meloni C., Mascolo S.
A Linear Physical Programming approach to Power Flow and Energy Storage Optimization in Smart Grids Models
4th International Conference on Operations Research and Enterprise Systems (ICORES) 2015, Lisbon, Portugal, Jan 2015
- [C95] Giuseppe Cofano, Luca De Cicco, Saverio Mascolo
A Control Architecture for Massive Adaptive Video Streaming Delivery
Proc. of ACM VideoNext Workshop, Sydney, Australia, December 2014
- [C94] Luca De Cicco, Vito Caldaralo, Vittorio Palmisano, Saverio Mascolo
TAPAS: a Tool for rApid Prototyping of Adaptive Streaming algorithms
Proc. of ACM VideoNext Workshop, Sydney, Australia, December 2014
- [C93] Gaetano Carlucci, Luca De Cicco, Saverio Mascolo
Modelling and Control for Web Real-Time Communication
Proc. of 53rd IEEE Conference on Decision and Control, Los Angeles, California, USA, December 2014
- [C92] Carlo Meloni, Gabriella Dellino, Saverio Mascolo, **A Preference-Based Power Flow and Storage Model with Uncertainties for Smart Grids Applications**, *EURO Mini-Conference on Stochastic Programming*, Paris, France, September 2014
- [C91] Luca De Cicco, Saverio Mascolo
TCP Congestion Control over HSDPA: an Experimental Evaluation
22nd Mediterranean Conference on Control & Automation, Palermo, Italy, June 2014
- [C90] Luca De Cicco, Saverio Mascolo, Silviu-Iulian Niculescu
The Trade-off between Robustness and Disturbance Rejection for Congestion Control Algorithms based on a Modified Smith-Predictor
European Control Conference 2014, Strasbourg, France, 24-27 June 2014 ([PDF](#))
- [C89] H. Lundin, S. Holmer, H. Alvestrand, L. De Cicco, and S. Mascolo
A Google Congestion Control Algorithm for Real-Time Communication
IETF draft RMCAT wg, draft-alvestrand-rmcat-congestion-02, Feb 2014

-
- [C88] L. De Cicco, G. Cofano and S. Mascolo, **A Hybrid Model of the Akamai Adaptive Streaming Control System**, *Proc. of IFAC World Congress 2014*, Cape Town, South Africa, 24-29 August 2014
- [C87] L. De Cicco, V. Caldaralo, V. Palmisano, and S. Mascolo, **ELASTIC: a Client-side Controller for Dynamic Adaptive Streaming over HTTP (DASH)**, *Packet Video Workshop 2013*, San Jose, CA, USA, December 2013
- [C86] L. De Cicco, G. Carlucci, and S. Mascolo, **Understanding the Dynamic Behaviour of the Google Congestion Control**, *Packet Video Workshop 2013*, San Jose, CA, USA, December 2013
- [C85] L. De Cicco, G. Cofano, and S. Mascolo, **Local SIP Overload Control: Controller Design and Optimization by Extremum Seeking** *IEEE CDC 2013*, Firenze, Italy, Dec. 2013
- [C84] L. De Cicco, G. Carlucci, and S. Mascolo, **Experimental Investigation of the Google Congestion Control for Real-Time Flows**, *ACM SIGCOMM 2013 Workshop on Future Human-Centric Multimedia Networking*, Hong Kong, China
- [C83] S. Alfredsson, G. Del Giudice, J. Garcia, A. Brunstrom, L. De Cicco, S. Mascolo, **Impact of TCP Congestion Control on Bufferbloat in Cellular Networks** *14th IEEE International Symposium on a World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks*, Madrid, Spain, 4-7 June 2013
- [C82] L. De Cicco, G. Cofano, and S. Mascolo **Local SIP Overload Control** *WWIC 2013*, S. Petersburg, Russia, June, 2013.
- [C81] L. De Cicco, S. Mascolo, and D. Calamita, **A Resource Allocation Controller for Cloud-based Adaptive Video Streaming** *IEEE ICC'13 - 1st International Workshop on Mobile Cloud Networking and Services (MCN)*, Budapest, Hungary, June, 2013.
- [C80] L. De Cicco, S. Mascolo, and Chaouki T. Abdallah, **"An Experimental Evaluation of Akamai Adaptive Video Streaming over HSDPA networks"**, in *Proc. of IEEE Multi-Conference on Systems and Control 2011 (Invited CACSD-SU Session 'Computing and Control')*, Denver, CO, USA, September 28-30, 2011
- [C79] L. De Cicco, S. Mascolo, V. Palmisano **Feedback Control for Adaptive Live Video Streaming** *in Proc. of ACM Multimedia Systems Conference*, San Jose, CA, Feb 23-25, 2011.
- [C78] L. De Cicco, S. Mascolo **An Experimental Investigation of the Akamai Adaptive Video Streaming** *in Proc of USAB 2010, special session Interactive Multimedia Applications (WIMA)*, Klagenfurt, Austria, 3-4 November 2010, LCNS 6389, pp. 447-464, Springer-Verlag.
- [C77] L. DE CICCO, S. MASCOLO **A Mismatch Controller for Implementing High-Speed Rate-based Transport Protocols** *in Proc of 17th IEEE International Conference on Network Protocols (ICNP '09)*, Princeton, NJ, USA, Oct. 13-16, 2009.
- [C76] L. DE CICCO, S. MASCOLO, S.-I. NICULESCU **Robust Stability Analysis of a Class of Smith Predictor-based Congestion Control Algorithms for Computer Networks** *IFAC 8th Workshop on Time-Delay Systems*, Sinaia, Romania, Sept. 1-3, 2009.
- [C75] L. DE CICCO, S. MASCOLO, V. PALMISANO, **A Mathematical Model of the Skype VoIP Congestion Control Algorithm** *IEEE Conference on Decision and Control 2008*, Dec. 2008, Cancun, Messico.

-
- [C74] L. DE CICCO, S. MASCOLO, V. PALMISANO,
Skype Video Responsiveness to Bandwidth Variations
ACM Workshop on *Network and Operating Systems Support for Digital Audio and Video (NOSSDAV) '08*, Braunschweig, Germany, May, 2008.
- [C73] L. DE CICCO, S. MASCOLO, V. PALMISANO,
An Experimental Investigation of the End-to-End QoS of the Apple Darwin Streaming Server
Wired/Wireless Internet Communications (WWIC) 2008, May, 2008, Tampere, Finland.
- [C72] L. DE CICCO, S. MASCOLO,
TCP Congestion Control over 3G Communication Systems: an Experimental Evaluation of New Reno, BIC and Westwood+.
The 7th International Conference on Next Generation Teletraffic and Wired/Wireless Advanced Networking (**NEW2AN 2007**), St.Petersburg, Russia, 10-12 settembre 2007
- [C71] P. LOUREIRO, S. MASCOLO AND E. MONTEIRO,
Open Box Protocol (OBP)
Proceedings of High Performance Computation Conference, Houston, USA, 2007 .
- [C70] L. DE CICCO, S. MASCOLO AND V. PALMISANO,
An Experimental Investigation of the Congestion Control Used by Skype VoIP
Wired/Wireless Internet Communications (WWIC) 2007 May 2007, Coimbra, Portugal. **Cit. 4**
- [C69] G. BOGGIA, P. CAMARDA, A. D'ALCONZO, L. GRIECO, S. MASCOLO,
Joint Cross-layer Power Control and FEC Design for TCP Westwood+ in Hybrid Wireless-Wired Networks
Proc. of New Technologies, Mobility and Security Conference, NTMS'2007, Paris, May 2007
- [C68] GENNARO BOGGIA, PIETRO CAMARDA, LUIGI A. GRIECO, SAVERIO MASCOLO, A. STEFANELLI,
Performance Evaluation of Feedback-based Bandwidth Allocation Algorithms for 802.11e MAC
Proc. of IEEE VTC 2007 Spring, Dublin, Ireland, April 2007
- [C67] G. BOGGIA, P. CAMARDA, A. D'ALCONZO, L. GRIECO, S. MASCOLO, E. ALTMAN, C. BARAKAT,
Modeling the AIADD Paradigm in Networks with Variable Delays
Proc. of Conference on Future Networking Technologies, CoNext 2006 – Lisbona, Dec. 2006
- [C66] D. VALERIO, L. DE CICCO, S. MASCOLO, F. VACIRCA, T. ZIEGLER,
Optimization of IEEE 802.11 parameters for wide area coverage
MEDHOCNET 2006, June 14-17, 2006, Lipari, Italy
- [C65] LUCA DE CICCO, SAVERIO MASCOLO,
TCP versus TFRC over wired and wireless Internet scenarios: an experimental evaluation
The 7th International Conference on Next Generation Teletraffic and Wired/Wireless Advanced Networking, (**NEW2AN 2006**), June 2006, S. Petersburg, Russia
- [C64] A. BAIOCCHI, S. MASCOLO, F. VACIRCA,
TCP internal buffers optimization for fast long-distance links
Infocom06 Workshop on High Speed Networking, 24-27, April 2006, Barcellona, Spain
- [C63] E. ALTMAN, C. BARAKAT, S. MASCOLO, N. MOLLER, J. SUN,
“Analysis of TCP Westwood+ in high speed networks”
Fourth International Workshop on Protocols for Fast Long-Distance Networks (PFLDNET 2006), 2-3 Feb. 2006, Nara, Japan
- [C62] SAVERIO MASCOLO AND FRANCESCO VACIRCA,
“The effect of reverse traffic on the performance of new TCP congestion control algorithms for gigabit networks”,
-

Fourth International Workshop on Protocols for Fast Long-Distance Networks (PFLDNET 2006), 2-3 Feb. 2006, Nara, Japan. **Cit 11**

- [C61] S. MASCOLO, F. VACIRCA,
“Congestion Control and Sizing Router Buffers in the Internet”,
Invited paper, IEEE Conference on Decision and Control 2005, Sevilla, Spain. **Cit. 3**
- [C60] G. BOGGIA P. CAMARDA L. A. GRIECO A. BARBUZZI, G. BINETTI AND S. MASCOLO,
“Real-time applications in 802.11 WLAN using feedback-based bandwidth allocation”
In **Proc. of 2005 Tyrrhenian International Workshop on Digital Communications**, Sorrento, Italy, July 2005.
- [C59] S. MASCOLO, F. VACIRCA,
“Issues in Performance Evaluation of New TCP Stacks in High Speed Networks”
International Symposium on Performance Evaluation of Computer and Telecommunication Systems (SPECTS '05), July 24 - 28, 2005, Philadelphia, Pennsylvania.
Cit. 1
- [C58] L. A. GRIECO, S. MASCOLO,
“Congestion control for the Internet planetary paths”,
16th International Federation Automatic Control (IFAC) World Congress, July 4-8, 2005
Praga. **Sessione invitata** organizzaza da S. Mascolo su “Control methods for communication networks”.
- [C57] G. BOGGIA, P. CAMARDA, F. A. FAVIA, L. A. GRIECO, AND S. MASCOLO,
Providing Delay Guarantees and Power Saving in IEEE 802.11e Networks.
Proceedings of the 3rd International Conference on Wired/Wireless Internet Communications (WWIC'05), Xanthi, Greece, May 2005.
- [C56] G. BOGGIA, P. CAMARDA, L. A. GRIECO, S. MASCOLO, AND M. NACCI,
Performance Evaluation of a Feedback Based Dynamic Scheduler for 802.11e MAC.
Proceedings of the 3rd International Workshop on QoS in Multiservice IP Networks (QoSIP'05), Catania, Italy, February 2005.
- [C55] S. MASCOLO AND G. RACANELLI,
“Testing TCP Westwood+ over Transatlantic Links at 10 Gigabit/Second rate”,
Third International Workshop on Protocols for Fast Long-Distance Networks, 3rd
International Workshop on Protocols for Fast Long-Distance Networks, PFLDNET, Laboratoire
de l'Informatique du Parallélisme, Ecole Normale Supérieure, LYON, FRANCE, February 3,4
2005, Cit. 4.
- [C54] S. MASCOLO, L.A. GRIECO,
“TCP for Deep Space Communications Paths”,
Tracking, Telemetry and Command Systems for Space Applications, TTC 2004, 7 – 9
September 2004 ESOC Darmstadt, Germany *Organised by the European Space Agency (ESA)*
- [C53] G. BOGGIA, P. CAMARDA, L. A. GRIECO, T. LARocca, AND S. MASCOLO,
A Call Admission Control with Dynamic Bandwidth Allocation for providing delay guarantees
in IEEE 802.11e Networks. In proceedings of the **Seventh International Symposium on
Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC'04)**, Abano Terme, Italy 12-15
September 2004.
- [C52] M. DI BERNARDO, L. A. GRIECO, S. MANFREDI, AND S. MASCOLO,
Design of robust AQM controllers for improved TCP Westwood congestion control.
**Invited paper, Proceedings of the 16th International Symposium on Mathematical, Theory
of Networks and Systems (MTNS 2004)**, Katholieke Universiteit Leuven, Belgium, June 2004.
- [C51] G. BOGGIA, P. CAMARDA, M. CASTELLANO, O. FIUME, L. A. GRIECO, AND S. MASCOLO,
“A Collision Free MAC Protocol for Energy Saving in Wireless Ad Hoc Networks”,

In Proceedings of the **International Workshop on Wireless Ad-hoc Networks (IWWAN'04)**, Oulu, Finland, May 2004. Cit. 3

- [C50] L. A. GRIECO, S. MASCOLO,
“Efficiency, Fairness and Friendliness Evaluation of TFRC and ARC”
Invited paper, IEEE and Eurasp First International Symposium on Control, Communications and Signal Processing, 21-24 March 2004, pages353-356, Hammamet, Tunisia.
- [C49] A. ANNESE, G. BOGGIA, P. CAMARDA, L.A. GRIECO, S. MASCOLO,
“A HCF-based bandwidth allocation algorithm for 802.11e MAC”
IEEE Proc. Vehicular Technology Conference 2004 Spring, Milan, Italy 17-19 May, 2004. Cit. 1
- [C48] A. DELL’AERA, L. A. GRIECO, S. MASCOLO,
“Linux 2.4 Implementation of Westwood+ TCP with rate-halving: A Performance Evaluation over the Internet”,
IEEE International Conference on Communications (ICC04), Paris, France, 7-9 June 2004. Cit. 6
- [C47] L. A. GRIECO, G. BOGGIA, S. MASCOLO, AND P. CAMARDA,
“A control theoretic approach for supporting quality of service in Ieee 802.11e WLANs with HCF”,
42nd IEEE Conference on Decision and Control (CDC 2003), Maui, Hawaii, December 2003. Cit. 3
- [C46] L. A. GRIECO AND S. MASCOLO,
“Performance evaluation of Westwood+ TCP over WLANs with Local Error Control”
Proceedings of the the 28th Annual **IEEE Conference on Local Computer Networks (LCN 2003)**, Bonn/Königswinter, Germany, October 20-24, 2003. Cit. 3
- [C45] G. BOGGIA, P. CAMARDA, C. DI ZANNI, L. A. GRIECO, AND S. MASCOLO,
“A dynamic bandwidth allocation algorithm for IEEE 802.11e WLANs with HCF access method”
Proceedings of the Fourth COST 263 International Workshop on Quality of Future Internet Services (QoFIS 2003), Royal Swedish Academy of Engineering Sciences, Stoccolma, October 2003, p.142-151, Lectures Notes on Computer Science, Springer Verlag, ISBN 3-540-20192-0. Cit. 3
- [C44] S. MASCOLO,
“Modeling the Internet Congestion Control as a Time Delay System: A Robust Stability Analysis”
IFAC Workshop on Time-delay Systems, Inria, Rocquencourt, 8-10 September, 2003. Cit. 4
- [C43] L. A. GRIECO AND S. MASCOLO,
“A mathematical model of Westwood+ TCP congestion control algorithm”
Proceedings of the 18th International Teletraffic Congress (ITC-18), Berlin, Germany, 31-August, 5 September 2003, Elsevier, ISBN 0444514554. Cit. 4
- [C42] L. A. Grieco, S. Mascolo,
“Adaptive Rate Control for Internet Video Streaming,”
European Control Conference 2003, Cambridge U.K., Sept. 2003. Cit. 1
- [C41] L. A. GRIECO AND S. MASCOLO,
“End-to-end bandwidth estimation algorithms for Westwood TCP congestion control”
In 25th **International Conference Information Technology Interfaces (ITI 2003)**, Cavtat, Croatia, June 2003. cit. 1
- [C40] L. A. GRIECO, S. MASCOLO,
“End-to-End Bandwidth Estimation for Congestion Control in Packet Networks”,

