



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI UDINE**
hic sunt futura

DECRETO
RETTORALE



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Allegato 1

Bando di concorso per l'attribuzione di 1 assegno per lo svolgimento di attività di ricerca presso l'Università degli Studi di Udine dal tema "Logiche spazio-temporali: estensioni con operatori di quantificazione nominale e per strutture gerarchiche" SSD: INF/01 (responsabile scientifico, Marino Miculan)

Assegno di ricerca cofinanziato a valere sulle risorse del progetto PRIN 2022 - Prot. n. 20228KXFN2

Art. 1

È indetta una selezione per l'attribuzione di 1 assegno per lo svolgimento di attività di ricerca presso l'Università degli Studi di Udine, individuabile nell'Allegato A che costituisce parte integrante e sostanziale del presente bando.

L'assegno di ricerca è collegato al progetto di ricerca sul quale grava e subordinato alla relativa copertura finanziaria.

L'assegno può essere rinnovato in conformità con quanto previsto dall'art. 22 della Legge 30 dicembre 2010, n. 240 (nel testo vigente prima della data di entrata in vigore della Legge di conversione del D.L. 36/2022, L. 79/2022), dalla Legge 27 febbraio 2015, n. 11 e dal Regolamento dell'Università degli Studi di Udine per il conferimento di assegni di ricerca emanato con Decreto rettorale 31 marzo 2021, n. 182, in presenza di valutazione positiva del responsabile scientifico sull'attività svolta dall'assegnista, adeguata motivazione scientifica e relativa copertura finanziaria.

L'assegno di ricerca non dà luogo ad alcun diritto in ordine all'accesso ai ruoli dell'Università.

Eventuali comunicazioni personali ai candidati relative alla presente selezione saranno trasmesse esclusivamente all'indirizzo e-mail indicato in sede di iscrizione alla selezione, come da procedura di cui all'art. 5.

Art. 2

L'assegno di ricerca oggetto del presente bando di concorso ed i relativi requisiti di ammissione sono indicati e descritti nell'Allegato A. La mancanza dei requisiti di ammissione comporta l'esclusione dalla selezione.

Il possesso del titolo di dottore di ricerca o titolo equivalente conseguito all'estero o, per i soli settori interessati, del titolo di specializzazione di area medica corredato da un'adeguata produzione scientifica, costituisce requisito preferenziale ai fini dell'attribuzione dell'assegno oggetto della presente selezione, qualora non sia stato previsto quale requisito obbligatorio.

La Commissione giudicatrice (v. art. 7) valuta, ai fini della sola ammissione al concorso, l'idoneità del titolo di studio conseguito all'estero fatta salva la valutazione del titolo di specializzazione di area medica a cui si applica l'art. 38 del D.Lgs 165/2001 e successive modifiche e integrazioni e la normativa comunitaria in materia.



La Commissione procede alla valutazione del titolo di studio conseguito all'estero in base alla relativa documentazione allegata alla domanda di partecipazione alla selezione e può escludere il candidato anche qualora la documentazione presentata non fornisca gli elementi sufficienti per la valutazione.

Il candidato deve pertanto allegare tutta la documentazione in suo possesso relativa al proprio titolo al fine di fornire alla Commissione elementi sufficienti per la valutazione.

I candidati in possesso di un titolo di studio conseguito all'estero, se vincitori, devono presentare, qualora non già allegato alla domanda di partecipazione alla selezione:

Per i titoli di studio rilasciati da un paese appartenente all'Unione Europea, una delle seguenti opzioni:

- Diploma Supplement in inglese rilasciato dall'Università competente.
- "Attestato di comparabilità del titolo estero - CIMEA" rilasciato da CIMEA (Centro di Informazione sulla Mobilità e le Equivalenze Accademiche) tramite il servizio «diplome» all'indirizzo <https://cimea.diplo-me.eu/udine/#/auth/login>

Per i titoli di studio rilasciati da un paese extra Unione Europea, una delle seguenti opzioni:

- Dichiarazione di valore in loco del titolo posseduto e il certificato relativo al titolo con esami e votazioni. Il certificato in lingua diversa dall'italiano o dall'inglese deve essere accompagnato da traduzione ufficiale in una di tali lingue (certificata dall'autorità diplomatico-consolare competente o asseverata presso un tribunale in Italia).
- "Attestato di comparabilità del titolo estero - CIMEA" rilasciato da CIMEA (Centro di Informazione sulla Mobilità e le Equivalenze Accademiche) tramite il servizio «diplome» all'indirizzo <https://cimea.diplo-me.eu/udine/#/auth/login>

Se il Diploma Supplement o la dichiarazione/attestato di comparabilità non sono disponibili in sede di stipula del contratto, il candidato deve dimostrare di averne fatto richiesta e presentarli non appena possibile.

