

Scheda Gruppi di Ricerca

<p>Nome gruppo</p>	<p><u>Italiano</u> Informatica</p> <p><u>Inglese</u> Computer Science</p>
<p>Descrizione</p>	<p><b><i>Descrizione sintetica delle linee di ricerca</i></b></p> <p><b>Cloud Computing, Edge Computing, Cloud Continuum</b></p> <p><u>Italiano</u></p> <p>L'attività di ricerca si concentra sullo sviluppo di nuovi modelli, algoritmi e infrastrutture per ottimizzare l'efficienza, la sicurezza e l'affidabilità delle risorse cloud distribuite e federate.</p> <p>Aspetti fondamentali che sono affrontati riguardano:</p> <p>Ottimizzazione delle risorse cloud: elaborazione di algoritmi e strategie intelligenti per la gestione efficiente delle risorse cloud. Ciò potrebbe includere la pianificazione dinamica delle risorse, il bilanciamento del carico di lavoro, l'allocazione delle risorse in base alle richieste dei servizi e l'ottimizzazione dei tempi di risposta.</p> <p>Architetture e protocolli per il cloud continuum: Il cloud continuum è un'evoluzione del concetto di cloud computing che incorpora diverse tipologie di risorse, come cloud pubblico, privato, ibrido e edge computing. La ricerca si concentra sullo sviluppo di nuove architetture e pattern architetturali, di design, esecuzione e deployment per abilitare una gestione efficiente e scalabile del cloud continuum, consentendo alle applicazioni di trarre vantaggio da un'ampia gamma di risorse disponibili.</p> <p>Automazione e intelligenza artificiale nel cloud continuum: Un'altra area di ricerca riguarda l'applicazione di tecniche di automazione e intelligenza artificiale per ottimizzare la gestione delle risorse nel cloud continuum. Ciò coinvolge l'utilizzo di algoritmi di apprendimento automatico per l'analisi dei dati, la predizione della domanda di risorse, l'ottimizzazione del consumo energetico e l'automazione dei processi di provisioning delle risorse.</p> <p>Gli ambiti applicativi sono molteplici, tra cui:</p> <p>Sanità e assistenza sanitaria: La gestione sicura e scalabile dei dati medici sensibili, l'elaborazione distribuita delle immagini mediche, la condivisione delle informazioni tra ospedali e centri di ricerca, l'analisi di grandi dataset medici per la ricerca e la diagnosi assistita da intelligenza artificiale.</p> <p>Industria manifatturiera e automazione: L'utilizzo di risorse cloud distribuite per la raccolta e l'analisi dei dati di produzione in tempo reale, la gestione delle operazioni di supply chain, la pianificazione della produzione e la manutenzione predittiva degli impianti.</p> <p>Smart city e Internet delle cose (IoT): L'integrazione di sensori e dispositivi IoT in una piattaforma cloud per raccogliere, elaborare e analizzare dati provenienti da diverse fonti, consentendo la gestione intelligente delle risorse energetiche, la pianificazione dei trasporti, il monitoraggio ambientale e la sicurezza pubblica.</p> <p><u>Inglese</u></p> <p>The research activity focuses on the development of new models, algorithms and infrastructures to optimize the efficiency, security and reliability of</p>

distributed and federated cloud resources.

Key aspects that are addressed include:

Optimization of cloud resources: elaboration of intelligent algorithms and strategies for the efficient management of cloud resources. This could include dynamic resource scheduling, workload balancing, resource allocation based on service requests, and response time optimization.

Architectures and protocols for the cloud continuum: The cloud continuum is an evolution of the concept of cloud computing that incorporates different types of resources, such as public, private, hybrid and edge computing. The research focuses on the development of new architectures and architectural, design, execution and deployment patterns to enable efficient and scalable management of the cloud continuum, allowing applications to take advantage of a wide range of available resources.

Automation and Artificial Intelligence in the Cloud Continuum: Another area of research is the application of automation and artificial intelligence techniques to optimize resource management in the cloud continuum. This involves using machine learning algorithms for analyzing data, predicting resource demand, optimizing energy consumption, and automating resource provisioning processes.

The application areas include:

Healthcare and Healthcare: The secure and scalable management of sensitive medical data, distributed processing of medical images, information sharing between hospitals and research centers, analysis of large medical datasets for research and intelligence-assisted diagnosis artificial.

Manufacturing and Automation: The use of distributed cloud resources for real-time production data collection and analysis, supply chain operations management, production planning, and predictive plant maintenance.

Smart city and Internet of things (IoT): The integration of sensors and IoT devices in a cloud platform to collect, process and analyze data from different sources, enabling intelligent management of energy resources, transport planning, environmental monitoring and public safety.

### **Automated Software Analysis and Reengineering for Modernization, Decomposition, Deployment, and Orchestration on Cloud, Cloud-Edge, Big Data, and Quantum Technologies**

#### *Italiano*

Le attività svolte in questa linea di ricerca nascono dall'esperienza maturata nel campo delle compilatori e trasformazioni di codice basate su pattern. A partire da software esistente (software legacy), la linea di ricerca ha come obiettivo la modernizzazione del codice esistente attraverso il riconoscimento di pattern algoritmici, pattern di design e pattern architetturali. Altro obiettivo è la decomposizione del software, con l'applicazione delle best practices delle Architetture Orientate ai Servizi e della decomposizione a Microservizi. La linea di ricerca prevede, anche, la possibilità di distribuire in modo automatico il software decomposto attraverso l'utilizzo di tecniche di Infrastrutture come codice e la modellazione attraverso formati standard dell'architettura hardware e software del software oggetto dell'analisi. Infine, la linea di ricerca, investiga anche nella possibilità di orchestrare in maniera efficiente e distribuita le componenti del software. Il tutto in maniera del tutto agnostica rispetto alle tecnologie di riferimento, infatti, la linea di ricerca prevede la decomposizione e distribuzione anche su tecnologie miste dove un

componente può essere distribuita in cloud mentre un altro viene eseguito su piattaforme big data.

***Inglese***

The activities carried out in this line of research arise from the experience gained in the field of compilers and code transformations based on patterns. Starting from existing software (legacy software), the research line aims at the modernization of the existing code through the recognition of algorithmic patterns, design patterns and architectural patterns. Another objective is the decomposition of software, with the application of the best practices of Service Oriented Architectures and the decomposition of Microservices. The line of research also provides for the possibility of automatically distributing the decomposed software through the use of Infrastructure techniques such as code and modeling through standard formats of the hardware and software architecture of the software being analysed. Finally, the line of research also investigates the possibility of orchestrating software components in an efficient and distributed manner. All in a completely agnostic way with respect to the reference technologies, in fact, the line of research foresees the decomposition and distribution also on mixed technologies where one component can be distributed in the cloud while another is performed on big data platforms.

**Semantic and Pattern based Artificial Intelligence Techniques for Automated Discovery, Composition, and Orchestration of Cloud Services in Multiple, Interoperable, and Federated Clouds**

***Italiano***

La linea di ricerca si concentra sull'avanzamento della gestione dei servizi cloud utilizzando l'intelligenza artificiale semantica e i modelli. L'obiettivo è migliorare la comprensione e l'interoperabilità dei servizi cloud attraverso l'uso di tecniche semantiche come il ragionamento semantico e le ontologie. Questo porta a una scoperta, composizione e orchestrazione più accurate ed efficienti dei servizi. Vengono applicate anche tecniche di intelligenza artificiale basate su modelli per identificare i modelli nei servizi cloud utilizzando algoritmi di machine learning, data mining e riconoscimento dei modelli. Questa conoscenza viene utilizzata per automatizzare i processi di rilevamento, composizione e orchestrazione dei servizi, ottimizzando la selezione e l'utilizzo dei servizi cloud. La ricerca si concentra anche sull'automazione della scoperta dei servizi cloud pertinenti e sulla composizione automatica di più servizi per creare applicazioni complesse. Inoltre, vengono sviluppati meccanismi di orchestrazione intelligenti per adattarsi alle condizioni operative, ottimizzare l'allocazione delle risorse e garantire un'esecuzione affidabile ed efficiente dei servizi cloud. L'obiettivo è migliorare l'efficienza e l'agilità delle applicazioni basate su cloud. La ricerca si estende anche agli ambienti cloud multipli, interoperabili e federati, affrontando sfide come l'interoperabilità e l'integrazione tra diverse infrastrutture cloud e sfruttando la federazione dei cloud per la condivisione delle risorse e la collaborazione tra ambienti cloud.