Proceeding of the Second International Workshop, QoS-IP 2003, Milano, Italy, February 2003, **Lectures Notes on Computer Science 2601**, p.645-658, Springer Verlag, ISBN 3-540-00604-4. Cit. 16

- [C39] S. Mascolo, L. A. Grieco,
"Additive Increase Early Adaptive Decrease Mechanism for TCP Congestion Control",
IEE and IEEE International Conference on Telecommunications (ICT), pages 818–825,
Papeete, French Polynesia, February 2003. Cit. 3
- [C38] L. A. Grieco, S. Mascolo,
"Smith's Predictor and Feedforward Disturbance Compensation for ATM congestion control",
IEEE Conference on Decision and Control, Las Vegas, Usa, Dec. 2002. Cit. 6
- [C37] R. Ferorelli, L. A. Grieco, S. Mascolo, G. Piscitelli, P. Camarda,
"Live Internet Measurements Using Westwood+ TCP Congestion Control",
IEEE Globecom 2002, Taipei, Taiwan. Cit 10
- [C36] S. Mascolo, L. A. Grieco, P. Camarda,
"Performance Evaluation of TCP over satellite paths,"
European Mobile/Personal Satcoms Conference, September 25-26, 2002 Baveno/Stresa, Lake Maggiore, Italy.
- [C35] L. A. Grieco, S. Mascolo, R. Ferorelli,
"Additive Increase Adaptive Decrease Congestion Control: a Mathematical Model and Its Experimental Validation,
IEEE Int. Symposium on Computer and Communications, Giardini Naxos, Italy, July 2002. Cit. 5
- [C34] L. A. Grieco, S. Mascolo, E. Di Sciascio,
"A Mathematical Model for the Steady State Throughput of the Westwood TCP Congestion Control Algorithm",
Proceedings of the 24rd International Conference on Information Technology Interfaces ITI 2002. (IEEE Cat. No.01EX491), Dubrovnik, Croatia, June 2002. cit. 2
- [C33] L.A. Grieco, S. Mascolo,
"TCP Westwood and Easy RED to Improve Fairness in High-Speed Networks",
Proc. of the Seventh International Workshop on Protocols For High-Speed Networks (PpHSN'2002), April 22 - 24, 2002 Berlin, Germany. Collezione published by **Lecture Notes on Computer Science (Lcns)**, Springer Verlag, ISBN 3-540-43658. cit. 43
- [C32] S. MASCOLO, L. A. GRIECO, G. PAU, M. GERLA, C. CASETTI,
"End-to-End Bandwidth Estimation in TCP to Improve Wireless Link Utilization",
Invited paper European Wireless Conference, Florence, Italy, Feb. 2002. Cit. 8
- [C31] M. GERLA, M. SANADIDI, R. WANG, A. ZANELLA, C. CASETTI, S. MASCOLO
"TCP Westwood: Window Control Using Bandwidth Estimation",
IEEE Global Communication Conference (Globecom 2001), St. Antonio, Texas, Nov. 2001. cit. 97
- [C.30] S. MASCOLO
"Insights into TCP/IP congestion control using the Smith principle",
European Control Conference, Porto, Portugal, Sept. 2001.
- [C29] S. MASCOLO, G. GRASSI,
"On a structural property of a class of chaotic systems",
European Control Conference, Porto, Portugal, Sept. 2001.
- [C28] S. MASCOLO, C. CASETTI, M. GERLA, S. LEE, M. SANADIDI,
"TCP Westwood: bandwidth estimation for enhanced transport over wireless links",
Proceedings of ACM Mobicom, Rome, Italy, July 2001. Cit. 378

-
- [C27] S. MASCOLO, G. GRASSI,
"Controlling chaotic systems with disturbance: a new approach based on backstepping and nonlinear damping",
IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS'01), Sidney, Australia, May 2001, pp. 253-6.
- [C26] MASCOLO, S.; DI SCIASCIO, E.; GRIECO, L. A.,
"End-to-end congestion control and bandwidth estimation in high speed ATM networks",
Proceedings of the 23rd International Conference on Information Technology Interfaces ITI 2001. (IEEE Cat. No.01EX491)., Pula, Croatia, 19-22 June 2001. Edited by: Kalpic, D.; Dobric, V.H. Zagreb, Croatia: Univ. Zagreb, 2001. pp. 57-62 vol.1
- [C25] G. GRASSI, S. MASCOLO,
"Driving cryptosystems with hyperchaotic signals: an approach involving linear observers",
IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS2000), Geneve 28-31 2000, pp. 501-4
- [C24] S. MASCOLO, A. GRIECO, E. DI SCIASCIO, M. GERLA,
" End to End Congestion Control and Bandwidth Measurement in High Speed ATM Networks",
IEEE Asynchronous Transfer Mode (ATM) 2000, Int. Conference, Hidelberg, June 2000.
- [C23] G. GRASSI, S. MASCOLO,
"A unified tool for synchronizing chaos in high-order circuits and time delay systems using a scalar signal",
IEEE Int. Conf. on Nonlinear Dynamics of Electronic Systems, (NDES), Catania 18-20 May 2000
- [C22] S. MASCOLO, G. GRASSI,
"Controlling chaotic systems with disturbance using backstepping design and nonlinear damping",
IEEE Int. Conf. on Control of Oscillation and chaos(COC2000), St. Petersburg, 5-7 July 2000.
- [C21] C. CASETTI, M. GERLA, S. LEE, S. MASCOLO, M. SANADIDI,
"TCP with faster recovery",
IEEE Milcom 2000, Proceedings 21st Century Military Communications. Architectures and Technologies for Information Superiority Los Angeles, CA, USA, 22-25 Oct. 2000, p. 320-4 vol.1. **Cit 38**
- [C20] S. MASCOLO
"Classical Control Theory for Congestion Avoidance in High Speed Internet"
Invited paper, IEEE Conf. on Dec. and Control, Dec. 1999, pp. 2709, 2714, Phoenix, Az. **Cit 44**
- [C19] S. MASCOLO
"Smith's principle for Congestion Control in TCP Internet Protocol"
Proc. of American Control Conference, 2-4 June 1999, S. Diego, vol. 6, pp. 4441-5. **Cit 10**
- [C18] G. GRASSI, S. MASCOLO
"Hyperchaos-based secure communications by observer design"
Proc. of the 7th International Workshop on Nonlinear Dynamics of Electronic Systems (NDES '99), Island of Bornholm, Denmark, pp. 157-160, July 15-17, 1999.
- [C17] S. MASCOLO, G. GRASSI,
"Backstepping design for controlling chaotic Chua's circuit"
Proc. of the 7th International Workshop on Nonlinear Dynamics of Electronic Systems (NDES '99), Island of Bornholm, Denmark, pp. 201-204, July 15-17.
- [C16] S. MASCOLO, G. GRASSI
"Backstepping Design for Controlling Chaos in the Lorenz System and Chua's Circuit"
-

Proc. of **the European Conference on Circuit Theory and Design (ECCTD '99)**,
Stresa, Italy, pp. 1211-1214, 29 August–2 September, 1999.

- [C15] S. MASCOLO, M. GERLA,
“An ABR congestion control algorithm feeding back available bandwidth and queue level”
1998 IEEE ATM Workshop Proceedings. 'Meeting the Challenges of Deploying the Global
Broadband Network Infrastructure', Fairfax, VA, USA, 26-29 May 1998, p. 91-96. **Cit. 3**
- [C14] G. GRASSI, S. MASCOLO
“Synchronization of hyperchaotic cellular neural networks: A system Theory Approach”,
IEEE International Joint Conf. on Neural Networks, May 4-9, 1998, Anchorage, Alaska.
- [C13] G. GRASSI, S. MASCOLO
“Design of nonlinear observers for hyperchaos synchronization using a scalar signal”
IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS 98), May 31-June 3, 1998,
Monterey, CA. **Cit. 2**
- [C12] S. MASCOLO, G. GRASSI,
“Nonlinear observers for hyperchaos synchronization with application to secure
communications”
IEEE Conference on Control Applications CCA'98, Trieste, Italy, 1-4 Sept. 1998, pp. 1016-
20 vol.2.
- [C11] S. MASCOLO AND M. GERLA,
“Classical control approach to congestion control in high speed ATM networks”,
IEEE ATM 97 Workshop, May 25-28, 1997, 361-367, Lisboa, Portugal.
- [C10] S. MASCOLO,
“Linear Control Theory for modeling and performance evaluation of ATM congestion
control algorithms”,
Proc. of Fifth IFIP Workshop on performance modeling and evaluation of ATM networks,
21-23 July 1997, Ilkey, West Yorkshire, U.K.
- [C9] S. MASCOLO,
"Smith's principle for Congestion control in ATM High Speed Networks ",
Proc. of IEEE 36th Conference on Decision and Control, Dec. 1997, pp. 4595-4600, S. Diego.
- [C8] S. MASCOLO,
"Backstepping design for controlling Lorenz chaos",
Proc. of IEEE 36th Conference on Decision and Control, 1997, pp. 1500-1501, S. Diego, CA.
- [C7] M. GERLA, D. CAVENDISH, S.MASCOLO,
"ATM Networks: Bandwidth Allocation and Congestion Control",
Invited paper, IEEE Melecon 1996, Bari, Italy, May 13-16, pp. 27-33.
- [C6] S.MASCOLO, D. CAVENDISH, M. GERLA,
"ATM Rate Based Congestion Control Using a Smith Predictor: an EPRCA Implementation",
Proc. of IEEE Infocom 96, S. Francisco, March 1996, pp. 569-576.
cit. 80
- [C5] D. CAVENDISH, S.MASCOLO, M. GERLA,
"Rate Based Congestion Control for multicast ABR traffic",
Proc. of IEEE Globecom 96, London, November 18-22, 1996, pp. 1114-1118. **Cit. 8**
- [C4] D. CAVENDISH, M. GERLA, S.MASCOLO,
"ATM Rate Based Congestion Control Using a Smith Predictor: Implementation Issues",
First Workshop on ATM traffic Management, IFIP-WATM'95, Paris, Dec. 1995 pp. 289-
296. **Cit. 6**
- [C3] M.P. FANTI, B. MAIONE, S. MASCOLO, B. TURCHIANO,

"Control Policies Conciliating Deadlock Avoidance and Flexibility in FMS Resource Allocation",

Proc. EFTA '95, INRIA/IEEE Symposium on Emerging Technologies and Factory Automation, Paris, October, 10-13, 1995, pp. 343-351. Cit. 2

[C2] M.P. FANTI, B. MAIONE, S. MASCOLO, B. TURCHIANO,
"Deadlock Avoidance Policies for Flexible Production Systems with Multiple Capacity Resources",
IEE Third Workshop on Discrete Event Systems, August 19-21, 1996, pp. 31-38, Edinburgh, Scotland, UK.

[C1] M.P. FANTI, B. MAIONE, S. MASCOLO, B. TURCHIANO,
"Low-cost Deadlock Avoidance Policies for Flexible Production Systems",
Proc. of the IASTED Int. Conf: Applied Modelling and Simulation, Lugano (Switzerland), June 20-22, 1994, pp. 219-223

Pubblicazioni su atti di congressi nazionali

[D1] L. A. GRIECO, S. MASCOLO, AND G. PISCITELLI,
"Robust end-to-end bandwidth estimate in TCP/IP congestion control",
In **AICA 2002 XL CONGRESSO ANNUALE**, pages 613--626, Conversano (Ba), Italy, Settembre 2002.

6 ILLUSTRAZIONE DELLE ATTIVITÀ DI RICERCA

L'attività di ricerca ha avuto come oggetto i seguenti temi principali:

1. Il controllo del deadlock con applicazione ai sistemi di produzione flessibili;
2. Il controllo di sistemi non lineari caotici con applicazioni alla progettazione di sistemi per la comunicazione sicura;
3. Il controllo di congestione nelle reti a commutazione di pacchetto con applicazioni alle reti ATM, al Transmission Control Protocol, al traffico audio/ video su IP;
4. Il controllo in anello chiuso dell'allocazione di banda nello standard IEEE 802.11 e per fornire servizi di comunicazione real-time;

Recentemente l'attività di ricerca si è occupata del modelling del controllo di congestione utilizzato nell'applicazione Skype audio e video.

Di seguito si riporta una sintesi del contesto scientifico e dei risultati ottenuti in ciascuna tematica di ricerca. Ogniqualvolta si fa riferimento al numero di citazioni, la fonte è scholar.google.com.

6.1 IL CONTROLLO DEL DEADLOCK NEI SISTEMI AD EVENTI DISCRETI CON APPLICAZIONE AI SISTEMI DI PRODUZIONE FLESSIBILI

Contesto Scientifico

I Discrete Event (Dynamical) System (DEDS o DES) sono caratterizzati dal fatto che eventi asincroni, quali ad esempio processi di arrivo oppure il verificarsi di condizioni logiche, influenzano l'evoluzione dello stato del sistema. Esempi di DEDS sono i Sistemi Operativi e i Sistemi Flessibili di Produzione.

Il problema del deadlock si manifesta nei sistemi ad eventi discreti quando vi sono risorse condivise. È documentato per la prima volta nella letteratura sui Sistemi Operativi (Haberman 1969, EG Coffman, 1971) e successivamente in quella sui Sistemi Flessibili di Produzione (Banaszak and Krogh, 1990; FS Hsieh, SC Chang, 1994).

Un Sistema di Produzione Flessibile è costituito da un insieme di stazioni di lavoro, ciascuna dedicata allo svolgimento di particolari tipologie di lavorazioni, interconnesse da un sistema automatico di trasporto che provvede alla movimentazione dei pezzi tra le diverse stazioni di lavoro. Tutte le operazioni avvengono sotto la supervisione di un calcolatore. L'obiettivo di tale sistema è quello di raggiungere un'efficienza produttiva comparabile a quella dei sistemi di produzione in serie nel campo della produzione per lotti [D.1].

Nei Sistemi Flessibili di Produzione i pezzi da lavorare concorrono per l'utilizzazione delle risorse. La condivisione può provocare una situazione critica di blocco completo delle attività del sistema denominata *deadlock* o *deadly embrace*. La situazione è quella in cui esiste un insieme di pezzi J_D tale che ogni pezzo appartenente a tale insieme chiede di utilizzare, come risorsa successiva a quella al momento utilizzata, una risorsa che è detenuta, a sua volta, da pezzi appartenenti allo stesso insieme J_D : in tale circostanza s'instaura una *sequenza circolare di attese* del tipo, A attende B, B attende C, ..., H attende A. In assenza di un evento esterno di recupero, tale catena di attese permane indefinitamente e costituisce una situazione di stallo denominata *deadlock*. Esistono, inoltre, situazioni che, pur non essendo di *deadlock*, inevitabilmente evolvono verso il *deadlock*. Pertanto, per evitare il *deadlock* occorre evitare anche tali situazioni che in letteratura sono indicate con il termine "deadlock di secondo livello" (FS Hsieh, SC Chang, 1994).

