MINISTERO DELL'ISTRUZIONE DELL'UNIVERSITÀ E DELLA RICERCA
DIREZIONE GENERALE DELLA RICERCA
PROGRAMMI DI RICERCA SCIENTIFICA DI RILEVANTE INTERESSE NAZIONALE
RICHIESTA DI COFINANZIAMENTO (DM n. 1407 del 4 dicembre 2008)

PROGETTO DI RICERCA - MODELLO A
Anno 2008 - prot. 20084JE75C

1 - Titolo del Progetto di Ricerca

Testo italiano
Interacting Processes in Open-ended Distributed Systems (IPODS)

Testo inglese
Interacting Processes in Open-ended Distributed Systems (IPODS)

2 - Area Scientifico-disciplinare

01: Scienze matematiche e informatiche 100%

3 - Settori scientifico-disciplinari interessati dal Progetto di Ricerca

INF/01 - Informatica

3 bis Settori di ricerca ERC (European Research Council) interessati dal Progetto di Ricerca

PE Mathematics, physical sciences, information and communication, engineering, universe and earth sciences

PE1 Mathematical foundations: all areas of mathematics, pure and applied,plus mathematical aspects of theoretical computer science, and mathematical physics
PE1_10 Theoretical computer science

PE5 Information and communication: informatics and information systems,computer science, scientific computing, communication technology, intelligent systems
PE5_7 Theoretical computer science

4 - Parole chiave

Testo italiano

TEORIA DEI TIPI
TEORIA DELLA CONCORRENZA
VERIFICA

Testo inglese

TYPE THEORY
CONCURRENCY THEORY
VERIFICATION

5 - Coordinatore Scientifico

BRUNI	*ROBERTO*	
Ricercatore confermato	*24/11/1967*	*BRNRRT67S24E625E*
Università degli Studi di PISA		
Facoltà di SCIENZE MATEMATICHE FISICHE e NATURALI		
Dipartimento di INFORMATICA		
050-2212785 *(Prefisso e telefono)*	*050-2212726* *(Numero fax)*	*bruni@di.unipi.it*

6 - Curriculum scientifico

Testo italiano
DATI PERSONALI:
Nato il 24 Novembre 1967 a Livorno.

STUDI:
Laurea con lode in Scienze dell'Informazione conseguita presso l'Universita' di Pisa nel 1993.

Titolo di Dottore di Ricerca in Informatica conseguito presso l'Universita' di Pisa nel 1999.

ATTIVITA' DI RICERCA (ITALIA):
Titolare di Assegno di Ricerca presso l'Universita' di Pisa nel periodo 1999-2001.

Titolare di contratti di collaborazione con l'Universita' di Pisa nel periodo 2001-2002.

Ricercatore presso il Dipartimento di Informatica dell'Universita' di Pisa dall'Ottobre 2002.

ATTIVITA' DI RICERCA (ESTERO):
International Fellow presso il Computer Science Laboratory dello Stanford Research Institute (SRI) International di Menlo Park (California, USA) nel 1997.

International Visitor presso il Computer Science Laboratory dello Stanford Research Institute (SRI) International di Menlo Park (California, USA) nel 1998.

Visiting Scholar presso la University of Illinois di Urbana-Champaign (Illinois, USA) con borsa di studio del Consiglio Nazionale della Ricerca (CNR) nel 2002.

Exchange Visitor presso la University of Illinois di Urbana-Champaign (Illinois, USA) nel 2004.

INTERESSI DI RICERCA:
Semantica per la concorrenza, sistemi di riscrittura (su termini e grafi), calcoli di processi, global computing, architetture orientate a servizi, modelli formali per transazioni distribuite.

Ha pubblicato piu' di 60 articoli su conferenze e riviste internazionali.

Ha svolto intensa attivita' di revisore per le riviste e i convegni (nazionali e internazionali) piu' importanti della sua area di ricerca, quali Theoretical Computer Science, Information and Computation, ICALP, CONCUR, ESOP, FOSSACS, FASE, LICS, POPL, COORDINATION, ICGT, ICTCS.

PROGETTI DI RICERCA:
Attualmente partecipa ai progetti SENSORIA (EU IST-FP6 FET-GC2, Integrated Project on Software Engineering for Service Oriented Overlay Computers) e TOCAI.IT (FIRB, Tecnologie Orientate alla Conoscenza per Aggregazioni di Imprese in Internet).

In passato e' stato task leader per il progetto TOSCA (MURST, Teoria della Concorrenza, Linguaggi di Ordine Superiore e Strutture di Tipi) e ha partecipato ai progetti Progettazione e Verifica di Sistemi Eterogenei Connessi mediante Reti (CNR), Tecniche Formali per la Specifica, l'Analisi, la Verifica, la Sintesi e la Trasformazione di Sistemi Software (MURST), Coordina (ESPRIT working group), CONFER2 (ESPRIT working group), GETGRATS (EC Research TMR Network, General Theory of Graph Transformation Systems), NAPI (Microsoft Research Europe, Network-Aware Programming and Interoperability), Architetture Software ad Alta Qualita' di Servizio per Global Computing su Cooperative Wide-Area Network (MIUR), CoMeta (MIUR, Computational Metamodels), AGILE (EU IST FET-GC, Architectures for Mobility) e
ISMANET (MIUR, Infrastrutture Software per Reti Ad-Hoc Orientate ad Ambienti Difficili).

ORGANIZZAZIONE DI EVENTI:
Membro del Comitato Organizzatore di Coordination'04, TGC'06 e WADT'08.

Membro del Comitato di Programma di WS-FM'04, WS-FM'05, WRLA'06, ICALP'06, WS-FM'06, GT-VMT'07, YR-SOC'07, ICTCS'07, WS-FM'07, TGC'07, FoSSaCS'08, WRLA'08, COORDINATION'08, AMAST'08, GlobalComp'08, SAC-SOAP'09, SOFSEM'09, PN'09, COMPSAC'09.

Co-Chair di GT-VMT'06 e WS-FM'08.

Testo inglese
PERSONAL DATA:
Born November 24th, 1967 in Livorno.

EDUCATION:
MSc cum laude in Computer Science at the University of Pisa in 1993.

PhD in Computer Science at the University of Pisa in 1999.

RESEARCH ACTIVITY (ITALY):
Post-Doc position at the University of Pisa during 1999-2001.

Research contracts for collaboration with the University of Pisa during 2001-2002.

Assistant Professor at the Computer Science Department of the University of Pisa since October 2002.

RESEARCH ACTIVITY (ABROAD):
International Fellow at the Computer Science Laboratory of Stanford Research Institute (SRI) International in Menlo Park (California, USA) during 1997.

International Visitor at the Computer Science Laboratory of Stanford Research Institute (SRI) International in Menlo Park (California, USA) during 1998.

Visiting Scholar at the University of Illinois at Urbana-Champaign (Illinois, USA) with a CNR (Italian National Council of Research) fellowship during 2002.

Exchange Visitor at the University of Illinois at Urbana-Champaign (Illinois, USA) during 2004.

RESEARCH INTERESTS:
Concurrency, semantics, term and graph rewriting systems, process calculi, global computing, service oriented architectures, formal models for distributed transactions.

He has published more than 60 papers in international conferences and journals.

He has served as a reviewer for major journals and conferences (national and international) in his research area, such as Theoretical Computer Science, Information and Computation, ICALP, CONCUR, ESOP, FOSSACS, FASE, LICS, POPL, COORDINATION, ICGT, ICTCS.

RESEARCH PROJECTS:
He contributes to projects SENSORIA (EU IST-FP6 FET-GC2, Integrated Project on Software Engineering for Service Oriented Overlay Computers) and TOCAI.IT (FIRB, Tecnologie Orientate alla Conoscenza per Aggregazioni di Imprese in Internet).

Previously, he was task leader for the project TOSCA (MURST, Teoria della Concorrenza, Linguaggi di Ordine Superiore e Strutture di Tipi) and was partecipating to the projects Progettazione e Verifica di Sistemi Eterogenei Connessi mediante Reti (CNR), Tecniche Formali per la Specifica, l'Analisi, la Verifica, la Sintesi e la Trasformazione di Sistemi Software (MURST), Coordina (ESPRIT working group), CONFER2 (ESPRIT working group), GETGRATS (EC Research TMR Network, General Theory of Graph Transformation Systems), NAPI (Microsoft Research Europe, Network-Aware Programming and Interoperability), Architetture Software ad Alta Qualita' di Servizio per Global Computing su Cooperative Wide-Area Network (MIUR), CoMeta (MIUR, Computational Metamodels), AGILE (EU IST FET-GC, Architectures for Mobility) and
ISMANET (MIUR, Infrastrutture Software per Reti Ad-Hoc Orientate ad Ambienti Difficili).

EVENT ORGANIZATION:
Member of Organization Committee of Coordination'04, TGC'06 (organization chair) e WADT'08.

PC member of WS-FM'04, WS-FM'05, WRLA'06, ICALP'06, WS-FM'06, GT-VMT'07, YR-SOC'07, ICTCS'07, WS-FM'07, TGC'07, FoSSaCS'08, WRLA'08, COORDINATION'08, AMAST'08, GlobalComp'08, SAC-SOAP'09, SOFSEM'09, PN'09, COMPSAC'09.

Co-Chair of GT-VMT'06 and WS-FM'08.

7 - Pubblicazioni scientifiche più significative del Coordinatore Scientifico

1. *BRUNI R., LANESE I (2008). Parametric synchronizations in mobile nominal calculi. THEORETICAL COMPUTER SCIENCE, vol. 402(2-3); p. 102-119, ISSN: 0304-3975, doi: 10.1016/j.tcs.2008.04.029*
2. *BALDAN P, BRACCIALI A, BRUNI R. (2007). A semantic framework for open processes. THEORETICAL COMPUTER SCIENCE, vol. 389(3); p. 446-483, ISSN: 0304-3975, doi: 10.1016/j.tcs.2007.09.004*
3. *BRUNI R., LANESE I, MONTANARI U (2006). A basic algebra of stateless connectors. THEORETICAL COMPUTER SCIENCE, vol. 366(1-2); p. 98-120, ISSN: 0304-3975, doi: 10.1016/j.tcs.2006.07.005*
4. *BRUNI R., MESEGUER J (2006). Semantic foundations for generalized rewrite theories. THEORETICAL COMPUTER SCIENCE, vol. 360(1-3); p. 386-414, ISSN: 0304-3975, doi: 10.1016/j.tcs.2006.04.012*
5. *BRUNI R., MONTANARI U, SASSONE V (2005). Observational congruences for dynamically reconfigurable tile systems. THEORETICAL COMPUTER SCIENCE, vol. 335(2-3); p. 331-372, ISSN: 0304-3975, doi: 10.1016/j.tcs.2004.10.044*
6. *BRUNI R., MONTANARI U (2004). Concurrent models for Linda with transactions. MATHEMATICAL STRUCTURES IN COMPUTER SCIENCE, vol. 14(3); p. 421-468, ISSN: 0960-1295, doi: 10.1017/S096012950400418*
7. *BRUNI R., GADDUCCI F, MONTANARI U (2002). Normal forms for algebras of connections. THEORETICAL COMPUTER SCIENCE, vol. 286(2); p. 247-292, ISSN: 0304-3975, doi: 10.1016/S0304-3975(01)00318-8*
8. *BRUNI R., MESEGUER J, MONTANARI U (2002). Symmetric Monoidal and Cartesian Double Categories as a Semantic Framework for Tile Logic. MATHEMATICAL STRUCTURES IN COMPUTER SCIENCE, vol. 12(1); p. 53-90, ISSN: 0960-1295, doi: 10.1017/S0960129501003462*
9. *BRUNI R., MONTANARI U (2002). Dynamic connectors for concurrency. THEORETICAL COMPUTER SCIENCE, vol. 281(1-2); p. 131-176, ISSN: 0304-3975, doi: 10.1016/S0304-3975(02)00011-7*
10. *BRUNI R., MESEGUER J, MONTANARI U, SASSONE V (2001). Functorial Models for Petri Nets. INFORMATION AND COMPUTATION, vol. 170(2); p. 207-236, ISSN: 0890-5401, doi: 10.1006/inco.2001.3050*
11. *BRUNI R., MONTANARI U, ROSSI F (2001). An interactive semantics of logic programming. THEORY AND PRACTICE OF LOGIC PROGRAMMING, vol. 1(6); p. 647-690, ISSN: 1471-0684, doi: 10.1017/S1471068401000035*
12. *BRUNI R., MONTANARI U (2000). Zero-Safe Nets: Comparing the Collective and Individual Token Approaches. INFORMATION AND COMPUTATION, vol. 156(1-2); p. 46-89, ISSN: 0890-5401, doi: 10.1006/inco.1999.2819*
13. *BRUNI R., MELGRATTI H, MONTANARI U (2004). Extending the Zero-Safe Approach to Coloured, Reconfigurable and Dynamic Nets. Lectures on Concurrency and Petri Nets, Advances in Petri Nets. vol. 3098, p. 291-327, ISBN/ISSN: 3-540-22261-8, doi: 10.1007/b98282*
14. *BRUNI R., MONTANARI U (2001). Transactions and Zero-Safe Nets. Unifying Petri Nets, Advances in Petri Nets. vol. 2128, p. 380-426, ISBN/ISSN: 3-540-43067-9, doi: 10.1007/3-540-45541-8_12*
15. *BOREALE M, BRUNI R., DE NICOLA R, LORETI M (2008). Sessions and pipelines for structured service programming. In: Lecture Notes in Computer Science. Oslo, Norway, June 4-6, 2008, vol. 5051, p. 19-38, ISBN/ISSN: 978-3-540-68862-4, doi: 10.1007/978-3-540-68863-1_3*
16. *BRUNI R., LANESE I, MELGRATTI H, TUOSTO E (2008). Multiparty sessions in SOC. In: Lecture Notes in Computer Science. Oslo, Norway, June 4-6, 2008, vol. 5052, p. 67-82, ISBN/ISSN: 978-3-540-68264-6, doi: 10.1007/978-3-540-68265-3_5*
17. *BRUNI R., LLUCH-LAFUENTE A, MONTANARI U, TUOSTO E (2008). Service Oriented Architectural Design. In: Lecture Notes in Computer Science. Sophia Antipolis, France, November 5-6, 2007, vol. 4912, p. 186-203, ISBN/ISSN: 978-3-540-78662-7, doi: 10.1007/978-3-540-78663-4_14*
18. *BRUNI R., MEZZINA L (2008). Types and deadlock freedom in a calculus of services, sessions and pipelines. In: Lecture Notes in Computer Science. Urbana, Illinois, USA, July 28-31, 2008, vol. 5140, p. 100-115, ISBN/ISSN: 978-3-540-79979-5, doi: 10.1007/978-3-540-79980-1_8*
19. *BARAGATTI A, BRUNI R., MELGRATTI H, MONTANARI U, SPAGNOLO G (2007). Prototype Platforms for Distributed Agreements. In: Electronic Notes in Theoretical Computer Science. London, UK, August 30, 2004, vol. 180.2, p. 21-40, doi: 10.1016/j.entcs.2006.10.044*
20. *BRUNI R., LANESE I (2007). PRISMA: A mobile calculus with parameterized synchronization. In: Lecture Notes in Computer Science. Lucca, Italy, November 7-9, 2006, vol. 4661, p. 132-149, ISBN/ISSN: 978-3-540-75333-9, doi: 10.1007/978-3-540-75336-0_9*
21. *BOREALE M, BRUNI R., CAIRES L, DE NICOLA R, LANESE I, LORETI M, MARTINS F, MONTANARI U, RAVARA A, SANGIORGI D, VASCONCELOS V, ZAVATTARO G (2006). SCC: A Service Centered Calculus. In: Lecture Notes in Computer Science. Vienna, Austria, September 8-9, 2006, vol. 4184, p. 38-57, ISBN/ISSN: 3-540-38862-1, doi: 10.1007/11841197_3*
22. *BRUNI R., BUTLER M.J, FERREIRA C, HOARE C.A.R, MELGRATTI H, MONTANARI U (2005). Comparing Two Approaches to Compensable Flow Composition. In: Lecture Notes in Computer Science. San Francisco, CA, USA, August 23-26, 2005, vol. 3653, p. 383-397, ISBN/ISSN: 3-540-28309-9, doi: 10.1007/11539452_30*
23. *BRUNI R., FERRARI G, MELGRATTI H, MONTANARI U, STROLLO D, TUOSTO E (2005). From Theory to Practice in Transactional Composition of Web Services. In: Lecture Notes in Computer Science. Versailles, France, September 1-3, 2005, vol. 3670, p. 272-286, ISBN/ISSN: 3-540-28701-9, doi: 10.1007/11549970_20*
24. *BRUNI R., MELGRATTI H, MONTANARI U (2005). Theoretical foundations for compensations in flow composition languages. In: ACM SIGPLAN-SIGACT Proceedings. Long Beach, California, USA, January 12-14, 2005, p. 209-220, ISBN/ISSN: 1-58113-830-X, doi: 10.1145/1040305.1040323*
25. *BRUNI R., MELGRATTI H, MONTANARI U (2004). Flat Committed Join in Join. In: Electronic Notes in Theoretical Computer Science. Udine, Italy, December 15-17, 2003, vol. 104, p. 39-59, doi: 10.1016/j.entcs.2004.09.021*
26. *BRUNI R., MELGRATTI H, MONTANARI U (2004). Nested Commits for Mobile Calculi: Extending Join. In: IFIP Conference Proceedings. Toulouse, France, August 22-27, 2004, p. 563-576*
27. *BRUNI R., MESEGUER J, MONTANARI U (2004). Tiling transactions in rewriting logic. In: Electronic Notes in Theoretical Computer Science. Pisa, Italy, September 19-21, 2002, vol. 71, p. 90-109, ISBN/ISSN: 1571-0661, doi: 10.1016/S1571-0661(05)82530-7*

28. *BRUNI R., LANEVE C, MONTANARI U (2002). Orchestrating Transactions in Join Calculus. In: Lecture Notes in Computer Science. Brno, Czech Republic, August 20-23, 2002, vol. 2421, p. 321-336, ISBN/ISSN: 3-540-44043-7, doi: 10.1007/3-540-45694-5_22*
29. *BRUNI R., VARRO D (a cura di) (2008). Graph Transformations and Visual Modeling Techniques, 5th International Workshop, GT-VMT 2006, Vienna, Austria, April 1-2, 2006. vol. 211, ISBN: 1571-0661*
30. *MONTANARI U, SANNELLA D, BRUNI R. (a cura di) (2007). Trustworthy Global Computing, Second Symposium, TGC 2006, Lucca, Italy, November 7-9, 2006, Revised Selected Papers. vol. 4661, ISBN: 978-3-540-75333-9*

8 - Elenco delle Unità operative

Unità	Responsabile dell'Unità di Ricerca	Qualifica	Ente	Disponibilità temporale indicativa prevista	
				1° anno	2° anno
I	*BRUNI Roberto*	*Ricercatore confermato*	*Università degli Studi di PISA*	*27*	*26*
II	*DEZANI Mariangiola*	*Professore Ordinario*	*Università degli Studi di TORINO*	*26*	*26*
III	*SANGIORGI Davide*	*Professore Ordinario*	*Università degli Studi di BOLOGNA*	*27*	*28*
IV	*BUGLIESI Michele*	*Professore Straordinario*	*Università "Ca' Foscari" di VENEZIA*	*23*	*24*

9 - Abstract del Progetto di Ricerca

Testo italiano
Il concetto tradizionale di computazione si è evoluto sempre più rapidamente negli anni recenti, per venire incontro alle esigenze dei moderni sistemi distribuiti in termini di concorrenza, dinamicità, mobilità, sicurezza, interattività, adattatività. Di pari passo, si è accresciuta la complessità di tali sistemi "globali", basati su wide area networks come internet e orientati al supporto di una vasta gamma di applicazioni eterogenee che, pur sviluppate separatamente, necessitano di interagire in modo controllato e garantito.