***Inglese***

The research line focuses on advancing cloud service management using semantic AI and models. The goal is to improve the understanding and interoperability of cloud services through the use of semantic techniques such as semantic reasoning and ontologies. This leads to more accurate and efficient discovery, composition and orchestration of services. Pattern-based

AI techniques are also applied to identify patterns in cloud services using machine learning, data mining, and pattern recognition algorithms. This knowledge is used to automate the processes of service discovery, composition and orchestration, optimizing the selection and use of cloud services. The research also focuses on automating the discovery of relevant cloud services and automatically compounding multiple services to create complexes. In addition, intelligent orchestration mechanisms are developed to adjust to operating conditions, optimize resource allocation, and ensure reliable and efficient execution of cloud services. The goal is to improve the efficiency and agility of cloud-based applications. Research also extends to multiple, interoperable and federated cloud environments, addressing challenges such as interoperability and integration between different cloud infrastructures and leveraging cloud federation for resource sharing and collaboration between cloud environments.

### **Semantic and Pattern-based Artificial Intelligence Techniques for Software Engineering**

#### *Italiano*

Il nostro gruppo di ricerca si dedica all'ingegneria del software utilizzando tecniche di intelligenza artificiale semantica e basata su pattern per migliorare il ciclo di vita dello sviluppo del software. La nostra ricerca si concentra sulla scoperta automatica di design pattern nei sistemi software esistenti, analizzando repository di codice, architetture e artefatti software per identificare pattern ricorrenti. Questo processo automatizzato aiuta gli ingegneri del software a prendere decisioni di progettazione informate, migliorando la qualità e la manutenibilità del software. Inoltre, automatizziamo l'estrazione dei requisiti da diverse fonti, come documenti in linguaggio naturale e feedback degli utenti, per allineare le aspettative delle parti interessate con il prodotto finale. Utilizziamo anche tecniche semantiche e algoritmi di intelligenza artificiale per migliorare la comprensione di artefatti software come codice sorgente, documentazione e pattern, facilitando la comprensione del codice, il rilevamento dei bug e l'analisi dell'impatto. Inoltre, promuoviamo l'ingegneria del software basata su pattern, utilizzando pattern consolidati per migliorare la progettazione e l'implementazione del software. Sviluppiamo tecniche che incorporano la conoscenza dei pattern nei processi di ingegneria del software, aiutando gli ingegneri a identificare pattern adatti a sfide specifiche. Infine, ci concentriamo sulla gestione della conoscenza nell'ingegneria del software, organizzando e strutturando archivi di conoscenza per facilitare il recupero di informazioni rilevanti e la condivisione delle conoscenze tra i team di ingegneri. Il nostro obiettivo è migliorare le pratiche di sviluppo del software e promuovere il riutilizzo della conoscenza nel campo dell'ingegneria del software.

#### ***Inglese***

Our research group is dedicated to software engineering using semantic and pattern-based artificial intelligence techniques to improve the software development lifecycle. Our research focuses on the automatic discovery of design patterns in existing software systems by analyzing code repositories, architectures and software artifacts to identify recurring patterns. This automated process helps software engineers make informed design decisions, improving software quality and maintainability. We also automate the extraction of requirements from different sources, such as natural

language documents and user feedback, to align stakeholder expectations with the final product. We also use semantic techniques and artificial intelligence algorithms to improve understanding of software artifacts such as source code, documentation and patterns, facilitating code understanding, bug tracking and impact analysis. We also promote pattern-based software engineering, using proven patterns to improve software design and implementation. We develop techniques that incorporate pattern knowledge into software engineering processes, helping engineers identify patterns that are suitable for specific challenges. Finally, we focus on knowledge management in software engineering, organizing and structuring knowledge repositories to facilitate retrieval of relevant information and knowledge sharing among engineering teams. Our goal is to improve software development practices and promote knowledge reuse in the software engineering field.

### **Machine / Deep Learning for Automated Software Assets Generation and Management (Requirements, Code, Testing, and Infrastructure)**

#### *Italiano*

La linea di ricerca si occupa di investigare algoritmi di intelligenza artificiale (AI) noti come Large Language Models (LLM), che impiegano metodi di deep learning e set di dati straordinariamente grandi per comprendere, condensare, produrre e anticipare nuovo testo. La frase "IA generativa" è anche strettamente correlata agli LLMs, che in realtà sono un sottoinsieme dell'IA generativa progettato esclusivamente per supportare la creazione di contenuti basati su testo. Tutti i tipi di comunicazione umana e tecnica si basano sul linguaggio, che fornisce le parole, la semantica e la grammatica necessarie per trasmettere idee e concetti. Un modello linguistico ha una funzione simile nel campo dell'intelligenza artificiale, fungendo da base per la comunicazione e la creazione di nuove idee. L'obiettivo della linea è utilizzare questi algoritmi per supportare tutto il ciclo di vita dello sviluppo software, dalla stesura dei requisiti, alla generazione di codice a partire dal requisito stesso scritto in linguaggio naturale, dalla generazione dei test case e piani di collaudo in linguaggio naturale alla generazione dell'infrastruttura dai requisiti o dal codice.

#### *Inglese*

The research line investigates artificial intelligence (AI) algorithms known as Large Language Models (LLM), which employ deep learning methods and extraordinarily large datasets to understand, condense, produce and anticipate new text. The phrase "Generative AI" is also closely related to LLMs, which are actually a subset of Generative AI designed solely to support text-based content creation. All types of human and technical communication rely on language, which provides the words, semantics and grammar needed to convey ideas and concepts. A language model has a similar function in the field of artificial intelligence, serving as a basis for communicating and creating new ideas. The aim of the line is to use these algorithms to support the entire software development life cycle, from the drafting of the requirements, to the generation of code starting from the requirement itself written in natural language, from the generation of test cases and test plans in natural language to infrastructure generation from requirements or code.

### **Machine / Deep Learning for Text Anonymization and Privacy-**

## **Preserving**

### Italiano

La linea di ricerca esplora tecniche e metodologie di natural language processing per l'analisi e l'individuazione di entità all'interno di testi scritti in linguaggio naturale con lo scopo di anonimizzare e/o pseudoanonimizzare gli stessi e garantire diversi livelli di privacy. Vengono utilizzati sia approcci supervisionati che non supervisionati per addestrare reti neurali specializzate in riconoscimento ed estrazione di entità. La linea di ricerca investiga anche modelli di apprendimento profondo e la possibilità di definire una metodologia che unisca il generalismo di una rete neurale con la precisione di un sistema esperto che abbia alla base un grafo di conoscenza ben definito del dominio applicativo.

### Inglese

The line of research explores natural language processing techniques and methodologies for the analysis and identification of entities within texts written in natural language with the aim of anonymizing and/or pseudonymizing the same and guaranteeing different levels of privacy. Both supervised and unsupervised approaches are used to train specialized neural networks in entity recognition and extraction. The line of research also investigates deep learning models and the possibility of defining a methodology that combines the generalism of a neural network with the precision of an expert system based on a well-defined knowledge graph of the application domain.

## **Federated and Machine / Deep Learning for eHealth**

### Italiano

Il nostro gruppo di ricerca si dedica all'eHealth, utilizzando tecniche di apprendimento federato nel contesto del diabete e della sclerosi multipla (SM). L'apprendimento federato consente la formazione collaborativa di modelli di machine learning su fonti dati decentralizzate, preservando la privacy e la sicurezza dei dati sanitari. Miriamo a migliorare l'accuratezza dei modelli predittivi e delle raccomandazioni terapeutiche sfruttando la conoscenza collettiva nei dati distribuiti.

Utilizzando algoritmi di Machine e Deep Learning, analizziamo dati sanitari su larga scala per sviluppare modelli avanzati. La nostra ricerca si concentra sulla diagnosi precoce, il trattamento personalizzato e il monitoraggio della progressione del diabete e della SM. Utilizziamo tecniche come reti neurali convoluzionali e reti neurali ricorrenti per migliorare la diagnostica e gli esiti per i pazienti.

La privacy e la sicurezza dei dati sono fondamentali per le nostre attività di ricerca. Adottiamo tecniche di tutela della privacy come l'apprendimento federato e la privacy differenziale per salvaguardare le informazioni sui pazienti.

Nel campo del Diabetes Management, sviluppiamo sistemi intelligenti per la gestione del diabete. Utilizzando algoritmi di machine learning e deep learning su dati come i livelli di glucosio, registrazioni del dosaggio di insulina e fattori dello stile di vita, creiamo modelli personalizzati per la previsione della glicemia, l'aggiustamento della dose di insulina e le raccomandazioni sullo stile di vita. Il nostro obiettivo è ottimizzare la gestione del diabete e migliorare i risultati sanitari.