Risultati ottenuti e riscontri nazionali e internazionali

La ricerca è stata svolta durante gli anni del dottorato di ricerca (1991-1995) e ha riguardato lo studio dei Discrete Event (Dynamical) System (DEDS o DES) e il problema del deadlock nei Sistemi Flessibili di Produzione (FMS). I risultati di tale ricerca sono stati in gran parte pubblicati nella Tesi per il conseguimento del titolo di Dottore di Ricerca [D.1] e nella pubblicazione apparsa su IEEE Trans. on Rob. & Aut. (1997) ad oggi citata 138 volte su scholar.google.com.

All'inizio di questa ricerca, il problema del deadlock negli FMS era affrontato con due metodologie: una basata sulle reti di Petri (Banaszak and Krogh, IEEE T R&A1990), l'altra basata sui digrafi (Hsieh, and Chang, IEEE T R&A1994). Fin dall'inizio in questa ricerca si è scelto il formalismo dei grafi orientati per modellare il problema del deadlock mentre si è ritenuto il formalismo delle Reti di Petri inappropriato. I digrafi infatti offrono il formalismo più adatto per individuare la caratteristica essenziale

di una situazione di deadlock che è costituita da un ciclo di attese. I risultati della ricerca hanno confermato la validità di questa scelta.

Il contributo principale della ricerca è stato quello di trovare le condizioni necessarie e sufficienti per il deadlock di secondo livello. Sulla base di questo risultato è stato possibile definire legge di controllo esenti da deadlock. In particolare, sono stati definiti un digrafo statico, detto Digrafo delle Lavorazioni che rappresenta l'insieme di tutti i possibili percorsi dei pezzi attraverso le macchine, e un digrafo dinamico, funzione dello stato, detto Digrafo delle Transizioni, che rappresenta gli spostamenti immediatamente successivi dei pezzi a partire dallo stato corrente. E' stato dimostrato che una condizione necessaria per il deadlock di secondo livello è la presenza, nel Digrafo delle Lavorazioni, di un insieme di cicli che hanno in comune una e una sola risorsa. Tale "figura" è denominata "rosacea" nella Teoria dei Grafi. Un'altra condizione necessaria è che l'unica risorsa in comune a due o più cicli abbia capacità unitaria.

Sulla base della suddetta caratterizzazione sono state definite, negando di volta in volta una o più condizioni necessarie al deadlock, leggi di controllo differenti per complessità computazionale e per il grado di restrizione imposto alle possibili allocazioni di risorse [J.1], [J.2], [J.3], [D.1]. Tali leggi di controllo sono state chiamate Politiche di Restrizione. La Politica di Restrizione inibisce o permette un evento del sistema, cioè l'assegnazione di una risorsa ad un pezzo, sulla base sia del Digrafo delle Transizioni, che dipende dallo stato corrente del sistema, sia sulla base del Digrafo delle Lavorazioni che dipende dalla struttura del sistema.

Il risultato teorico trovato è importante e di semplice applicazione: se la topologia del digrafo delle lavorazioni non presenta rosacee, oppure se ci sono cicli che s'intersecano in una ed una sola risorsa e tale risorsa ha capacità maggiore o uguale a due, condizioni che possono, ciascuna, essere ragionevolmente imposte in sede progettuale, allora il deadlock di secondo livello è impossibile. Dopo aver evitato in questo modo, "strutturalmente", il deadlock di secondo livello, il deadlock di primo livello può essere evitato semplicemente sulla base del digrafo delle transizioni: tale digrafo contiene un solo lato uscente da ciascun nodo. In particolare, occorre soltanto impedire che in seguito ad una transizione si formi un ciclo chiuso nel digrafo delle transizioni. La complessità computazionale per trovare un ciclo in un grafo è $O(n)$, dove n è il numero dei nodi. Tale Politica di Restrizione, oltre ad essere computazionalmente di bassissimo costo, ha il pregio di essere la meno restrittiva possibile in senso assoluto perché inibisce soltanto l'assegnazione di risorse che conduce immediatamente al deadlock. Tale politica può essere applicata a una vasta classe di sistemi di interesse pratico [J.1], [J.2], [J.3], [C.1].

In [J.2] è stata condotta un'analisi comparativa delle politiche di controllo al fine di ordinarle in base al grado di restrizione imposto alla libertà di assegnare le risorse. Tale comparazione è stata condotta prima teoricamente, sulla base di una definizione formale di "grado di restrizione", e poi sperimentalmente mediante simulazioni ad eventi discreti condotte al calcolatore. La comparazione ha evidenziato la correlazione tra gli indici di prestazione misurati sperimentalmente per ogni politica, quali ad esempio il throughput, e il relativo grado di restrizione della politica [J.2], [D.1].

In [C.2] è stata proposta l'estensione delle Politiche di Restrizione al caso di risorse a capacità multipla. In [C.3] è stato introdotto il concetto di deadlock di terzo livello e, sulla base della sua caratterizzazione, una politica meno restrittiva.

Presentazione di alcune pubblicazioni sull'argomento

- [J1] P. FANTI, B. MAIONE, S. MASCOLO, B. TURCHIANO,
"Event-based Feedback Control for deadlock Avoidance in Flexible Production Systems",
IEEE Trans. on Robotics and Automation, vol. 13, No. 3, June 1997, pp. 347–363. **Cit. 138.**

In questo lavoro si propone un modello dinamico di un sistema flessibile di produzione basato sui digrafi e, partendo da tale descrizione, si ottiene una caratterizzazione completa del deadlock di secondo livello mediante l'individuazione delle condizioni necessarie e sufficienti per il suo verificarsi. Sulla base di tale caratterizzazione è possibile generare leggi di controllo in anello chiuso che hanno la proprietà di garantire una dinamica del sistema esente da deadlock. La descrizione del sistema è effettuata definendo un Digrafo (statico) delle Lavorazioni, ottenuto come unione di tutti i cammini dei jobs attraverso le risorse, e un Digrafo (dinamico) delle Transizioni che dipende dallo stato ed è ottenuto considerando l'unione dei lati che, per ogni *job* o *task*, esprimono la risorsa successiva da acquisire.

E' stato dimostrato che una condizione necessaria per il deadlock di secondo livello è la presenza, nel Digrafo delle Lavorazioni, di un insieme di cicli che hanno in comune una e una sola risorsa. Un'altra condizione necessaria è che l'unica risorsa in comune a due o più cicli abbia capacità unitaria. Ciascuna di tali condizioni può facilmente non essere soddisfatta in sede progettuale in modo da rendere il deadlock di

secondo livello impossibile. Dopo aver evitato “strutturalmente” il deadlock di secondo livello, il deadlock di primo livello può essere evitato semplicemente sulla base del digrafo delle transizioni: occorre infatti impedire che in seguito ad una transizione si formi un ciclo nel digrafo delle transizioni. La complessità computazionale per trovare un ciclo in un grafo è $O(n)$, dove n è il numero dei nodi. Tale Politica di Restrizione, oltre ad essere computazionalmente di bassissimo costo, ha il pregio di essere la meno restrittiva possibile in senso assoluto perché inibisce soltanto l'assegnazione di risorse che conduce immediatamente al deadlock.

6.2 IL CONTROLLO DI SISTEMI NON LINEARI CAOTICI CON APPLICAZIONI ALLA PROGETTAZIONE DI SISTEMI DI COMUNICAZIONE SICURA

Contesto scientifico

La soluzione di equazioni differenziali non lineari può dipendere fortemente dalle condizioni iniziali. In altre parole, una piccola variazione delle condizioni iniziali può determinare una notevole variazione della soluzione. I sistemi nonlineari con tale caratteristica sono detti caotici. Il termine di *caos deterministico* fa riferimento al fatto che, poichè le condizioni iniziali possono essere note solo con un certo errore, la dinamica risulta praticamente imprevedibile nonostante sia descritta da una equazione differenziale. Per questi motivi lo studio di tecniche che consentono di controllare una dinamica caotica ha riscontrato notevoli interessi scientifici. L'esempio più noto di dinamica non lineare caotica è l'attrattore di Lorenz che rappresenta un modello in variabili di stato dei moti convettivi di un fluido.

Nel 1990 i fisici Pecora e Carroll hanno pubblicato sulla rivista Phys. Rev. Lett. 64, 821 - 824 (1990) un lavoro nel quale per la prima volta si proponeva di utilizzare dinamiche caotiche per ottenere un sistema per la comunicazione sicura. L'idea era la seguente: mascherare (“masking”) un *plain text* sommandolo ad una dinamica caotica del trasmettitore – ad es. ad una o più variabili di stato - ed estrarre il *plain text* al ricevitore sottraendo al segnale ricevuto la stessa dinamica caotica. Per realizzare un sistema del genere occorre riprodurre al ricevitore la stessa dinamica caotica utilizzata dal trasmettitore per il masking. Per ottenere ciò occorre rendere uguali le dinamiche del ricevitore e del trasmettitore da un certo istante in poi per mezzo di un segnale di sincronizzazione inviato da un sistema (il trasmettitore o master) all'altro (il ricevitore o slave). Tale problema è identificato in letteratura con il termine di sincronizzazione.

Quando abbiamo iniziato la ricerca non esistevano metodi sistematici di sincronizzazione. Ogni coppia di circuiti caotici era sincronizzata con procedure ad hoc basate sul calcolo degli esponenti di Lyapunov.

Risultati ottenuti e riscontri nazionali e internazionali

Con riferimento al problema del controllo del caos, esso è stato affrontato in [J.5] (citato 12 volte) [J4] (citato 31 volte) e [C.8] (citato 2 volte) utilizzando la tecnica del backstepping per ottenere sia la stabilizzazione del sistema caotico di Lorenz in un punto di equilibrio sia per ottenere il tracking di un segnale di riferimento. Inoltre si è effettuato un confronto con l'approccio geometrico differenziale. Come previsto, risulta che le leggi di controllo ottenute mediante backstepping per la stabilizzazione e per il tracking richiedono uno sforzo di controllo inferiore rispetto a quanto richiesto dalle leggi ottenibili mediante l'approccio geometrico differenziale. Questo conferma che la linearizzazione non deve essere perseguita ad ogni costo in quanto le non linearità possono essere utili alla stabilizzazione del sistema.

In [J.4] (citato 32 volte), [C.17] e [C.16] la tecnica del backstepping è stata utilizzata per stabilizzare il circuito caotico di Chua e l'attrattore di Lorenz. In [C.22] e [C27] il backstepping ed il nonlinear damping sono stati utilizzati per controllare il sistema caotico di Lorenz in presenza di disturbo.

Con riferimento al problema della sincronizzazione, nel numero Speciale della rivista IEEE Trans. on Circuit and Systems [J.14], S. Mascolo ha formalizzato il problema della sincronizzazione di sistemi ipercaotici come un problema di sintesi dell'osservatore, in generale non lineare. Sulla base di tale formalizzazione è stato proposto un metodo sistematico per sincronizzare una vasta classe di sistemi caotici. Tale articolo appare citato 146 volte su scholar.google.com ed è tra i lavori più citati dell'annata 1997 della rivista IEEE TCAS Part I come risulta dalla fonte <http://tcas1.polito.it/editor/top-cited-TCAS-1.htm>. In breve, l'idea è stata di progettare il ricevitore come un osservatore dello stato del trasmettitore. La tecnica proposta permette di sincronizzare con un segnale scalare un'ampia classe di sistemi non lineari caotici o ipercaotici. Tale tecnica fornisce un sistema errore lineare tempo invariante e può essere applicata con semplicità e in modo sistematico ad un vasto insieme di circuiti e sistemi caotici o

ipercaotici come documentato nelle pubblicazioni [J.14] (cit. 146 volte), [J4] (cit. 31), [J.13] (cit. 13), [J.12] (cit. 28), [J.11] (cit. 47 volte), [J.10] (cit. 5 volte), [J.6] (cit. 6 volte), [C.14], [C.13].

In [J.10] (cit. 5), [J.9] e [C.23] il metodo è stato applicato a sistemi di ordine elevato e con ritardo puro mentre in [J.12] (cit. 28) è stata studiata la dinamica e la sincronizzazione di una rete neurale cellulare in condizioni di ipercaos. In [J.6] (cit. 6) si sono sviluppate unitariamente le tecniche di sincronizzazione e progettazione di sistemi di crittografia. Ulteriori sviluppi sono riportati in [J.11] (cit. 47) e [C.25] dove è stato proposto l'utilizzo di osservatori lineari per la sincronizzazione dell'ipercaos.

Il metodo consente di sincronizzare in modo sistematico diverse classi di circuiti ipercaotici mediante segnali scalari e non. La procedura ha i vantaggi di essere valida per una vasta classe di sistemi e circuiti caotici o ipercaotici, di non richiedere il calcolo degli esponenti di Lyapunov o che le condizioni iniziali appartengano allo stesso bacino d'attrazione come era invece richiesto dallo stato dell'arte presente prima di questa ricerca.

La tecnica di sincronizzazione di sistemi ipercaotici descritta in [J.14] ha consentito di sviluppare una tecnica innovativa per progettare sistemi di trasmissione sicura dei segnali basati sull'utilizzo di circuiti ipercaotici e tecniche standard di crittografia. In particolare il metodo proposto in [J.7] (cit. 45 volte) e [J.8] (cit. 6 volte) utilizza la tecnica di progettazione dell'osservatore sviluppata in [J.14] per progettare sistemi di comunicazione con un accresciuto grado di sicurezza nei quali il segnale da trasmettere è prima crittografato con una qualsiasi tecnica standard di crittografia e poi "mascherato" da una dinamica ipercaotica molto complessa. L'approccio suggerito presenta numerosi vantaggi. In particolare, è applicabile in modo sistematico ad un'ampia classe di circuiti ipercaotici utilizzando tecniche di crittografia diverse.

Presentazione di alcune pubblicazioni sull'argomento

- [J5] S. MASCOLO, G. GRASSI,
"Controlling chaos via backstepping design",
Physical Review E (Statistical Physics, Plasmas, Fluids, and Related Interdisciplinary Topics),
vol. 56, no. 5-B, Nov. 1997, The American Physical Society, pp. 6166–6169. (Brief). **Cit. 12.**

Si presenta un metodo valido sia per stabilizzare una dinamica caotica intorno ad un punto di equilibrio sia per inseguire una traiettoria desiderata. Il backstepping è una procedura sistematica che consente di costruire in modo interlacciato una funzione di Lyapunov e la legge di controllo. I vantaggi della procedura sono la sistematicità e la flessibilità che consente di evitare la cancellazione di non linearità utili in modo da raggiungere l'obiettivo del controllo con uno sforzo ridotto. Un confronto con il metodo della "feedback linearization" illustra questo ultimo aspetto.

- [J14] G. GRASSI, S. MASCOLO,
"Nonlinear observer design to synchronize hyperchaotic systems via a scalar signal",
IEEE Trans. on Circuits and Systems, part I: Fundamental Theory and Applications, vol. 44, no. 10, October 1997, pp. 1011–1014. **Special Issue on "Chaos Synchronization, Control, and Applications"**, Eds. P. Kennedy, and M.J. Ogorzalek. (Brief). **Cit. 147.**

Si riporta l'Editorial dello Special issue: "The goal of this special issue was to bring together the most exciting ideas in chaos synchronization and control in an interdisciplinary forum to share different perspectives on the field. We were pleasantly surprised to receive nearly eighty contributions, all of which have been reviewed, and a selection of which appear in this volume. Unfortunately, it has not been possible to include all of the manuscripts which were recommended for publication; these will appear in later issues".