L'eventuale esclusione dalla procedura selettiva per mancanza dei requisiti di ammissibilità, per assenza dei documenti obbligatori, per mancata sottoscrizione della domanda di selezione o per presentazione della domanda di selezione con modalità diverse da quella prevista dal presente bando sarà comunicata agli interessati esclusivamente all'indirizzo e-mail indicato nella domanda di partecipazione alla selezione.

Art. 3

L'assegno di ricerca di cui al presente bando non può essere conferito:

- ai dipendenti delle Università e dei soggetti di cui all'art. 22, comma 1, della legge 30 dicembre 2010, n. 240 (nel testo antecedente la riforma introdotta dalla Legge 29 giugno 2022, n. 79);
- a coloro che hanno già usufruito di assegni di ricerca ex legge 30 dicembre 2010, n. 240 (ante riforma introdotta dalla Legge 29 giugno 2022, n. 79) per il periodo massimo consentito dalla normativa, ad esclusione del periodo in cui l'assegno è stato fruito in coincidenza con il dottorato di ricerca, nel limite massimo della durata legale del relativo corso;
- a coloro che hanno già usufruito di assegni di ricerca e di contratti di ricercatore a tempo determinato previsti rispettivamente dagli artt. 22 e 24 della legge 30 dicembre 2010, n. 240 (nel testo antecedente la riforma introdotta dalla Legge 29 giugno 2022, n. 79) per complessivi 12 anni anche non continuativi;



- d) a coloro che hanno un grado di parentela o di affinità, fino al quarto grado compreso, con:
- il Rettore, il Direttore generale o un componente del Consiglio di amministrazione dell'Università degli Studi di Udine;
 - il responsabile scientifico o un professore/ricercatore appartenente al dipartimento o alla struttura sede dell'attività dell'assegno di ricerca d'interesse.

L'assegno di ricerca di cui al presente bando non può essere cumulato:

- a) con borse di studio a qualsiasi titolo conferite, tranne che con quelle concesse da istituzioni nazionali o straniere utili ad integrare, con soggiorni all'estero, l'attività di formazione o di ricerca dell'assegnista;
- b) con altri assegni di ricerca;
- c) con rapporti di lavoro dipendente ancorché part time, fatto salvo quanto previsto in materia per i dipendenti di pubbliche amministrazioni.

La titolarità dell'assegno di cui al presente bando è inoltre incompatibile con la contemporanea frequenza di corsi di laurea, laurea specialistica o magistrale, dottorato di ricerca con borsa e specializzazione medica, in Italia e all'estero.

Art. 4

I candidati devono allegare alla domanda di partecipazione alla selezione, a pena di esclusione:

- a) il curriculum scientifico professionale, dove siano evidenziate le attitudini del candidato idonee allo svolgimento e realizzazione del programma della ricerca (Allegato A);
- b) il documento di identità o altro documento di identificazione;
- c) (per i soli candidati con titolo di accesso conseguito all'estero) certificazione o autocertificazione del titolo accademico previsto per l'ammissione alla selezione e degli esami (con relativa valutazione) sostenuti durante il percorso di studio svolto all'estero e ogni ulteriore documento utile al fine della valutazione del titolo da parte della Commissione giudicatrice.

Alla domanda di partecipazione possono essere allegati ai fini valutativi, pubblicazioni e ogni altro titolo ritenuto utile a comprovare la qualificazione del candidato in relazione al programma di ricerca (Allegato A) e ad attestare l'eventuale attività di ricerca svolta presso soggetti pubblici e/o privati (con indicazione della decorrenza e durata).

I documenti e i titoli sopra citati devono essere presentati in lingua italiana o inglese, pena la non valutazione. I documenti e i titoli, originariamente in lingua diversa, devono essere accompagnati da una traduzione in italiano o in inglese effettuata dal candidato, sotto la sua responsabilità. La traduzione può limitarsi ad un abstract esteso con riferimento alla sola tesi.

I candidati italiani e comunitari che intendono presentare titoli riferiti a stati e fatti attestati da Pubbliche Amministrazioni devono procedere esclusivamente con autocertificazione.

I cittadini extracomunitari, regolarmente soggiornanti in Italia, possono autocertificare solo i dati verificabili o certificabili da soggetti pubblici italiani. Possono inoltre utilizzare le dichiarazioni sostitutive quando previsto da una convenzione internazionale presente tra l'Italia e il Paese di provenienza del dichiarante.

I cittadini extracomunitari non soggiornanti in Italia non possono autocertificare.



Vengono valutati solo i titoli posseduti dal candidato alla data di presentazione della domanda di selezione e presentati secondo le modalità di cui all'art. 5.

Costituisce causa di esclusione dalla selezione la mancata presentazione dei documenti obbligatori previsti dal presente articolo.

Art. 5

Le iscrizioni alla selezione iniziano il 16 novembre 2023 ore 14:00 (ora italiana) e terminano il 12 gennaio 2024 ore 14:00 (ora italiana).

La domanda di partecipazione alla selezione deve essere compilata, pena esclusione, utilizzando l'apposita procedura online, disponibile all'indirizzo web: <https://pica.cineca.it/>
La procedura prevede una fase di registrazione del candidato, per coloro che non hanno già un'utenza, e una fase successiva di compilazione della domanda.