Nell'analisi della sclerosi multipla (SM), sfruttiamo tecniche di apprendimento automatico per la progressione della malattia, la risposta al

trattamento e la previsione delle ricadute, utilizzando fonti dati come cartelle cliniche, imaging cerebrale e risultati dei pazienti.

La nostra ricerca contribuisce all'eHealth, garantendo privacy e sicurezza dei dati e sviluppando modelli avanzati per migliorare la gestione del diabete e della SM.

### ***Inglese***

Our research group is dedicated to eHealth, using federated learning techniques in the context of diabetes and multiple sclerosis (MS). Federated learning enables collaborative training of machine learning models on decentralized data sources while preserving the privacy and security of health data. We aim to improve the accuracy of predictive models and treatment recommendations by leveraging collective knowledge in distributed data.

Using Machine and Deep Learning algorithms, we analyze large-scale health data to develop advanced models. Our research focuses on early diagnosis, personalized treatment and progression monitoring of diabetes and MS. We use techniques such as convolutional neural networks and recurrent neural networks to improve diagnostics and patient outcomes.

Data privacy and security are central to our research activities. We employ privacy safeguards techniques such as federated learning and differential privacy to safeguard patient information.

In the field of Diabetes Management, we develop intelligent systems for diabetes management. Using machine learning and deep learning algorithms on data such as glucose levels, insulin dosage records, and lifestyle factors, we build custom models for blood glucose prediction, insulin dose adjustment, and lifestyle recommendations. Our goal is to optimize diabetes management and improve health outcomes.

In multiple sclerosis (MS) analysis, we leverage machine learning techniques for disease progression, treatment response, and relapse prediction, using data sources such as medical records, brain imaging, and patient outcomes.

Our research contributes to eHealth, ensuring data privacy and security and developing advanced models to improve the management of diabetes and MS.

### **Supporto all'Industria 4.0 mediante tecniche di Machine, Deep e Federated Learning e Process Mining**

#### ***Italiano***

Nell'ambito dell'Industria 4.0 rapidità, efficacia ed efficienza dei processi di sviluppo rappresentano il perno intorno al quale si stanno sviluppando le moderne tecnologie.

In questo ambito, il gruppo di ricerca studia algoritmi e tecniche di machine, deep learning e federated learning per l'analisi e il riconoscimento di immagini per il supporto all'Industria 4.0, in particolare per il riconoscimento dei bordi (edge recognition) e delle texture (texture recognition) nelle immagini industriali, oltre che di specifici soggetti presenti in queste immagini. Questi algoritmi possono essere utilizzati per analizzare le immagini catturate durante lo svolgimento dei processi propri dell'Industria 4.0, consentendo la rilevazione automatica di difetti, anomalie o pattern rilevanti per il controllo qualità, la manutenzione predittiva o l'ottimizzazione dei processi produttivi. Inoltre, nei contesti automatizzati e semi automatizzati, possono fornire un utile supporto per il rilevamento di

ostacoli e la definizione di percorsi sicuri all'interno di aree di lavoro in cui avviene l'interazione uomo-macchina. L'obiettivo è quello di creare modelli di machine learning, deep learning e federated in grado di apprendere e distinguere i bordi e le texture specifiche dei prodotti o dei componenti industriali, consentendo una rapida e accurata identificazione di problemi o caratteristiche significative nelle immagini, al fine di migliorare l'efficienza, la qualità e l'affidabilità dei processi.

### ***Inglese***

In the context of Industry 4.0, speed, effectiveness and efficiency of development processes represent the pivot around which modern technologies are developing.

In this context, the research group studies algorithms and techniques of machine, deep learning and federated learning for the analysis and recognition of images to support Industry 4.0, in particular for the recognition of edges and textures in industrial images, as well as of specific subjects present in these images. These capture algorithms can be used to analyze images during Industry 4.0 processes, enabling the automatic detection of relevant defects, anomalies or patterns for quality control, predictive maintenance or optimization of production processes. Furthermore, in automated and semi-automated contexts, they can provide useful support for the detection of obstacles and the definition of safe paths within work areas where human-machine interaction takes place. The goal is to create machine learning, deep learning, and federated models that can learn and distinguish specific edges and textures of industrial products or components, enabling rapid and accurate identification of issues or significant features in images, in order to improve the efficiency, quality and reliability of processes.

### **Automated Optimization and Validation of eGovernment Business Processes with Semantics and Knowledge based Artificial Intelligence**

#### ***Italiano***

La linea di ricerca sull' Ottimizzazione e Validazione Automatizzata di Processi di Business si propone di applicare una metodologia basata sulla semantica e un sistema di supporto decisionale che supporti l'analisi dei processi, gli ingegneri dei processi, gli esperti di legge e gli esperti di sicurezza al fine di facilitare l'ottimizzazione e la validazione dei processi aziendali.

Il gruppo di ricerca ha realizzato un sistema che si basa sulla definizione di una rappresentazione semantica dei processi di e-government attraverso BPMN (Business Process Model Notation) che sono semanticamente annotati con i concetti e le relazioni delle ontologie di dominio, al fine di rappresentare automaticamente i processi di e-governement e le esigenze di conformità legale, e di eseguire inferenze automatizzate su tali rappresentazioni. Gli obiettivi di tale linea di ricerca sono (a) ottimizzare i processi, rispettando vincoli legati alla legge, alla sicurezza e alle risorse, e (b) validare la correttezza dei processi rispetto al comportamento atteso dei processi, alle valutazioni dei rischi per la sicurezza e alla conformità legale. Tale linea di ricerca affronta sfide legate a: (i) i limiti dello stato dell'arte delle valutazioni dei processi aziendali; (ii) l'applicazione di BPMN al contesto del e-government e (iii) la conformità legale dei processi proposti

supportando, i seguenti compiti e sfide: a) Compatibilità dei ruoli; (b) Correttezza del processo; c) Ri-ingegnerizzazione e ottimizzazione del processo; (d) Riutilizzo del processo e (e) Miglioramento del processo (per implementare o sostituire una o più delle attività automatiche definite mediante servizi online (cloud).

### ***Inglese***

The research line on Automated Optimization and Validation of Business Processes aims to apply a methodology based on semantics and a decision support system that supports the analysis of processes, process engineers, legal experts, and security experts in order to facilitate the optimization and validation of business processes.

The research group has developed a system that is based on the definition of a semantic representation of e-government processes using BPMN (Business Process Model Notation) that are semantically annotated with concepts and relationships from domain ontologies, in order to automatically represent e-government processes and legal compliance requirements, and to perform automated inferences on such representations. The objectives of this research line are to (a) optimize processes, while respecting constraints related to law, security, and resources, and (b) validate the correctness of processes with respect to expected behavior, security risk assessments, and legal compliance. This research line addresses challenges related to (i) the limitations of the state of the art in assessing business processes, (ii) the application of BPMN in the context of e-government, and (iii) the legal compliance of the proposed processes, supporting the following tasks and challenges: a) Role compatibility; b) Process correctness; c) Process reengineering and optimization; d) Process reuse; and e) Process improvement (to implement or replace one or more of the automated activities defined using online services (cloud).

### **Automated Storytelling in Cultural Heritage**

#### ***Italiano***

L'automated storytelling è una ricerca in crescita che nel contesto del Patrimonio Culturale può essere utilizzato per presentare informazioni storiche e culturali in modo coinvolgente.

Questa linea di ricerca esplora l'applicazione della semantica nel contesto dell'automated storytelling nel patrimonio culturale, concentrandosi sulla creazione di una rappresentazione completa delle narrazioni/storie, evidenziando le loro strutture, elementi principali, relazioni e collegamenti a materiali multimediali.

Gli obiettivi di ricerca includono l'utilizzo delle tecnologie semantiche nell'automated storytelling per rendere le narrazioni più organizzate e accessibili agli utenti, la proposta di un framework per la creazione di una rappresentazione grafica delle narrazioni mettendone in evidenza gli elementi principali e le relazioni, l'indagine su come le tecnologie semantiche e i linguaggi visuali possono facilitare la costruzione automatica di storie per gli utenti, come storici, letterati, archeologi o sceneggiatori e la proposta di un motore inferenziale per migliorare la comprensione e l'esperienza dell'utente.

Le attività di ricerca includono l'analisi delle tecnologie semantiche esistenti e del loro utilizzo nella rappresentazione di narrazioni automatizzate, lo studio delle caratteristiche delle narrazioni e dei materiali multimediali associati, la ricerca e/o progettazione di un framework per la

rappresentazione e fruizione delle narrazioni utilizzando le tecnologie semantiche, e l'implementazione di un motore inferenziale per migliorare la comprensione e l'immersione dell'utente nel contesto storico o culturale.