Lo stato dell'arte precedente a questa pubblicazione non descriveva procedure sistematiche per cui ogni sistema caotico o ipercaotico era sincronizzato con procedure ad hoc basate sul calcolo degli esponenti di Lyapunov. Inoltre il problema non era stato formalizzato come un problema di osservazione dello stato. In questo lavoro si propone una tecnica sistematica di sincronizzazione valida per una classe significativa di sistemi e circuiti caotici o ipercaotici basata sulla progettazione di osservatori dello stato.

- [J11] G. GRASSI, S. MASCOLO,
"Synchronizing hyperchaotic systems by observer design",

IEEE Transaction on Circuits and Systems, part II: Analog and Digital Signal Processing, vol. 46, no. 4, April 1999, pp. 478–482. (Brief). Cit. 48.

Si presenta un metodo sistematico per sincronizzare sistemi ipercaotici. L'idea base è quella di costruire il sistema "driven" come un osservatore lineare del sistema "master". In particolare si ottiene un sistema errore lineare tempo-invariante che può essere asintoticamente stabilizzato nell'origine sotto certe condizioni. Il metodo è efficace per una significativa classe di sistemi e non richiede il calcolo degli esponenti di Lyapunov o l'appartenenza delle condizioni iniziali al bacino d'attrazione. La tecnica proposta è infine utilizzata per progettare un sistema di comunicazione sicura basato sulla combinazione di dinamiche caotiche e tecniche classiche di crittografia. La combinazione di crittografia e caos sembra offrire la possibilità di progettare sistemi di comunicazione con un accresciuto grado di sicurezza.

- [J7] G. GRASSI, S. MASCOLO,
"A System Theory Approach for Designing Cryptosystems Based on Hyperchaos",
IEEE Transaction on Circuits and Systems, Part I: Fundamental Theory and Applications, vol. 46, n. 9, Sept. 1999, pp.1135-1138. (Brief). Cit. 46.

In questo lavoro si propone una tecnica sistematica per progettare criptosistemi caotici o ipercaotici. L'idea base è progettare il *decrypter* come un osservatore non lineare dell'*encrypter*. Si derivano alcune proposizioni che specificano le condizioni strutturali che i sistemi caotici devono soddisfare affinché il *decrypter* possa recuperare il *plain text*. La tecnica è applicabile in modo sistematico ad una vasta classe di circuiti e sistemi caotici o ipercaotici d'interesse applicativo.

- [J4] S. MASCOLO, G. GRASSI,
"Controlling chaotic dynamics using backstepping design with application to the Lorenz system and Chua's circuit"
International Journal of Bifurcation and Chaos in Applied Sciences and Engineering, vol. 9, n. 7, July 1999, pp. 1425-1434. (letters). Cit 31

In questo lavoro si propone di utilizzare il backstepping design per controllare i sistemi caotici. Il backstepping è una tecnica sistematica per il controllo di sistemi non lineari basata sulla costruzione interallacciata e ricorsiva della legge di controllo e della funzione di Lyapunov. Per illustrare l'efficacia del metodo proposto, esso è stato applicato al sistema di Lorenz e al circuito di Chua. Un confronto con il metodo della feedback linearization mostra che il backstepping consente di preservare utili non linearità con il vantaggio di uno sforzo di controllo ridotto.

- [J10] G. GRASSI, S. MASCOLO,
"Synchronization of high-dimensional chaos generators by observer design",
International Journal of Bifurcation and Chaos in Applied Sciences and Engineering, June 1999, vol.9, (no.6):1175-80. (Regular paper). Cit 5

Questo lavoro estende i risultati sulla sincronizzazione di sistemi caotici o ipercaotici presentati in [J14] al caso di sistemi di elevata dimensione descritti da equazioni differenziali oppure da equazioni differenziali funzionali. Com'esempi di applicazione si considera un oscillatore caotico del quint'ordine proposto da Mykolaitis nel 1998, che può essere generalizzato ad un oscillatore di ordine $(2n+1)$ e un sistema con ritardo puro presentato da Lu nel 1998. Entrambi i sistemi sono di spiccato interesse applicativo.

- [J12] G. GRASSI, S. MASCOLO,
"Synchronizing high dimensional Chaotic systems via eigenvalues placement with applications to cellular neural networks",
International Journal of Bifurcation and Chaos in Applied Sciences and Engineering, April 1999, vol.9, (no.4):705-11. (Regular paper). Cit 28.

Questo lavoro propone la sincronizzazione di sistemi caotici di elevato ordine utilizzando tecniche di osservazione dello stato. La tecnica è applicata alla sincronizzazione di reti cellulari neurali, in particolare ad una rete costituita da un anello formato da 5 circuiti di Chua collegati con una legge sinaptica descritta

da Kapitaniak nel 1994. La procedura ha i vantaggi di: a) essere valida per una vasta classe di sistemi e circuiti caotici che costituiscono la cella della rete; b) non richiedere il calcolo degli esponenti di Lyapunov; c) non richiedere che le condizioni iniziali appartengano allo stesso bacino d'attrazione.

6.3 IL CONTROLLO DI CONGESTIONE NELLE RETI DI COMUNICAZIONE

La ricerca ha riguardato *l'analisi, la progettazione e l'implementazione* di nuovi algoritmi di controllo di congestione per le reti a commutazioni di pacchetto. In particolare, l'attività di ricerca ha riguardato il controllo di congestione nelle reti Asynchronous Transfer Mode (ATM) e nella rete Internet con riferimento sia al traffico dati sia al traffico audio/video.

Recentemente l'attività di ricerca nel controllo di congestione ha riguardato il modeling del controllo di congestione utilizzato da Skype per il traffico audio e video.

6.3.1 Il controllo di congestione nelle reti ATM

Il Contesto scientifico

Negli anni '90 una notevole attività di ricerca si è occupata delle reti ATM (Asynchronous Transfer Mode). L'obiettivo era costruire una nuova tecnologia in grado di unire le caratteristiche delle reti telefoniche di tipo "circuit switching" a risorse dedicate, con quelle delle reti a commutazione di pacchetto tipo Internet a risorse condivise. In tale contesto una significativa parte dell'attività di ricerca è stata dedicata al controllo di congestione nelle reti ATM con i primi contributi a partire dal 1994.

Una rete packet switching è costituita da un insieme di nodi, detti *switch* o *router*, e di collegamenti, detti *link*. La caratteristica delle *reti packet switching* è quella di "pacchettizzare" l'informazione da trasmettere che in questo modo può viaggiare in pacchetti in modo asincrono consentendo la condivisione dei link di comunicazione da parte di più connessioni. In tal modo si ottiene una migliore utilizzazione della rete e quindi un abbassamento notevole dei costi di comunicazione. La comunicazione packet-switching è particolarmente efficiente tra computer perché il traffico prodotto è in questo caso di tipo bursty. Il prezzo è l'impossibilità di garantire i ritardi con cui i pacchetti sono recapitati a causa delle code e quindi la difficoltà di offrire servizi audio e video real-time. D'altro canto, le Reti Telefoniche sono di tipo *circuit switching*. Esse stabiliscono un circuito fisico esclusivo tra sorgente e destinatario in modo da garantire una comunicazione *real time* al prezzo però di una bassa utilizzazione delle risorse e costi più elevati.

Per migliorare l'utilizzazione della rete attraverso la condivisione dei link da parte di più connessioni, preservando al tempo stesso la possibilità di effettuare comunicazioni *real-time*, l'ATM propone il concetto di connessione virtuale (virtual circuit) tra sorgente e destinazione. L'ATM Forum ha definito cinque classi di servizio per il traffico ATM: a) il traffico "variable bit rate" (*VBR*), con le sottoclassi real-time (*VBR-RT*) e non real-time (*VBR-NRT*) in cui il rate (misurato in celle/sec) varia nel tempo: un esempio è il traffico video; b) il traffico "constant bit rate" (*CBR*) caratterizzato da un rate costante: un esempio è il traffico audio; c) il traffico "available bit rate" (*ABR*), cioè il traffico di tipo "best effort" che occupa la banda inutilizzata dal traffico *VBR+CBR*; d) il traffico "unspecified bit rate" (*UBR*) che invia i dati senza garantirne l'arrivo.

Risultati ottenuti e riscontri nazionali e internazionali

S. Mascolo ha iniziato l'attività di ricerca nel controllo di congestione nelle reti ATM nel 1995 con il prof. M. Gerla durante l'anno di permanenza in qualità di post-doc presso il Computer Science Department dell'Università della California di Los Angeles (UCLA). All'epoca, tra i ricercatori attivi, pochi erano quelli che utilizzavano la teoria del controllo. Tra questi nessuno riusciva a colmare una certa distanza tra la formulazione matematica del problema e la capacità di trovare una soluzione effettiva, mentre tra i ricercatori con un background in computer science, la maggioranza, prevaleva un approccio euristico che, non considerando l'aspetto dinamico del problema, risultava inefficace. Negli anni successivi la comunità scientifica internazionale ha mostrato un crescente interesse verso le metodologie dei controlli applicate al controllo di congestione come testimoniato dalla pubblicistica congressuale e su rivista. Fra tutte si menzionano i numeri speciali dedicati all'argomento dalla rivista Automatica, Dec. 1999, dalla rivista IEEE Trans. on Automatic Control, June 2002, dalla rivista IEEE Control System Magazine, Dec. 2001, e ripetute *plenary talks* alla conferenza IEEE CDC, alla conferenza ACM Sigmetrics, per citarne solo alcune.

L'obiettivo iniziale della ricerca è stato quello di definire una legge di controllo in retroazione per regolare l'input rate delle sorgenti *Available Bit Rate* in modo da utilizzare efficientemente tutta la banda lasciata inutilizzata dal traffico *Constant Bit Rate* e *Variable Bit Rate* evitando al contempo di congestionare la rete.

S. Mascolo ha formalizzato il problema in modo semplice ed esatto come un problema di controllo di un integratore con ritardo puro. Infatti i nodi di una rete di comunicazione implementano delle semplici funzioni di store-and-forward dei pacchetti in arrivo e i link di comunicazione trasportano i pacchetti con un tempo di propagazione. Dopo aver formalizzato il problema è stato proposto un semplice controllore proporzionale con predittore di Smith. Tale scelta presenta due vantaggi essenziali: (a) è la più semplice dal punto di vista implementativo; (2) la dinamica risultante è quella di un sistema del I ordine ritardata, quindi senza overshoot e bounded dal set-point che in questo caso rappresenta la capacità dei buffer presenti negli switch ATM.

I risultati di questa ricerca sono stati presentati per la prima volta alla conferenza IEEE Infocom 1996 [C6], una delle più importanti nel settore della computer communication. Una versione estesa è stata selezionata nel numero speciale su "ATM congestion control" della rivista Performance Evaluation [J15]. L'impatto di tale ricerca è testimoniato dal numero di citazione di [C6] che, ad oggi, su scholar.google.com risultano essere 80.

In seguito tale ricerca è stata generalizzata fino a mostrare come il controllo di congestione progettato da Van Jacobson nel TCP può essere modellato esattamente come un problema di retroazione ritardata con l'utilizzo di uno Smith predictor. Tale risultato è stato pubblicato nel lavoro [J16] "Congestion control in high-speed communication networks using the Smith principle" pubblicato nello Special Issue di Automatica, Dec. 1999, su "Control methods for communication networks", Editors V. Anantharam e J. Walrand di University of California at Berkeley. Questo lavoro appare oggi citato 164 volte su scholar.google.com.

In [C.4] è stata condotta una campagna di simulazione più vasta, mentre in [C.5] è stata proposta l'estensione dell'algoritmo di controllo al caso delle comunicazioni multicast.

In [C.9] e [J17] è stata generalizzata la legge di controllo proposta in [J.15] e [C.6]. La legge proposta, basata sull'applicazione del principio di Smith, richiede un unico buffer per ogni link d'uscita da un commutatore. Ciò consente un'architettura degli switch più semplice.

In [B.1], dopo aver formulato l'ipotesi di modello fluido per il traffico dati, si è proposta la teoria del controllo lineare come uno strumento di analisi e di sintesi del controllore. Infine si è proposto l'utilizzo di Simulink for Matlab per condurre efficaci e semplici simulazioni tempo discrete in luogo delle più laboriose e costose simulazioni ad Eventi Discreti. In [B.2] è stata sviluppata un'analisi dell'efficienza del controllo nel caso in cui si adotta un per-flow buffering oppure un first in-first out buffering ai nodi di commutazione della rete.

In [C.38] e [J.22] è stata proposta una strategia di controllo basata su Smith predictor e feed-forward compensation per realizzare algoritmi di controllo ad elevata performance per reti ad alta velocità. In [C.24] è descritta una versione dell'algoritmo di controllo per il traffico ABR basata sulla stima end to end della banda utilizzabile.

Mascolo è stato chair di sessioni su tale tema di ricerca all'IEEE ATM98 Workshop e all'IEEE Conf. on Dec. and Control'97.

S. Mascolo ha organizzato l'invited session "Control Methods for Communication Networks" al 16th Ifac Worl Congress, Praga 2005.

Presentazione di alcune pubblicazioni sull'argomento

[J15] S. MASCOLO, D. CAVENDISH, M. GERLA,
"ATM Rate Based Congestion Control Using a Smith Predictor",
Performance Evaluation, Special Issue on "ATM Traffic Control", vol. 31, no. 1-2, Nov.
1997, pp. 51-65, Elsevier, North-Holland. (Regular paper).

In questo lavoro per la prima volta si propone una progettazione basata su Smith predictor per il controllo del traffico di tipo available bit rate (ABR) nelle reti Asynchronous Transfer Mode. Si tratta della versione estesa di un lavoro pubblicato alla conferenza IEEE Infocom 1996 [C6] che oggi risulta citato 80 volte su scholar.google.

L'innovatività del lavoro consiste nell'applicazione dei metodi rigorosi del controllo in retroazione ad un problema che all'epoca era affrontato o euristicamente da ingegneri con un background in computer science oppure da controllisti che non riuscivano a coprire la distanza tra una formulazione teorica e il

caso in studio. In particolare nel lavoro si propone una legge di controllo che si distingue per semplicità, applicabilità ed efficacia nel panorama della letteratura esistente.

- [J27] D. CAVENDISH, M. GERLA, S. MASCOLO
“A Control Theoretical Approach to Congestion Control in Packet Networks”
IEEE/ACM Transactions on Networking, vol. 12, no. 5, pp. 893-906, October 2004. **(Regular paper)**. Cit. 13

Questo lavoro estende i lavori [J15] e [C6] generalizzando l'uso del predittore di Smith per progettare algoritmi di controllo di congestione nelle reti dati contraddistinte da significativi ritardi di propagazione. L'analisi matematica illustra alcuni tradeoffs tra la dimensione dei buffer, la perdita percentuale di pacchetti e il throughput. La rivista è quella a maggior impact factor nel settore networking.

- [J19] M. GERLA, R. LOCIGNO, S. MASCOLO, W. WENG,
“Generalized Window Advertising for TCP Congestion Control”,
European Transactions on Telecommunications, vol. 13, no. 6, pp. 549-562, Nov/Dec. 2002.
(Regular paper). Cit. 39

Partendo dai risultati ottenuti in precedenza nel campo della modellistica e del controllo delle reti di dati, in questo lavoro si propone una generalizzazione delle variabili *congestion window* e *advertised window* del TCP per definire la variabile *generalized window*. Ipotizzando di avere una nuova generazione di router in grado di fornire come feedback alle sorgenti la *generalized window*, è possibile progettare una legge di controllo che offre prestazioni superiori rispetto ai meccanismi proposti in letteratura quali TCP RED e TCP ECN. La verifica del controllore proposto è ottenuta utilizzando il simulatore ad eventi discreti ns2.