In questo ambito, lo scopo del progetto è quello di sviluppare solidi fondamenti matematici per lo studio di scenari collaborativi caratterizzati da un'elevata dinamicità dei partecipanti, i quali possono allacciare o abbandonare collaborazioni in modo autonomo e il cui comportamento è fortemente dipendente dall'ambiente in cui operano, inteso come insieme dei partecipanti coinvolti e delle regole che ne controllano l'interazione. Per esempio, una componente può dovere aggiornare, o sopprimere alcune delle proprie funzionalità o aggiungerne di nuove a seconda del contesto in cui opera, possibilmente in modo automatico. Inoltre possono essere presenti avversari che operano per far fallire certe collaborazioni. Queste caratteristiche pervadono molteplici domini, quali reti sociali, servizi web, transazioni lunghe.

Più concretamente, l'obiettivo è quello di estendere e integrare tecniche di analisi statiche e dinamiche per offrire certe garanzie, con livelli variabili, circa la capacità di portare a termine con successo una certa attività , le risorse disponibili e la sicurezza delle comunicazioni.

Il progetto è caratterizzato dall'individuazione di tre fasi distinte che compaiono nelle collaborazioni:
1) contrattazione; 2) commit; 3) esecuzione. Sostanzialmente in (1) le componenti candidate a partecipare negoziano certe garanzie al fine di definire una sorta di contratto. I singoli partecipanti possono accettare o rifiutare il contratto nella fase (2). Se accettato, il contratto vincolerà il loro comportamento in (3) per garantire un'esecuzione globalmente corretta.

Lo schema fornito dalle fasi (1-3) copre un ampio spettro di situazioni. Per esempio ritroviamo queste fasi nelle transazioni (fasi 1-2); nelle sessioni (fasi 2-3); nelle applicazioni di proof carrying code (fasi 1 e 3). Necessariamente si deve permettere che parte della verifica sia effettuata anche a runtime, sulla base di informazioni sia statiche che negoziabili dinamicamente.

Gli strumenti matematici che intendiamo utilizzare sono quelli fornitici dalla teoria della concorrenza (calcoli di processo, reti di Petri, riscrittura di grafi, relazioni comportamentali) e dalla teoria dei tipi (tipi sessione, tipi comportamentali, tipi dipendenti, tipi polimorfi).

In particolare, studieremo come estendere: i calcoli di processi per esprimere vincoli sulle interazioni e per modellare sessioni e transazioni con compensazioni da eseguire in caso di fallimenti; i tipi sessione per ottenere delle conversazioni astratte tra componenti; le relazioni di conformance comportamentale per trattare l'adattività; tipi e teorie osservazionali per esprimere invarianti di sicurezza sui dati e sul comportamento delle componenti.

Queste estensioni ci aiuteranno a definire astrazioni utili per la specifica di sistemi collaborativi aperti e dinamici, dove i partecipanti hanno spesso una visione parziale del sistema essendo a conoscenza solo di quei componenti con cui interagiscono direttamente.

Un aspetto importante per i meccanismi di interazione delineati riguarda la realizzazione di opportune misure che ne garantiscano l'attuazione anche presenza di componenti avversarie. Questo richiede la progettazione di una serie di protocolli di basso livello in grado di determinare, e correggere, qualunque deviazione dal ruolo prestabilito per ciascuna componente. Studieremo tali meccanismi e svilupperemo tecniche di codifica fully-abstract delle primitive di interazione nei corrispondenti protocolli di basso livello che le realizzano.

Ugualmente importante è la realizzazione di meccanismi di protezione dei dati. In un sistema aperto, quale ad esempio un sistema peer-to-peer, è necessario che i partecipanti conoscano quali dati/risorse possono accedere, presso quali componenti. Dualmente, è necessario che ciascuna componente possa specificare politiche di accesso ai propri dati/risorse. Studieremo pertanto tecniche di contrattazione per confrontare i dati necessari a ciascun componente con i diritti di accesso associati, al fine di ridurre i fallimenti durante l'esecuzione e ridurre l'overhead dovuto ai controlli a tempo di esecuzione.

Testo inglese
The traditional concept of computation has evolved more and more rapidly in the recent years, to take into account the features of modern distributed systems as regards concurrency, dynamicity, mobility, security, interactivity, adaptability. In the meantime, the complexity of these "global" systems has increased: they are based on wide-area networks like the internet and are oriented to support a wide range of heterogeneous applications which, though developed separately, need to interact in a checked and safe way.

In this framework, the goal of the project is to develop robust mathematical foundations for collaborative scenarios that are characterised by high dynamicity of participants. The participants can join or leave collaborations in an autonomous way and their behaviours are strongly affected by the environment, i.e., by the set of the involved participants and the set of the rules that control the interaction. For example, a component might need to update or to cancel some of its functionalities, or to add new functionalities depending on its environment, if possible in an automatic way. In addition, there may be adversaries that try to cause the failure of some collaborations. These features are common to many domains, like social networks, web services, long transactions.
More concretely, we aim at extending and integrating the techniques of static and dynamic analysis in order to offer some guarantees, with variable levels, on the ability of successfully carry out a given task, on the available resources and on the security of communications.

The project is characterised by the singling out of three different phases occurring in every collaboration:
1) negotiation; 2) commit; 3) execution. More precisely, in (1) the prospective participants negotiate some guarantees in order to define a sort of contract. Each of them can then, in the phase (2), either accept or reject the contract. If they accept, the contract will bind their behaviours in (3) so as to guarantee a globally correct execution.
The schemata given by the phases (1-3) cover a wide range of situations. For example, these phases can be found in transactions (phases 1-2), in the sessions (phases 2-3), in the applications of proof-carrying code (phases 1 and 3). Necessarily we need to allow part of the verification to be done also at runtime, on the basis of both statically and dynamically negotiable information.

We will use the mathematical instruments given by the concurrency theory (process calculi, Petri nets, graph rewriting, behavioural relations) and by the type theory (session types, behavioural types, dependent types, polymorphic types). In particular, we will study how to extend: process calculi, in order to express constraints on interactions and to model sessions and transactions with compensations to be executed in case of failure; session types, for defining abstract conversations between components; relations of behavioural conformance for dealing with adaptivity; types and observational theories for expressing security invariants on data and on component behaviours.
These extensions will help us to define useful abstractions for the specification of open and dynamic collaborative systems, where participants often have a partial view of the system, limited to the components with which they interact directly.

An important aspect of the interaction mechanisms sketched above concerns taking suitable measures to guarantee their success also in presence of malicious components. This requires the design of a series of low-level protocols able to find out and correct any deviation from the expected behaviour for each component. We will study these mechanisms and develop techniques for getting fully abstract encodings of the interaction primitives in the low-level protocols that implement them.

Equally important is the realisation of mechanisms to protect data. In an open system, for example in a peer-to-peer system, the participants need to know which data/resources are accessible to them, at which component locations. Dually, it is necessary that each component can specify access policies to its data/resources. We will therefore study negotiation techniques for matching the data necessary to each component to the associated access rights, so as to reduce in the execution phase the number of failures and the overhead due to checks.

10 - Obiettivi finali che il Progetto si propone di raggiungere

Testo italiano
Il progetto è rivolto allo studio di solidi fondamenti matematici e strumenti per l'analisi e la sintesi di interazioni tra i componenti dei moderni sistemi distribuiti. Si tratta di sistemi "globali", basati su wide area networks come internet, orientati al supporto di una vasta gamma di applicazioni, e con garanzie variabili di comunicazione, cooperazione, mobilità, uso di risorse, sicurezza.

La nostra attenzione si concentra su scenari di ambito collaborativo molto dinamici, dove i partecipanti sono componenti sviluppate separatamente che possono allacciare o abbandonare collaborazioni in modo autonomo e il cui comportamento è fortemente dipendente dall'ambito collaborativo in cui operano. Per esempio, una componente può dovere aggiornare, o sopprimere alcune delle proprie funzionalità o aggiungerne di nuove, perchè l'ambiente in cui opera è cambiato, e tutto questo possibilmente in modo automatico. Queste caratteristiche pervadono molteplici domini, quali reti sociali, sistemi peer-to-peer, servizi web, transazioni lunghe e con compensazioni.

Lo studio si propone di estendere e integrare tecniche statiche e dinamiche che si appoggiano su due teorie fondazionali: la teoria della concorrenza e la teoria dei tipi.
Queste teorie hanno una storia lunga e ben solida, e sono alla base di svariate storie di successo in Computing Theory, che riguardano sia lo sviluppo di tecniche di analisi dei programmi, sia la concezione di nuovi construtti linguistici se non addirittura paradigmi di programmazione.
Tradizionalmente, queste teorie sono state concepite per una concorrenza "statica" e/o per computazioni essenzialmente sequenziali. Nelle loro formulazioni attuali, esse sono di conseguenza largamente inappropriate per trattare efficacemente sistemi aperti e caratterizzati da alta dinamicità, la cui struttura è soggetta a frequenti riconfigurazioni, locali o globali ed in cui:
** le singole componenti devono essere adattative e/o auto-adattative (autonomiche), cioè devono potersi modificare per interagire correttamente,*
** le garanzie offerte dalle componenti stesse, in termini di risorse disponibili, o di sicurezza o di affidabilità, possono variare nel tempo e/o essere assenti (nel caso di componenti avversarie, il cui scopo può essere quello di far fallire certe collaborazioni).*

Studieremo l'applicabilità della teorie dei calcoli di processi e della teoria dei tipi ai sistemi distribuiti moderni partendo da alcuni approcci promettenti, emersi di recente e descritti nelle sezioni successive, come: calcoli di processi estesi per esprimere vincoli sulle interazioni e per modellare transazioni con compensazioni da eseguire in caso di fallimenti; i tipi sessione, visti come astrazioni di conversazioni tra componenti; relazioni di conformance comportamentale per trattare l'adattività; tipi e teorie osservazionali per esprimere invarianti di sicurezza sui dati e sul comportamento delle componenti.

Studieremo modelli astratti che permettano di descrivere ambiti collaborativi aperti e dinamici, dove i partecipanti hanno spesso una visione parziale del sistema essendo a conoscenza solo di quei componenti con cui interagiscono direttamente.
Su questi modelli svilupperemo metodologie adatte a gestire in modo affidabile tutte le fasi necessarie dell'interazione, e che permettano la specifica e la verifica di importanti proprietà comportamentali come il rispetto di regole e vincoli prestabiliti sulla interazione tra le componenti e sull'uso delle risorse di sistema.

Nel progetto distingueremo tre diverse fasi all'interno delle interazioni. Questa distinzione permette di affrontare i problemi specifici delle singole fasi e quelli relativi all'integrazione delle fasi collegate con le tecniche più opportune.

1) La CONTRATTAZIONE fra diversi partecipanti adattativi e/o autonomici con diversi ruoli e diversi scopi. Sottoinsiemi di questi partecipanti possono essere già coinvolti in interazioni dinamiche fra di loro o con altri. Il risultato della contrattazione può essere il fallimento ed in questo caso nessuna nuova interazione inizia, oppure (dopo una fase di commit) viene generata una nuova interazione che può anche inglobare interazioni esistenti. In questo caso ogni partecipante risulterà modificato in modo da rispettare i vincoli del contratto su cui si è raggiunto l'accordo.

2) Il COMMIT, in cui i partecipanti accettano di svolgere un certo ruolo secondo il contratto che è stato formulato durante la fase precedente. Qui occorre distinguere tra partecipanti affidabili per i quali non occorre verificare il comportamento e partecipanti inaffidabili che potrebbero non attenersi al contratto firmato. Per questa fase è quindi essenziale poter controllare in modo automatico la conformance tra il comportamento dei partecipanti e la parte del contratto che riguarda il loro ruolo.

3) L'ESECUZIONE dell'interazione sulla base del contratto, con possibilità di riconfigurazione dinamica. Il più semplice esempio di riconfigurazione dinamica sono i fallimenti (ad esempio l'uscita inaspettata di un partecipante o una sua interazione in contrasto con il contratto stipulato) per i quali è necessario prevedere un meccanismo di compensazione. In generale però occorre sviluppare metodologie per poter garantire il successo dell'interazione in presenza di componenti autonomiche e di avversari. L'esecuzione inoltre coinvolge complessi meccanismi di svolgimento, quali cicli, scelte interne ed esterne, e deleghe. Per delega si intende che un partecipante si faccia sostituire da un agente esterno alla collaborazione per una parte della propria attività in modo trasparente a tutti gli altri partecipanti alla collaborazione.

Sostanzialmente in (1) si negoziano certe garanzie al fine di definire una sorta di contratto che i singoli partecipanti possono accettare o rifiutare in (2) e che, se accettato, vincolerà il loro comportamento in (3) per garantire un'esecuzione globalmente corretta. Sono casi degenere: per (1), quello in cui ogni partecipante esprime un vincolo puramente locale, che non dipende dagli altri partecipanti (es. il suo tipo semplice); per (2) quello in cui i vincoli del contratto sono strettamente locali e accettati per default; per (3) quello in cui la fase è vuota, perchè la collaborazione si esaurisce con la stipula del contratto e/o il commit.
Questo schema copre un ampio spettro di situazioni. Per esempio ritroviamo queste fasi in varie nozioni molto studiate attualmente come: le transazioni (fasi 1-2); le sessioni (fasi 2-3); applicazioni di proof carrying code (fasi 1 e 3).
Necessariamente si deve permettere che parte della verifica sia effettuata anche a tempo di esecuzione, valorizzando in modo nuovo e originale le teorie fondazionali da cui partiamo.

Un aspetto importante dei sistemi di interesse riguarda la definizione di adeguate misure per garantire che l'interazione si svolga in accordo alle specifiche anche in presenza di componenti avversarie.
Questo richiede la realizzazione di una serie di meccanismi di protezione per le componenti in grado di determinare, e correggere, qualunque deviazione dal ruolo prestabilito. Studieremo tali meccanismi e studieremo inoltre tecniche di codifica delle primitive astratte di interazione in termini di protocolli di basso livello in grado supportarne la realizzazione.

Ugualmente importante è la gestione di meccanismi di protezione dei dati. In un sistema aperto, quale ad esempio un sistema peer-to-peer, è necessario che i partecipanti conoscano quali dati/risorse possono accedere, presso quali componenti e, dualmente, che ciascuna componente possa specificare politiche di accesso ai propri dati/risorse. Studieremo pertanto tecniche di contrattazione per confrontare i dati necessari a ciascun componente con i diritti di accesso associati al fine di ridurre i fallimenti durante l'esecuzione e ridurre l'overhead dovuto ai controlli a tempo di esecuzione.

Testo inglese
The goal of this project is to study robust mathematical foundations and tools for the analysis and the synthesis of interactions between components in modern distributed systems. These systems are "global", based on wide area networks like the internet, and they are oriented to support a wide range of applications, with various levels of guarantees of communication, cooperation, mobility, resource use, security.

Our attention will concentrate on highly dynamic collaborative scenarios, where participants are independently developed components that can join or leave collaborations in an autonomous way and whose behaviours strongly depend on the collaborative environments in which they are running. For example, a component might need to update or to cancel some of its functionalities or to add new functionalities since the surrounding environment has changed. Such a component's self-modification in reaction to changes of external conditions has to be carried out if possible in an automatic way. These characteristics are common to various domains, like social networks, peer-to-peer systems, web services, long transactions with compensations.

Aim of this study is to extend and integrate static and dynamic techniques that are grounded on two foundational theories: the concurrency theory and the type theory. These theories have long and really robust histories, and they are at the basis of several success stories concerning both the development of program analysis techniques and the design of new linguistic constructs, or even of new programming paradigms.

Traditionally, these have been devised for "static" concurrency and/or for essentially sequential computations. In the actual formulations they are therefore largely inadequate to effectively deal with open systems characterised by high dynamicity, whose structures are often locally or globally reconfigured, and in which:
** the single components must be adaptive and/or auto-adaptive (autonomic), i.e. they must be capable of self-modification, when needed for ensuring the correct continuation of interactions;*
** the guarantees offered by the components themselves, as regards available resources, or security, or reliability, can be different at different times, or can even be absent (in case of adversary and malicious components, which may try to make some collaborations fail).*

We will study the applicability of process-calculi theories and type theories to modern distributed systems by starting from some promising approaches, recently proposed and described in the following sections, like: extensions of process calculi for representing constraints on the interactions and for modelling transactions with compensations to be executed in case of failures; session types, viewed as abstractions of conversations between the components; relations of behavioural conformance for dealing with adaptivity; types and observational theories for expressing security invariants on data and on component behaviours.

We will study abstract models that allow us to describe open and dynamic collaborative systems, where participants often have a partial view of the system, limited to the components with which they interact directly.
Building on these models we will develop suitable methodologies to reliably handle all the phases needed in the interaction. We also require that these methodologies allow the specification and verification of important behavioural properties such as the respect of established rules and of constraints on the interaction between components and on the use of system resources.

In the project we will distinguish three different phases within an interaction. This splitting allows us to tackle by the most suitable techniques the specific problems of each phase and those relative to the connection between different phases.

1) NEGOTIATION between different adaptive and/or autonomic participants having different roles and different goals. Subsets of these participants can be already involved in dynamic interactions with each other, or with other components external to the set. The result of the negotiation can be a failure and in this case no new interaction starts, or (after a commit phase) a new interaction - possibly including existing interactions - is generated. In this case every participant will be modified in order to respect the constraints of the contract that is the result of the agreement.

2) COMMIT, where the participants accept to play a given role according to the contract which has been formulated in the previous phase. Here it is necessary to distinguish between trustable participants whose behaviours do not need to be verified and not trustable participants which could not respect the signed contract. In this phase it is therefore essential to be able to check in an automatic way the conformance between the behaviours of the participants and the part of the contract concerning their roles.