### ***Inglese***

Automated storytelling is a growing research field that, in the context of Cultural Heritage, can be used to present historical and cultural information in an engaging manner. This line of research explores the application of semantics in the context of automated storytelling in Cultural Heritage, focusing on creating a comprehensive representation of narratives/stories, highlighting their structures, key elements, relationships, and connections to multimedia materials.

Research objectives include utilizing semantic technologies in automated storytelling to make narratives more organized and accessible to users, proposing a framework for creating a graphical representation of narratives, emphasizing key elements and relationships, investigating how semantic technologies and visual languages can facilitate the automatic construction of stories for users such as historians, literary scholars, archaeologists, or scriptwriters, and proposing an inference engine to enhance user understanding and experience.

Research activities include analyzing existing semantic technologies and their usage in representing automated narratives, studying the characteristics of narratives and associated multimedia materials, researching and/or designing a framework for representing and experiencing narratives using semantic technologies, and implementing an inference engine to improve user understanding and immersion in the historical or cultural context.

### **Process Mining**

#### ***Italiano***

La linea di ricerca analizza l'uso del process mining per migliorare l'efficienza, l'efficacia e la trasparenza dei procedimenti giuridici. Si concentra su come queste tecniche possano ottimizzare i processi legali, considerando l'importanza di un sistema legale equo e rapido. Gli obiettivi di ricerca includono l'esplorazione dell'applicazione del process mining nei procedimenti giuridici per migliorare l'efficienza e ridurre i tempi di gestione dei casi, l'analisi dell'efficacia del process mining nel contesto legale, l'esame del suo contributo alla trasparenza dei procedimenti giuridici e la valutazione dell'impatto tecnologico sull'efficacia e qualità delle decisioni giuridiche. La ricerca si basa su una revisione della letteratura accademica e sui casi di studio esistenti, e utilizza strumenti di analisi qualitativa e quantitativa. I risultati attesi includono l'identificazione delle criticità attuali dei processi legali e dei benefici derivanti dal process mining, oltre alle linee guida per l'implementazione efficace di questa tecnologia. La ricerca mira a migliorare l'accesso alla giustizia e la fiducia nel sistema legale.

#### ***Inglese***

The research line analyzes the use of process mining to improve the efficiency, effectiveness, and transparency of legal proceedings. It focuses on how these techniques can optimize legal processes, considering the importance of a fair and swift legal system. Research objectives include exploring the application of process mining in legal proceedings to improve efficiency and reduce case management times, analyzing the effectiveness

of process mining in the legal context, examining its contribution to transparency in legal proceedings, and evaluating the technological impact on the effectiveness and quality of legal decisions. The research is based on a review of academic literature and existing case studies, and uses qualitative and quantitative analysis tools. Expected results include identifying current challenges in legal processes and the benefits derived from process mining, as well as guidelines for the effective implementation of this technology. The research aims to improve access to justice and trust in the legal system.

### **Artificial Intelligence, BlockChain and Smart Contracts for BIM - Building Information Modeling**

#### *Italiano*

La digitalizzazione del settore edilizio e delle infrastrutture è stata promossa dal D.Lgs. n. 36/2023, che ha introdotto numerose disposizioni sull'utilizzo del BIM e sulla digitalizzazione dei contratti pubblici. L'obiettivo della linea di ricerca è quello di creare un sistema di e-procurement interoperabile con i sistemi gestionali della pubblica amministrazione e degli altri soggetti coinvolti. Questo sistema potrebbe avvalersi dell'intelligenza artificiale e della blockchain per analizzare e verificare i dati, secondo le linee guida del PNRR nella riforma "RecoveryProcurement Platform". La prospettiva ambiziosa della digitalizzazione degli appalti pubblici suggerisce di integrare l'approccio BIM con un sistema basato sull'intelligenza artificiale e sulla blockchain, in modo da automatizzare il ciclo di vita dei contratti, ridurre i tempi di esecuzione e limitare le controversie. Questo tema, già presente nel settore finanziario, sarà oggetto di ricerca nel contesto degli appalti pubblici, considerando l'importanza del principio del risultato secondo il D.Lgs. n. 36/2023.

Un altro obiettivo di questa linea di ricerca riguarda la verifica digitale automatizzata delle norme UNI11337 (digitalizzazione del settore delle costruzioni), utilizzando tecnologie semantiche e di intelligenza artificiale per verificare la conformità degli artefatti di progettazione agli standard e la completezza di un processo amministrativo nel settore delle costruzioni rappresentato in BPMN.

#### *Inglese*

The digitalization of the construction and infrastructure sector has been promoted by Legislative Decree no. 36/2023, which introduced numerous provisions on the use of BIM and the digitalization of public contracts. The objective of the research line is to create an interoperable e-procurement system with the management systems of public administration and other stakeholders. This system could leverage artificial intelligence and blockchain to analyze and verify data, following the guidelines of the National Recovery and Resilience Plan (PNRR) in the "RecoveryProcurement Platform" reform. The ambitious perspective of digitalizing public procurement suggests integrating the BIM approach with an artificial intelligence and blockchain-based system to automate the contract lifecycle, reduce execution times, and limit disputes. This topic, already present in the financial sector, will be researched in the context of public procurement, considering the importance of the result-oriented principle according to Legislative Decree no. 36/2023.

Another objective of this research line concerns the automated digital verification of UNI11337 standards (digitalization of the construction

sector), using semantic and artificial intelligence technologies to verify the compliance of design artifacts with standards and the completeness of an administrative process in the construction sector represented in BPMN.

### **Simulation, Evaluation and Forecasting of Complex Systems**

#### ***Italiano***

L'attività di ricerca è incentrata sull'analisi delle prestazioni di infrastrutture di calcolo e sull'applicazione di tecniche simulate per lo studio di sistemi complessi, ove modelli formali o analitici non sono utilizzabili. Contributi scientifici includono lo sviluppo di simulatori e il loro utilizzo per la valutazione di indici prestazionali nei casi in cui il sistema reale non è disponibile o non ancora sviluppato, per la valutazione e la predizione delle performance di algoritmi di ottimizzazione o software prototipali, per il dimensionamento di infrastrutture di calcolo e di rete. Domini applicativi sono il Calcolo ad Alte Prestazioni; l'analisi dei protocolli di rete e delle architetture distribuite; la simulazione di carichi computazionali o di sistemi IoT in ambito V2X, Smart Energy, Smart Cities.

#### ***Inglese***

The research activity is focused on the performance analysis of computing infrastructures and on the application of simulation techniques for the study of complex systems, where formal or analytical models cannot be used. Scientific contributions include the development of simulators and their use for the evaluation of key performance indexes in cases where the real system is not available or not yet developed, for the evaluation and prediction of the performance of optimization algorithms or prototype software, for the sizing of computing and network infrastructures. Application domains are High Performance Computing; analysis of network protocols and distributed architectures; the simulation of computational loads or IoT systems in the V2X, Smart Energy, Smart Cities fields.

### **Mobile Computing and Multi-Agents Systems**

#### ***Italiano***

L'attività di ricerca affronta lo studio dei paradigmi di calcolo che utilizzano modelli e tecnologie ad agenti. Gli ambiti della ricerca includono la simulazione e lo sviluppo di sistemi autonomi e riconfigurabili, l'utilizzo di tecniche e tecnologie di migrazione del codice per l'offloading della computazione, la progettazione di algoritmi di swarm e di collective intelligence. Tra i domini applicativi si citano le Digital Humanities, le Smart Cities, I sistemi V2X, la Smart Energy, le Smart Water Network, il calcolo distribuito, l'IoT.

#### ***Inglese***

The research activity deals with the study of computational paradigms that use agent models and technologies. Research areas include the simulation and development of autonomous and reconfigurable systems, the use of code migration techniques and technologies for computation offloading, the design of swarm and collective intelligence algorithms. Application domains include Digital Humanities, Smart Cities, V2X systems, Smart Energy, Smart Water Networks, distributed computing, IoT.

### **Distributed intelligent agents for collaborating smart solar powered microgrids**

#### ***Italiano***

L'attività di ricerca è incentrata sullo studio e sviluppo di modelli e tecniche per la realizzazione di soluzioni ICT innovative per la gestione collaborativa dei consumi e della produzione decentralizzate di energia. Al fine di ottimizzare l'utilizzo e l'immagazzinamento dell'energia in micro-grids, tecniche di simulazione e modelli ad agenti per il calcolo distribuito. Esempi di applicazioni sono il monitoring distribuito di sistemi IoT, per la misura del consumo di potenza livello delle singole appliances, la valutazione delle abitudini degli utenti riguardo al consumo di energia, la misura e la predizione della produzione di energia dai pannelli solari, ed altri fattori ambientali (e.g. le previsioni del tempo locali), la ricarica intelligente di veicoli elettrici.