6.3.2 IL CONTROLLO DI CONGESTIONE NELLE RETI INTERNET

Contesto scientifico

Internet è un sistema di comunicazione a commutazione di pacchetto basato sul protocollo d'interconnessione denominato Internet Protocol (IP) e sul protocollo di comunicazione denominato Transmission Control Protocol (TCP) proposto nel 1972 da B. Khan and V. Cerf. Uno degli elementi più sofisticati del protocollo TCP è l'algoritmo di controllo di congestione che fu aggiunto nel 1988 da Van Jacobson in seguito a ripetuti collassi dovuti a congestione avvenuti lungo la tratta Berkeley-Stanford. L'algoritmo di congestione di Van Jacobson è un algoritmo end-to-end che si è rivelato molto efficace per assicurare la stabilità di Internet in presenza sia di una crescita esponenziale di collegamenti sia in presenza di tecnologie assai differenti per capacità trasmissive. Tale algoritmo è basato sull'assunzione fondamentale che la capacità della rete è sconosciuta agli end-systems e che la perdita di un pacchetto sia sintomo di congestione. L'algoritmo è costituito da una fase di probing durante la quale si aumenta il *sending rate* fino a superare la capacità di rete e provocare una perdita di pacchetti per congestione. L'evento di congestione, segnalato da riscontri duplicati oppure da timeout, innesca rispettivamente un dimezzamento della finestra di controllo, e quindi del rate di trasmissione, o una sua riduzione a uno. Gli algoritmi di controllo di questo tipo seguono il cosiddetto paradigma Additive Increase/Multiplicative Decrease analizzato per la prima volta da R. Jain nel 1989.

Risultati ottenuti e riscontri nazionali e internazionali

La ricerca ha prodotto risultati nei campi dell'analisi e della modellistica del TCP, della progettazione di nuovi algoritmi, e infine nel campo sperimentale con la realizzazione di prototipi.

Per quanto riguarda i risultati nel campo del modelling, è stato dimostrato come le variabili fondamentali utilizzate nel TCP congestion control di Van Jacobson – l'unico standardizzato dall'IETF – possano essere interpretate modellando il problema utilizzando integratori e ritardi puri. In particolare la finestra di congestione *cwnd* corrisponde ad un set-point, i “pacchetti in volo” nel *pipe* di comunicazione all'integrale calcolato dal predittore di Smith e la finestra di ricezione (i.e. l'Advertised_Window) alla differenza tra set-point e stato di riempimento del buffer.

Le pubblicazioni principali sono apparse su **Automatica** [J16] e su **Control Engineering Practice** "Modeling the Internet congestion control using a Smith controller with input shaping" [J31], versione estesa invitata sulla base della pubblicazione "Modeling the Internet Congestion Control as a Time Delay System: A Robust Stability Analysis" apparsa all'**IFAC Workshop on Time-delay Systems** del 2003 [C44]. Saverio Mascolo è stato inoltre invitato a sottomettere un capitolo nel volume "**Communications and Control networks**" **Springer-Verlag**, Editors S. Tarbouriech (LAAS-CNRS), C.T. Abdallah (University of New Mexico), and J. Chiasson (University of Tennessee) [B.3] insieme ad altri autori tra cui Christos G. Cassandras, Hitay Ozbay, Rayadurgam Srikant, Mark W. Spong e Fernando Paganini.

Per quanto riguarda il design di nuovi algoritmi, il risultato principale della ricerca è stato l'algoritmo di controllo di congestione che S. Mascolo ha denominato TCP Westwood in omaggio al quartiere dell'Università della California a Los Angeles che lo ha ospitato in diversi periodi della sua vita di studio. Westwood TCP propone un innovativo meccanismo di stima end-to-end della banda disponibile per una connessione TCP da utilizzare per definire una nuova legge di controllo dell'input rate del TCP dopo un episodio di congestione. In particolare, dopo un episodio di congestione il TCP di Van Jacobson applica un dimezzamento "cieco" della finestra di controllo che non considera lo stato di congestione della rete. TCP Westwood, invece, fissa la finestra di controllo in modo da occupare esattamente la banda disponibile al momento della congestione. La stima end-to-end è basata su un sofisticato meccanismo di conteggio e filtraggio dei pacchetti di riscontro di una connessione TCP.

La prima implementazione dell'algoritmo TCP Westwood è stata sviluppata e sperimentata in collaborazione con il gruppo di ricerca del prof. Gerla di UCLA e dell'ing. Casetti del Politecnico di Torino nell'ambito di una collaborazione di ricerca internazionale guidata da Saverio Mascolo. La prima pubblicazione su questa ricerca è avvenuta alla conferenza internazionale ACM Mobicom 2001 nella quale sono stati pubblicati 27 lavori su 300 sottomessi e dove uno dei revisori anonimi ha espresso il giudizio "*a pioneering piece of work*" [C.28]. Oggi tale pubblicazione appare citata 378 volte su www.scholar.google.com. Lo stesso lavoro è stato successivamente ulteriormente selezionato, con altri sette lavori, per essere pubblicata in versione estesa in un numero speciale, with selected papers from ACM Mobicom 2001, della rivista *Wireless Network* [J.20] oggi citato 117 su scholar.google. In [C31] (cit. 97) è stato sviluppato un modello probabilistico delle prestazioni di TCP Westwood.

Successivamente è stata sviluppata la versione Westwood+ TCP interamente sviluppata al Politecnico di Bari. Westwood+ incorpora un nuovo algoritmo di stima end-to-end della banda disponibile che elimina la sovrastima di banda che si verifica con Westwood in presenza di ACK compression. Questo fenomeno è stato giustificato anche in termini classici come una forma di aliasing nelle reti a pacchetto dovuta ad ack compression [J.21] (cit. 12), [C.40]. Il gruppo di ricerca guidato da S. Mascolo ha implementato TCP Westwood+ in Linux 2.4 nell'ambito del progetto Fibr denominato TANGO [J21], [C48]. L'implementazione è stata inserita nella distribuzione ufficiale del kernel di linux (www.linux.org) a partire dalla versione 2.6.

L'algoritmo di controllo di congestione Westwood TCP ha dimostrato di migliorare l'efficienza del TCP specialmente su connessioni internet comprendenti tratte wireless. Infatti, in presenza di collegamenti radio, il TCP può perdere pacchetti a causa di interferenze e inaffidabilità del mezzo trasmissivo. Il meccanismo di controllo di congestione utilizzato dal TCP di Van Jacobson interpreta tali perdite come sintomo di congestione e "erroneamente" dimezza l'input rate. Conseguentemente il TCP manifesta una scarsa capacità di utilizzare i link wireless "lossy" a differenza di TCP Westwood+ che invece stima la banda disponibile.

L'algoritmo TCP Westwood è ora studiato in diverse Università e centri di ricerca nel mondo ed è compreso in corsi di studio avanzati su Computer Networking svolti in diverse Università. Una sua descrizione è apparsa nel libro "High performance TCP/IP Networking" di M. Hassan, and prof. Raj Jain, Prentice Hall, 1st edition October 2003.

Un quadro aggiornato delle ricerche in corso nel mondo su TCP Westwood e TCP Westwood+ si può ottenere consultando il motore di ricerca google. Qui si elenca un sottoinsieme delle attività di ricerca in corso:

- sperimentazione effettuata congiuntamente dall'ente spaziale americano NASA e da UCLA documentata nell'invited paper [C.32]; sulla base dell'interesse della Nasa, UCLA ha brevettato l'invenzione che è stata concessa come US patent nel 2007.
- la pubblicazione dal titolo "Explicit Transport Error Notification (ETEN) for Error-Prone Wireless and Satellite Networks - Summary," di Rajesh Krishnan, Mark Allman, Craig Partridge, James P.G. Sterbenz, and William Ivancic, *Earth Science Technology Conference - 2002*, Pasadena, CA, USA, June 11-13, 2002, risultato del lavoro congiunto della società *BBN Technologies* (prima società appaltatrice per la costruzione della rete Arpanet) e un gruppo di ricerca del Nasa Glenn

Research Center. Craig Partridge è figura eminente nell'ACM Special Interest Group on Data Communications. Del lavoro è apparsa una versione su rivista "Explicit transport error notification (ETEN) for error-prone wireless and satellite networks" -R Krishnan, JPG Sterbenz, WM Eddy, C Partridge, Computer Networks, 2004.

- Il lavoro "*Performance of TCP Protocols in Deep Space Communication Networks*," di Akan, O.B., Fang, J., and Akyildiz, I.F., su *IEEE Communication Letters*, Vol. 6, No. 11, pp. 478-481, November 2002, presenta una valutazione comparativa con Westwood TCP
- L'interesse di numerose Università svedesi e finlandesi tra cui Uppsala, Lijoping, Lund, Lulea e KTH che hanno svolto numerosi tesi *licenziate e doctorate* su TCP Westwood. Nel 2007/08 ci sono state almeno due nuove tesi di dottorato.
- Il progetto ESA/ESTEC contract no. 14956/00/NL/ND intitolato "Transport protocol and resource Management for mobile Satellite Networks" che ha tra gli obiettivi la sperimentazione di TCP Westwood.
- Lo studio di TCP Westwood in numerosi corsi di Computer Networks nel mondo tra i quali si cita quello di Kevin Lai e Ion Stoica alla University of California a Berkeley.
- La sperimentazione di TCP Westwood+ allo Stanford Linear Accelerator Laboratory (SLAC). La sperimentazione coinvolge un insieme di protocolli selezionati, tra cui Fast TCP sviluppato a Caltech, Scalable TCP sviluppato a Cambridge (Uk), High Speed TCP sviluppato all'International Computer Science Institute (Berkeley), per effettuare trasferimenti su gigabit Internet da SLAC a varie destinazioni nel mondo tra cui il CERN di Ginevra www-iepm.slac.stanford.edu/bw/tcp-eval/.

Per quanto riguarda l'analisi teorica e la modellistica di TCP Westwood, nei lavori [C.63], [C43], [J29] è stato proposto un modello matematico alle equazioni differenziali stocastiche della dinamica di Westwood TCP. Tale modello è stato utilizzato per derivare il throughput long-term di TCP Westwood+ ed effettuare un confronto con il TCP classico di Van Jacobson. Tale lavoro è stato pubblicato su **IEEE PROCEEDINGS-CONTROL THEORY AND APPLICATIONS** [J29].

In [C.37] sono stati pubblicati i risultati sperimentali di test effettuati su Internet reale dell'algoritmo di controllo Westwood+ TCP. Tale versione è stata interamente sviluppata e implementata nei laboratori del Politecnico di Bari utilizzando il sistema operativo open-source Linux 2.2. La versione estesa di questo lavoro è stata pubblicata sulla rivista Performance Evaluation, Special Issue with selected papers from Globecom 2002 [J.21] (cit. 21).

In [J.19], [C.19], [C.20] e [J.16] è stato proposto un approccio basato sulla teoria classica del controllo per studiare e modificare l'algoritmo di controllo della congestione attualmente utilizzato nel Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP). L'applicazione del controllo classico e del predittore di Smith ha fornito un nuovo algoritmo di controllo della congestione che ha le seguenti caratteristiche: (1) Si presenta come una generalizzazione diretta dell'algoritmo di controllo in questo momento in uso nel TCP/IP [J.16]; (2) E' completamente compatibile con le versioni esistenti del TCP/IP [J.16]; (3) Consente di generare una famiglia di versioni di TCP compatibili fra loro e con il TCP attualmente in uso [J.16], [C.30].

L'applicazione del principio di Smith dimostra che l'attuale TCP flow control implementa un predittore di Smith sebbene. Pertanto fornisce anche la prima spiegazione teorica del meccanismo di flow control attualmente utilizzato nel TCP/IP.

In [J.19] (cit. 39) l'algoritmo è stato simulato e confrontato con varie versioni del TCP/IP utilizzando il software di simulazione Network Simulator (NS) che rappresenta lo standard per la comunità scientifica del settore. NS è un tool di simulazione ad eventi discreti sviluppato e distribuito gratuitamente dall'Università della California a Berkeley.

La pubblicazione [C.20] è un invited paper alla conferenza CDC99 che descrive l'applicazione dell'algoritmo alle rete Internet ad alta velocità. [C.30] propone un modello dinamico del TCP congestion control basata sul controllo classico e l'applicazione del principio di Smith.

Il traffico regolato dall'algoritmo di controllo del TCP è di tipo "best-effort" e riguarda i dati. Tale tipologia di traffico richiede affidabilità assoluta ma non il rispetto di vincoli temporali. Diverso è il caso del traffico audio e video per il quale è ammessa una certa inaffidabilità (cioè una piccola percentuale di

pacchetti può essere persa) ma sono richiesti stringenti vincoli temporali come ad esempio nel caso della telefonia o delle video conferenze.

Un algoritmo di controllo di congestione è quindi essenziale anche per il traffico audio/video. Un primo lavoro sull'argomento dal titolo "Adaptive rate control for internet video streaming" è stato presentato all'European Control Conference, Spet. 2003 [C.41]. Una versione più evoluta è stata pubblicata su ACM Multimedia Systems Journal [J23]. Questa pubblicazione rappresenta ad oggi l'unico lavoro in cui è stata descritta la progettazione di un algoritmo di controllo per il traffico multimediale basata sulla teoria del controllo. Sulla base di questo lavoro la società lussemburghese Dharma Holding ha finanziato una domanda di brevetto internazionale oggi in fase di nazionalizzazione negli Stati Uniti, in Europa e in Giappone.

Nel lavoro [J30] si propone un controllo di congestione rate-based per l'Internet planetaria. Rispetto al TCP presente nello stack protocollare si migliora in modo significativo il throughput in presenza di ritardi di propagazione (round-trip time) maggiori di 1s e minori di 2000s.

Attualmente, a differenza che nel caso del TCP, non vi sono algoritmi standardizzati dall'IETF per il traffico non-TCP. L'unico algoritmo oggi considerato per la standardizzazione dall'IETF è il TFRC proposto da Sally Floyd. La standardizzazione procede a rilento a causa dei numerosi problemi manifestati da TFRC. Le applicazioni commerciali, tra cui ad es. Skype, utilizzano algoritmi di controllo proprietari.

Nel complesso questa ricerca ha inoltre generato 2 brevetti italiani, 2 brevetti statunitensi concessi, 2 PCT applications, di cui una in fase di nazionalizzazione negli Stati Uniti, in Europa e in Giappone.

Presentazione di alcune pubblicazioni sull'argomento

- [J20] C. CASETTI, M. GERLA, S. MASCOLO, M. SANADIDI, R. WANG, "TCP Westwood: end-to-end bandwidth estimation for enhanced transport over wireless links", **ACM Wireless Networks**, vol. 8, no. 5, pp. 467-479, Sept. 2002. Regular paper. **Cit. 117 volte.**

La pubblicazione [J20] (cit. 117 volte) è la versione estesa del lavoro "TCP Westwood: Bandwidth Estimation for Enhanced Transport over Wireless Links", pubblicato alla conferenza ACM International Conference on Mobile Computing and Networking (MOBICOM) 2001, in cui S. Mascolo è primo autore e che raccoglie oggi **378 citazioni** su scholar.google.