3) EXECUTION of the interaction on the basis of the contract, with the possibility of dynamic reconfigurations. The failures are the simplest cases of dynamic reconfiguration: it is necessary to envisage compensation mechanisms. Examples of failures are the unexpected exit of a participant or an interaction of a participant not conforming the agreed contract. ÊIn general we need also to develop methodologies for guaranteeing the success of the interaction in presence of autonomic components and adversaries. Moreover the execution involves complex mechanisms of development, like cycles, internal and external choices, and delegations. By delegation we mean that a participant delegates to an agent (external to the collaboration) part of its activity in a transparent way w.r.t. all other participants to the collaboration.

More precisely, (1) the prospective participants negotiate some guarantees in order to define a sort of contract. Each of them can then, in the phase (2), either accept or reject the contract. If they accept, the contract will bind their behaviours in (3) so as to guarantee a globally correct execution.
Some degenerate cases are: for (1), the case in which each participant expresses only local constraints, which do not depend on the other participants; for (2), the case in which all constraints of the contract are Êcompletely local and accepted by default; for (3), the case in which the phase is empty, since the collaboration ends with the agreement on the contract and/or with the commit.
This schema covers a wide range of situations. For example these phases can be found in various scenarios at the centre of today's active research, like:
transactions (phases 1-2), Êsessions (phases 2-3), applications of proof-carrying code (phases 1 and 3). Necessarily we need to allow part of the verification to be done also at runtime, enhancing in a new and original way the foundational theories which are our starting points.

An important aspect of the current systems concerns defining suitable measures to guarantee that the interaction will run in agreement with its specification also in presence of malicious components. This requires the design of a series of protection mechanisms for the components able to find out and correct any deviation from the expected role. We will study these mechanisms and we will also study encoding techniques of the abstract interaction primitives by means of low-level protocols for supporting their implementation.

Equally important is the management of mechanisms to protect data. In an open system, like for example in a peer-to-peer system, the participants need to know which data/resources are accessible to them, at which components. Dually, it is necessary that each component can specify access policies to its data/resources. We will therefore study negotiation techniques for comparing the data necessary to each component with the associated access rights, so as to reduce in the execution phase the number of failures and the overhead due to checks.

11 - Stato dell'arte

Testo italiano

Per perseguire al meglio i nostri obiettivi intendiamo basarci sulla teoria dei calcoli di processo. Come formalismo, i calcoli di processo si collocano idealmente a metà tra il livello di modelli puramente matematici e quello dei linguaggi di programmazione.

In questo ambito, il pi-calcolo [MPW92,SW01] è uno degli sviluppi recenti più importanti. Esso permette di modellare la mobilità nella topologie delle interconnessioni tra processi, ma presenta forti limitazioni riguardo agli aspetti che costituiscono l'oggetto principale della nostra ricerca.

Attingendo alla letteratura più recente sui calcoli con primitive per la gestione di vincoli, sessioni, transazioni, compensazioni e negoziazioni, intendiamo studiare nuove primitive linguistiche che estendano ove necessario i calcoli esistenti e integrino più aspetti in maniera disciplinata usando in maniera prescrittiva le indicazioni fornite da opportuni sistemi di tipi sessione e di relazioni comportamentali di conformance.

Senza pretesa di esaustività, di seguito elenchiamo i riferimenti principali alla letteratura che costituiscono il punto di partenza della nostra ricerca.

CALCOLI CON VINCOLI
I sistemi per il controllo dei processi concorrenti mediante gestione dei vincoli e che inoltre offrono la possibilità di esprimere vincoli locali e passaggio di nomi sono molti interessanti in quanto permettono di gestire la fase di contrattazione per realizzare l'accordo tra le componenti. Tali sistemi garantiscono protezione delle informazioni locali e forniscono un modo naturale per verificare la consistenza tra le condizioni richieste dalle varie parti. è possibile rappresentare anche vincoli che includano aspetti probabilistici o valori di gradimento delle condizioni dati in modo fuzzy. Esperienze di specifica di sistemi complessi mediante vincoli e passaggio di nomi sono gia state condotte con successo in [BM07a,BM08b], dove viene proposto un calcolo nominale che fornisce primitive per la comunicazione, basate sulla fusione di nomi, e primitive per l'aggiunta e rimozione di vincoli, per controllare se un certo vincolo è consistente con gli altri già presenti e se un certo vincolo è implicato da quelli presenti.

CALCOLI CON SESSIONI E TIPI SESSIONE
Un'estensione molto interessante del pi-calcolo riguarda l'introduzione di nomi di canali particolari che rappresentano delle sessioni [HVK98]. L'uso delle sessioni può essere esplicito o implicito, con la possibilità di intervallare azioni in sessioni diverse o di annidamento, ristretto a due partecipanti o multi-party, con località o meno, con possibilità di comunicare solo all'interno della stessa sessione o anche tra sessioni diverse [B06,LMVR07,BBDL08,VCC08,BLMT08].

I tipi sessione sono stati introdotti per disciplinare interazioni binarie in vari ambiti, tra cui varianti del pi-calcolo [GH05,DLY07], CORBA [VVR02], linguaggi funzionali [VGR06], Boxed Ambient [GCD06], linguaggi di programmazione a oggetti [CDY07,BCDGV08] e calcoli con pipeline [BM08a]. Sostanzialmente un tipo sessione colleziona le attività di responsabilità di partecipante e l'ordine col quale devono essere eseguite, quindi si evolve assieme al partecipante durante l'esecuzione. I concetti di dualità e di sottotipo permettono di esprimere la compatibilità tra due tipi sessione, offrendo garanzie circa la capacità dei partecipanti di portare avanti le attività di cui sono responsabili. Più recentemente, i tipi sessione sono stati estesi alle interazioni multi-partner con broadcasting [BC07,CHY08,BCDDDY08].

CALCOLI PER IL CONTROLLO DELLE RISORSE
Il controllo delle risorse per mezzo dei tipi, in incarnazioni diverse, è stato di recente il punto focale di una estensiva ricerca fondazionale sui sistemi concorrenti e distribuiti. A partire dal lavoro fondante in [PS96], gli argomenti considerati includono un ampio spettro di temi, dal controllo della locazione dei nomi di canale [YH99], ai modi di garantire che agenti distribuiti accedano alle risorse solo se autorizzati a farlo [BC02, CGG02, HR02, HMR04, GBCD07, DGPV08], alla nozione di peso di un processo [BBDS07], alla sicurezza dei protocolli di autenticazione [BFM07].

CALCOLI PER TRANSAZIONI
Le primitive che interessano la modellazione di transazioni riguardano più specificatamente l'identificazione di un ambito transazionale, che può essere permeabile o meno rispetto alle comunicazioni, la gestione del commit o abort della transazione, la gestione di eventuali attività di compensazione. Più grossolanamente, possiamo distinguere tra gli approcci basati su workflow [BM00,BM04,BHF04,BMM05,BBFHMM05] e quelli basati su eventi e scambio di messaggi [BH00,BMM04,LZ05,ML06,BM07b,CFGS08]. I primi si basano su reti di Petri, dando enfasi agli aspetti legati alla concorrenza, oppure su algebre di processo senza passaggio di nomi, dando enfasi alle politiche di compensazione delle singole attività e delle loro composizioni. I secondi sfruttano i calcoli nominali e le primitive di comunicazione per associare identificatori privati alle transazioni e regolarne commit e abort, per sfruttare time-out, per attivare e comporre le compensazioni in modo dinamico.

RELAZIONI DI CONFORMANCE
La teoria del contract refinement si è sviluppata recentemente nell'ambito del filone di ricerca su equivalenze e pre-ordini comportamentali (si veda ad es. [DH84]). Il problema del contract refinement, in ambito di comunicazione sincrona, è stato mostrato dare origine (sotto opportuni encoding) ad una relazione compresa tra il must ed il may testing [BZ07]. Sono stati sviluppati, inoltre, risultati di decibilità per caratterizzazioni corrette di tale relazione basate, ad esempio, su tecniche che consentono di ricondurla al must testing. Nell'ambito di tale teoria sono state inoltre sviluppate relazioni di conformance fra contratti e coreografie dotate di ruoli, principalmente tramite tecniche per ottenere contratti tramite proiezione di coreografie su ruoli [CHY07].

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

[BBDS07] F. Barbanera, M. Bugliesi, M. Dezani, V. Sassone. Space-Aware Ambients and Processes, TCS 373:41-69, 2007.
[BH00] M. Berger, K. Honda. The Two-Phase Commitment Protocol in an Extended pi-Calculus. EXPRESS'00, ENTCS 39(1), 21-46, 2000.
[BCDGV08] L. Bettini, S. Capecchi, M. Dezani, E. Giachino, B. Venneri. Session and Union Types for Object Oriented Programming, LNCS 5065, 659-680, 2008.
[BCDDDY08] L. Bettini, M. Coppo, L. D'Antoni, M. De Luca, M. Dezani, N. Yoshida. Global Progress in Dynamically Interleaved Multiparty Sessions, LNCS 5201, 418-433, 2008.
[BC07] E. Bonelli, A. Compagnoni. Multipoint Session Types for a Distributed Calculus. TGC'07, LNCS 4912, 240-256, 2007.
[BBDL08] M. Boreale, R. Bruni, R. De Nicola, M. Loreti. Sessions and Pipelines for Structured Service Programming, LNCS 5051, 19-38, 2008.
[B06] M. Boreale et al. SCC: A Service Centered Calculus, LNCS 4184, 38-57, 2006.
[BZ07] M. Bravetti, G. Zavattaro. Contract based Multi-party Service Composition, LNCS 4767, 207-222, 2007.
[BBFHMM05] R. Bruni, M.J. Butler, C. Ferreira, C.A.R. Hoare, H.C. Melgratti, U. Montanari. Comparing two approaches to compensable flow composition, LNCS 3653, 383-397, 2005.
[BLMT08] R. Bruni, I. Lanese, H.C. Melgratti, E. Tuosto. Multiparty Sessions in SOC, LNCS 5052, 67-82, 2008.
[BMM04] R. Bruni, H.C. Melgratti, U. Montanari. Nested commits for mobile calculi: extending Join, IFIP-TCS'04, 563-576, 2004.
[BMM05] R. Bruni, H.C. Melgratti, U. Montanari. Theoretical foundations for compensations in flow composition languages, POPL'05, 209-220, 2005.
[BM08a] R. Bruni, L.G. Mezzina. Types and Deadlock Freedom in a Calculus of Services, Sessions and Pipelines, LNCS 5140, 100-115, 2008.
[BM00] R. Bruni, U. Montanari. Zero-Safe Nets: Comparing the Collective and Individual Token Approaches. I&C 156(1-2):46-89, 2000.
[BM04] R. Bruni, U. Montanari. Concurrent models for Linda with transactions. MSCS 14(3):421-468, 2004.
[BC02] M. Bugliesi, G. Castagna. Behavioural Typing for Safe Ambients. Computer Languages 28(1):61-99, 2002.
[BFM07] M. Bugliesi, R. Focardi, M. Maffei. Dynamic Types for Authentication. J. Comp. Sec. 15(6):563-617, 2007.
[BM07a] M.G. Buscemi, U. Montanari. CC-Pi: A Constraint-Based Language for Specifying Service Level Agreements, LNCS 4421, 18-32, 2007.
[BM07b] M.G. Buscemi, H.C. Melgratti. Transactional Service Level Agreement, LNCS 4912, 124-139, 2008.
[BM08b] M.G. Buscemi, U. Montanari. Open Bisimulation for the Concurrent Constraint Pi-Calculus, LNCS 4960, 254-268, 2008.
[BHF04] M.J. Butler, C.A.R. Hoare, C. Ferreira. A Trace Semantics for Long-Running Transactions. 25 Years Communicating Sequential Processes, LNCS 3525, 133-150, 2004.
[CHY07] M. Carbone, K. Honda, N. Yoshida: Structured Communication-Centred Programming for Web Services, LNCS 4421, 2-17, 2007.
[CHY08] M. Carbone, K. Honda, N. Yoshida: Multiparty Asynchronous Session Types. POPL'08, 273-284, 2008.
[CGG02] L. Cardelli, G. Ghelli, A. Gordon. Types for the Ambient Calculus. I&C 177(2):160-194, 2002.
[CFGS08] V. Ciancia, G.L. Ferrari, R. Guanciale, D. Strollo. Checking Correctness of Transactional Behaviors, LNCS 5048, 134-148, 2008.
[CDY07] M. Coppo, M. Dezani, N. Yoshida. Asynchronous Session Types and Progress for Object-Oriented Languages. FMOODS'07, LNCS 4468, 1-31, 2007.
[DH84] R. De Nicola, M. Hennessy. Testing Equivalences for Processes. TCS 34:83-133, 1984.

[DLY07] M. Dezani, U. de' Liguoro, N. Yoshida. On Progress for Structured Communications, LNCS 4912, 257-275, 2007.
[DGPV08] M. Dezani, S. Ghilezan, J. Pantovic, D. Varacca. Security Types for Dynamic Web Data, TCS 402:156-171, 2008.
[GBCD07] P. Garralda, E. Bonelli, A. Compagnoni, M. Dezani. Boxed Ambients with Communication Interfaces, MSCS 17:1-59, 2007.
[GCD06] P. Garralda, A. Compagnoni, M. Dezani: BASS: Boxed Ambients with Safe Sessions. PPDP'06, 61-72, 2006.
[GH05] S. Gay, M. Hole. Subtyping for Session Types in the Pi-Calculus, Acta Informatica, 42(2-3):191-225, 2005.
[H93] K. Honda. Types for Dynamic Interaction. CONCUR'93, LNCS 715, 509-523, 1993.
[LMVR07] I. Lanese, F. Martins, V.T. Vasconcelos, A. Ravara. Disciplining Orchestration and Conversation in Service-Oriented Computing, 305-314, 2007.
[HMR04] M. Hennessy, M. Merro, J. Rathke. Towards a Behavioural Theory of Access and Mobility Control in Distributed Systems. TCS 322:615-669, 2004.
[HR02] M. Hennessy, J. Riely. Resource Access Control in Systems of Mobile Agents. I&C 173:82-120, 2002.
[HVK98] K. Honda, V. Vasconcelos, M. Kubo. Language Primitives and Type Disciplines for Structured Communication-based Programming, LNCS 1381, 122-138, 1998.
[LZ05] G. Laneve, G. Zavattaro. Foundations of Web Transactions, LNCS 3441, 282-298, 2005.
[ML06] M. Mazzara, I. Lanese. Towards a Unifying Theory for Web Services Composition. WS-FM'06, LNCS 4184, 257-272, 2006.
[MPW92] R. Milner, J. Parrow, D. Walker. A Calculus of Mobile Processes, part I and II. I&C 100:1-40,41-77, 1992.
[PS96] B. Pierce, D. Sangiorgi. Typing and Subtyping for Mobile Processes. MSCS 6:409-454, 1996.
[SW01] D. Sangiorgi, D. Walker. The pi-calculus. Cambridge University Press, 2001.
[VVR02] A. Vallecillo, V. Vasconcelos, A. Ravara: Typing the Behavior of Objects and Components using Session Types, ENTCS 68(3), 2002.
[VGR06] V. Vasconcelos, S. Gay, A. Ravara: Typechecking a Multithreaded Functional Language with Session Types. TCS 368:64-87, 2006.
[VCC08] H.T. Vieira, L. Caires, J.Costa Seco. The Conversation Calculus: A Model of Service-Oriented Computation, LNCS 4960, 269-283, 2008.
[YH99] N. Yoshida, M. Hennessy. Subtyping and Locality in Distributed Higher Order Mobile Processes, LNCS 1664, 557-572, 1999.

Testo inglese

To best attain our objectives we intend to follow the theory of process calculi. As formalisms, process calculi can be ideally located half-way between purely mathematically models and programming languages. In this area, the pi-calculus [MPW92,SW01] is one of the most important recent developments. It allows one to model mobility in the topology of process interconnections, but has strong limitations on aspects that are central for the research proposed in this project.

Using ideas from the most recent literature on calculi with primitives for handling constraints, sessions, transactions, compensations, and negotiations, we intend to study new linguistic primitives that could extend, where necessary, existing calculi and could integrate different aspects in a disciplined way using in a prescriptive way information supplied by appropriate session-type systems and behavioural relations of conformance.

Without the ambition of being exhaustive, below we list the main references to the literature that constitute the starting point for our research.

CALCULI WITH CONSTRAINTS
Formalisms for the control of concurrent processes through constraints, and that moreover can offer the possibility of expressing local constraints and exchange of names, are very interesting because they allow one to handle the negotiation phase to attain agreement among the components. These formalisms guarantee protection of the local information and naturally offer the possibility of verifying the consistency among the conditions required by the different parts. It is also possible to represent constraints that include probabilistic aspects, or fuzzy values of satisfaction on a system conditions. Some experiences of specification of complex systems via constraints and exchange of names have already been made with success in [BM07a,BM08b], where a nominal calculus is proposed with primitives for communication, based on the fusion of names, and primitives for adding and removing constraints, for controlling if a certain constraint is consistent with the others already present, and if a certain constraint is implied by the remaining ones.

CALCULI WITH SESSIONS AND SESSION TYPES
An interesting extension of the pi-calculus is about the introduction of special channel names intended to represent sessions [HVK98]. The use of sessions can be explicit or implicit, with the possibility of interleaving actions in different or nested sessions, restricted to two participants or multi-party, with or without a locality, with the possibility of communicating only within the same session or also among different sessions [B06,LMVR07,BBDL08,VCC08,BLMT08].

Session types have been introduced so to discipline binary interactions in a number of areas, among which variant calculi of the pi-calculus [GH05,DLY07], CORBA [VVR02], functional languages [VGR06], Boxed Ambient [GCD06], object-oriented languages [CDY07,BCDGV08] and calculi with pipeline [BM08a]. Essentially a session type collects the activities that a participant is supposed to perform and the order in which they should be carried out; therefore the type evolves with the participant along with the execution. The concepts of duality and subtype allow one to express the compatibility between two session types, offering guarantees on the capabilities of the participants of being able to executes the activities that had been assigned to them. More recently, session types have been extended to multi-partner interactions with broadcasting [BC07,CHY08,BCDDDY08].

CALCULI FOR THE CONTROL OF RESOURCES
Resource control by typing, in diverse incarnations, has recently been the focus of extensive foundational research in concurrent and distributed systems. Starting with the seminal work in [PS96], the topics considered include a wide range of themes, from the control of the location of channel names [YH99], to the guarantee that distributed agents will access resources only when allowed to do so [BC02, CGG02, HR02, HMR04, GBCD07, DGPV08], to the the notion of process weight [BBDS07], to the security of authentication protocols [BFM07].