#### ***Inglese***

The research activity is focused on the study and development of models and techniques for the realization of innovative ICT solutions for the collaborative management of decentralized energy consumption and production. In order to optimize the use and storage of energy in micro-grids simulation techniques and agent models for distributed computing. Examples of applications are the distributed monitoring of IoT systems, for measuring the level power consumption of individual appliances, evaluating user habits regarding energy consumption, measuring and predicting energy production from solar panels, and other environmental factors (e.g. local weather forecasts), intelligent charging of electric vehicles.

#### **Event based simulation and artificial intelligence techniques to support Sustainable and Smart Urban Mobility**

#### ***Italiano***

In tale ambito l'attività di ricerca studia nuove soluzioni per la mobilità sostenibile avanzando e integrando le tecnologie allo stato dell'arte per favorire la transizione verso la mobilità elettrica. Tecniche e tecnologie di simulazione ad agenti sono utilizzate per la sperimentazione e la valutazione di strategie ottime per la gestione intelligente dei carichi e della produzione distribuita di energia da fonti rinnovabili. Strumenti di big-data analysis sono di supporto alla raccolta e all'elaborazione dei sistemi di monitoraggio sviluppati in casi pilota (es. Oslo, Brema e Barcellona). Soluzioni innovative basate sull'utilizzo integrato di tecnologie V2X, open data, architetture edge-cloud e modelli di ottimizzazione basati su tecniche di intelligenza artificiale, vengono investigate al fine di massimizzare lo sfruttamento delle infrastrutture stradali mediante la realizzazione di nuovi sistemi di mobilità.

#### ***Inglese***

In this context, the research activity studies new solutions for sustainable mobility advancing and integrating state-of-the-art technologies to facilitate the transition to electric mobility. Agent-based simulation techniques and technologies are used for the experimentation and evaluation of optimal strategies for the intelligent management of loads and the distributed production of energy from renewable sources. Big-data analysis tools support the collection and processing of monitoring systems developed in pilot cases (e.g. Oslo, Bremen and Barcelona). Innovative solutions based on the integrated use of V2X technologies, open data, edge-cloud architectures and optimization models based on artificial intelligence techniques are investigated in order to maximize the exploitation of road infrastructures through the creation of new mobility systems.

## **Context Aware Conversational Agents and for Augmented Reality in Cyber-physical systems in Cultural Heritage domain**

### Italiano

L'attività di ricerca mira ad accrescere la conoscenza dei siti archeologici e storico-artistici e a sviluppare nuove tecniche di comunicazione per i Beni Culturali, proponendo itinerari tematici attraverso la storia, la cultura e l'arte che coinvolgano il territorio nella sua interezza per la costruzione di una rete integrata di promozione turistica che attualmente manca. Le soluzioni proposte si basano sullo sviluppo di agenti intelligenti che, sfruttando ed estendendo gli standard di interoperabilità per le biblioteche digitali, sono in grado di costruire percorsi culturali ibridi, attraversando punti di interessi fisici e virtuali. L'integrazione di tecniche e tecnologie di natural language processing, le tecnologie IoT e le informazioni di fruizione da parte dell'utente vengono utilizzate per personalizzare la scelta dei contenuti e le modalità di presentazione, anche in realtà aumentata e virtuale, aumentando l'esperienza di fruizione in un sistema cyber-fisico dove interagiscono agenti software e visitatori.

### Inglese

The research activity aims to increase knowledge of archaeological and historical-artistic sites and to develop new communication techniques for Cultural Heritage, proposing thematic itineraries through history, culture and art that involve the territory in its entirety for the construction of an integrated tourism promotion network which is currently lacking. The proposed solutions are based on the development of intelligent agents which, by exploiting and extending the interoperability standards for digital libraries, are able to build hybrid cultural paths, crossing physical and virtual points of interest. The integration of natural language processing techniques and technologies, IoT technologies and usage information by the user are used to customize the choice of content and presentation methods, even in augmented and virtual reality, increasing the experience of fruition in a cyber-physical system where software agents and visitors interact.

## **Cybersecurity: Security Evaluation, Assessment, Testing and Automation**

### Italiano

La sicurezza non è un prodotto, ma un processo", la frase, proposta da Bruce Schneier, è un mantra comune e ben mette alla luce il fatto che il problema della sicurezza informatica non si riduce ad un problema tecnico, ma è estremamente trasversale.

La linea di ricerca dedicata ai temi della cybersecurity affronta questo tema, estremamente vasto, con un principale obiettivo di riferimento: l'automazione di OGNI attività coinvolta nel mondo della cybersecurity. Questo implica automatizzare processi come quelli del Threat modeling e della risk analysis, automatizzare l'analisi statica e dinamica del codice, automatizzare il ciclo di vita del software, integrando le best practice di cybersecurity, nel contesto della "continuous practice" e dei modelli DevOps, automatizzare il security testing and in particolare il penetration testing.

La linea si fonda su tre concetti base:

Model-based: tutti i processi di automazione sono basati e guidati da una modellazione del Sistema da valutare, (modellazione che può a sua volta essere parzialmente automatizzata)

Threat-based: il cuore dell'analisi e dell'automazione è l'identificazione

delle minacce di alto livello, ed ogni attività è guidata a identificare, mitigare, impedire o implementare (penetration e security testin) una minaccia.

Catalogue-based: tutte le attività si basano su raccolte di dati, organizzate in modo strutturato, che raccolgono e permettono di gestire tutte le informazioni sulla sicurezza recuperabili attraverso ricerche sistematiche, knowledge base aperte o proprietarie.

Le tecniche di automazione vengono poi sperimentate in una ampia gamma di sistemi e ambiti applicativi: Sistemi Cloud e HPC, sistemi IoT, Sistemi di rete come il 5G, Infrastrutture per l'Automotive e sistemi automobilistici, Droni e loro sistemi di controllo, sistemi per la pubblica amministrazione.

### ***Inglese***

"Security is not a product, but a process", this phrase, proposed by Bruce Schneier, is a common mantra and well highlights the fact that the problem of information security is not reduced to a technical problem, but is transversal .

The line of research dedicated to cybersecurity issues, addresses this extremely vast topic with a main reference objective: the automation of EVERY activity involved in the world of cybersecurity. This implies automating processes such as those of threat modeling and risk analysis, automating static and dynamic analysis of the code, automating the software life cycle, integrating cybersecurity best practices, in the context of "continuous practice" and DevOps models , automate security testing and in particular penetration testing.

The line is based on three basic concepts:

Model-based: all automation processes are based and guided by a modeling of the System to be evaluated, (modeling which can in turn be partially automated)

Threat-based: the heart of analysis and automation is the identification of high-level threats, and each activity is guided to identify, mitigate, prevent or implement (penetration and security testing) a threat.

Catalogue-based: all activities are based on data collections, organized in a structured way, which collect and allow the management of all the information on safety that can be recovered through systematic searches, open or proprietary knowledge bases.

The automation techniques are then tested in a wide range of systems and application areas: Cloud and HPC systems, IoT systems, Network systems such as 5G, Automotive infrastructures and automotive systems, Drones and their control systems, systems for the public administration.

### **Large 3D Magneto-Quasi-Static Simulation Using Parallel Computing**

#### ***Italiano***

In questa attività di ricerca, è stata sviluppata una strategia ottimale per risolvere problemi magneto-quasi-statici (MQS) in 3D in un ambiente parallelo. Sono impiegate i classici approcci basati su MPI e OpenMP, oltre al GPU computing su cluster ad alta prestazioni (cluster Cineca). Il problema numerico che stiamo studiando deriva da una formulazione integrale in forma debole di un problema MQS, che viene infine trasformato in un sistema lineare. Questo sistema lineare deve essere risolto utilizzando un metodo diretto o iterativo. Il nostro obiettivo è ottimizzare le risorse necessarie per l'assemblaggio della matrice, sfruttando i vantaggi di un approccio ibrido e risolvendo efficientemente il sistema lineare. In

particolare, il carico computazionale viene distribuito in parallelo su cluster di nodi. Impieghiamo un paradigma OpenMP a livello di nodo e un paradigma MPI a livello di processo tra i nodi. Le simulazioni dei reattori di fusione termonucleare comportano enormi costi computazionali, che richiedono approcci di calcolo parallelo, lo studio di transitori molto lunghi è spesso richiesto. Una strategia che adottiamo è quella di fattorizzare la matrice del sistema lineare utilizzando decomposizioni di Cholesky e applicare soluzioni di sistemi triangolari ad ogni passo temporale. Un altro approccio è la decomposizione agli autovalori, che ha un costo computazionale più elevato rispetto a Cholesky, ma riduce il costo computazionale della valutazione del transitorio.