Nell'Editorial di questo Special Issue [J10] si legge: "This special issue of Wireless Networks contains extended versions of eight of the papers presented at the Seventh Annual ACM International Conference on Mobile Computing and Networking in July 2001. These papers have been selected among the already deeply scrutinized 280+ submissions to the conference, and provide a high-quality set of contributions covering the hottest topics in the area of mobile computing and networking. This collection gives the state-of-the-art as of about a year ago and, even though this is a long time in this very rapidly growing field, it is our belief that the research ideas presented in these papers will have a long-standing impact, which makes this issue not only timely but also very useful and inspiring to many researchers in our community".

L'algoritmo di controllo di congestione proposto è basato su un innovativo meccanismo di stima end-to-end della banda disponibile basato sul conteggio e filtraggio dei pacchetti di riscontro generati da un flusso TCP. La stima è utilizzata per regolare la finestra di controllo dopo episodi di congestione. L'algoritmo si rileva particolarmente efficace su reti wireless laddove la perdita di pacchetti non è dovuta a congestione ma a inaffidabilità del canale: in quest'ultimo caso infatti il TCP oggi utilizzato reagisce interpretando erroneamente le perdite come segnale di congestione così determinando una inefficiente utilizzazione dei canali wireless. L'algoritmo è stato giudicato meritevole di brevettazione dalla Università della California a Los Angeles e le versioni di software da noi distribuite sono in studio e sperimentazione in varie Università e Centri di Ricerca nel mondo.

- [J26] L. A. Grieco, S. Mascolo,
"Performance Evaluation and Comparison of Westwood+, New Reno, and Vegas TCP
Congestion Control"
ACM Computer Communication Review, vol. 34, no. 2, April 2004. (**Regular paper**). Cit.
64.

In questo lavoro si documenta una valutazione sperimentale accurata dell'algoritmo di controllo denominato Westwood+ comparandolo con il TCP NewReno (utilizzato negli stack protocollari del TCP)

e con il TCP Vegas, un algoritmo di controllo proposto dal prof. Larry Peterson di Princeton University, che ha avuto un notevole impatto nella letteratura scientifica. La rivista è tra le più prestigiose nel settore della computer communication e ha pubblicato nel 1988 il lavoro di Van Jacobson sul TCP congestion control che è alla base del NewReno TCP utilizzato sino ad oggi.

Questo lavoro illustra anche la modifica che ha determinato il passaggio da Westwood TCP alla versione Westwood+ TCP. La modifica consiste in un cambiamento del meccanismo di filtraggio dei campioni di banda che sono calcolati sulla base del flusso di pacchetti di riscontro ricevuti dal sender. In particolare si dimostra come nella prima versione il meccanismo di stima di banda determinava una sovrastima sistematica che in condizioni di ack compression poteva raggiungere anche 2 ordini di grandezza. La causa dell'errore è stata spiegata in termini classici come effetto dovuto ad aliasing in presenza di ack compression. La valutazione delle performance è avvenuta sia con tool di simulazione ad eventi discreti sia con sperimentazione su rete Internet con numerosi test effettuati su rete locale, su rete continentale, intercontinentale e satellitare.

Dopo aver reso disponibile on-line l'implementazione Open Source di Westwood + TCP congestion control nel kernel di Linux 2.4, essa è stata inclusa nella distribuzione ufficiale di Linux a partire dalla release 2.6.

- [J25] L.A. GRIECO, S. MASCOLO,
"Adaptive Rate Control for Streaming Flows over the Internet"
ACM Multimedia Systems Journal, Volume 9, Number 6, June 2004, Pages: 517 – 532,
(Regular paper). Cit. 8

Il TCP congestion control è efficace per applicazioni che non sono sensibili ai ritardi e ai cambi improvvisi del rate di trasmissione come nel caso del trasferimento di dati con ftp. Non è invece adatto per il trasporto di traffico real-time quale ad esempio l'audio e il video. In questo lavoro si presenta un controllo di congestione per flussi audio/video su rete Internet. Il controllore è progettato utilizzando il predittore di Smith. Le caratteristiche del controllore sono quelle di essere rate-based, laddove il TCP è window-based. Inoltre tale algoritmo è l'unico oggi esistente progettato in modo da essere effettivamente TCP friendly in senso dinamico, mentre il TFRC, in fase di lenta standardizzazione nell'IETF, garantisce un certo grado di friendliness al più in condizioni stazionarie. Tale pubblicazione ha originato l'interesse d'investitori privati che hanno finanziato una domanda di brevetto internazionale oggi in fase di nazionalizzazione negli USA, in Europa e in Giappone.

- [J16] S. MASCOLO,
"Congestion control in high-speed communication networks using the Smith principle",
Automatica, A Journal of the International Federation of Automatic Control, vol. 35, no. 12, Dec. 1999, pp. 1921-1935. Special Issue on "*Control methods for communication networks*".
(Regular paper). Citato 165 volte.

In questo lavoro si formalizza il problema del controllo di congestione nelle reti dati e si individua la dinamica fondamentale essere quella di un integratore con ritardo puro. Sulla base di questo modeling, si dimostra la necessità di utilizzare un predittore di Smith considerata la rilevanza del ritardo di propagazione in questo contesto. Si dimostra anche per la prima volta nella letteratura che il controllo di congestione e di flusso utilizzato dal protocollo TCP/IP utilizza un predittore di Smith.

Il pre-abstract del lavoro recita: "Classical control theory and Smith's principle are proposed as key tools to design a congestion control law for high-speed data networks. Applications to Asynchronous Transfer Mode networks and to Internet Transmission Control Protocol are illustrated".

Infine si riporta un estratto dall'Editorial dello Special Issue: "The paper of Mascolo adopts a classical control theoretic view of the problem of congestion control as control with delayed observations and relates TCP (transmission control protocol) to the Smith regulator".

- [J17] S. MASCOLO,
"Smith's Principle for Congestion Control in High Speed Data Networks", **IEEE Trans. On Automatic Control**, vol. 45, no. 2, Feb 2000, pp. 358–364. (Technical Note). Citato 66 volte

In questo lavoro si propone un algoritmo di controllo della congestione per reti ATM eseguito ai nodi (switches) della rete anziché alle sorgenti di dati come è stato fatto in [J16]. In tal caso, utilizzando il

principio di Smith, si trova una particolare realizzazione del predittore di Smith finalizzata a controllare il livello di un buffer nel quale si sommano diversi flussi ognuno caratterizzato da un diverso tempo di ritardo. Il predittore di Smith risultante contiene la somma dei ritardi di ogni singola connessione che condivide il collo di bottiglia. La legge di controllo risultante è semplice, implementabile e assicura fairness, stabilità e piena utilizzazione dei link.

- [J31] S. MASCOLO,
“Modeling the Internet congestion control using a Smith controller with input shaping”
Control Engineering Practice, Volume 14, Issue 4, April 2006, Pages 425-435, Elsevier,
(Regular paper). Cit. 2 volte.

Questa pubblicazione, risultato dell’invito a sottoporre una versione estesa della pubblicazione [C44], rappresenta la documentazione più completa disponibile che dimostra come il controllo di congestione del TCP può essere modellato esattamente con un predittore di Smith. In particolare in questo lavoro si modella un generico path di comunicazione in Internet come una successione di integratori in cui la banda disponibile al generico router entra come disturbo ad un integratore e come input rate ritardato all’integratore successivo. Si dimostra che tutto il path di comunicazione può essere modellato esattamente come un integratore con ritardo e che un controllore basato sul predittore di Smith può modellare gli algoritmi di TCP flow control e TCP congestion control. Si dimostra inoltre che il *self-clocking principle* può essere modellato dall’integratore contenuto nel predittore di Smith. Si dimostra che la fase di probing del TCP può essere modellata in modo esatto con opportune funzioni d’ingresso al controllore. Infine s’illustra perché un semplice PID non può essere efficace nel caso del controllo di congestione in Internet.

- [J29] L. A. Grieco and S. Mascolo,
“Mathematical analysis of Westwood+ TCP congestion control”
IEE PROCEEDINGS-CONTROL THEORY AND APPLICATIONS, 152 (1): 35-42 JAN
2005, (Regular paper). Cit. 5

In questo lavoro si sviluppa un modello matematico alle equazioni differenziali stocastiche per analizzare le prestazioni del controllo di congestione per il TCP denominato Westwood+. L’idea base del modello è di esprimere il valore atteso della variazione della finestra di controllo come la somma di $1/cwnd$ moltiplicato per la probabilità che non ci sia perdita di pacchetto, più la variazione della finestra dovuta al setting specifico di Westwood+ TCP moltiplicata la probabilità che vi sia perdita di un pacchetto. Il modello matematico dimostra che Westwood+ raggiunge un punto di equilibrio globalmente esponenzialmente stabile. Inoltre si dimostra che Westwood+ è “friendly” rispetto al TCP classico di Van Jacobson perché entrambi i TCP ottengono un throughput proporzionale all’inverso della radice quadrata del rate di perdita dei pacchetti; infine la fairness del TCP Westwood+ risulta aumentata in quanto il throughput dipende dall’inverso della radice quadrata del round trip time invece che dall’inverso del round trip time.

- [J22] S. MASCOLO,
“Dead-time and Feed-forward Disturbance Compensation for Congestion Control in Data Networks,”
International Journal on System Science, vol. 34, no. 10-11, pp. 627-639, Aug-Sept. 2003,
Special Issue on “Telecommunication”, Taylor and Francis Group. (Regular paper). Cit 1.

Le reti di telecomunicazioni di dati come Internet sono caratterizzate da ritardi di propagazione e variabilità di banda disponibile. Sulla base di tale caratterizzazione si propone un controllore in cui si compensa il ritardo con un predittore di Smith e la variabilità di banda con una compensazione feed-forward del disturbo. Si dimostrano analiticamente alcune proprietà quali reiezione dei disturbi, stabilità della coda, piena utilizzazione della banda disponibile.

6.3.3 IL CONTROLLO DI CONGESTIONE IN SKYPE AUDIO E VIDEO

Questo tema di ricerca è recente. Skype è l'applicativo di Voice over IP più usato. Tramite un'approfondita e complessa sperimentazione in scenari emulati è stato sviluppato un modello ibrido del rate generato dall'applicativo Skype Audio. In particolare, sono stati individuati tre stati di funzionamento ed il rate di un flusso audio generato da Skype è stato modellato come un sistema dinamico non-lineare con dinamiche di switching. Il modello di Skype è stato poi utilizzato insieme al modello ibrido di una rete a singolo collo di bottiglia (Hespanha et al, 2004). Si è dunque determinato un modello complessivo ad equazioni di stato non-lineari con dinamiche di switching che permette di descrivere il comportamento del rate generato dall'applicativo e l'evoluzione temporale della coda del collo di bottiglia. Questa ricerca è documentata in [C75].

Per quanto riguarda Skype Video, in [C74] si riportano i risultati di una complessa attività di sperimentazione finalizzata alla formulazione di un modello matematico non lineare con dinamiche di switching descrittivo di una sorgente Skype video.

6.4 ALGORITMI DI CONTROLLO PER L'ALLOCAZIONE DI BANDA NELLO STANDARD IEEE 802.11E WIRELESS LAN

Contesto scientifico

Fino ad oggi la tecnologia Internet ha offerto un servizio economico ed efficiente di trasmissione dati. Per le sue caratteristiche di rete a commutazione di pacchetto "connectionless" non si dimostra altrettanto efficiente per trasportare audio e video in tempo reale. Il tema di ricerca denominato Quality of Service (QoS) ha l'obiettivo di riuscire a offrire su Internet servizi diversi da quelli del semplice trasporto di dati. Nell'ambito di tali ricerche, è in corso il tentativo di fornire QoS ad utenti mobili che accedono tramite Wireless Lan secondo lo standard IEEE 802.11. Il problema deriva dal fatto che il mezzo wireless è un mezzo condiviso per cui è necessario accedervi usando un protocollo di Medium Access Control (MAC). Il protocollo MAC dell'IEEE 802.11 è detto CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Acces/Collison Avoidance) ed è un metodo di condivisione statistica del canale.

La condivisione del mezzo wireless esaspera i problemi di qualità del servizio (QoS) che sono già tipici della rete Internet che è di tipo best-effort. Conseguentemente diventa ancora più difficile garantire la qualità del servizio necessaria per applicazioni audio e/o video. La ricerca in questo campo è oggi in fase di standardizzazione conclusiva in seno all'IEEE 802.11e.

Risultati ottenuti e riscontri nazionali e internazionali

Il problema è stato affrontato proponendo un meccanismo di controllo in retroazione che consente l'accesso al canale garantendo ad ogni classe di servizio un massimo ritardo di accodamento sul primo hop presente dal terminale mobile all'access point. L'algoritmo di controllo è stato progettato in modo da essere implementabile nello standard IEEE 802.11e. Esso consente di garantire qualunque bound al ritardo di trasporto in modo semplice ed efficace. Ancora una volta il problema è stato formalizzato come un caso di controllo dello svuotamento di un buffer in cui i dati prodotti dall'applicazione sono un disturbo e la banda allocata è la variabile di controllo. Le prime due pubblicazioni sull'argomento (CDC03 [C47], e [C45]) sono state accolte molto favorevolmente dai revisori. In seguito è stato ricevuto l'invito a sottomettere una versione estesa alla rivista Computer Communication dell'Elsevier [J28] (cit. 19). Successivamente una analisi più completa con diversi possibili controllori è stata pubblicata su IEEE/ACM Transactions on Networking [J33], la rivista a maggior impatto nel settore networking ed una versione dell'algoritmo che incorpora funzionalità di power saving è stata pubblicata in [J32]. E' stato concesso un brevetto nazionale.

Presentazione di alcune pubblicazioni sull'argomento

- [J33] Gennaro Boggia, Pietro Camarda, Luigi Alfredo Grieco, Saverio Mascolo,
"Feedback-based Control for Providing Real-time Services with the 802.11e MAC"
IEEE/ACM Trans. on Networking, vol.15, no.2, April 2007. (Regular paper). Cit 5

In questo lavoro si propone di utilizzare le metodologie dei controlli per progettare un meccanismo di accesso al canale di comunicazione condiviso di una rete locale wireless in tecnologia IEEE 802.11e con la finalità di fornire servizi real-time. L'idea base è stata quella di utilizzare lo spazio che lo standard 802.11e alloca nell'intestazione del MAC frame per trasmettere il livello di coda presente al terminale

mobile come informazione di feedback per l'access point. Sulla base di tale feedback l'access point assegna alle varie stazioni i tempi d'accesso al canale durante la fase di accesso controllato. In particolare si presentano due controllori: uno proporzionale e uno proporzionale-integrale. Le simulazioni ad eventi discreti mostrano che il controllore PI riesce a garantire le specifiche di ritardo in presenza di una maggiore quantità di traffico ammessa rispetto al controllore P. Ciò è dovuto al fatto che la banda allocata con il PI ha un profilo più smooth, caratteristica che consente all'algoritmo di admission control di ammettere più flussi .

7. BREVETTI PER INVENZIONE INDUSTRIALE

Le ricerche effettuate hanno prodotto i seguenti 7 brevetti di cui 3 brevetti italiani concessi, 2 brevetti USA concessi e 2 brevetti internazionali (PCT) di cui uno in fase di nazionalizzazione in USA, Giappone ed Europa, e 1 brevetto italiano depositato.