CALCULI FOR TRANSACTIONS
The primitives that are of interest for modelling transactions are more specifically about the identification of a transactional environment, that may, or may not, be transparent with respect to communications, the handling of the commit or abort of the transaction, the handling of possible activities of compensation. Roughly, we can distinguish among the approaches based on workflow [BM00,BM04,BHF04,BMM05,BBFHMM05] and those based on events and message exchange [BH00,BMM04,LZ05,ML06,BM07b,CFGS08]. The former approach has their foundation on Petri Nets, giving emphasis to aspects related to concurrency, or on process algebras without exchange of names, giving emphasis to the policies for compensating
the single activities and for their composition. The latter approach exploits nominal calculi and the primitives for communication so to associate private identifiers to the transactions and to regulate commit and abort, to exploit time-out, to activate and compose the compensations in a dynamic fashion.

CONFORMANCE RELATIONS
The theory of contract refinement has been developed recently on the line of research on behavioural equivalences and preorders (see for instance [DH84]). The problem of contract refinement, in the setting of synchronous communication, has been shown to give rise (under appropriate encodings) to a relation included between may and must testing [BZ07]. Results of decidability for characterisations of these relations have been developed, based for instance on techniques that allow one to convert them to the must testing. Within such theory, moreover, conformance relations have been developed between contracts and coreographies equipped with roles, mainly through techniques to obtain contracts via projections of the coreographies onto the roles [CHY07].

REFERENCES

[BBDS07] F. Barbanera, M. Bugliesi, M. Dezani, V. Sassone. Space-Aware Ambients and Processes, TCS 373:41-69, 2007.
[BH00] M. Berger, K. Honda. The Two-Phase Commitment Protocol in an Extended pi-Calculus. EXPRESS'00, ENTCS 39(1), 21-46, 2000.
[BCDGV08] L. Bettini, S. Capecchi, M. Dezani, E. Giachino, B. Venneri. Session and Union Types for Object Oriented Programming, LNCS 5065, 659-680, 2008.
[BCDDDY08] L. Bettini, M. Coppo, L. D'Antoni, M. De Luca, M. Dezani, N. Yoshida. Global Progress in Dynamically Interleaved Multiparty Sessions, LNCS 5201, 418-433, 2008.
[BC07] E. Bonelli, A. Compagnoni. Multipoint Session Types for a Distributed Calculus. TGC'07, LNCS 4912, 240-256, 2007.
[BBDL08] M. Boreale, R. Bruni, R. De Nicola, M. Loreti. Sessions and Pipelines for Structured Service Programming, LNCS 5051, 19-38, 2008.
[B06] M. Boreale et al. SCC: A Service Centered Calculus, LNCS 4184, 38-57, 2006.
[BZ07] M. Bravetti, G. Zavattaro. Contract based Multi-party Service Composition, LNCS 4767, 207-222, 2007.
[BBFHMM05] R. Bruni, M.J. Butler, C. Ferreira, C.A.R. Hoare, H.C. Melgratti, U. Montanari. Comparing two approaches to compensable flow composition, LNCS 3653, 383-397, 2005.
[BLMT08] R. Bruni, I. Lanese, H.C. Melgratti, E. Tuosto. Multiparty Sessions in SOC, LNCS 5052, 67-82, 2008.
[BMM04] R. Bruni, H.C. Melgratti, U. Montanari. Nested commits for mobile calculi: extending Join, IFIP-TCS'04, 563-576, 2004.
[BMM05] R. Bruni, H.C. Melgratti, U. Montanari. Theoretical foundations for compensations in flow composition languages, POPL'05, 209-220, 2005.
[BM08a] R. Bruni, L.G. Mezzina. Types and Deadlock Freedom in a Calculus of Services, Sessions and Pipelines, LNCS 5140, 100-115, 2008.

[BM00] R. Bruni, U. Montanari. Zero-Safe Nets: Comparing the Collective and Individual Token Approaches. I&C 156(1-2):46-89, 2000.
[BM04] R. Bruni, U. Montanari. Concurrent models for Linda with transactions. MSCS 14(3):421-468, 2004.
[BC02] M. Bugliesi, G. Castagna. Behavioural Typing for Safe Ambients. Computer Languages 28(1):61-99, 2002.
[BFM07] M. Bugliesi, R. Focardi, M. Maffei. Dynamic Types for Authentication. J. Comp. Sec. 15(6):563-617, 2007.
[BM07a] M.G. Buscemi, U. Montanari. CC-Pi: A Constraint-Based Language for Specifying Service Level Agreements, LNCS 4421, 18-32, 2007.
[BM07b] M.G. Buscemi, H.C. Melgratti. Transactional Service Level Agreement, LNCS 4912, 124-139, 2008.
[BM08b] M.G. Buscemi, U. Montanari. Open Bisimulation for the Concurrent Constraint Pi-Calculus, LNCS 4960, 254-268, 2008.
[BHF04] M.J. Butler, C.A.R. Hoare, C. Ferreira. A Trace Semantics for Long-Running Transactions. 25 Years Communicating Sequential Processes, LNCS 3525, 133-150, 2004.
[CHY07] M. Carbone, K. Honda, N. Yoshida: Structured Communication-Centred Programming for Web Services, LNCS 4421, 2-17, 2007.
[CHY08] M. Carbone, K. Honda, N. Yoshida: Multiparty Asynchronous Session Types. POPL'08, 273-284, 2008.
[CGG02] L. Cardelli, G. Ghelli, A. Gordon. Types for the Ambient Calculus. I&C 177(2):160-194, 2002.
[CFGS08] V. Ciancia, G.L. Ferrari, R. Guanciale, D. Strollo. Checking Correctness of Transactional Behaviors, LNCS 5048, 134-148, 2008.
[CDY07] M. Coppo, M. Dezani, N. Yoshida. Asynchronous Session Types and Progress for Object-Oriented Languages. FMOODS'07, LNCS 4468, 1-31, 2007.
[DH84] R. De Nicola, M. Hennessy. Testing Equivalences for Processes. TCS 34:83-133, 1984.
[DLY07] M. Dezani, U. de' Liguoro, N. Yoshida. On Progress for Structured Communications, LNCS 4912, 257-275, 2007.
[DGPV08] M. Dezani, S. Ghilezan, J. Pantovic, D. Varacca. Security Types for Dynamic Web Data, TCS 402:156-171, 2008.
[GBCD07] P. Garralda, E. Bonelli, A. Compagnoni, M. Dezani. Boxed Ambients with Communication Interfaces, MSCS 17:1-59, 2007.
[GCD06] P. Garralda, A. Compagnoni, M. Dezani: BASS: Boxed Ambients with Safe Sessions. PPDP'06, 61-72, 2006.
[GH05] S. Gay, M. Hole. Subtyping for Session Types in the Pi-Calculus, Acta Informatica, 42(2-3):191-225, 2005.
[H93] K. Honda. Types for Dynamic Interaction. CONCUR'93, LNCS 715, 509-523, 1993.
[LMVR07] I. Lanese, F. Martins, V.T. Vasconcelos, A. Ravara. Disciplining Orchestration and Conversation in Service-Oriented Computing, 305-314, 2007.
[HMR04] M. Hennessy, M. Merro, J. Rathke. Towards a Behavioural Theory of Access and Mobility Control in Distributed Systems. TCS 322:615-669, 2004.
[HR02] M. Hennessy, J. Riely. Resource Access Control in Systems of Mobile Agents. I&C 173:82-120, 2002.
[HVK98] K. Honda, V. Vasconcelos, M. Kubo. Language Primitives and Type Disciplines for Structured Communication-based Programming, LNCS 1381, 122-138, 1998.
[LZ05] G. Laneve, G. Zavattaro. Foundations of Web Transactions, LNCS 3441, 282-298, 2005.
[ML06] M. Mazzara, I. Lanese. Towards a Unifying Theory for Web Services Composition. WS-FM'06, LNCS 4184, 257-272, 2006.
[MPW92] R. Milner, J. Parrow, D. Walker. A Calculus of Mobile Processes, part I and II. I&C 100:1-40,41-77, 1992.
[PS96] B. Pierce, D. Sangiorgi. Typing and Subtyping for Mobile Processes. MSCS 6:409-454, 1996.
[SW01] D. Sangiorgi, D. Walker. The pi-calculus. Cambridge University Press, 2001.
[VVR02] A. Vallecillo, V. Vasconcelos, A. Ravara: Typing the Behavior of Objects and Components using Session Types, ENTCS 68(3), 2002.
[VGR06] V. Vasconcelos, S. Gay, A. Ravara: Typechecking a Multithreaded Functional Language with Session Types. TCS 368:64-87, 2006.
[VCC08] H.T. Vieira, L. Caires, J.Costa Seco. The Conversation Calculus: A Model of Service-Oriented Computation, LNCS 4960, 269-283, 2008.
[YH99] N. Yoshida, M. Hennessy. Subtyping and Locality in Distributed Higher Order Mobile Processes, LNCS 1664, 557-572, 1999.

12 - Articolazione del Progetto e tempi di realizzazione

Testo italiano
Il progetto si articola secondo quattro tematiche principali, ad ognuna delle quali è dedicato un Work Package (WP). Delineiamo le attività di ricerca principali all'interno di ogni WP, indicandone anche i tempi di realizzazione.

WP 1. CALCOLI DI PROCESSO
I calcoli di processo sono modelli matematici che permettono lo studio dell'interazione tra processi in modo focalizzato, concentrandosi su un numero limitato di primitive che catturano gli aspetti collaborativi di interesse.
Nei mesi 1-12, l'obiettivo è di distillare alcuni calcoli, più semplici possibili, con primitive per modellare le diverse esigenze dei sistemi adattivi. La divisione in attività riflette tali esigenze. Nei mesi 13-24, le tecniche di analisi sviluppate negli altri WP verranno usate per valutare, confrontare e raffinare le primitive individuate, in base alla garanzie che sono in grado di offrire e alle analisi che permettono di condurre.

Attività 1.1 COLLABORAZIONI APERTE E ADATTATIVE (1-24)
Ciascuna delle tre fasi individuate nella proposta richiede meccanismi specifici per modellare l'ambito della collaborazione, l'evoluzione del e l'adesione al contratto, la sua consistenza, l'adattabilità dei partecipanti, ecc. L'idea è di impiegare: 1) calcoli con sessioni per modellare l'ambito della collaborazione e la compatibilità tra i partecipanti; 2) calcoli con vincoli per rappresentare le condizioni richieste nei contratti dai partecipanti.
Riguardo ai calcoli con sessioni l'attenzione sarà sulle primitive per aprire nuove sessioni possibilmente annidate, aggiungere partecipanti, fondere o chiudere sessioni esistenti, abbandonare/delegare una sessione, partecipare in interleaving a più sessioni. In sistemi aperti, tali primitive devono essere realizzate in modo protetto, per garantire che le interazioni abbiano luogo in accordo alle specifiche anche in presenza di avversari e/o componenti non fidate. Studieremo implementazioni sicure dei calcoli mediante codifiche fully-abstract delle primitive studiate, fornendo in tal modo un supporto effettivo per tali calcoli.
Riguardo i calcoli con vincoli, studieremo che combinano passaggio di nomi e manipolazione di vincoli locali per garantiscono la protezione delle informazioni locali e permettere di verificare la consistenza tra le condizioni richieste dai vari partecipanti. Studieremo inoltre sistemi di vincoli con probabilità e sistemi che includono valori di gradimento delle condizioni dati in modo fuzzy.

Attività 1.2 TRANSAZIONI (1-24)
Le transazioni hanno evidenti similarità con le sessioni, come la definizione di un ambito e la sua permeabilità rispetto all'interazione; la durata limitata nel tempo, con un inizio e una fine espliciti; l'uso di protocolli che specificano i ruoli dei partecipanti e le azioni che devono intraprendere. Da un lato le sessioni definiscono un concetto di collaborazione più ampio, mentre dall'altro caratterizzano meglio la fase di commit, in parte trascurata nel caso delle sessioni. L'idea è quella di confrontare a fondo questi due meccanismi identificando quali quali concetti e tecniche di prova possano essere trasferiti da una teoria verso l'altra. Per esempio, usare l'annidamento di sessioni come meccanismo di astrazione, analogamente al caso di transazioni viste come azioni atomiche di un livello più alto.

Attività 1.3 GESTIONE ADATTATIVA DEI FALLIMENTI (1-12) Le collaborazioni adattive devono prevedere meccanismi espliciti per il trattamento di eccezioni e fallimenti, analoghi al meccanismo di compensazione per transazioni long-running. Per gestire fallimenti e compensazioni studieremo meccanismi innovativi, come la modifica dinamica degli handler che consente di garantire che gli handler attivati siano i più appropriati al contesto corrente.

WP 2. SISTEMI DI TIPI
I sistemi di tipi, in quanto strumenti per la verifica di proprietà, costituiscono una tecnica centrale del progetto. Lo scopo di questo WP è avanzare lo stato dell'arte introducendo sistemi di tipi ed effetti in grado di catturare con precisione aspetti altamente dinamici e adattativi dei sistemi collaborativi di riferimento. Tali sistemi dovranno integrare le informazioni di tipo statiche e dinamiche in modo da assicurare, con il minimo overhead computazionale, che le proprietà espresse dai tipi vengano conservate durante l'evoluzione del sistema. Siamo anche interessati, ove possibile, a sviluppare algoritmi efficienti di inferenza automatica (per gli aspetti statici).

Attività 2.1 TIPI PER INTERAZIONI (1-12)
Intendiamo sviluppare sistemi di tipi ispirati ai tipi sessione ed idonei all'analisi di interazioni dinamiche e con più componenti, dove il numero e l'identità dei partecipanti possono variare dinamicamente, nuovi partecipanti possono aggiungersi a run-time, l'interazione si può modificare, ed i partecipanti adattarsi a tale modifica, e possono essere presenti avversari. In questo scenario intendiamo generalizzare i tipi sessione (utilizzando tipi dipendenti e polimorfi) e le primitive associate per esprimere nozioni quali dinamicità, annidamento, multicasting, asincronia, eccezioni, transazioni, assenza di "deadlock" e "live-lock"; confidenzialità. Studiemere anche estensioni di altri sistemi di tipo focalizzati su proprietà di terminazione e assenza di deadlock o funzionali allo studio di relazioni logiche.

Attività 2.2 TIPI PER LA SICUREZZA (6-24)
Parallelamente ai sistemi di tipo per caratterizzare proprietà comportamentali, svilupperemo nuove classi di tipi per esprimere ed analizzare proprietà dei dati e

vincoli sull'utilizzo delle risorse. Tali tipi dovranno permettere la specifica di una ampia classe di politiche di controllo degli accessi basate su ruoli ed identità. Da un lato analizzeremo classi di tipi dipendenti che permettano di specificare proprietà di basso livello quali di segretezza, autenticazione e autorizzazione, e di valutare le conseguenze delle correlazione di tali proprietà: ad esempio, la segretezza di un dato puo' implicare l'autenticità di un altro dato scambiato nello stesso messaggio. Utilizzeremo in questo contesto l'esperienza maturata in letteratura su logiche di sicurezza e autorizzazione, quali ad esempio la BAN logic. Parallelamente, studieremo tipi in grado di caratterizzare politiche di gestione delle risorse, in base ai ruoli, e discrezionalmente rispetto alle identità. Tali politiche investiranno diversi aspetti nella gestione delle risorse, dai meccanismi di protezione di accesso, a tecniche per limitarne l'uso, a regole per regolarne discrezionalmente la distribuzione tra le componenti del sistema. Per i sistemi di tipo risultanti, esploreremo risultati di "robust safety" così da fornire garanzie più robuste, ovvero valide anche in presenza di componenti avversarie.

Attività 2.3 TIPI PER DATI ATTIVI (6-24)
Scopo di questa attività è lo studio di tipi per il controllo dell'accesso ai dati e della mobilità di processi, ed algoritmi per la verifica statica e dinamica della compatibilità tra i tipi ed i diritti di accesso dei dati e tra i tipi e le necessità di accesso dei processi. Gli obbiettivi sono quelli di assicurare che in uno scenario adattativo:
1) i dati in una locazione vengano letti, trasmessi e modificati in accordo con le politiche della locazione;
2) i processi accedano ai dati e modifichino i dati rispettando i diritti dei propri ruoli che possono variare a seconda delle locazioni.
Questi obbiettivi sono perseguiti in presenza di:
a) processi che migrano da una località ad un'altra e che possono modificare il proprio ruolo;
b) dati le cui politiche locali di lettura e scrittura possono essere dinamicamente variate;
c) avversari.

WP 3. RELAZIONI DI CONFORMITÀ
In questo WP l'attenzione è su sistemi collaborativi a più partecipanti descritti in modo astratto mediante contratti che specificano varie aspetti e proprietà, da aspetti relativi al comportamento, a proprietà relative alla gestione delle risorse e del flusso di informazione che i componenti devono soddisfare per garantire un flusso corretto di esecuzione ed interazione.
Siano esse intese specificare comportamento dei processi o invarianti sui dati, tali specifiche sono generalmente progettate in modo globale, sull'intero sistema, e poi proiettate sulle componenti associando un ruolo a ciascun partecipante e stabilendo i vincoli a cui le azioni di ciascun ruolo devono sottostare.

Attività 3.1 CONFORMITÀ DEI PARTECIPANTI (1-12)
Si propone un approccio basato sulla definizione di relazioni di conformità da usarsi in fase di commit di una collaborazione, tra i partecipanti alla collaborazione, identificati da un contratto, e la collaborazione stessa, identificata dalla descrizione formale delle proprietà che la collaborazione deve avere. Tali relazioni potranno essere espresse tramite nozioni di equivalenza tra contratti (es. bisimulazione) o pre-ordini.
In questo ambito un problema rilevante è rappresentato dallo studio di relazioni di conformità che permettano di stabilire se un partecipante può correttamente entrare a far parte di una collaborazione indipendentemente dai partecipanti scelti per la collaborazione in ruoli differenti.
Proponiamo due approcci complementari al problema: da un lato, esploreremo tecniche che permettano di individuare le condizioni (proprietà o requisiti della collaborazione) che garanriscano l'ammissibilità di una conformità indipendente, dall'altro studieremo tecniche di trasformazione e raffinamento che garantire la conformità preservando un insieme prestabilito di proprietà.

Attività 3.2 RIMPIAZZAMENTO SICURO (6-18)
Studieremo relazioni di conformance nella situazione in cui nella specifica che un partecipante espone alcune informazioni/comportamenti che si vogliono mantenere riservati siano state nascosti, siano esse dei dati scambiati o delle condizioni nelle scelte condizionali. Le relazioni risultanti devono garantire la conformance indipendentemente dalla particolare istanza delle informazioni/comportamenti riservati. Svilupperemo inoltre tecniche che garantiscano il corretto funzionamento del sistema anche in presenza di partecipanti che si comportano in modo non onesto. A questo scopo, svilupperemo tecniche per la verifica del controllo di flusso di informazione, in grado di garantire che dati sensibili di una componente rimangano confinati all'interno dei confini definiti dalla specifica. Tali verifiche sono particolarmente importanti in presenza di meccanismi di delega "trasparenti" come quelli considerati nel progetto, per garantire che le componenti delegate non acquiscano accessi a dati che erano intesi essere accessibili solo alle componenti deleganti.