### ***Inglese***

In this research activity, an optimal strategy has been developed for solving large 3D magneto-quasi-static (MQS) problems in a parallel environment. The classical MPI and OpenMP approaches, as well as GPU computing on a high-performance cluster (Cineca cluster), are employed. The numerical problem we are studying arises from a weak-form integral formulation of an MQS problem, which is ultimately transformed into a large linear system. This linear system needs to be solved using either a direct or an iterative method. Our focus is on optimizing the resources required for matrix assembly by leveraging the advantages of a hybrid OpenMP-MPI approach and efficiently solving the linear system. Specifically, the computational workload is distributed across clusters of nodes in parallel. We employ an OpenMP paradigm at the node level and an MPI paradigm at the process level between nodes. Simulations of controlled thermonuclear fusion reactors involve huge computational costs, necessitating parallel computing approaches. In particular, the study of very long transients is often required. One strategy we employ is to factorize the matrix of the linear system using Cholesky decompositions and apply triangular system solutions at each time step. Another approach we are investigating involves eigenvalue decomposition, which has a higher computational cost compared to Cholesky but simplifies the transient evaluation phase, thereby reducing the overall computational cost of the approach.

### **Agent Based Simulation**

#### ***Italiano***

La scienza computazionale (CSS) coinvolge campi interdisciplinari e sfrutta metodi computazionali, come l'analisi dei social network e la simulazione al computer con l'obiettivo di comprendere meglio i fenomeni sociali.

I modelli basati su agenti (ABM) rappresentano un efficace strumento di ricerca per i CSS e consistono in una classe di modelli che mirano a emulare o prevedere fenomeni complessi attraverso un insieme di regole semplici (ad esempio azioni indipendenti, interazioni e adattamento), eseguite da più agenti. L'efficienza e la scalabilità dei sistemi ABM si ottengono tipicamente distribuendo il calcolo complessivo su più macchine, che interagiscono tra loro per simulare un modello specifico.

#### ***Inglese***

Computational Social Science (CSS) involves interdisciplinary fields and exploits computational methods, such as social network analysis as well as computer simulation with the goal of better understanding social phenomena.

Agent-Based Models (ABMs) represent an effective research tool for CSS

and consist of a class of models, which, aim to emulate or predict complex phenomena through a set of simple rules (i.e., independent actions, interactions and adaptation), performed by multiple agents. The efficiency and scalability of ABMs systems are typically obtained distributing the overall computation on several machines, which interact with each other in order to simulate a specific model.

### **Information diffusion in networks**

#### *Italiano*

La diffusione dell'influenza nei social network è il processo mediante il quale gli individui adeguano le proprie opinioni, rivedono le proprie convinzioni o modificano i propri comportamenti a seguito delle interazioni con gli altri. Ad esempio, il marketing virale sfrutta l'influenza dei pari tra i membri dei social network per il marketing.

L'idea essenziale è che le aziende che vogliono promuovere prodotti o comportamenti potrebbero cercare di prendere di mira e convincere inizialmente alcune persone che poi innescheranno una cascata di ulteriori adozioni. L'intento di massimizzare la diffusione delle informazioni virali attraverso una rete ha suggerito diversi interessanti problemi di ottimizzazione con vari paradigmi di adozione

#### *Inglese*

The spread of influence in social networks is the process by which individuals

adjust their opinions, revise their beliefs, or change their behaviours as a result

of interactions with others. For example, viral marketing takes advantage of peer influence among members of social networks for marketing.

The essential idea is that companies wanting to promote products or behaviours might try to target and convince a few individuals initially who will then trigger a cascade of further adoptions. The intent of maximizing the spread of viral information across a network has suggested several interesting optimization problems with various adoption paradigms.

### **Handwriting Analysis**

#### *Italiano*

L'atto di scrivere e disegnare a mano è il risultato di una complessa interazione di processi fisici e mentali che coinvolgono diverse abilità cognitive, cinestetiche e percettivo-motorie. In effetti, i testi scritti a mano trasmettono informazioni considerevoli su come funzionano alcune aree del cervello umano. La neurologia, ad esempio, utilizza compiti di scrittura e disegno come metodo non invasivo per diagnosticare e monitorare disturbi come l'Alzheimer e il morbo di Parkinson e disturbi dello sviluppo, tra gli altri.

La raccolta della scrittura a mano non è invasiva, semplice ed economica e richiede poca esperienza da parte dell'operatore. Vari test con carta e penna sono stati sviluppati e utilizzati per integrare i dati di laboratorio, l'esame medico o le interviste faccia a faccia.

A causa dei numerosi processi coinvolti, la valutazione della grafia si è rivelata molto istruttiva su: disturbi mentali, genere, stati emotivi, tratti della personalità.

#### *Inglese*

The act of writing and drawing by hand is the result of a complex interaction

of physical and mental processes involving several cognitive, kinesthetic, and perceptual-motor skills. Indeed, handwritten texts convey considerable information on how some areas of the human brain are working. Neurology, for example, utilizes writing and drawing tasks as a noninvasive method for diagnosing and monitoring disorders such as Alzheimer's and Parkinson's disease, and developmental impairments among others.

Collecting handwriting is not invasive, simple, and cheap and requires little expertise from the operator. Various pen and paper tests have been developed and used to complement laboratory data, physician examination, or face-to-face interviews.

Due to the many processes involved, handwriting assessment has proved to be very informative about: Mental disorders, Gender, Emotional states, Personality traits.

### **Clustering and Classification of multi-valued data**

#### ***Italiano***

Analisi di dati aggregati in forma di distribuzione con particolare riguardo alle tecniche di Clustering e di Classificazione. Uso di metriche per dati in forma di distribuzione.

#### ***Inglese***

Analysis of aggregated data in distribution form with emphasis on Clustering and Classification techniques. Use of metrics for data in distribution form.

### **Qualitative and quantitative verbal and nonverbal emotional interactional communication features**

#### ***Italiano***

La domanda e la fornitura di sofisticati strumenti computazionali in grado di riconoscere, elaborare e memorizzare segnali di interazione rilevanti, nonché la capacità di interagire con le persone, mostrando adeguate reazioni autonome opportunamente sensibili ai cambiamenti ambientali, hanno prodotto grandi aspettative nell'Information Communication Technology (ICT). Il progresso verso la comprensione e la modellazione di tali aspetti è cruciale per l'implementazione di sistemi comportamentali di Human Computer Interaction (HCI) che semplificheranno l'accesso degli utenti a servizi sociali futuri, redditizi, remoti e vicini.

#### ***Inglese***

Demand for and delivery so far of sophisticated computational instruments able to recognize, process and store relevant interactional signals, as well as interact with people, displaying suitable autonomous reactions appropriately sensitive to environmental changes, have produced great expectations in Information Communication Technology (ICT). Progress toward understanding and modeling such facets is crucial for implementing behaving Human Computer Interaction (HCI) systems that will simplify user access to future, profitable, remote and nearby social services.

#### ***Progetti di Ricerca***

- Greencharge, H2020, Internazionale, Commissione Europea
- MicroCyber, EDIH - Innovation Europe, Internazionale, Commissione Europea
- CoSSMIC, H2020, Internazionale, Commissione Europea

- Toreador, H2020, Internazionale, Commissione Europea
- Crystal, FP7, Internazionale, Commissione Europea
- mOSAIC,FP7,Internazionale,Commissione Europea
- MUSA,H2020,Europeo,Commissione Europea
- SPECS,FP7,Europeo,Commissione Euripea
- Empathic,H2020,Internazionale,Commissione Europea
- Menhir,H2020,Internazionale,Commissione Europea
- RASTA, PON (ARS), Nazionale, MIUR
- AMPERE, PRIN, Nazionale, MIUR
- 20177BZMAH\_003, PRIN, Nazionale, MIUR
- SI-ROBOTICS, PON, Nazionale, MIUR
- Metafora, Progetto MIMIT, Nazionale, MIMIT
- Borgo 4.0, Regionale, Regione Campania,
- Quick&Smart,PON FESR, Regionale, Regione Campania
- Chirotonia, Progetto regionale, Regionale, Meditech
- SSCeGov, VALERE, Locale, Ateneo
- Cleopatra, VALERE, Locale, Ateneo
- Androids, VALERE, Locale, Ateneo
- Salice, VALERE, Locale, Ateneo
- Legal BIM e Transizione Digitale, Fondi di Ateneo Giovani Ricercatori, Locale, Ateneo