- [P1] **United States patent 7130268** concessa il 31 ottobre 2006.
Title: "END-TO-END BANDWIDTH ESTIMATION FOR CONGESTION CONTROL IN PACKET SWITCHING NETWORKS",
Inventore e assegnatario: S. Mascolo
- [P2] **United States patent 7299280** concessa il 20 novembre 2007
Title: "METHOD AND APPARATUS FOR TCP WITH FASTER RECOVERY",
Inventori: S. Mascolo, C. Casetti, M. Gerla, M. Senadidi, S. Lee
Assegnatari: UCLA University
- [P3] **Domanda Internazionale no. PCT/IB2004/002633 del 13/08/2004** in fase di nazionalizzazione in Europa con nr. EP1671455 e in Giappone.
Titolo: "RATE BASED CONGESTION CONTROL FOR PACKET NETWORKS"
Inventore: S. Mascolo
Assegnatari: S. Mascolo e Dharma Holding
- [P4] **Domanda di brevetto italiano no.BA2003A000039 del 29/08/03**, concesso nel giugno 2008
Titolo: CONTROLLO DI CONGESTIONE RATE-BASED DEL TRAFFICO ENTRANTE IN RETI DI TELECOMUNICAZIONI A COMMUTAZIONE DI PACCHETTO
Inventore e assegnatario: S. Mascolo e L. Grieco
- [P5] **Domanda di brevetto italiano no.BA2003000045 del 30/09/2003**, concesso nel giugno 2008
Intitolata "MECCANISMO E ARCHITETTURA PER L'ALLOCAZIONE DINAMICA DELLA BANDA IN RETI DI ACCESSO WIRELESS PER IL SUPPORTO DELLA QUALITÀ DEL SERVIZIO"
Inventori e assegnatari: S. Mascolo, L.A. Grieco
- [P6] **Brevetto italiano per invenzione industriale n. 1295132** concesso il 30/04/2000
Titolo: "METODO AND ARCHITETTURA PER IL CONTROLLO DI CONGESTIONE NELLE RETI A COMMUTAZIONE DI PACCHETTO",
Inventore e assegnatario: S. Mascolo
- [P7] **Brevetto italiano no. 0001390712**, depositato il 9/07/08 e concesso il 15 settembre 2011
Titolo: "Meccanismo di attuazione per l'invio di pacchetti in modalità rate-based su reti di comunicazione a commutazione di pacchetto",
Inventore e assegnatario: S. Mascolo e L. De Cicco
- [P8] **United States Patent 7593335** granted on **Sept. 22, 2009**
Title: "Rate based congestion control for packet networks"
Inventor: S. Mascolo, Assignee: S. Mascolo
- [P9] **Brevetto nr. 7916637 concesso negli Stati Uniti il 29 marzo 2011**
Title: "Actuator for implementing rate-based packet sending over packet switching networks"
Inventor: Luca De Cicco and Saverio Mascolo. Assignee: Luca De Cicco and Saverio Mascolo
- [P10] **Domanda di brevetto internazionale No.: PCT/IB2009/006186**. Filing date **8 luglio 2009**,
Publication Date: **14 gennaio 2010**
Title: "Actuator for implementing rate-based packet sending over packet switching networks"
Inventor: Luca De Cicco and Saverio Mascolo. Assignee: Luca De Cicco and Saverio Mascolo

8. CITAZIONI SU SCHOLAR.GOOGLE E VALORE DEGLI INDICI H e G

8.1 CITAZIONI SU SCHOLAR.GOOGLE

Al fine di illustrare l'impatto dell'attività di ricerca scientifica svolta da S. Mascolo, si elencano le pubblicazioni che in data 10 luglio 2011 risultano citate più di 100 volte ricercando "mascolo s" su scholar.google.com.

Si osserva che ognuna delle principali tematiche di ricerca di Saverio Mascolo è rappresentata in questa lista.

S Mascolo, C Casetti, M Gerla, MY Sanadidi, R Wang
TCP westwood: Bandwidth estimation for enhanced transport over wireless links,
ACM Proceedings of the 7th annual international conference on Mobicom, Rome, 2001
Cited 629 times

S Mascolo -
Congestion control in high-speed communication networks using the Smith principle -
Automatica, 1999
Cited 206 times

G Grassi, **S Mascolo**
Nonlinear observer design to synchronize hyperchaotic systems via a scalar signal
IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Fundamental Theory and Applications, 1997
Cited 220 times (most cited paper in all the 1997 TCAS I volume)

Casetti, M Gerla, **S Mascolo**, MY Sanadidi, R Wang
TCP Westwood: End-to-End Congestion Control for Wired/Wireless Networks
Wireless Networks, 2002 - Springer
Cited 235 times

MP Fanti, B Maione, **S Mascolo**, B Turchiano
Event-based feedback control for deadlock avoidance in flexible production systems
IEEE Transactions on Robotics and Automation, 1997
Cited 169 times

M. GERLA, M. SANADIDI, R. WANG, A. ZANELLA, C. CASETTI, S. MASCOLO
"TCP Westwood: Window Control Using Bandwidth Estimation",
IEEE Global Communication Conference (Globecom 2001), St. Antonio, Texas, Nov. 2001.
Cited 171 times

S.MASCOLO, D. CAVENDISH, M. GERLA,
"ATM Rate Based Congestion Control Using a Smith Predictor: an EPRCA Implementation",
Proc. of IEEE Infocom 96, S. Francisco, March 1996, pp. 569-576.
cited 106 times

L. A. GRIECO, S. MASCOLO,
"Performance Evaluation and Comparison of Westwood+, New Reno, and Vegas TCP Congestion Control"
ACM Computer Communication Review, vol. 34, no. 2, pp. 25-38, April 2004.
Cited 135 times

8.2 VALORE DEGLI INDICI H E G

Il programma Publish or Perish è in grado di calcolare gli indici **Hirsch** e **Egghe** utilizzando scholar.google.

L'indice di Hirsch's (h-index), proposto nel paper, "An index to quantify an individual's scientific research output", *Sep 2005*,

"aims to provide a robust single-number metric of an academic's impact, combining quality with quantity".

L'indice di Egghe's (g-index), proposto nel paper "Theory and practice of the g-index", *Scientometrics, Vol. 69, No 1 (2006), pp. 131-152*,

"aims to improve on the h-index by giving more weight to highly-cited articles."

I valori aggiornati in data 24 luglio 2012 degli indici per S. Mascolo risultano: **Hirsch Index = 26** and an **Egghe Index = 58**.

9. ATTIVITÀ DI RICERCA SVOLTA PRESSO ISTITUZIONI SCIENTIFICHE ESTERE

S. Mascolo ha svolto attività di ricerca presso l'Università della California a Los Angeles, presso l'Università di Uppsala in Svezia, presso l'Inria di Sophia Antipolis e presso l'FTW di Vienna.

Nel 2005 è stato invitato dal prof. Jiankun Hu della School of Computer Science and Information Technology, Faculty of Applied Science, RMIT University, Melbourne, Australia a trascorrere un periodo di 6 mesi per lavorare su un progetto di "wireless networking" ma per motivi personali non è stato possibile accettare l'invito.

9.1 ATTIVITÀ SVOLTA PRESSO IL COMPUTER SCIENCE DEPARTMENT DELL'UNIVERSITÀ DELLA CALIFORNIA DI LOS ANGELES (UCLA) NEL 1995/96 E NEL 1999/2000.

Il prof. Saverio Mascolo ha iniziato la ricerca nel campo del controllo del traffico nelle reti dati al Computer Science Department dell'Università della California di Los Angeles (UCLA). L'Università ha storicamente svolto un ruolo pionieristico nello sviluppo delle Reti di Comunicazione a Commutazione di Pacchetto sotto l'impulso del prof. Leonard Kleinrock che ha elaborato prima la Teoria delle Code e poi ha guidato la costruzione del primo nodo a UCLA della rete Arpanet poi evoluta in Internet.

Nel corso del 1995 e per due mesi nel 1996 Saverio Mascolo ha iniziato lo studio del controllo di congestione nelle reti Asynchronous Transfer Mode (ATM) applicando le metodologie dei controlli automatici. All'epoca, infatti, il problema era affrontato senza utilizzare le metodologie dei Controlli Automatici.

Gli interessanti risultati raggiunti nel *congestion control* durante le ricerche svolte nel 1995 e 1996, indussero il Prof. M. Gerla di UCLA a proporre un progetto di ricerca che consentisse di proseguire le ricerche intraprese. Il progetto di ricerca era incentrato sull'applicazione delle tecniche dei controlli automatici ai problemi del controllo della congestione nelle reti ATM. Tale progetto è stato finanziato nel 1998 dalla National Science Foundation (NSF). Di seguito è riportato un estratto dal progetto di ricerca alla cui stesura S. Mascolo contribuì in modo determinante.

ESTRATTO DEL PROGETTO NSF 10/1/97-9/30/00 INTITOLATO
"ATM RATE BASED CONGESTION CONTROL"

Work Plan

The project will span a 3-year period. In this research, the PI will be assisted by two graduate students and by Prof. Saverio Mascolo, University of Bari, Italy. Prof. Mascolo's main area of research is Control Theory. He has already collaborated with this PI on research in ATM traffic control. Prof. Mascolo will be leading a parallel research program on the control theoretic aspects of this project at the University of Bari under separate funding. He will visit UCLA one month each year, with NSF support.

In Year I the emphasis will be on unicast traffic. The existing SP-EPRCA model will be exercised and extended in various ways: MCR>0 requirements, buffer vs RTD tradeoffs, various trunk scheduling disciplines (from round robin across individual VC queues to FIFO on a single queue, etc). At the same time, routing algorithms with bandwidth and buffer constraints will be developed and evaluated. Maisie simulation models for SP-EPRCA as well as other EPRCA schemes will be developed, allowing us to compare these schemes in various loading conditions. Experiments with TCP and Internet traffic traces will be carried out.

In Year II, control and algorithm design as well as simulation experiments will be focussed on multicast (both congestion control and routing). Reliable multicast schemes will be simulated, in order to evaluate the performance gained with loss prevention in the ATM layer. In routing, static as well as dynamic (join and leave) multicast tree design techniques will be explored. Implementation of selected algorithms in OPENET and Gigabit Network Kit environments will commence.

In Year III, selected testbed implementations will be completed. Various experiments will be carried out, using artificial traffic generators as well as measured traffic traces. Experimental results will be validated via simulation. The lessons learned during implementation (eg, complexity of particular algorithm features) will be used to refine and streamline the algorithms. Potential applications of our feedback controls to other network protocols (eg, TCP/IP) will also be explored.

Nel periodo luglio 1999/gennaio 2000, l'ing. Saverio Mascolo ha svolto nuovamente attività di ricerca presso il Computer Science Department dell'Università della California di Los Angeles in qualità di Visiting Researcher collaborando ai seguenti progetti:

- 1) Research Project on "ATM congestion control" (1999-2001) funded by National Science Foundation.
- 2) EPRI and DDR&E, Complex Interactive Networks/Systems Initiative, multi-university consortium (CalTech, UCLA, UCSB, MIT, U. of Illinois U-C): "From Power Laws to Power Grids: a Mathematical and Computational Foundation for Complex Interactive Networks".

Nell'ambito del progetto 1) le ricerche sono state focalizzate sul controllo di congestione per l'Internet Transmission Control Protocol (TCP). L'attività di ricerca guidata da S. Mascolo ha portato alla prima implementazione di TCP Westwood.

Il progetto 2), descritto alla pag. 104 della rivista IEEE Control Systems, Dec. 1999, è una ricerca di 5 anni finanziata per 30 milioni di dollari e sponsorizzata congiuntamente dall'EPRI e dal Deputy of Defense for Science and Technology. L'obiettivo è sviluppare nuovi concetti per gestire reti complesse e interconnesse come le reti di potenza, di telecomunicazione, di trasporto e le infrastrutture bancarie e finanziarie. Sei consorzi universitari sono stati selezionati attraverso un processo molto competitivo. S. Mascolo ha partecipato alle ricerche del consorzio formato da CalTech, UCLA, UCSB, MIT, U. of Illinois U-C) sul tema "From Power Laws to Power Grids: a Mathematical and Computational Foundation for Complex Interactive Networks". Tale consorzio è guidato dal Prof. J. Doyle del Cal Tech. In particolare, egli ha collaborato con il Prof. Fernando Paganini (Prof. of Automatic Control in the Electrical Department, UCLA, paganini@ee.ucla.edu) e il Prof. Mario Gerla (Prof. of Computer Science, Computer Science Department, gerla@cs.ucla.edu). Il principale compito di S. Mascolo è stato quello di coordinare una attività di ricerca interdisciplinare tra il prof. Gerla, del gruppo di ricerca sul Networking, e il Prof. Paganini, del gruppo di ricerca di Automatica, il quale per la prima volta affrontava il controllo di congestione nelle reti di comunicazione.

9.2 DEPARTMENT OF SIGNAL AND SYSTEMS DELL'UNIVERSITÀ DI UPPSALA, SVEZIA

Nell'aprile 2001 il prof. S. Mascolo è stato invitato dal prof. M. Sternad a visitare il Dipartimento di Segnali e Sistemi dell'Università di Uppsala per tenere un seminario sulle ricerche svolte nel settore del controllo di congestione ed instaurare una collaborazione di ricerca. A partire da quella data fino ad oggi il prof. S. Mascolo è stato invitato 3 volte all'anno per periodi di due settimane per collaborare, in qualità di external academic consultant, al progetto di ricerca "Wireless IP" finanziato per 2Meur dalla Swedish

Strategic Research Foundation e a cui partecipano le Università svedesi di Uppsala, Goteborg, Chalmers, Karlstad e i partner industriali Ericsson Research, Ericsson Mobile Data Design e Nera.

Nell'Enclosure 1 del Research Program "SSF Ramansag IT 2001: Wireless IP" redatto dai proff. M. Sternad, Uppsala Univ., A. Svensson, Chalmers univ., A. Brunstrom, Karlstad Univ., A. Ahlen, Uppsala Univ., T. Ottosson, Chalmers Univ. and M. Viberg, Chalmers Univ., alla sezione 3.3 intitolata "Transport Protocols over Fading Wireless Links" si legge:

"An ingenious end-to-end scheme that requires modification of the bandwidth estimation algorithms only at the sender side of a TCP connection is TCP Westwood recently proposed by Saverio Mascolo, who is engaged as a researcher in our project. Preliminary investigations have shown TCP Westwood to provide a large performance improvement over wireless links".

Nella sezione 3.2.2 del medesimo documento intitolata "Control aspects of congestion control and resource allocation" si legge:

"The control theory community has so far been strangely uninterested in algorithms like TCP, which actually constitutes the world's largest distributed and stable control system. An example of fundamental insight, that was obtained only recently by Mascolo, is that congestion control in ATM and TCP corresponds to the use of a classical Smith predictor feedback control structure for dynamic systems that include time delays".

9.3 INRIA, SOPHIA ANTIPOLIS (SETTEBRE-OTTOBRE 2004)

S. Mascolo è stato invitato dall'Inria di Sophia Antipolis, Francia, nell'ambito di un programma francese avente lo scopo d'invitare ricercatori stranieri affermati. Durante tale periodo ha lavorato con Eitan Altman e con J.Sun, ph.d student del MIT in visita a INRIA, per costruire un modello matematico di TCP Westwood basato su un modello alle equazioni differenziali stocastiche. Il lavoro è stato pubblicato in: E. Altman, C. Barakat, S. Mascolo, N. Moller, J.Sun, "Analysis of TCP Westwood+ in high speed networks", Fourth International Workshop on Protocols for Fast Long-Distance Networks (PFLDNET 2006), 2-3 Feb. 2006, Nara, Japan.