Attività 3.3 TECNICHE UNIFORMI PER COMPORTAMENTI ASTRATTI (6-24)
Nella teoria dei calcoli di processo, due processi sono ritenuti equivalenti o relazionati da un pre-ordine sulla base dell'esistenza di contesti capaci di distinguere il comportamento dei due processi. Anche se tali nozioni di equivalenza/preordine sono definite dal punto di vista matematico in modo naturale (dichiarativo/estensionale), la quantificazione universale su tutti i possibili contesti ne rende complicato l'uso nelle prove: spesso si ricorre quindi a relazioni più forti, basate semplicemente sulle azioni che un processo può eseguire. In presenza di tipi, e/o costrutti per rappresentare la distribuzione, fallimenti, sessioni, risorse, primitive di sicurezza, di comunicazione di ordine superiore, la nozione ordinaria di azione porta a distinguere troppo e il significato stesso di "processi che eseguono le stesse azioni" è offuscato. L'obiettivo è quello di sviluppare un framework generale e uniforme nel quale sia possibile trattare sistematicamente diversi sistemi di tipi e costrutti linguistici per collaborazioni dinamiche, e dove risultati noti possano essere recuperati semplicemente come casi speciali.

WP 4. INTEGRAZIONE DI TIPI, VINCOLI E RELAZIONI DI CONFORMITÀ
Le tecniche utilizzate negli altri WP permettono di studiare aspetti diversi dei sistemi open-ended. Questo WP studia metodologie per integrare tali strumenti per ottenere tecniche eleganti più adatte a gestire in modo soddisfacente tutte le fasi di attività necessarie allo sviluppo dell'interazione.

Attività 4.1 TIPI E VINCOLI (7-24)
Per la loro natura, i sistemi di tipo trovano una naturale applicazione all'interno del progetto nella fase di negoziazione come strumenti di specifica per i contratti, mentre i sistemi di vincoli sono particolarmente efficaci come strumenti di verifica durante l'esecuzione. Scopo di questa attività è trovare sintesi nuove di integrazione, che permettano sinergie più dirette tra questi strumenti, in grado di modulare efficacemente le tecniche di analisi statica di tipi studiate dall'Attività 2.1 e le metodologie di controllo dinamico basato su vincoli in nell'Attività 1.1.
*Un primo tentativo di applicare la nozione di tipi sessione in un sistema in cui le interazioni sono realizzate mediante vincoli ha dato risultati incoraggianti [CD08]. Partendo da questa base, studieremo sistemi in cui si possano formalizzare caratteristiche sofisticate quali, tra le altre: * possibilità di verificare anche localmente che le condizioni pattuite non si possano modificare durante l'interazione senza il consenso di tutti i partecipanti; * possibilità che i partecipanti ad una data interazione varino dinamicamente. Più in generale investigheremo il rapporto tra teorie e sistemi di vincoli e tipi per interazioni nel tentativo di dare fondamento ad un loro utilizzo integrato nella verifica di proprietà a tempo di esecuzione, quali ad esempio proprietà di consistenza rispetto a un protocollo fissato, proprietà di progresso, proprietà di sicurezza e di protezione dei dati, proprietà sull'uso delle risorse.*

Attività 4.2 TIPI A RUN-TIME (12-24)
I sistemi di tipi sessione o le specifiche di coreografie basate su contratti permettono tradizionalmente di esprimere controlli che vengono eseguiti una volta (staticamente, all'atto della configurazione del sistema, oppure dinamicamente, ogni volta che una nuova sessione viene aperta) e poi ignorati, perché l'esito positivo della verifica indica che certe proprietà dell'esecuzione saranno comunque garantite.
L'idea è quella di continuare la linea di ricerca sui tipi interazione dell'attività 2.1 sviluppando una metodologia che sfrutti informazioni sui tipi sessione a tempo di esecuzione. Per esempio, per sessioni dinamiche multi-party sarebbe utile vincolare dinamicamente l'ingresso di nuovi partecipanti in base aelle informazioni sui partecipanti attuali, piuttosto che sulla base di specifiche statiche. Dato che i sistemi di vincoli possono offrire sia un utile formalismo per modellare specifiche iniziali che un supporto linguistico da integrare nell'esecuzione per raffinare (tell) o ripensare (retract) le scelte iniziali o per decidere se ad un certo punto dell'esecuzione certi obiettivi sono ormai raggiunti (ask), intendiamo studiare se e come gli approcci basati su tipi sessione e coreografie possano essere rappresentati sottoforma di sistemi di vincoli per essere convenientemente manipolati e sfruttati a tempo di esecuzione.

Attività 4.3 TIPI E RELAZIONI DI CONFORMITÀ (13-24)
Ci proponiamo di sfruttare l'uso combinato di tipi sessione e equivalenze comportamentali per provare diverse classi di proprietà. Intendiamo utilizzare l'approccio per la generazione di una specifica astrazione a partire da una implementazione basato su raffinamento, nell'ambito della teoria dei tipi, dove il tipo garantisce la conformità del programma di un partecipante alla sua specifica. Inoltre intendiamo integrare le nozioni di sistemi ben tipati e di relazione di sottotipo con le relazioni di compliance e conformance massimale studiate nell'attività 3.1, in modo da ampliare la classe di sistemi considerati corretti (si veda ad esempio il confronto tra i due approcci in [LP08]).

Testo inglese
The proposal unfolds along four main themes, each associated with a corresponding work-package (WP). Below we provide a detailed description of the research

activities within each WP, together an indication of its timing and schedule.

WP 1. PROCESS CALCULI
Process calculi are mathematical models for the analysis of interacting systems; their strength derives from their ability to support naturally a modular approach to analysis and design, based on a selection of the primitives capturing the collaborative aspects of interest.
During the first phase of this WP (months 1-12), we will explore core calculi with abstractions capturing the diverse requirements posed in the design of highly adaptive collaborative systems: the split of the WP into activities reflects these requirements.
In the second phase (months 13-24) the focus will be on evaluating and refining the abstractions based on an assessment of their adequacy as formal tools for specification and design, and on the effectiveness of the analyses they enable.

Activity 1.1 OPEN AND ADAPTIVE COLLABORATIVE SYSTEMS (1-24)
The highly dynamic nature of the interaction model envisioned in the project requires expressive mechanisms to represent the peculiar aspects of each phase, namely: the mutable conditions that contribute to shape the contracts and ensure their mutual consistency, the varying constraints that lead the parties to commit, the mutable context conditions that require the parties to adapt their behavior ... and so on.
The idea here is to rely on 1) process calculi with sessions to model the context of collaboration and the compatibility constraints among the participants, and 2) on constraint systems to formalize the conditions expressed by the contracts of the participants.
For constraint systems, we will explore calculi with name-passing and constraint handling primitives to support mechanisms for verifying the consistency of the contract conditions while at the same time preserving the confidential data of each participant. We will also explore probabilistic constraint systems and systems that allow the fuzzy assignment of the satisfaction levels for the admissible solutions.
As to process calculi with sessions, we will explore novel abstractions providing support for a rich set of operations such as opening new, possibly nested sessions, closing/merging existing sessions, allowing new partners to join or joining partners to leave / delegate a task or the entire session, or run multiple sessions in parallel, interleaving among them. The expressive power of these abstractions is clearly essential for programming the systems of interest for the project. On the other hand, to be effective in open environments they must be instrumented with adequate safeguards against the possible attacks of adversaries and/or the failure of the unreliable/untrusted components of the system. We will investigate secure implementations for the high-level abstractions, based fully-abstract encodings into low-level calculi where the presence of adversaries can be formalized explicitely.

Activity 1.2 TRANSACTIONS (1-24)
Transactions are similar to sessions in several respects: they are both characterized by a context of interaction and its degree of permeability (i.e. the extent to which the circulated messages remain confined within the context), and by a limited duration defined by explicit start and end marks; in addition, they are both specified by protocols that define the role associated with each participant.
These similarities coexist with marked differences: indeed, sessions seem to encompasses a more general notion of collaboration than transactions, but transactions distinguish themselves for an emphasis on commit which does not have a counterpart in sessions.
The goal of this activity is investigate the relationships between the theories of sessions and transactions, to gain a deeper understanding of the unifying concepts and explore the possibilities of cross-fertilization: to exemplify, one could treat nested sessions as a new abstraction based on the analogy with nested transactions.

Activity 1.3 ADAPTIVE FAILURE HANDLING (1-12)
Multi-party systems with adaptive behavior must encompass explicit mechanisms to handle failures or exceptions, similar to the compensation mechanisms available in long-running transactions. We will explore novel techniques for failure and exception handling based on the ability to dynamically modify the failure handlers so as to allow a context-dependent tuning of the handlers.

WP 2. TYPE SYSTEMS
Type systems are at the core of the project. The main aim of this work package is to develop new type systems able to capture in a satisfactory way highly dynamic and adaptive aspects of interaction. Such systems will need to integrate static and dynamic information to preserve the the properties expressed by types along the system evolution, minimizing the computational overhead. We are also interested in exploring efficient inference algorithms (for the static aspects).

Activity 2.1 INTERACTION TYPES (1-12)
We plan to develop type systems based on session types and suitable for analyzing multiparty dynamic interactions, where the number and the identity of the participants may change at run-time, new participants can join, the interaction can be modified at run-time and the participants must then adapt to these modifications, also in the presence of adversaries.
We plan to generalise session types (by means of dependent and polymorphic types) and the associated primitives for expressing notions like: dynamicity; nesting; multicasting; asynchrony; exceptions; transactions; absence of deadlock; absence of live-lock; confidentiality. We will also explore extensions of other type systems whose focus is on the study of termination and deadlock freeness or which are useful for studying logical relations.

Activity 2.2 SECURITY TYPES (6-24)
In parallel with type systems targeted at the analysis of behavioral properties, we will develop new kinds of types for expressing and analyzing a) properties of data and b) constraints on the resource use, and a wide range of access control policies based on roles and identities. On one side, we will analyze new dependent types able to express low-level properties like secrecy, authentication and authorization, as well as infer properties based on correlations between these properties (for example, the secrecy of a data can imply the authenticity of another data exchanged in the same message). The literature on existing logics for security and authorization, such as BAN logic, will be the starting point from this activity.
In parallel we will study types able to characterise policies for resource management, based on roles and identities. Those policies will take into account different aspects of resource management, like: mechanisms for protecting resource access, for limiting resource usage, for regulating resource distribution among components. For the resulting type systems we will require results of "robust safety", in order to obtain guarantees that are preserved also in the presence of adversaries.

Activity 2.3 ACTIVE DATA TYPES (6-24)
Aim of this activity is to study behavioral types to check data access and process mobility, and algorithms for verification of the compatibility between: a) types and data access rights; b) types and process resource access.
The goal of the static and dynamic verification is to ensure - in an adaptive environment - that:
1) the data in a location are read, transmitted and modified in agreement with the location policies;
2) the process access and modify data according to the rights of their roles which can vary on different locations.
These goals must hold in scenarios where:
a) processes can migrate across locations modifying their roles;
b) the local policies for reading and writing data can vary dynamically;
c) there are adversaries.

WP 3. CONFORMANCE RELATIONS
The focus of this work-package in on dynamic multi-party collaborative systems described abstractly in terms of contracts: such contracts specify formally the behavioral constraints to be agreed upon by new components joining the system, as well as the policies of access control, resource usage and information flow to be complied with for a sound and safe execution of the system itself.
Independently of their nature (whether they are meant to formalize process behavior or data invariants), such specifications are typically conceived and designed globally, for the system as a whole, and then projected on the components by associating a role with each participant and establishing the constraints that characterize each role.

Activity 3.1 PARTICIPANT CONFORMANCE (1-12)
We propose an approach based on the definition of conformance relations, to be verified prior to committing to execution, between a potential participant, identified by a contract, and the collaboration itself, identified by the formal description of its expected properties. The conformance relations, in turn, may be expressed by means equivalence relations between contracts (e.g. bisimulation) or pre-orders.
One challenging problem in this context is to find maximal conformance relations, i.e. relations that make it possible to establish whether a component may enter a collaboration without breaking the intended invariants, independently of the participants chosen for the collaboration in different roles. We propose two complementary approaches for this problem: on the one hand, we will explore techniques to identify the conditions (properties or requirements of the collaborations) under which such relations are admissible; on the other hand, we will investigate refinement and transformation techniques that make it possible to guarantee

conformance by preserving a predetermined set of properties.

Activity 3.2 SECURE REPLACEMENT (6-18)
A further challenging problem in assessing the conformance of a component arises in case the component's specification is incomplete/partial.There are various reasons why that may happen, in particular a component may be willing to mask part of its behavior for security reasons, or hide data and resources to protect their confidentiality.
To this aim, we will explore techniques for characterizing the flow of information within a system so as to guarantee that sensible data of a component are confined inside the boundaries defined by the specifications. This kind of guarantees are particularly relevant, and challenging, in the presence of "transparent" delegation mechanisms, such as those advocated in the project, for guaranteeing that the delegated components do not acquire access to data that were intended to be accessible only by the delegating components.
Based on that, we will the develop systematic techniques for verifying the conformance relation parametrically on the particular instance of the confidential information/behaviour omitted from the specification. We will also seek extensions to our techniques to provide such guarantees even in the presence of participants that behave in a dishonest way.

Activity 3.3 UNIFORM TECHNIQUES FOR ABSTRACT BEHAVIOURS (6-24)
In process theory, two processes are deemed equal or in a pre-order behavioral relation based on the presence of distinguishing contexts expressed in the given process calculus. While such notions of equivalence/pre-order have an elegant declarative/extensional flavor, the quantification over all possible observing contexts makes it rather awkward to use it in proofs: thus one employs stronger versions based on the actions a process can perform. However, in presence of types, or constructs for distribution, failures, sessions, resources, security or with higher-order features (the possibility of exchanging values that may themselves contain code), the ordinary notion of action is much too strong, and the very meaning of "two processes perform the same actions" is unclear. We aim at developing a general and uniform framework in which several type systems and linguistic constructs for dynamic collaborations can be accommodated, and in which existing results can be extracted as special cases.

WP 4. INTEGRATION OF TYPES, CONSTRAINTS AND CONFORMANCE RELATIONS
Within the present research proposal, type systems are naturally applied for statically specifying and validating the contracts in the negotiation phase, while constraint systems play a central role as tools for dynamic, run-time verification.
The goal of this activity is to identify novel ways to integrate type and constraint systems within a coherent framework to support the development of more effective synthesis between the static type-based analyses studied in Activity 2.1 and the dynamic constraint-based verifications developed in activity 1.1.
A first attempt in this direction has been made recently in [CD08], with very promising results. Drawing on this experience, our plan is extend the existing approach to the case of constraint systems supporting advanced features such as the ability for each participant, to predicate a dynamic contract change to the collective agreement by the rest of the system components, or systems with a varying set of participant.
More generally, our plan is to investigate forms of integrations between type and constraint systems to support a mixed-mode (i.e. static+dynamic) technique for the analysis of properties such as compliance with respect to a given interaction protocol, progress, security and confidentiality of data, and access control on resources.

Activity 4.2 TYPES AT RUN-TIME (12-24)
The conventional use of systems of session types or of choreographers based on contracts concerns essentially the controls that are made once (statically, on the initial system configuration, or dynamically, every time a new session is opened) and then discarded, because the positive outcome of the checks indicate that certain properties of the execution will be anyhow guaranteed.
The idea is that of continuing the line of research on types for interaction proposed in the activity 2.1 developing a methodology that would integrate the information available on the session types into the normal execution of the program. For instance, in the case of dynamic multi-party sessions it would be very useful to constrain dynamically the addition of new participants on the basis of information on the present participants, rather than on the basis of the static specifications initially available.
As systems of constraints can represent both a useful formalism for modelling the initial specifications and a linguistic support to be used at run-time to refine (tell) or reconsider (retract) the initial choices or to decide if at a certain execution point some objectives are already attained (ask), we intend studying if and how the approaches based on session types and choreographers can be represented as systems of constraints that could be advantageously manipulated and exploited at run-time.

Activity 4.3 TYPES AND CONFORMANCE RELATIONS (13-24)
We aim at exploiting the combined use of session types and behavioural equivalences to prove different classes of properties. We intend using the approach for generating a specification abstraction starting from an implementation and based on refinement, and making use of the theory of types, where a type guarantee the conformance of the code of a participant with respect to its specification. Moreover we intend integrating notions of well-typed systems and subtyping relations with the relations of maximal compliance and conformance studied in the activity 3.1, so to broaden the class of systems considered correct (see for instance the comparison between the two approaches in [LP08]).

13 - Ruolo di ciascuna unità operativa in funzione degli obiettivi previsti e relative modalità di integrazione e collaborazione

Testo italiano
COMPETENZE DELLE UNITÀ
A fronte di una base di conoscenze comune piuttosto ampia, testimoniata dalle pubblicazioni congiunte di ricercatori di unità diverse sulle tematiche di IPODS e che quindi offre una buona garanzia per l'effettiva collaborazione inter-unità, il coinvolgimento delle diverse sedi è giustificato dalle competenze specifiche che ciascuna di esse apporta su temi centrali di IPODS.

PISA (PI)
L'unità di Pisa ha competenze riconosciute internazionalmente su calcoli e modelli per la concorrenza, per l'analisi e la verifica di sistemi distribuiti. In particolare, con riferimento agli approcci considerati nel progetto, i membri di PI hanno ottenuto importanti risultati nella letteratura su modelli fondazionali per transazioni [P1,P2], calcoli di processo con uso ben disciplinato delle sessioni [P3], lavori pioneristici su sistemi di vincoli [P4], sviluppo della teoria dei vincoli soft per esprimere diversi livelli di gradimento nella soddisfacibilità [P5] e loro integrazione con calcoli di processo [P6], semantiche simboliche per sistemi aperti [P7,P8,P9] e logiche e sistemi di tipi per l'accesso a dati distribuiti [P10].
L'unità sarà attiva nei quattro WP del progetto: nel WP1 per approfondire lo studio di calcoli di processo con vincoli, sessioni e transazioni, stabilendo delle connessioni tra le proposte esistenti e sviluppandone di nuove in grado di soddisfare al meglio i requisiti di dinamicità e adattatività delle collaborazioni aperte; nel WP2 per estendere la teoria e gli algoritmi di inferenza dei tipi sessione e per studiare opportuni tipi comportamentali per dati attivi; nel WP3 per sviluppare un approccio parametrico alla definizione di relazioni di conformità rispetto alla nozione di successo che vincola le collaborazioni; nel WP4 per contribuire a integrare tipi con vincoli, e tipi con relazioni di conformità, per meglio manipolare e sfruttare le informazioni di tipo durante le fasi di contrattazione e di esecuzione garantita.