### **Prodotti Scientifici**

#### **2020**

- Beniamino Di Martino, Salvatore Venticinque , Antonio Esposito and Salvatore D’Angelo, “A Methodology Based on Computational Patterns for Offloading of Big Data Applications on Cloud-Edge Platforms”, Future Internet, v. 12(2), n. 28, 2020.
- Beniamino Di Martino, Antonio Esposito, Salvatore D’Angelo, Salvatore Augusto Maisto, Stefania Nacchia, “A Compiler for Agnostic Programming and Deployment of Big Data Analytics on Multiple Platforms”, IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems, v. 30, n. 9, Sept. 2019. <https://doi.org/10.1109/TPDS.2019.2901488>
- F. A. T. De Carvalho, Balzanella A., Irpino A., Verde R. (2020). Co-clustering algorithms for distributional data with automated variable weighting. INFORMATION SCIENCES, ISSN: 0020-0255, doi: 10.1016/j.ins.2020.11.018
- R. Picaro, Divagazioni in tema di attività contrattuale dei committenti pubblici al tempo della digitalizzazione dei processi costruttivi, in Il diritto dell’economia, 2020, 1, pp. 345-366
- R. Picaro, Relazioni consumeristiche, intelligenza artificiale e nuove identità, in Rassegna di diritto civile, 2020, 4, pp. 1485-1522
- Casola, V., De Benedictis, A., Rak, M., Villano, U. A novel Security-by-Design methodology: Modeling and assessing security by SLAs with a quantitative approach (2020) Journal of Systems and Software, 163, art. no. 110537 DOI:10.1016/j.jss.2020.110537 PUBLISHER: Elsevier Inc.
- Casola, V., De Benedictis, A., Rak, M., Villano, U. A methodology for automated penetration testing of cloud applications (2020) International Journal of Grid and Utility Computing, 11 (2), pp. 267-277. DOI: 10.1504/IJGUC.2020.105541 PUBLISHER: Inderscience Publishers

## 2021

- Di Martino, B., Esposito, A., & Colucci Cante, L. (2021). Multi agents simulation of justice trials to support control management and reduction of civil trials duration. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 1-13.
- Beniamino Di Martino, Luigi Colucci Cante, Antonio Esposito, Pietro Lupi, Massimo Orlando, “Temporal outlier analysis of online civil trial cases based on graph and process mining techniques”, *Int. J. Big Data Intell.* 8(1): 31-46 (2021)
- Beniamino Di Martino, Mariangela Graziano, “Semantic techniques for discovering architectural patterns in building information models”, *Int. J. Computational Science and Engineering, Inderscience*, 24(2): 200-213 (2021).
- Salvatore Venticinque, Beniamino Di Martino, Rocco Aversa, Marit K. Natvig, Shanshan Jiang, Regina Enrich Sard, “Evaluation of innovative solutions for e-mobility”, *Int. J. Grid Utility Computing* 12(2): 159-172 (2021).
- Catillo, M., Ocone, L., Villano, U., Rak, M. Black-box load testing to support auto-scaling web applications in the cloud(2021) *International Journal of Grid and Utility Computing*, 12 (2), pp. 139-148. DOI: 10.1504/IJGUC.2021.114823 PUBLISHER: Inderscience Publishers
- Catillo, M., Pecchia, A., Rak, M., Villano, U. Demystifying the role of public intrusion datasets: A replication study of DoS network traffic data (2021) *Computers and Security*, 108, art. no. 102341, DOI: 10.1016/j.cose.2021.102341 PUBLISHER: Elsevier Ltd

## 2022

- Di Martino, B., Cante, L. C., D'Angelo, S., Esposito, A., Graziano, M., Marulli, F., ... & Cataldi, A. “A Big Data Pipeline and Machine Learning for Uniform Semantic Representation of Data and Documents From IT Systems of the Italian Ministry of Justice” *International Journal of Grid and High Performance Computing (IJGHPC)*, 14(1), 1-31. 2022
- Dario Branco, Beniamino di Martino, Antonio Esposito, Gioacchino Tedeschi, Simona Bonavita, Luigi Lavorgna, “Machine learning techniques for prediction of multiple sclerosis progression”, *Soft Computing*, vol. 26, 12041–12055, Springer, published online, 2022. Download (OpenAccess): <https://doi.org/10.1007/s00500-022-07503-z>
- Di Martino B., Branco D., Colucci Cante L., Venticinque S., Scholten R., Bosma B. “Semantic and knowledge based support to business model evaluation to stimulate green behaviour of electric vehicles’ drivers and energy prosumers”. *J Ambient Intelligence and Humanized Computing – Springer*, 13(12), pp. 5715–5737, 2022.
- S. Ventre, F. Cau, A. Chiariello, G. Giovinco, A. Maffucci, and F. Villone, “Fast and accurate solution of integral formulations of large mqs problems based on hybrid openmpdash;mpi parallelization,” *Applied Sciences*, vol. 12, no. 2, 2022.
- F. Cau, A. G. Chiariello, G. Rubinacci, V. Scalera, A. Tamburrino, S. Ventre, and F. Villone, “A fast matrix compression method for large scale numerical modelling of rotationally symmetric 3d passive structures in fusion devices,” *Energies*, vol. 15, no. 9, 2022.

- T. Amorese, M. Cuciniello, A. Vinciarelli, G. Cordasco, and A. Esposito, "Synthetic vs human emotional faces: What changes in humans' decoding accuracy," *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, vol. 52, no. 3, pp. 390–399, 2022.
- Cordasco G., Gargano L., Rescigno A.A. "Dual domination problems in graphs". In *Journal of Computer and System Sciences*, 128, pages 18-34, ISSN:220000, 2022.
- de Carvalho, Francisco de A. T., Irpino, Antonio, Verde, Rosanna, Balzanella, Antonio (2022). Batch Self-Organizing Maps for Distributional Data with an Automatic Weighting of Variables and Components. *JOURNAL OF CLASSIFICATION*, ISSN: 0176-4268.
- Esposito A., Cuciniello M., Amorese T., Vinciarelli A., Cordasco G. "Humanoid and android robots in the imaginary of adolescents, young adults and seniors". In *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, ISSN:18685137, 2022.
- T. Amorese, M. Cuciniello, A. Vinciarelli, G. Cordasco and A. Esposito, "Synthetic vs Human Emotional Faces: What Changes in Humans' Decoding Accuracy," in *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, vol. 52, no. 3, pp. 390-399, June 2022,
- Esposito, A., Amorese, T., Cuciniello, M. et al. Age and gender effects on the human's ability to decode posed and naturalistic emotional faces. *Pattern Anal Applic* 25, 589–617 (2022).
- Alosban, N., Esposito, A. & Vinciarelli, A. What You Say or How You Say It? Depression Detection Through Joint Modeling of Linguistic and Acoustic Aspects of Speech. *Cogn Comput* 14, 1585–1598 (2022).
- Rak, M., Salzillo, G., Granata, D. ESsecA: An automated expert system for threat modelling and penetration testing for IoT ecosystems (2022) *Computers and Electrical Engineering*, 99, art. no. 107721, DOI: 10.1016/j.compeleceng.2022.107721 PUBLISHER: Elsevier Ltd
- Rios, E., Higuero, M., Larrucea, X., Rak, M., Casola, V., Iturbe, E. Security and Privacy Service Level Agreement composition for Internet of Things systems on top of standard controls (2022) *Computers and Electrical Engineering*, 98, art. no. 107690, DOI: 10.1016/j.compeleceng.2022.107690 PUBLISHER: Elsevier Ltd
- A. Amato, G. Cirillo, and F. Moscato, "Towards semantic description of symbology and heraldry using ontologies," *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol. 497 LNNS, p. 488 – 497, 2022.
- A. Amato, R. Aversa, S. Venticinque, S. Mataluna, G. Renda, Porting of Semantically Annotated and Geo-Located Images to an Interoperability Framework, in *Complex, Intelligent and Software Intensive Systems*, ed. L. Barolli, 2022, DOI [https://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-08812-4\\_49](https://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-08812-4_49), 1-9.
- A. Ambrisi, R. Aversa, D. Branco, M. Ficco, S. Venticinque, S. Mataluna, G. Renda, Intelligent agents for diffused cyber-physical museums, in *Studies in Computational Intelligence*, eds. D. Camacho, D. Rosaci, G.M.L. Sarné, M. Versaci, *Intelligent Distributed Computing XIV*, Springer International Publishing, 2022, 1-10, ISBN 978-3-030-96627-0.

## 2023

- Branco, A. Amato, S. Venticinque, and R. Aversa, "Agents based cyber-physical diffused museums over web interoperability standards," *IEEE Access*, vol. 11, p. 44107 – 44122, 2023.