Durante tale visita ha presentato alla "The Third ARC TCP workshop", 12-13 October 2004, INRIA Sophia Antipolis", l' invited talk: "Analysis and Design of TCP congestion control: performance evaluation and comparison of Westwood+, New Reno and Vegas TCP congestion control"

9.4 FTW, VIENNA, AUSTRIA (NOVEBRE-DICEMBRE 2004)

S. Mascolo è stato invitato dall' FTW di Vienna. Durante tale visita ha presentato due seminari rispettivamente sui temi "Controllo di gestione nel TCP" e "Controllo in retroazione per la qualità del servizio nello standard IEEE 802.11e".

10. BORSE DI STUDIO FINALIZZATE ALL'ATTIVITÀ DI RICERCA

Saverio Mascolo è stato vincitore di due borse di studio finalizzate ad attività di ricerca:

- 1) Borsa di studio della durata di un anno concessa dal Politecnico di Bari nel 1994.
- 2) Borsa di studio della durata di sei mesi elargita dal Consiglio Nazionale delle Ricerche nel 1998.

Con entrambe le borse ha svolto attività di ricerca presso l'Università della California a Los Angeles.

11. SEMINARI, KEYNOTE SPEECHES ED INVITED TALKS

Saverio Mascolo ha svolto diversi seminari sui seguenti temi:

- 1) Metodi di controllo per reti di comunicazione
- 2) Algoritmi di controllo di congestione per reti di comunicazione
- 3) Metodi di controlli per la Qualità del Servizio (QoS)

I seminari sono stati svolti nelle seguenti Università o istituzioni di ricerca

- Uppsala University, Svezia, April 2001
- KTH, Stoccolma, Svezia, August 2001
- Università di Compiègne, Francia, Settembre 2003
- Università Federico II di Napoli, Ottobre 2003
- Università di Berkeley, Dicembre 2004
- Università di Stanford, Dicembre 2004
- HP Research Laboratories, Palo Alto (CA), Dicembre 2004
- Stanford Linear Accelerator Laboratory, Palo Alto (CA), Dicembre 2004
- FTW Center for Telecommunication, Vienna, Austria, Aprile 2004.
- Eurecom, Nice, France, Ottobre 2004

Ha inoltre svolto i seguenti invited talks and keynote speech:

Invited talk

“Analysis and Design of TCP congestion control: performance evaluation and comparison of Westwood+, New Reno and Vegas TCP congestion control”
“THE THIRD ARC TCP WORKSHOP”, 12-13 OCTOBER 2004, INRIA SOPHIA ANTIPOLIS”, FRANCIA.

Keynote Speech

Quality of Service Control: The case of IEEE 802.11e WLANs
3rd International Workshop on Networked Control Systems: Tolerant to Fault, June 20, 2007,
University of Nancy, Francia.

Invited Talk

"QoS control in IEEE 802.11e"
7th International Conference on Next Generation Teletraffic and Wired/Wireless Advanced Networking (NEW2AN 2007), St. Petersburg, Russia.

Ha presentato l'invited talk

“**Congestion control for multimedia content delivery**” all'Università di Saarland, 10 Settembre 2009.

Invited Talk,

Modelling congestion control in the internet: the case of TCP, Monday 4th Oct 2010, Universitat Politècnica de Catalunya (UPC),

Invited Talk,

“**QoS in IEEE 802.11**”, 5th Oct. 2010

Ha presentato l'invited talk

“**Control methods for the Internet**” al CNRS – LAAS, Toulouse, France, 27 gennaio 2012.

Ha presentato l'invited talk

“**Feedback Control for adaptive video streaming**” Karlstad University, Sweden, 9 febbraio 2012.

12. ATTIVITÀ DI VALUTAZIONE E MONITORAGGIO DI PROGETTI INDUSTRIALI

Il prof. Saverio Mascolo ha valutato e monitorato i sotto elencati progetti industriali.

A. SU INCARICO DEL MEDIO CREDITO CENTRALE (MCC), LEGGE 598/94 ART. 11 INTERVENTI PER LA RICERCA INDUSTRIALE, REGIONE PUGLIA:

- a.1 “Nuovo sistema intelligente per la gestione e il controllo degli elettrodomestici” - Regione Puglia, Impresa Matrix srl, Pos. MCC n. 60
- a.2 “Progettazione e realizzazione prototipale di un sistema per il tracking del processo produttivo”, Regione Puglia, mpresa Sedit Srl, Pos. MCC n. 40
- a.3 “Nuove tecnologie avanzate di identificazione e controllo qualità mediante ispezione visiva automatica su linee di automazione industriale” - Regione Puglia, Impresa Diamec srl, Pos. MCC n. 97
- a.4 “AGOSS – Applicazioni di Geomatica in Ambiente Open Source Sicuro”, Regione Puglia, Impresa Planetek Italia srl, Pos. MCC n. 657
- a.5 “PowerPack: costruzione di un robot di tipo SCARA”, - Regione Puglia, Impresa Teicom Sistemi srl, Pos. MCC n. 680
- a.6 “Innovativo sistema di telecontrollo per impianti di pubblica illuminazione” -Regione Puglia, Impresa VET Srl, Pos. n. 940

B. SU INCARICO DELLA REGIONE PIEMONTE PER IL BANDO RICERCA REGIONE PIEMONTE 2006

- b.1 “eNhaced fLEXibility of candy producTion Systems through WirElEss Technologies (Next Sweet)” proposto da FERRERO Spa e IEEIT-CNR

C. SU INCARICO DEL MINISTERO DELLE ATTIVITÀ PRODUTTIVE, PROGETTI PIA INNOVAZIONE

- c.1 “Riabilitazione ottimale delle reti idriche” proposto da Lamezia Multiservizi SpA, PIA n. A19/1334/P02
- c.2 “MCRATILO- Multi Channel Repository of Archeological and Territorial Informations for Local Organizations” proposto da Pf2, Srl, PIA n.. A19/1216/P
- c.3 “ Progetto K-Yield: un metodo per la distribuzione pubblica di chiavi critografiche”, proposto da Akron srl, PIA n.. A02/1200/P

D. SU INCARICO DEL MEDIO CREDITO CENTRALE (MCC), LEGGE 598/94 ART. 11 INTERVENTI PER LA RICERCA INDUSTRIALE, REGIONE PIEMONTE

- d.1 “Progettazione e realizzazione prototipale di apparato di radiocomando utilizzabile in sistemi di automazione industriale ospitante protocollo Ethernet/IP ed in grado di garantire i requisiti di velocità e sicurezza degli impianti” - Regione Piemonte, Impresa Trama srl, Pos. MCC 836

E. SU INCARICO REGIONE EMILIA ROMAGNA, SU MISURA 3,1 A DEL PROGRAMMA REGIONALE PER LA RICERCA INDUSTRIALE , L'INNOVAZIONE E IL TRASFERIMENTO TECNOLOGICO

- e.1 “Piattaforma nazionale per il controllo di integrità della produzione con collegamento intelligente al software di produzione ed archiviazione ottica del prodotto”, progetto n. 105

F. SU INCARICO REGIONE PUGLIA, P.O.R. PUGLIA 2000/2006 PROGRAMMI INTEGRATI DI AGEVOLAZIONI (P.I.A.):

- f.1 "Sistema informativo per l'assistenza nefrologica avanzata", proposto dal Consorzio Apulia Biotech, Bari
- f.2 "Studio e sviluppo di una piattaforma ICT basata su modelli computazionali predittivi per soluzioni integrate nella determinazione del rischio operativo e di credito applicato al settore agricolo e agro industriale" proposto dal Consorzio CARMA, Bari
- f.3 "Controllo di produzione per la riduzione della concentrazione dell'ossigeno nel silicio monocristallino per pannelli fotovoltaici", presentato dal Consorzio ELIOTEL, Foggia.

G. PER CONTO DEL MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO:

- g.1 Incarico a far parte di una panel di 10 esperti per per l'esame di circa 200 progetti definitivi di sviluppo precompetitivo ricompresi nella macroarea "INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE" (Settori: Automazione e Strumentazione, Componentistica elettronica, Elettronica consumer, Informatica, Telecomunicazioni). presentati a valere sul F.I.T. legge 46/82.
- g.2 Incarico per la valutazione di un programma di sviluppo precompetitivo presentato nell'ambito del D.M. 29 luglio 2005 (legge 46/82 F.I.T.) prog n. A21/1878/00/X08 intitolato "Sviluppo e Applicazione di una metodologia di progettazione virtuale e multidisciplinare" proposto dal Consorzio Matek.
- g.3 Incarico per la valutazione di un programma di ricerca a valere Legge 46/82 FIT DM 11 dicembre 2007 prog n. E01/0358/0, intitolato " Software per Image processing vettoriale nel settore animazione a web" presentata da Digital Video da Digital Video srl
- g.4 Incarico per la valutazione di un programma di ricerca a valere su Legge 46/82 FIT DM 7 luglio 2009 (bando start up) prog n. E01/0871/03/X16, intitolato "TEDEMA. Modello di supporto alle decisioni e tecnologie per la competitività e la sostenibilità della destinazione turistica" presentato da TERA scarl.

I. PER CONTO DI SARDEGNA RICERCHE:

- i.1 Incarico per la valutazione di 7 "Progetti di Ricerca e Innovazione al di sotto della soglia de minimis" P.O.R. Sardegna 2000/2006, Misura 3.13, nell'area tematica dell'ingegneria e dell'informazione di seguito riportati:

1. Soggetto contraente: Athena Srl Soggetti coproponenti: Luisa Cadeddu, Sarda Itel Titolo progetto: "Sistema informativo per la gestione dell'assistenza tecnica e degli ordini"
2. Soggetto contraente: Cleverbytes Srl Soggetto coproponente: Dipartimento di Scienze Pedagogiche e Filosofiche (UNICA) Titolo progetto: "Facilueb"
3. Soggetto contraente: CAURUS Snc Titolo progetto: "Informatizzazione della prospezione archeologica"
4. Soggetto contraente: FUTURMATICA Piccola Soc. Coop. a.r.l. Soggetto coproponente: CNIT Titolo progetto: "MICE- Mobile Office"
5. Soggetto contraente: Zonanet Srl - Soggetto coproponente: Shelter Srl Titolo progetto: "Progettazione e realizzazione di un Content Management System su misura delle esigenze operative e di mercato delle società proponenti"
6. Soggetto contraente Scelta snc Titolo progetto: "Progettazione e realizzazione di un applicativo di dialogo interattivo Web da

proporre ad attività economiche”
7. Soggetto contraente: Tirso Servizi Srl Titolo progetto: "Business Web Organizer"

L SU INCARICO della REGIONE PUGLIA

L1. Valutazione dei brevetti e strategia di protezione della proprietà industriale per conto del costituendo Spin-off “Renew-Energy” srl.

M SU INCARICO della REGIONE MARCHE

2012

Attuazione DGR n. 1495/2010 - Art. 2 del DM del 07.05.2010 - Promozione interventi a favore dei sistemi produttivi locali, distretti industriali e produttivi per favorire i processi di aggregazione d’impresa

M1. Valutazione del progetto intitolato “Domotica ed efficienza energetica nella nautica” presentato da EUROTECH Srl, CTM di Laurenzi Marco & C. Sas, OPHISERVICE Società Cooperativa a responsabilità limitata

M2. Valutazione dei progetti: 1. SMARTCamera for videosurveillance system; 2. Signal and Power BusBar (SAPBB); 3. Broadband Network: implementazione di una nuova rete di trasmissione dati a larga banda finalizzata allo snellimento dei processi produttivi dell'ATI ed all'apertura verso nuovi mercati esteri; 4 NET INTEGRATION

POR MARCHE FESR 2007-2013 - INTERVENTO “PROMOZIONE DELLA RICERCA INDUSTRIALE E DELLO SVILUPPO SPERIMENTALE IN FILIERE PRODUTTIVE” – BANDO 2012 (PRIMO e SECONDO STADIO)

M3. Valutazione dei progetti: 1. AIUTARE (Ambiente Integrato per UTenti Anziani in zone Rurali e dell’Entroterra marchigiano); 2. SPID: Sviluppo di una Piattaforma Intelligente per l’attivazione di servizi innovativi in ambito domotico; 3. SmartCamPro - Progettazione e Sviluppo di una innovative smart camera ad alte prestazioni e basso costo per applicazioni di domotica e Ambient Assisted Living; 4. TeleVAAL – Studio, Progettazione e Sviluppo di un’innovativa piattaforma integrata con sistema di visione e smart tv interattiva per l’Ambient Assisted Living e, in particolare, la diagnosi di disturbi mentali di utenti deboli; 5. ECOSMARTLIGHT: Illuminazione comandata e controllata attraverso rete cellulare

N SU INCARICO della REGIONE Calabria

N1 PO FESR Calabria - Linea d'Intervento 1.1.3.2 / PIA Pacchetti Integrati di Agevolazione, Progetto AC PIA Infomobility srl. Titolo progetto " ICT Reti di sensori wireless per il monitoraggio urbano"

N SU INCARICO della REGIONE LIGURIA FILSE

O SU INCARICO del MIUR

N1 AAL T&Tnet Progetto internazionale

VALUTAZIONE PROGETTI SCIENTIFICI

Aprile 2012, progetto FIRB Codice RBFR12LDEA - Titolo: "Analisi delle interazioni tra PROsumer e CONsumer nelle reti di servizio emergenti su larga scala (PRO&CON)

Aprile 2013, progetto FIRB codice:RBFR13IB8T- Titolo: "Reti complesse per la mobilità intelligente (SMARTNETS)"

Giugno 2013, Science Foundation Ireland, "An Internet Infrastructure for Video Streaming Optimisation (iVID)" from Prof. Cormac Sreenan at University College Cork (UCC).

Lead Applicant: Prof. Cormac Sreenan

Proposal ID: 13/IA/1892

Research Body: University College Cork (UCC)

Research Council of Norway sept 2011

213013 20111010 Reliable and Secure Internet of Smart Grid Terminals

213015 20111010 Internet-Based Traffic Control System

213065 20111010 VertiGo - Task-Oriented Vertical Composition for Services on the Go

213104 20111010 Traffic Regulation for Flexible Fairness in Internet Congestion Control

213106 20111010 Flexible Transport for the Internet of things

213120 20111010 Quality of Service in Publish/Subscribe Architectures

213265 20111010 Traffic behaviour of interactive time-dependent thin streams on the modern Internet

213287 20111010 TUPII: Towards understanding the post IPv4 internet

213402 20111010 High-Capacity Wireless Networks: Towards New Methods and More Realistic Models

12. REFERENZE

Si autorizza il trattamento dei dati, ai sensi della vigente normativa.
Data 10 maggio 2015 Firma

DICHIARAZIONI SOSTITUTIVE DI CERTIFICAZIONI
(art.. 46 del D.P.R. n. 445/2000)

DICHIARAZIONI SOSTITUTIVE DELL'ATTO DI NOTORIETA'
(art.. 47 del D.P.R. n. 445/2000)

IL SOTTOSCRITTO

COGNOME MASCOLO
NOME Saverio
CODICE FISCALE

consapevole che chiunque rilascia dichiarazioni mendaci, forma atti falsi o ne fa uso è punito ai sensi del codice penale e delle leggi speciali in materia,

DICHIARA

che quanto riportato nel presente Curriculum Vitae et Studiorum corrisponde al vero.

Dichiara inoltre di essere informato, ai sensi e per gli effetti di cui al D.Lgs 196/2003 che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con strumenti informatici, esclusivamente nell'ambito del procedimento per il quale le presenti dichiarazioni vengono rese.

Luogo e Data Bari 10 maggio 2015

Firma del dichiarante

.. (*)

(*) Autentica omessa ai sensi del c. 11 dell'art. 2 della L. 191/98

(Si allega fotocopia del documento di identità)