[P1] R. Bruni, U. Montanari. Zero-Safe Nets: Comparing the Collective and Individual Token Approaches. I&C 156(1-2):46-89, 2000
[P2] R. Bruni, H.C. Melgratti, U. Montanari. Theoretical foundations for compensations in flow composition languages. POPL'05, 2005
[P3] M. Boreale, R. Bruni, R. De Nicola, M. Loreti. Sessions and Pipelines for Structured Service Programming. FMOODS'08, 2008
[P4] U. Montanari. Networks of Constraints: Fundamental Properties and Applications to Picture Processing. Information Sciences 7(2):95-132, 1974
[P5] S. Bistarelli, U. Montanari, F. Rossi. Soft Concurrent Constraint Programming. ACM Transactions on Computational Logic 7(3):563-589, 2006
[P6] M.G. Buscemi, U. Montanari. CC-Pi: A Constraint-Based Language for Specifying Service Level Agreements. ESOP'07, 2007
[P7] R. Bruni, U. Montanari, V. Sassone. Observational congruences for dynamically reconfigurable tile systems. TCS 335(2-3):331-372, 2005
[P8] P. Baldan, A. Bracciali, R. Bruni. A semantic framework for open processes. TCS 389(3):446-483, 2007
[P9] F. Bonchi, U. Montanari. Symbolic Semantics Revisited. FoSSaCS'08, 2008
[P10] L. Cardelli, G. Ghelli. TQL: a query language for semistructured data based on the ambient logic. MSCS 14(3):285-327, 2004

TORINO (TO)

L'unità di Torino ha dato contributi importanti allo studio dei sistemi incentrati sulla comunicazione, in particolare per quanto riguarda gli strumenti per l'analisi e la verifica di proprietà di sistemi distribuiti. Nello specifico, per quanto riguarda gli aspetti di maggior interesse per il progetto, il personale di TO apporta competenze su: calcoli per sistemi distribuiti e comunicanti; sistemi di tipi; inferenza di tipi.
In particolare, in [T1] è stato proposto il nucleo di un linguaggio "multi-threaded ed orientato agli oggetti". Partendo dall'osservazione che sessioni e metodi hanno correlate ma diverse caratteristiche è stato proposto linguaggio STOOP [T2] che amalgama la nozione di sessione con il paradigma di programmazione ad oggetti.
Sono stati proposti modelli di tipi per il pi-calcolo [T3] e per gli ambienti mobili [T4]. Teoria della prova e modelli di sistemi sono strumenti usuali nelle ricerche svolte dall'unità, insieme allo studio della loro meta-teoria. In particolare sono stati studiati i tipi sessione e sono state ampiamente considerate le proprietà chiave dei tipi sessione che garantiscono la sicurezza del protocollo di comunicazione: la subject reduction e il progresso [T5,T6]. Inoltre sono stati applicati con successo sistemi di tipi statici e dinamici al controllo dell'uso delle risorse [T7].
È stata studiata la derivazione di tipo in presenza di tipi intersezione e polimorfi e di relazioni (anche complesse) di sottotipo [T8]. Lo studio dell'inferenza per i tipi intersezione ha richiesto una generalizzazione della nozione di tipo principale che si è poi rivelata utile nello studio di altri sistemi [T9]. Ugualmente utili riteniamo essere le competenze nel campo dei tipi per i calcoli di ambienti mobili [T10].
In base a queste esperienze TO collaborerà prevalentemente sui WP1, WP2, e WP4. In tutti i casi, l'aspetto caratterizzante del contributo riguarderà lo studio di primitive e tipi sessione per modellare i vari aspetti critici dei sistemi dinamici open-ended. In WP1 si studieranno primitive che possano modellare collaborazioni di partecipanti autonomici in ambienti dinamici. Nel WP2, la partecipazione dell'unità si articolerà su tre temi principali: le estensioni dei tipi sessione per calcoli con le primitive proposte nel WP1 e gli algoritmi di inferenza per tali tipi, i tipi per la confidenzialità delle risorse, e i tipi per la protezione dei dati in ambienti mobili. Infine in WP4, l'unità studierà sia l'integrazione fra vincoli e tipi sessione che l'evoluzione dinamica dei tipi sessione con relativi algoritmi di inferenza.

[T1] M. Dezani, D. Mostrous, N. Yoshida, S. Drossopoulou. Session types for object-oriented languages. ECOOP'06, 2006
[T2] S. Capecchi, M. Coppo, M. Dezani, S. Drossopoulou, E. Giachino. Amalgamating sessions and methods in object-oriented languages with generics. TCS 410(2-3):142-167, 2009
[T3] F. Damiani, M. Dezani, P. Giannini. A Filter Model for Mobile Processes, MSCS 9(1):63-101, 1999
[T4] M. Coppo, M. Dezani. A Fully Abstract Model for Higher-Order Mobile Ambients, VMCAI'02, 2002
[T5] M. Coppo, M. Dezani, N. Yoshida. Asynchronous session types and progress for object oriented languages. FMOODS'07, 2007.
[T6] L. Bettini, M. Coppo, L. D'Antoni, M. De Luca, M. Dezani, N. Yoshida. Global progress in dynamically interleaved multiparty sessions. CONCUR'08, 2008
[T7] F. Barbanera, M. Bugliesi, M. Dezani, V. Sassone. Space-aware Ambients and Processes. TCS 373(1-2):41-69, 2007
[T8] M. Coppo, F. Cozzi, M. Dezani-Ciancaglini, E. Giovannetti and R. Pugliese. A Mobility Calculus with Local and Dependent Types, LNCS 3838, 2005
[T9] M. Coppo, M. Dezani, B. Venneri. Principal type-schemes and lambda-calculus semantics. To H. B. Curry: Essays on Combinatory Logic, lambda-Calculus and Formalisms, 1980
[T10] M. Coppo, M. Dezani, E. Giovannetti. Types for Ambient and Process Mobility, MSCS 18:221-290, 2008

BOLOGNA (BO)
L'Unità di Bologna ha competenze riconosciute a livello internazionale, e che sono rilevanti per attività di ricerca del
progetto su: algebre di processi per la mobilità e la coordinazione; equivalenze osservazionali ed assiomatizzazioni; sistemi di tipi; tecniche per esprimere aspetti quantitativi in process algebra, come tempo e probabilità. In particolare i membri di questa unità sono stati pionieri nella introduzione di sistemi di tipo in concorrenza (per sistemi dinamici alla pi-calculus) e nell'uso dei tipi stessi per provare proprietà comportamentali per algebre, nello sviluppo di tecniche per la decidibilità ed assiomatizzazione in process algebra, nella modellazione e valutazione di prestazioni in process algebra, e anche nello studio delle tecniche operazionali di composizionalità sui comportamenti dei componenti di un sistema distribuito che devono dialogare.
L'unità contribuirà ai quattro WP. In WP1, l'unità studierà meccanismi dinamici per la gestione di fallimenti e compensazioni in transazioni di interazioni [B3]. Nel WP2, studierà tipi che garantiscano proprietà di deadlock-freedom, lock-freedom, e terminazione, e tecniche basate sui tipi come le relazioni logiche [B4,B5,B6]. Le competenze in equivalenze e raffinamenti osservazionali saranno poi sfruttate nel WP3 per definire adeguate nozioni di conformità per partecipanti ad un dialogo sulla base di specifiche di requisiti del dialogo di varia natura, prima su Labeled Transition Systems (LTSs) semplici (con azioni delle algebre di processi di base), poi cercando di ottenerne delle astrazioni che siano applicabili ad altri modelli (higher-order LTSs, LTS con aspetti quantitativi, ecc.) e dove i requisiti potranno includere vincoli puramente comportamentali ma anche informazioni di tipo quantitivo [B1,B2]. Un altro aspetto che considereremo in WP3 è la modellazione di sistemi aziendali distribuiti attraverso i servizi di coreografia ed orchestrazione [B7]. In WP4 l'unità cercherà di integrare le idee di raffinamento osservazionale studiate in WP3 con le nozioni di tipo (e sottotipo) studiate in WP2 [B1,B2,B9,B10].

[B1] M. Bravetti, G. Zavattaro. Contract based Multi-party Service Composition. FSEN'07, 2007
[B2] M. Bravetti, G. Zavattaro. Towards a Unifying Theory for Choreography Conformance and Contract Compliance. SC'07, 2007
[B3] Mario Bravetti, Gianluigi Zavattaro. Service oriented computing from a process algebraic perspective. J. Log. Algebr. Program. 70(1):3-14, 2007
[B4] R. Demangeon, D. Hirschkoff, D. Sangiorgi. Static and dynamic typing for the termination of mobile processes, IFIP-TCS'08, 2008
[B5] Y. Deng, D. Sangiorgi. Ensuring termination by typability. I&C 204(7):1045-1082, 2006
[B6] N. Kobayashi, D. Sangiorgi. A Hybrid Type System for Lock-Freedom of Mobile Processes, CAV'08, LNCS 5123, 2008
[B7] I. Lanese, J. A. Pérez, D. Sangiorgi, A. Schmitt. On the Expressiveness and Decidability of Higher-Order Process Calculi. LICS'08, 2008
[B8] M. Magnani, D. Montesi. BPMN: How Much Does It Cost? An Incremental Approach. Int. Conf. on Business Process Management, 2007.
[B9] B. Pierce, D. Sangiorgi. Behavioral equivalence in the polymorphic pi-calculus. J. ACM 47(3):531-584, 2000
[B10] Davide Sangiorgi, Naoki Kobayashi, Eijiro Sumii: Environmental Bisimulations for Higher-Order Languages. LICS'07, 2007

VENEZIA (VE)
L'unità di Venezia ha una accreditata competenza su tipi e logiche per il controllo degli accessi alle risorse [V1,V2,V3,V4], su tipi e teorie osservazionali per la sicurezza [V5,V6,V7,V8], e sull'analisi di proprietà di autenticazione e segretezza nei protocolli di rete [V9,V10].
L'unità contribuirà a tutti e quattro i WP. In particolare, i membri dell'unità hanno una consolidata esperienza nello sviluppo di teorie di tipi per il controllo degli accessi in sistemi mobili e distribuiti. Tali teorie saranno rilevanti per il lavoro svolto in WP2, dove l'unità svilupperà sistemi di tipo con proprietà di "robust safety" per il controllo degli accessi discrezionali e role-based, e nuove classi di tipi, anche dipendenti, in grado di esprimere proprietà di autenticazione e autorizzazione "identity based".
Le nostre competenze in teorie osservazionali per la sicurezza saranno funzionali alle attività del WP3 per studiare tecniche per la validazione di conformità dei partecipanti ai vincoli di sicurezza imposti dai contratti di collaborazione. Tale lavoro si fonderà su analisi di flusso di informazione in presenza di primitive di de-classificazione necessarie per esprimere scambio di dati durante le negoziazioni. L'unità svilupperà inoltre nuove nozioni di raffinamento, e tecniche di traformazione che permettano la sostituibilità di componenti all'interno di una collaborazione garantendo il rispetto dei requisiti funzionali e di sicurezza stabiliti dai contratti.
Infine, l'unità contribuirà al lavoro WP1, e parzialmente in WP4, dove il nostro contributo sarà rivolto allo studio dei meccanismi necessari per garantire la realizzazione sicura delle primitive di interazione studiate nel progetto. Tali primitive introducono astrazioni molto esressive per comunicazioni fidate e sessioni di conversazione strutturate. Per rendere possibili tali schemi di interazione, le primitive devono sintetizzare tutto il codice di basso livello che è necessario per assicurare le proprietà di autenticazione, di correlazione dei dati e di dipendenza causale che sono assunte per una corretta e sicura computazione. In questo caso, ci occuperemo dello sviluppo di schemi sistematici per compilare le primitive di alto livello nei corrispondenti protocolli che le implementano.

[V1] F. Barbanera, M. Bugliesi, M. Dezani, V. Sassone. Space-aware Ambients and Processes. TCS 373(1-2):41-69, 2007
[V2] M. Bugliesi, G. Castagna, S Crafa. Access Control for Mobile Agents: the Calculus of Boxed Ambients. TOPLAS 26(1):57-124, 2004
[V3] M. Bugliesi, D. Macedonio, S. Rossi. Static vs Dynamic Typing for Access Control in Pi-Calculus, ASIAN'07, 2007
[V4] M. Bugliesi, M Giunti. Secure implementations of typed channel abstractions. POPL'07, 2007
[V5] A. Bossi, C. Piazza, S. Rossi. Compositional Information Flow Security for Concurrent Programs. JCS 15(3):373-416, 2007
[V6] R. Focardi, S. Rossi. Information Flow Security in Dynamic Contexts. JCS 14(1):65-110, 2006
[V7] A. Bossi, D. Macedonio, C. Piazza, S. Rossi. Information Flow in Secure Contexts. JCS 13(3):391-422, 2005
[V8] A. Bossi, C. Piazza, S. Rossi. Action Refinement in Process Algebra and Security Issues. LOPSTR'07, 2008.
[V9] M. Bugliesi, R. Focardi, M. Maffei. Dynamic Types for Authentication. J. Comp. Sec. 15(6):563-617, 2007
[V10] M. Bugliesi, R. Focardi. Language Based Secure Communication. CSF'08, 2008.

COLLABORAZIONI PRINCIPALI
All'interno dei vari WP si prevedono alcune collaborazioni molto strette tra i ricercatori di unità diverse. Elenchiamo di seguito gli approcci su temi di maggior rilevanza che verranno esplorati congiuntamente, indicando sia le unità coinvolte che il mese di inizio della collaborazione.

Att. 1.2
- Studio di corrispondenze formali (e codifiche) tra calcoli con sessioni e calcoli con primitive transazionali (PI-BO, M4)

Att. 2.1
- Estensione dei tipi sessione a sistemi dinamici complessi e sviluppo di algoritmi di inferenza di tipi (PI-TO, M1)
- Studio di sistemi di tipi per terminazione e deadlock e loro integrazione nel meccanismo delle sessioni (BO-TO, M1)
- Studio di sistemi di tipi per la sicurezza delle primitive di interazione e loro integrazione nel meccanismo delle sessioni (TO-VE, M1)

Att. 2.2
- Sviluppo di tipi per la sicurezza robusta: confidenzialità delle risorse e per la protezione dei dati in ambienti mobili e distribuiti (TO-VE, M9)

Att. 2.3
- Sviluppo di sistemi in cui i dati in una locazione sono entità attive nei confronti dei processi che vi accedono e ne rispecchiano le politiche (PI-TO, M9)

Att. 4.1
- Studio di tipi sessione per calcoli con vincoli (PI-TO, M12)

Att. 4.2
- Uso dei vincoli per la rappresentazione di informazioni comportamentali (PI-TO, M12)

Att. 4.3
- Integrazione delle nozioni di sistemi ben tipati e di relazione di sottotipo con le relazioni di compliance e conformance massimale (PI-BO, M15)

Per incentivare le collaborazioni si favoriranno: incontri di breve durata (qualche giorno) dei ricercatori coinvolti su attività specifiche; visite di durata più ampia (qualche settimana) dei ricercatori più giovani presso le sedi che possono contribuire a completare il loro bagaglio di conoscenze su argomenti avanzati. In entrambi i casi, l'obiettivo sarà la produzione di articoli scientifici che raccolgano e descrivano in maniera puntuale i progressi tecnici ottenuti o le possibili soluzioni sotto studio.

Testo inglese
SPECIFIC COMPENTENCES
IOPDS involves four research units. They all have a rather large common knoweldge basis, witnessed by the fact that many researchers from different units have been co-authoring many scientific joint publications in the past years over themes very much related to IPODS topics. We believe this offers some good perspective w.r.t. the foreseen inter-unit collaborations. On the other hand, the involvement of the four units is justified by their complementary expertises on different methodologies and techniques that will play a fundamental role in the project, as detailed below.

PISA (PI)
Regarding the main research themes of the project, Pisa unit has internationally known competences on process calculi and other models of concurrency for the specification, analysis and verfication of open ended and distributed systems. In particular, the members of PI has published over the years many important results on foundational models for transactions [P1,P2], process calculi that impose a well-disciplined use of sessions [P3], pioneering works on constraint systems [P4], development of soft constraint theory, where different levels of satisfaction can be accounted for [P5], the integration of process calculi and constraint handling primitives [P6], symbolic semantics for open systems [P7,P8,P9] and logics and type systems for accessing to distributed data [P10].
Pisa unit will be active in the four WP: in WP1, to deepen the study of process calculi with constraints, session and transaction primitives, to establish the connections between existing proposals and to distill new ones when needed in order best match the requirements of dynamicity and adptivity that are found in open ended collaborations; in WP2, to extend the theory and the inference algorithms of session types and to study suitable behavioural types for active data; in WP3, to study conformance relations that are parametric w.r.t. the notion of success; in WP4, to support the integratation of types and constraints, and of types and conformance relations, in order to possibly manage and exploit type information during the phases of negotiation and execution.

[P1] R. Bruni, U. Montanari. Zero-Safe Nets: Comparing the Collective and Individual Token Approaches. I&C 156(1-2):46-89, 2000
[P2] R. Bruni, H.C. Melgratti, U. Montanari. Theoretical foundations for compensations in flow composition languages. POPL'05, 2005
[P3] M. Boreale, R. Bruni, R. De Nicola, M. Loreti. Sessions and Pipelines for Structured Service Programming. FMOODS'08, 2008
[P4] U. Montanari. Networks of Constraints: Fundamental Properties and Applications to Picture Processing. Information Sciences 7(2):95-132, 1974
[P5] S. Bistarelli, U. Montanari, F. Rossi. Soft Concurrent Constraint Programming. ACM Transactions on Computational Logic 7(3):563-589, 2006
[P6] M.G. Buscemi, U. Montanari. CC-Pi: A Constraint-Based Language for Specifying Service Level Agreements. ESOP'07, 2007
[P7] R. Bruni, U. Montanari, V. Sassone. Observational congruences for dynamically reconfigurable tile systems. TCS 335(2-3):331-372, 2005
[P8] P. Baldan, A. Bracciali, R. Bruni. A semantic framework for open processes. TCS 389(3):446-483, 2007
[P9] F. Bonchi, U. Montanari. Symbolic Semantics Revisited. FoSSaCS'08, 2008
[P10] L. Cardelli, G. Ghelli. TQL: a query language for semistructured data based on the ambient logic. MSCS 14(3):285-327, 2004

TORINO (TO)
The Torino unit has made important contributions to the study of communication-centred systems, in particular concerning the tools for the analysis and the verification of distributed systems. More precisely, on the most interesting aspects of the project, the researchers of TO are expert in: calculi for distributed and communicating systems; type systems; type inference.
In particular in [T1] they proposed the core of a multi-threaded and object-oriented language that integrates the communication schemes with the paradigm of the object communication. Starting from the observation that sessions and methods have related but different features, the STOOP language [T2] has been designed, which amalgamates the notion of session with the object-oriented programming paradigm.
TO developed type models for the pi-calculus [T3] and for mobile ambients [T4]. Proof theory and system models are usual tools in the researches developed by TO, together with the study of their meta-theoretic properties. In particular, TO studied session types and their key properties that guarantee the security of communication protocols: subject reduction and progress [T5, T6]. Also, TO successfully applied static and dynamic type systems to the control of resource usage [T7].
TO studied type inference with intersection and polymorphic types and inference of (also complex) subtyping relations [T8]. The study of type inference for intersection types has required a generalisation of the notion of principal type that turned out to be useful in the study of other systems [T9]. Equally useful is the expertise of TO in the design of types for calculi of mobile ambients [T10].
TO will collaborate mainly in WP1, WP2 and WP4. In all cases, the characterising aspect of the contribution will be the study of primitives and session types for modelling the various critical aspects of open-ended dynamic systems. In WP1 TO will study primitives for modelling collaborations of autonomic participants in dynamic environments. In WP2 the participation of the unit will be distributed on three main themes: the extensions of session types for the calculi with the primitives proposed in WP1 and the inference algorithms for these types, the types for resource confidentiality, and the types for protecting data in mobile ambients. In WP4, the unit will study both the integration of constraints with session types and the dynamic evolution of session types with the relative inference algorithms.