- Zappatore, M., Longo, A., Martella, A., Di Martino, B., Esposito, A., & Gracco, S. A. (2023). Semantic models for IoT sensing to infer environment-wellness relationships. *Future Generation Computer Systems*, 140, 1-17.
- Di Martino, B., Colucci Cante, L., Esposito, A., & Graziano, M. (2023). A tool for the semantic annotation, validation and optimization of business process models. *Software: Practice and Experience*. First published: 11 January 2023 " <https://doi.org/10.1002/spe.3184>
- Cordasco G., Gargano L., Rescigno A.A. "Immunization in the Threshold Model: A Parameterized Complexity Study". In *Algorithmica*, ISSN:1784617, 2023
- Granata, D., Rak, M. Systematic analysis of automated threat modelling techniques: Comparison of open-source tools (2023) *Software Quality Journal*, . DOI: 10.1007/s11219-023-09634-4 PUBLISHER: Springer
- Catillo, M., Villano, U., Rak, M., A survey on auto-scaling: how to exploit cloud elasticity (2023) *International Journal of Grid and Utility Computing*, 14 (1), pp. 37-50. DOI: 10.1504/IJGUC.2023.129702 PUBLISHER: Inderscience Publishers
- R. Picaro, *Metodi e strumenti di gestione informativa digitale delle costruzioni*, in R. Chieppa, M. Santise, H. Simonetti e R. Tuccillo (a cura di), *Il nuovo codice dei contratti pubblici*, Piacenza, 2023

***Rapporti internazionali e nazionali con aziende, enti, centri di ricerca, Università***

**Internazionali:**

EUROfusion Consortium, EURATOM-CCFE Fusion Association, JET, UK  
 Sintef, Norvegia  
 IIIA-CSIC - Artificial Intelligence Research Institute, Catalonia, Spain;  
 LRZ - Leibniz-Rechenzentrum der Bayerischen Akademie der  
 Wissenschaft, Germania  
 LMU - Ludwig Maximilian Universitaet Muenchen, Germania  
 University of Vienna, Austria  
 University of Innsbruck, Austria  
 Stuttgart Universitaet, Germania  
 Città Di Costanza, Germania  
 International Solar Energy Research Center Konstanz Isc, Germania  
 Sunny Solartechnik, Germania  
 Boukje.Com Consulting, Paesi Bassi  
 Università Ntnu, Norvegia  
 Esmart Systems, Norvegia  
 Hsubject Gmbh, Germania  
 Fundacio Eurecat (Eut), Spagna  
 Atlantis It Sl (Atlan), Spagna  
 Millor Energy Solutions Sl, Spagna  
 Motit World Sl , Spagna  
 Città di Bremen, Germania  
 Move About, Germania  
 Pmc Personal Mobility Center Nordwest Eg, Germania  
 Città Di Oslo, Norvegia

Fortum, Finlandia  
Pno Consultants Bv , Paesi Bassi  
Iclei European Secretariat, Germania  
Università di Oslo, Norvegia  
Cloud Security Alliance EMEA  
EMC, Ireland  
XLAB, Slovenia  
IeAT, Institute e-Austria Timisoara, Romania  
Technalia, Spagna  
MontiImage, Francia  
Technical University of Darmstadt, Germania  
Lufthansa, Germania  
Ca Technologies Development, Spagna  
Aimes Grid Services Community Interest Company, Inghilterra  
Università di Tampere, Finlandia  
Université Sorbonne Paris Nord, Francia

**Nazionali:**

Gran Sasso Science Institute - GSSI  
Universita del Molise  
Universita Milano Bicocca  
Universita di Perugia  
Università degli Studi di Roma Tre  
Università degli Studi di Roma Sapienza  
Consiglio Nazionale delle Ricerche  
C.I.N.I. - Consorzio Interuniversitario Nazionale per l'Informatica  
Centro Interuniversitario Di Ricerca Per Lo Sviluppo Sostenibile  
ENEA  
INFN  
Provincia Di Caserta  
Ente nazionale per il microcredito  
Comunità Vallo Diano  
CONFAPI - Confederazione Italiana Della Piccola E Media Industria  
Privata  
SA Documents S.r.l.  
TSC Global Consulting S.r.l.  
IBM Italia spa  
Deloitte Consulting S.r.l.  
Deloitte Risk Advisory S.r.l.  
Officine Innovazione S.r.l.  
Digiform S.r.l.  
Bit4ID S.r.l.  
EMM S.r.l.

**Enti di ricerca con i quali sono stati stipulati accordi di convenzione, conto terzi o accordi quadro di collaborazione e trasferimento tecnologico**

SMA Road Safety S.r.l., Convenzione Conto Terzi per Consulenza Scientifica, "Studio di protocolli e tecnologie per la realizzazione di sistemi di comunicazione Vehicle to Infrastructure (V2I)".

**Collaborazioni con Consorzi, Scarl, altri Enti partecipati dall'Ateneo,**

**con indicazione dei progetti in comune o svolti dai ricercatori del gruppo nell'ambito di queste strutture**

- **G.R.A.L.E. Spin-Off universitario (Dipartimento di Giurisprudenza, Università della Campania Luigi Vanvitelli)**

- **Consorzio CINI - Consorzio Interuniversitario Nazionale per l'Informatica**

- Progetto Nazionale (MIUR PON) RASTA

- Progetto Europeo H2020 Toreador, Ricercatori: Beniamino Di Martino, Antonio Esposito, Salvatore D' Angelo

- Progetto Europeo Tenacious. Ricercatori, Antonio esposito, Beniamino Di Martino

- **CERICT srl - Centro Regionale di Competenza per l'ICT**

- Borgo4.0, POR Campania FESR 2014/2020, Smart Mobility

**Categorie ISI WEB di riferimento**

Computer Science, Hardware & Architecture

Computer Science, Information Systems

Computer Science, Interdisciplinary Applications

Computer Science, Artificial Intelligence

Engineering, Electrical & Electronic Nuclear Science & Technology

Physics, Applied

Computer Science, Theory & Methods

Computer Science, Cybernetics

History

Construction & building technology Law

Statistics and Probability, Statistics, Probability

**Settori Scientifico-Disciplinari di riferimento.**

ING-INF/05

ING-INF/06

ING-IND/31

IUS/01

L-ANT/09

SECS-S/01

INF/01

M-STO/02

L-OR/12

Sito web

Responsabile scientifico/  
Coordinatore

Beniamino Di Martino, Professore Ordinario, ING-INF/05

Settore ERC del gruppo

**PE\_6, PE\_7, PE\_1, PE\_11, SH\_6**

Componenti

**Dipartimento di Ingegneria**

Aversa ROCCO, Professore Ordinario, ING-INF/05

Beniamino DI MARTINO, Professore Ordinario, ING-INF/05

Andrea Gaetano CHIARIELLO, Professore Associato, ING-IND/31

Massimiliano RAK, Professore Associato, ING-INF/05  
Salvatore VENTICINQUE, Professore Associato, ING-INF/05  
Antonio ESPOSITO, RTD/b, ING-INF/05  
Salvatore D'ANGELO, RTD/a, ING-INF/05  
Dario BRANCO, Dottorando, ING-INF/05  
Luigi COLUCCI CANTE, Dottorando, ING-INF/05  
Giacomo DI GUIDA, Dottorando, ING-INF/05  
Pietro FUSCO, Dottorando, ING-INF/05  
Daniele GRANATA, Dottorando, ING-INF/05  
Mariangela GRAZIANO, Dottorando, ING-INF/05  
Angelo AMBRISI, Assegnista, ING-ING/05  
Marta MAURINO, Assegnista, ING-INF/05

#### **Dipartimento di Giurisprudenza**

Raffaele PICARO, Professore Ordinario, IUS/01  
Martino MONACO, Dottorando, IUS/01

#### **Dipartimento di Scienze Politiche**

Giuseppe CIRILLO, Professore Ordinario, M-STO/02  
Adele PASTENA, Professore Associato, IUS/02  
Paola VIVIANI, Professore Associato, L-OR/12  
Angelo DI FALCO, RTD/b, M-STO/02  
Alba AMATO, RTD/a, ING-INF/05

#### **Dipartimento di Lettere e Beni Culturali**

Giuseppina RENDA, Professore Associato, L-ANT/09

#### **Dipartimento di Matematica e Fisica**

Rosanna VERDE, Professore Ordinario, SECS-S/01  
Antonio BALZANELLA, Professore Associato, SECS-S/01  
Stefano MARRONE, Professore Associato, INF/01

#### **Dipartimento di Psicologia**

Anna ESPOSITO, Professore Ordinario, INF/01  
Gennaro CORDASCO, Professore Associato, INF/01

#### **Esterni**

Gennaro JUNIOR PEZZULLO, Dottorando, ING-INF/05  
Domenico DI SIVO, Dottorando, ING-INF/05