[T1] M. Dezani, D. Mostrous, N. Yoshida, S. Drossopoulou. Session types for object-oriented languages. ECOOP'06, 2006
[T2] S. Capecchi, M. Coppo, M. Dezani, S. Drossopoulou, E. Giachino. Amalgamating sessions and methods in object-oriented languages with generics. TCS 410(2-3):142-167, 2009
[T3] F. Damiani, M. Dezani, P. Giannini. A Filter Model for Mobile Processes, MSCS 9(1):63-101, 1999
[T4] M. Coppo, M. Dezani. A Fully Abstract Model for Higher-Order Mobile Ambients, VMCAI'02, 2002
[T5] M. Coppo, M. Dezani, N. Yoshida. Asynchronous session types and progress for object oriented languages. FMOODS'07, 2007.
[T6] L. Bettini, M. Coppo, L. D'Antoni, M. De Luca, M. Dezani, N. Yoshida. Global progress in dynamically interleaved multiparty sessions. CONCUR'08, 2008
[T7] F. Barbanera, M. Bugliesi, M. Dezani, V. Sassone. Space-aware Ambients and Processes. TCS 373(1-2):41-69, 2007
[T8] M. Coppo, F. Cozzi, M. Dezani-Ciancaglini, E. Giovannetti and R. Pugliese. A Mobility Calculus with Local and Dependent Types, LNCS 3838, 2005
[T9] M. Coppo, M. Dezani, B. Venneri. Principal type-schemes and lambda-calculus semantics. To H. B. Curry: Essays on Combinatory Logic, lambda-Calculus and Formalisms, 1980
[T10] M. Coppo, M. Dezani, E. Giovannetti. Types for Ambient and Process Mobility, MSCS 18:221-290, 2008

BOLOGNA (BO)
The Bologna Unit has competences that are internationally well-known, and that are relevant for the research activity in the project, on: process algebras involving mobility and coordination; behavioural equivalences and axiomatisations; type systems; techniques for expressing, in process algebras, quantitative aspects such as time and probability. In particular, the members of this unit have been pioneers in the introduction of type systems in concurrency (for dynamic systems like those expressible in the pi-calculus) and in the use of type themselves to prove behavioural properties for processes, in the development of techniques for decidability and axiomatisation in process algebras, in the modelling and evaluation of performances in process algebras, and also in the study of operational techniques for the composition of the behaviours of the components of a distributed system that are suppose to carry out dialogues.
This unit will contribute to all the four WPs. In WP1, the unit will study dynamic mechanisms for handling failures and compensations in transactions of interactions [B3]. In WP2, the unit will study types that guarantee properties of deadlock-freedom, lock-freedom, and termination, and type-based techniques such logical relations [B4,B5,B6]. The competences in behavioural equivalences and refinements will be then exploited in WP3 to define appropriate notions of conformance for the participants in a dialogue on the base of various kinds of specifications of the requirements of a dialogue, first on simple Labeled Transition Systems (LTSs) (with actions of basic process algebra), then trying to obtain abstractions that are applicable to other models (higher-order LTSs, LTS with quantitative aspects, etc.) and where the requirements may include purely behavioural constraints as well as quantitative information [B1,B2]. A further aspect that we will consider in WP3 is the modelling of distributed enterprise systems through service choreography and orchestration [B7]. Finally in WP4 the unit will try to integrate the ideas of behavioural refinement studied in WP3 with notions of type (and subtypes) from WP2 [B1,B2,B9,B10].

[B1] M. Bravetti, G. Zavattaro. Contract based Multi-party Service Composition. FSEN'07, 2007
[B2] M. Bravetti, G. Zavattaro. Towards a Unifying Theory for Choreography Conformance and Contract Compliance. SC'07, 2007
[B3] Mario Bravetti, Gianluigi Zavattaro. Service oriented computing from a process algebraic perspective. J. Log. Algebr. Program. 70(1):3-14, 2007
[B4] R. Demangeon, D. Hirschkoff, D. Sangiorgi. Static and dynamic typing for the termination of mobile processes, IFIP-TCS'08, 2008
[B5] Y. Deng, D. Sangiorgi. Ensuring termination by typability. I&C 204(7):1045-1082, 2006
[B6] N. Kobayashi, D. Sangiorgi. A Hybrid Type System for Lock-Freedom of Mobile Processes, CAV'08, LNCS 5123, 2008
[B7] I. Lanese, J. A. Pérez, D. Sangiorgi, A. Schmitt. On the Expressiveness and Decidability of Higher-Order Process Calculi. LICS'08, 2008
[B8] M. Magnani, D. Montesi. BPMN: How Much Does It Cost? An Incremental Approach. Int. Conf. on Business Process Management, 2007.
[B9] B. Pierce, D. Sangiorgi. Behavioral equivalence in the polymorphic pi-calculus. J. ACM 47(3):531-584, 2000
[B10] Davide Sangiorgi, Naoki Kobayashi, Eijiro Sumii: Environmental Bisimulations for Higher-Order Languages. LICS'07, 2007

VENICE (VE)
The unit of Venice has a long-established and well-recognized competence on types and logics for access control [V1,V2,V3,V4], on type and observational theories for security [V5,V6,V7,V8], and on the analysis of secrecy and authentication properties in network protocols [V9,V10].
VE will contribute to each of the four WP. In particular, the research personnel in VE has a consolidated experience in the development of type theories for access control in mobile and distributed systems, in which typed and untyped components naturally coexist. These theories will be relevant for the work in WP2, where UoV will explore type systems with "robust safety" properties for discretionary and role-based access control, and new classes of (dependent) types for authentication and identity-based authorization.
Our experience in observational theories for security will be instrumental to the activities in WP3, where VE will investigate techniques for verifying the conformance of the participants in a multi-party system to the security constrains imposed by the collaboration contracts. This work will draw on information flow analyses developed for calculi that include primitives for declassification needed to support the exchange of (possibly confidential) information in the negotiation phase of the interaction. Our unit will also develop new notions of refinement and transformation techniques to allow the replacement of components within a system while preserving the functional and security constraints established by the contracts.
VE will contribute to WP1, and partially in WP4, by exploring mechanisms to ensure the secure implementation of the abstractions for synchronization and interaction developed by the project. These primitives introduce very expressive abstractions for secure communication and structured interaction sessions: to make these interaction patterns possible, the primitives must encapsulate all the low-level coding required to enforce the authentication and data correlation properties that are needed for a correct execution of the remote parties. Our work will center on the development of systematic techniques for generating fully-abstract translations of the high-level abstractions into the corresponding network protocols implementing them.

[V1] F. Barbanera, M. Bugliesi, M. Dezani, V. Sassone. Space-aware Ambients and Processes. TCS 373(1-2):41-69, 2007
[V2] M. Bugliesi, G. Castagna, S Crafa. Access Control for Mobile Agents: the Calculus of Boxed Ambients. TOPLAS 26(1):57-124, 2004
[V3] M. Bugliesi, D. Macedonio, S. Rossi. Static vs Dynamic Typing for Access Control in Pi-Calculus, ASIAN'07, 2007
[V4] M. Bugliesi, M Giunti. Secure implementations of typed channel abstractions. POPL'07, 2007
[V5] A. Bossi, C. Piazza, S. Rossi. Compositional Information Flow Security for Concurrent Programs. JCS 15(3):373-416, 2007
[V6] R. Focardi, S. Rossi. Information Flow Security in Dynamic Contexts. JCS 14(1):65-110, 2006
[V7] A. Bossi, D. Macedonio, C. Piazza, S. Rossi. Information Flow in Secure Contexts. JCS 13(3):391-422, 2005
[V8] A. Bossi, C. Piazza, S. Rossi. Action Refinement in Process Algebra and Security Issues. LOPSTR'07, 2008.
[V9] M. Bugliesi, R. Focardi, M. Maffei. Dynamic Types for Authentication. J. Comp. Sec. 15(6):563-617, 2007
[V10] M. Bugliesi, R. Focardi. Language Based Secure Communication. CSF'08, 2008.

MAIN COLLABORATIONS
Inside all WPs we foresee tight collaborations between members of different research units. Without being exahustive, we list below the main topics that will be explored jointly, including information about involved units and starting month of the task.

Activity 1.2
- Formal correspondence (and encodings) between calculi with sessions and calculi with transactions (PI-BO, month 4)

Activity 2.1
- Extensions of session types to complex dynamic systems and development of algorithms of type inference (PI-TO, month 1)
- Study of type systems for termination and deadlock freeness and their integration in the session mechanism (BO-TO, month 1)
- Study of type systems for security of the interaction primitives and their integration in the session mechanism (TO-VE, month 1)

Activity 2.2
- Development of types for robust safety: confidentiality of resources and protection of data in distributed and mobile ambients (TO-VE, month 9)

Activity 2.3
- Development of systems where the data in a location 1) are active entities with respect to the processes that can access it and 2) reflect the policies of the location (PI-TO, month 9)

Activity 4.1
- Study of session types for calculi with constraints (PI-TO, month 12)

Activity 4.2
- Constraints systems for representing bahavioural information (PI-TO, month 12)

Activity 4.3
- Integration between the notion of well-typed systems and of sub-typing with compliance and conformance relations (PI-BO, month 15)

To push for the collaboration between different units, we shall favour: short stay visits (some days) of members working on specific topics; long stay visits (some weeks) of young researchers to units where they can improve their knoweldge on advanced topics related to a whole WP. In both cases, the objective will be the writing of joint scientific papers to disseminate the most recent advancements in IPODS.

14 - Risultati attesi dalla ricerca, il loro interesse per l'avanzamento della conoscenza e le eventuali potenzialità applicative

Testo italiano
Lo studio dell'interazione in sistemi concorrenti e distribuiti viene affrontato in letteratura da angolature e punti di vista diversi.

Muovendo dalla teoria della concorrenza come base fondante, la nostra attenzione si incentra sugli effetti osservabili dell'interazione, dunque sulle conseguenze visibili delle collaborazioni piuttosto e sulle primitive per esprimere comportamenti strutturati e analizzabili piuttosto che sulle strategie possibili e ottimali di un partecipante o di un gruppo di essi. In questo senso, ad esempio, la prospettiva proposta in IPODS è largamente ortogonale a quella caratteristica della teoria dei giochi che, sviluppata inizialmente in ambito economico, utilizzata in seguito nello studio di processi sociali, è stata più recentemente rivisitata in ambiti legati alla computer science. Laddove la teoria dei giochi si concentra sugli aspetti strategici che sottendono all'interazione e dunque, nell'ambito delle tre fasi che abbiamo delineato nel progetto, pervade in modo naturale esclusivamente la fase di negoziazione, fornendo tecniche e metodologie per determinare le strategie più convenienti per certi partecipanti, o le condizioni di equilibrio per il sistema, in IPODS l'interesse si sposta piuttosto sullo sviluppo di formalismi di specifica di sistemi, e di tecniche di analisi/verifica che catturino proprietà qualificanti dell'interazione "per se", e giudicabili "al contorno" dei componenti del sistema astraendo dalle dinamiche interne delle componenti stesse.

Centrali nell'ambito di IPODS sono dunque le proprietà tipiche della teoria della concorrenza: continuità di servizio (progress), aderenza alle specifiche (fidelity), sostituibilità (behavioral equivalence), resistenza a malfunzionamenti o intrusioni (security), disciplina nell'utilizzo dei dati e delle risorse (safety and access control), etc.

Articolando il lavoro di ricerca nelle attività descritte in precedenza, IPODS contribuisce alla formazione di un nuovo approccio per la specifica dei sistemi e l'analisi delle proprietà di interesse, fondato su una sintesi nuova ed originale di tecniche e metodi consolidati: teorie di tipi, sistemi di vincoli, algebre di processo e teorie comportamentali. La sintesi viene attuata sia "orizzontalmente", procedendo per livelli di astrazione omogenei, sia "verticalmente", perseguendo la trasmissione dei risultati dalla specifica astratta verso le sue realizzazioni concrete.

Gli aspetti caratterizzanti ed i risultati attesi da questa sintesi si possono declinare lungo le seguenti direttrici tra loro largamente ortogonali.

1. IPODS sviluppa nuove strutture per l'integrazione di sistemi di tipi e sistemi a vincoli. Le potenzialità offerte da tale integrazione sono molto promettenti, eppure ad oggi essenzialmente inesplorate. In particolare, la sintesi di sistemi di vincoli e tipi fornirà una base fondante per metodologie di verifica di sistemi in grado di modulare efficacemente le fasi di analisi statica, basate su teorie di tipi, e di controllo dinamico basato sulla verifica di soddisfacibilità di requisiti definiti in termini di vincoli.
L'espressività dei sistemi di vincoli permetterà la formalizzazione precisa dei vari aspetti della complessa dinamica dell'interazione; le discipline di tipo, a loro volta, permetteranno di stabilire invarianti utili a determinarne staticamente le proprietà caratterizzanti.

2. IPODS identifica nuove relazioni e concetti unificanti tra modelli di interazione tradizionalmente studiati e sviluppati in contesti diversi, da modelli per sessioni, a modelli transazionali (long transactions), fino ad includere sistemi con strutture di sincronizzazioni complesse quali Synchronized Hyperedge Replacement oppure concurrent constraint pi-calculus).

3. Per tali modelli, IPODS sviluppa teorie osservazionali unificanti che integrano l'osservazione e l'analisi di proprietà comportamentali dei processi da un lato, e le proprietà relative ai dati dall'altro. Tali teorie saranno in grado di gestire la complessità inerente dei sistemi di interesse, in cui il flusso di controllo e la struttura di sincronizzazione dei processi sono intrinsecamente correlati alle politiche di accesso e di interscambio di risorse, alla disponibilità delle risorse stesse, a requisiti di confidenzialità e di protezione di dati. Esse daranno fondamento a nozioni di eguaglianza, di sostituibilità /rimpiazzamento, determinate in modo uniforme sia rispetto a requisiti comportamentali sia in termini delle politiche di accesso e sicurezza dei dati.

4. IPODS delinea un modello integrato per il monitoraggio e la gestione dinamica dell'interazione a tempo di esecuzione. Tale gestione si attua naturalmene a diversi livelli di astrazione, con scopi e finalità diverse. Al livello più alto, dove l'interazione si fonda su logiche e strutture di sincronizzazione complesse, essa è finalizzata ad estendere a tempo di esecuzione il controllo che gli invarianti stabiliti in fase di analisi statica e/o contrattazione si preservino nel corso delle evoluzioni a cui il sistema è, per la sua natura altamente dinamica, continuamente assogettato. A livello più basso, dove le primitive di interazione si traducono in protocolli articolati, il monitoraggio è finalizzato a proteggere tali protocolli da interazioni indesiderate, tentativi di intrusione e acquisizione di informazione da parte di avversari e/o partecipanti ostili. Ciascun livello si caratterizza e si distingue per le proprietà osservabili dei processi e per le risorse coinvolte nell'interazione, ma le metodologie di analisi, ed i fondamenti per la loro integrazione sono comuni e riutilizzabili tra i diversi livelli. La sintesi delle funzioni di verifica dinamica ai diversi livelli, fondata su funzioni di codifica "semantic preserving" darà carattere di effettività ai meccanismi di astrazione ed alle tecniche di verifica proposte all'interno del progetto.

Più in generale, IPODS intende fornire una solida risposta teorica a problemi che nascono da esigenze pratiche dei moderni sistemi distribuiti. In questo senso, i contributi sui diversi temi possono essere interpretati come estensioni non banali di approcci ben noti (quali calcoli di processo, sistemi di vincoli e di tipi, equivalenze comportamentali, relazioni di conformità, ecc.), adatte a risolvere problemi aperti molto interessanti per l'analisi e la verifica di interazioni complesse, flessibili e garantite.

Testo inglese
In the literature the study of interactions among partners in concurrent and distributed systems has been approached in a variety of ways and from different perspectives.

Our approach starts from the theory of concurrency as foundational ground, and focuses on observable aspects of interactions, thus on visible and checkable effects of cooperation rather than on the primitives needed to describe structured behaviours, or on feasible and optimal interaction strategies. In this regard, for example, the research approach proposed in IPODS is largely orthogonal to the typical game-theory approach which, originally developed for business analysis, has been later used in the study of social processes and recently revisited in fields connected with computer science. Game theory, since it mainly focuses on strategic aspects of interactions, in our three-phase schema naturally refers to the negotiation phase only, where it may provide techniques for designing good individual or group strategies and may determine the system's stable configurations. On the contrary, IPODS focuses on the design of formal tools for system specification, and analysis/checking techniques and tools able to capture properties of the system that characterise the interactions from a strictly observational viewpoint.

Therefore, the key properties in the IPODS framework are the typical properties of the concurrency theory: progress, fidelity, behavioural equivalence, security, safety and access control, etc.

Through the different research activities described in the previous points, IPODS contributes to creating a new approach to system specification and to the analysis of relevant properties. This approach is grounded on a new and original synthesis of consolidated formal methods: type theories, constraint systems, process algebras, and behavioural theories. This synthesis will be carried out both horizontally, i.e. by considering architectural tiers at the same abstraction level, and vertically, i.e. by pursuing the transmission of results from the abstract specification to its concrete realisations.

The characterising aspects and the expected results of this synthesis may be interpreted along the following four largely orthogonal directions.

1) IPODS develops a new integration of type systems with constraint systems, whose potentialities are quite promising but up to now basically unexplored. In particular, this integration will provide a foundation for system verification methodologies able to effectively modulate static analysis based on type theory and dynamic checking based on the evaluation of satisfiability of constraint systems.
The expressivity of constraint systems will allow the precise formalisation of the various aspects of the complex dynamics of interactions; type disciplines, on the other hand, will make it possible to define characterising invariants that can be statically checked.

2) IPODS identifies new relations and unifying concepts among interaction models traditionally studied and developed in different contexts, from session models to

transactional models (long transactions), to systems exhibiting complex synchronisation structures such as the Synchronized Hyperedge Replacement and the constraint pi-calculus.

3) For these models, IPODS develops new unifying theories that integrate the observation of behavioural properties of processes with data-related properties. These theories will be able to handle the inherent complexity of the concerned systems, where the control flow and the synchronisation of processes are strictly related to the resource control policies, to the availability of those resources, and to confidentiality and data protection requirements. The unifying theories will provide a foundation to notions of equality and replacement, uniformly determined with respect to behavioural requirements on the one hand and to data access and security policies on the other hand.

4) IPODS defines a new integrated model for the monitoring and dynamic management of interactions at execution time. This kind of management is carried out at different abstraction levels, with different aims. At the highest level, where interaction is built on top of sophisticated synchronisation mechanisms, it aims at extending to the execution phase the checking of invariants established statically or in the negotiation phase, so that they are preserved across system reconfigurations and evolutions. At the lower levels, where the interaction primitives are translated into complex protocols, the monitoring is aimed at protecting such protocols from undesired interactions, intrusions and information acquisition by adversaries or malicious participants. Each level is characterised by the observational properties of processes and by the resources involved in the interaction, but the analysis methodologies and the foundations underlying their integration are common to all levels. The synthesis of the functions of dynamic control at the different levels, based on "semantic-preserving" encodings, will give an effective character to the abstraction mechanisms and verification techniques proposed in the project.

More generally, IPODS aims to solve some challenging problems that arise from pragmatical experiences in modern distributed computing systems by providing a robust theory where such problems can be dealt with systematically. In this sense, all contributions to the different themes can be read as far-from-trivial extensions of well-known approaches (process calculi, constraint systems, type systems, behavioural equivalences and conformance relations, etc.), which are best suited to attack the challenges posed by the requirements of complex interactions in terms of flexibility and guarantees.

15 - Elementi e criteri proposti per la verifica dei risultati raggiunti

Testo italiano
PIANO ORGANIZZATIVO
Le attività di monitoraggio dell'andamento del progetto sono organizzate nel tempo come segue:

MESE 1: Meeting iniziale del progetto.
In questo meeting saranno discussi gli aggiornamenti della base scientifica nazionale e internazionale, verrà nominato un responsabile del sito web del progetto, verranno nominati i responsabili dei Work Package e sarà nominato un Advisory Board composto da due esperti internazionali che saranno invitati a partecipare ai workshop del progetto per giudicare la qualità scientifica dei risultati e suggerire eventuali azioni correttive.

MESE 2: Sito web del progetto.
Il sito web del progetto viene messo on-line e attivato come risorsa di coordinamento per le attività scientifiche.

TRA MESI 5 E 7: Primo check-point interno.
Incontro (eventualmente telematico) tra i responsabili delle diverse sedi e dei vari Workpackage, per verificare se tutte le attività di ricerca procedono come previsto, e in particolare se le attività congiunte sono state attivate. In caso di ritardi si avvieranno eventuali azioni correttive.

MESE 12: Primo Workshop del Progetto.
Le differenti tecniche, gli strumenti, le esperienze e i primi risultati raggiunti saranno presentati e confrontati in presenza dell'Advisory Board.
In particolare, al mese 12 ci si aspetta che le seguenti collaborazioni tra Unità siano state attivate:

- Estensione dei tipi sessione a sistemi dinamici complessi e sviluppo di algoritmi di inferenza di tipi (PI-TO, mese 1, Attività 2.1)
- Studio di sistemi di tipi per terminazione e assenza di deadlock e loro integrazione nel meccanismo delle sessioni (BO-TO, mese 1, Attività 2.1)
- Studio di sistemi di tipi per la sicurezza delle primitive di interazione e loro integrazione nel meccanismo delle sessioni (TO-VE, mese 1, Attività 2.1)
- Studio di corrispondenze formali (e codifiche) tra calcoli con sessioni e calcoli con primitive transazionali (PI-BO, mese 4, Attività 1.2)
- Sviluppo di tipi per la sicurezza robusta: confidenzialità delle risorse e per la protezione dei dati in ambienti mobili e distribuiti (TO-VE, mese 9, Attività 2.2)
- Sviluppo di sistemi in cui i dati in una locazione sono entità attive nei confronti dei processi che vi accedono e ne rispecchiano le politiche (PI-TO, mese 9, Attività 2.3)

Inoltre ci si aspetta che i seguenti risultati siano stati raggiunti:

WP1: L'Attività 1.1 avrà prodotto una prima serie di proposte per estendere i calcoli con vincoli e sessioni al caso di collaborazioni dinamiche. Tali proposte dovranno essere validate nel secondo anno del progetto sulla base delle tecniche sviluppate negli altri WP. L'Attività 1.2 avrà prodotto una serie di risultati formali di corrispondenza tra alcuni aspetti transazionali e quelli legati alla manipolazione di sessioni. L'Attività 1.3 sarà conclusa con l'individuazione dei meccanismi elementari che permettono una gestione dinamica dei fallimenti e loro compensazioni.

WP2: L'Attività 2.1 sarà conclusa con diverse proposte di sistemi di tipi sessione che assicurino la corretta esecuzione di collaborazioni fra partecipanti autonomici in ambienti altamente dinamici. L'Attività 2.2 sarà iniziata con l'individuazione di tipi dipendenti che permettano di esprimere proprietà di segretezza. All'interno dell'Attività 2.3 prevediamo di disegnare diversi tipi comportamentali per l'accesso di processi a dati.

WP3: L'Attività 3.1 sarà conclusa con l'identificazione di tecniche di trasformazione e raffinamento per relazioni di conformità piuttosto flessibili e dinamiche, che permettano di stabilire se un partecipante può entrare a far parte di una collaborazione indipendentemente dai partecipanti che già rivestono gli altri ruoli. L'Attività 3.2 sarà iniziata individuando relazioni di conformità in presenza di informazioni riservate. L'Attività 3.3. sarà iniziata individuando alcuni criteri di confronto tra processi ritagliati sul caso di collaborazioni dinamiche.

WP4: L'Attività 4.1 sarà iniziata, estendendo l'approccio in [CD08] al caso in cui i partecipanti ad una data interazione varino dinamicamente.

Al termine del workshop l'Advisory Board redige un breve documento per indicare punti di forza e di debolezza dei risultati raggiunti, al fine di suggerire le eventuali azioni correttive da intraprendere. Verrà inoltre valutata la possibilità di estendere l'Advisory Board coinvolgendo un terzo esperto internazionale.

TRA MESI 16 E 18: Secondo check-point interno.
Incontro (eventualmente telematico) tra i responsabili delle diverse sedi e dei vari Workpackage. Al termine dell'incontro viene redatto un breve documento di risposta alle osservazioni dell'Advisory Board, per indicare le eventuali attività correttive intraprese. Inoltre, l'incontro servirà a verificare che le seguenti collaborazioni tra Unità siano state attivate:

- Studio di tipi sessione per calcoli con vincoli (PI-TO, mese 12, Attività 4.1)
- Uso dei vincoli per la rappresentazione di informazioni comportamentali (PI-TO, mese 12, Attività 4.2)
- Integrazione delle nozioni di sistemi ben tipati e di relazione di sottotipo con le relazioni di compliance e conformance massimale (PI-BO, mese 15, Attività 4.3)

MESE 24: Workshop finale del Progetto.
I risultati finali raggiunti saranno presentati e confrontati in presenza dell'Advisory Board.

Al termine del workshop l'Advisory Board redige un breve documento per esprimere il giudizio complessivo sulla ricerca svolta nel progetto.

CRITERI DI VALUTAZIONE
I criteri individuati per misurare la qualità del progetto nel suo complesso sono i seguenti, elencati in ordine di importanza decrescente:

- il raggiungimento degli obiettivi scientifici descritti in precedenza nella proposta;
- la valutazione della qualità scientifica della ricerca sviluppata nel progetto, la cui bontà sarà giudicata sulla base:
1) del prestigio e del ruolo di diffusione delle riviste, conferenze e workshop che saranno sede delle pubblicazioni scientifiche dei risultati ottenuti nel primo e secondo anno del progetto;
2) dei giudizi espressi dall'Advisory Board nominato al mese 1;
- il grado di vivacità e fertilizzazione scientifica e di trasferimento della conoscenza reciproco tra le Unità coinvolte nel progetto, valutato sulla base della partecipazione ai workshop di progetto, della produzione di lavori congiunti tra autori di Unità differenti, dello sviluppo di tecniche innovative in grado di integrare aspetti e competenze diverse;
- l'interesse delle tematiche in ambito formativo, valutato sulla base: dei corsi tenuti dai partecipanti al progetto su tematiche e risultati inerenti al progetto; di brevi periodi di visita dei ricercatori più giovani presso sedi diverse da quella di appartenenza;
- un sito web costantemente aggiornato e comprendente una sezione "privata" per la condivisione delle informazioni rilevanti tra tutti i componenti del progetto e una sezione "pubblica" per la diffusione delle attività del progetto e dei risultati principali ai ricercatori delle comunità scientifiche affini.

Testo inglese
IMPLEMENTATION PLAN
The activities for monitoring the project development are temporally organised as follows:

MONTH 1: Kick-off meeting of the project.
In this meeting we will check and discuss the national and international state of the art, we will decide who will be in charge of the project web site, and we will choose a responsible of each of the Work Packages. Moreover we will choose an Advisory Board built of two international experts who will be invited to participate to the workshops of the project for judging the scientific quality of the results and suggesting possible correcting actions.

MONTH 2: Web site of the project.
The web site of the project will be put on-line and used as coordination tool for the scientific activities.

BETWEEN MONTHS 5 AND 7: First internal check-point.
Meeting (possibly virtual) between the responsible of the different units and of the different work-packages to verify if the research activities are going on as expected, and in particular if the joint activities have been activated. In case of delays we will undertake correcting actions.

MONTH 12: First Workshop of the Project.
The different techniques, tools, experiences and the first obtained results will be presented and compared in front of the Advisory Board.
In particular, at month 12 we expect that the following collaborations between units have been activated:

- Extensions of session types to complex dynamic systems and development of algorithms of type inference (PI-TO, month 1, Activity 2.1)
- Study of type systems for termination and deadlock freeness and their integration in the session mechanism (BO-TO, month 1, Activity 2.1)
- Study of type systems for security of the interaction primitives and their integration in the session mechanism (TO-VE, month 1, Activity 2.1)
- Study of formal correspondences (and encoding) between calculi with sessions and calculi with transactional primitives (PI-BO, month 4, Activity 1.2)
- Development of types for robust safety: confidentiality of resources and protection of data in distributed and mobile ambients (TO-VE, month 9, Activity 2.2)
- Development of systems where the data in a location 1) are active entities with respect to the processes that can access it and 2) reflect the policies of the location (PI-TO, month 9, Activity 2.3).

Moreover we expect that the following results will be reached:

WP1: The Activity 1.1 should have produced a first sets of proposals for extending calculi with constraints and sessions to the case of dynamic collaborations. These proposals will be validated in the second year of the project on the basis of the techniques developed in the other workpackages. The Activity 1.2 should have produced a set of formal results about the correspondences between the transactional aspects and the aspects bound to the manipulation of sessions. The Activity 1.3 will finish with the identification of the elementary mechanisms that allow a dynamic treatment of failures and of their compensations.

WP2: The Activity 2.1 will be over having produced various proposals of session type systems assuring the correct execution of collaborations between autonomic participants in highly dynamic environments. The Activity 2.2 will be started with the identification of dependent types allowing to express secrecy properties. Inside the Activity 2.3 we plan to design various behavioural types regulating the access of processes to data.

WP3: The Activity 3.1 will be concluded with the identification of techniques for transforming and refining flexible and dynamic conformity relations, which allow to establish if a participant can take part to a collaboration independently from the participants who already play other roles. The Activity 3.2 will start with the identification of conformity relations in presence of private information. The Activity 2.3 will start by devising some comparison criteria between processes suitable for dynamic collaborations.

WP4: The Activity 4.1 will start extending the approach in [CD08] to the case in which the participants in a given interaction can dynamically vary.

At the end of the workshop the Advisory Board will write a brief document to indicate points in favour and against the obtained results, in order to suggest possible correction actions to be done. We will also evaluate the possibility of extending the Advisory Board by adding a third international expert.

BETWEEN MONTHS 16 AND 18: Second internal check-point.
Meeting (possibly virtual) between the responsible of the different units and of the different work-packages. At the end of the meeting we will write a brief document for answering the Advisory Board observations and for describing the possible correction actions we engaged. Moreover the meeting will be useful to check that the following collaborations between units have been activated:
- Study of session types for calculi with constraints (PI-TO, month 12, Activity 4.1)
- Use of constraints for representing behavioural information (PI-TO, month 12, Activity 4.2)
- Integration of the notions of well-typed systems and of subtyping relation with the compliance and maximal conformance relations (PI-BO, month 15, Activity 4.3)

MONTH 24: Final workshop of the project.
The obtained results will be presented and compared in front of the Advisory Board.
At the end of the workshop the Advisory Board will write a brief document with a global judgement on the research developed by the project.

EVALUATION CRITERIA
The identified criteria measuring the quality of the project as a whole are the following, listed in order of decreasing importance:

- the accomplishment of the scientific objectives described above in the proposal;
- the evaluation of the scientific quality of the research carried on inside the project, whose value will be judged according to:
1) the reputation and the diffusion of the journals, conferences and workshops where the scientific papers (describing the results obtained in the first and second year of the project) will have been published or presented;
2) the judgements expressed by the Advisory Board nominated at month 1;
- the degree of liveliness and scientific fertilisation and of knowledge transfer between the units involved in the project, evaluated on the basis of the participation to the project workshops, of the production of joint papers between authors belonging to different units and of the development of innovative techniques able to integrate different aspects and skills;
- the interest of the themes for didactical purposes, evaluated on the basis of the courses given by the project participants on themes and results of the project and of the visiting periods of the youngest researchers at units different from their one;

- a web site regularly updated containing a private section for sharing the relevant information between all the project researchers and a public section for publicising the project activities and the main results to the researchers of related scientific communities.

16 - Mesi persona complessivi dedicati al Progetto di Ricerca

		Numero	Disponibilità temporale indicativa prevista		Totale mesi persona
			Impegno 1° anno	Impegno 2° anno	
Componenti della sede dell'Unità di Ricerca		*13*	*55*	*53*	*108*
Componenti di altre Università /Enti vigilati		*1*	*3*	*3*	*6*
Titolari di assegni di ricerca		*2*	*10*	*5*	*15*
Titolari di borse	*Dottorato*	*6*	*17*	*19*	*36*
	Post-dottorato	*0*			
	Scuola di Specializzazione	*0*			
Personale a contratto	*Assegnisti*	*2*	*10*	*18*	*28*
	Borsisti	*1*	*8*	*6*	*14*
	Altre tipologie	*0*			
Dottorati a carico del PRIN da destinare a questo specifico progetto		*0*	*0*	*0*	*0*
Altro personale		*0*			
TOTALE		**25**	**103**	**104**	**207**

17 - Costo complessivo del Progetto articolato per voci

Voce di spesa	Unità I	Unità II	Unità III	Unità IV	TOTALE
Materiale inventariabile	*6.000*	*500*	*3.700*	*4.000*	14.200
Grandi Attrezzature	*0*	*0*	*0*	*0*	0
Materiale di consumo e funzionamento (comprensivo di eventuale quota forfettaria)	*6.500*	*6.500*	*6.800*	*6.000*	25.800
Spese per calcolo ed elaborazione dati	*0*	*0*	*0*	*0*	0
Personale a contratto	*22.000*	*0*	*25.200*	*22.000*	69.200
Dottorati a carico del PRIN da destinare a questo specifico progetto	*0*	*0*	*0*	*0*	0
Servizi esterni	*0*	*3.900*	*0*	*0*	3.900
Missioni	*17.000*	*31.000*	*11.100*	*18.000*	77.100
Pubblicazioni (*)	*3.000*	*0*	*0*	*0*	3.000
Partecipazione / Organizzazione convegni (*)	*6.500*	*16.000*	*7.900*	*5.000*	35.400
Altro (voce da utilizzare solo in caso di spese non riconducibili alle voci sopraindicate)	*0*	*100*	*6.300*	*0*	6.400
Costo convenzionale	*4.000*	*7.000*	*7.000*	*7.000*	25.000
TOTALE	**65.000**	**65.000**	**68.000**	**62.000**	**260.000**

18 - Prospetto finanziario suddiviso per Unità di Ricerca

	Unità I	Unità II	Unità III	Unità IV	TOTALE
a.1) finanziamenti diretti, disponibili da parte di Università/Enti vigilati di appartenenza dei ricercatori dell'unità operativa	*0*	*6.500*	*0*	*5.000*	11.500
a.2) finanziamenti diretti acquisibili con certezza da parte di Università/Enti vigilati di appartenenza dei ricercatori dell'unità operativa	*15.500*	*6.000*	*13.400*	*6.600*	41.500
a.3) finanziamenti connessi al costo convenzionale	*4.000*	*7.000*	*7.000*	*7.000*	25.000
b.1) finanziamenti diretti disponibili messi a disposizione da parte di soggetti esterni	*0*	*0*	*0*	*0*	0
b.2) finanziamenti diretti acquisibili con certezza, messi a disposizione da parte di soggetti esterni	*0*	*0*	*0*	*0*	0
c) cofinanziamento richiesto al MIUR (max 70% del costo complessivo)	*45.500*	*45.500*	*47.600*	*43.400*	182.000
TOTALE	**65.000**	**65.000**	**68.000**	**62.000**	**260.000**

I dati contenuti nella domanda di finanziamento sono trattati esclusivamente per lo svolgimento delle funzioni istituzionali del MIUR. Incaricato del trattamento è il CINECA- Dipartimento Servizi per il MIUR. La consultazione è altresì riservata al MIUR - D.G. della Ricerca -- Ufficio IV -- Settore PRIN, alla Commissione di Garanzia e ai referee scientifici. Il MIUR potrà anche procedere alla diffusione dei principali dati economici e scientifici relativi ai progetti finanziati. Responsabile del procedimento è il coordinatore del settore PRIN dell'ufficio IV della D.G. della Ricerca del MIUR.

Firma _____ Data 16/02/2009 ore 16:41