Una volta completata, la domanda on line deve essere firmata con le modalità (firma manuale, con allegato documento di identità, o firma digitale) descritte nella procedura on line, a pena di esclusione dalla selezione. La domanda non dovrà essere firmata qualora si acceda alla procedura online sopraccitata mediante identificativo SPID.

Alla domanda di partecipazione alla selezione devono essere allegati in formato .pdf i titoli di cui all'art. 4. I singoli file, in formato .pdf, non possono avere dimensione superiore a 30MB.

La domanda di partecipazione alla selezione viene inviata automaticamente all'Università degli Studi di Udine con la chiusura definitiva della procedura on line.

L'Amministrazione universitaria:

- non si assume alcuna responsabilità nel caso sia impossibile leggere la documentazione presentata in formato elettronico a causa di file danneggiati;
- non accetta né prende in considerazione titoli o documenti pervenuti in formato cartaceo o con modalità diversa da quella indicata nel presente articolo.

Non è consentito il riferimento a documenti e pubblicazioni già presentati in occasione di altri concorsi.

L'Amministrazione non si assume alcuna responsabilità per il caso di dispersione di comunicazioni dipendente da inesatte indicazioni della residenza e del recapito da parte dell'aspirante o da mancata, oppure tardiva, comunicazione del cambiamento degli stessi, né per eventuali disguidi postali o telegrafici non imputabili a colpa dell'Amministrazione stessa.

I candidati sono invitati a non attendere gli ultimi giorni prima della data di scadenza per la presentazione della domanda di partecipazione alla selezione. L'Università non si assume alcuna responsabilità per eventuali malfunzionamenti dovuti a problemi tecnici e/o sovraccarico della linea di comunicazione e/o dei sistemi applicativi.



Art. 6

La prova di selezione si svolge secondo le modalità riportate nell'Allegato A.

La prova tenderà ad accertare la preparazione, l'esperienza e l'attitudine alla ricerca dei candidati. Essa consisterà nella valutazione del curriculum scientifico professionale, delle pubblicazioni e dei titoli presentati, e del colloquio, ove previsto.

Art. 7

La Commissione giudicatrice di concorso è individuata nell'Allegato A al presente bando di cui fa parte integrante.

La Commissione, nella prima seduta, nomina al proprio interno il Presidente ed il Segretario verbalizzante e stabilisce i criteri e le modalità di valutazione dei titoli e del colloquio, ove previsto.

I risultati della valutazione dei titoli devono essere resi noti agli interessati nel corso del colloquio, ove previsto.

La Commissione dispone di un numero complessivo di 100 punti (cento centesimi) attribuibili alla selezione.

Al termine dei lavori la Commissione formula la graduatoria generale di merito sulla base del punteggio complessivo riportato da ogni candidato e provvede alla stesura del verbale delle operazioni concorsuali.

L'assegno è attribuibile, nel rispetto della graduatoria, ai candidati che abbiano riportato la votazione minima complessiva di 70/100 (settanta centesimi).

Il giudizio della Commissione è insindacabile nel merito.

La graduatoria sarà resa pubblica esclusivamente mediante pubblicazione sul sito dell'albo ufficiale dell'Ateneo.

L'esito della valutazione non sarà oggetto di comunicazione ai candidati.

Decadono dal diritto all'attribuzione dell'assegno di ricerca coloro che non dichiarano di accettarlo e non si presentano presso la struttura sede dell'attività di ricerca entro i termini comunicati dalla stessa anche con modalità non formali.

Deroghe a tale termine saranno concesse esclusivamente per cause di forza maggiore documentate.

Art. 8

L'attività di ricerca non può essere iniziata prima della sottoscrizione del contratto che definisce le modalità della collaborazione.

L'attività oggetto dell'assegno di ricerca dovrà presentare le seguenti caratteristiche:

- a) svolgersi nell'ambito del programma di ricerca oggetto dell'assegno e non esserne supporto meramente tecnico;
- b) stretto legame con la realizzazione del programma di ricerca che costituisce l'oggetto del rapporto con il vincitore;



- c) carattere continuativo e comunque temporalmente definito, non meramente occasionale, ed in rapporto di coordinamento rispetto alla complessiva attività dell'Ateneo;
- d) svolgimento in condizione di autonomia, nei soli limiti del programma predisposto dal Responsabile dello stesso, senza orario di lavoro predeterminato.

L'assegnista è tenuto a presentare, con le scadenze previste dal contratto, alla struttura di riferimento, una particolareggiata relazione scritta sull'attività svolta e sui risultati conseguiti, corredata dal parere del responsabile scientifico. L'assegnista dovrà inoltre consegnare relazioni intermedie e timesheet, qualora richiesti dalla struttura di riferimento.

Il recesso dal contratto può essere esercitato dall'assegnista o dalla struttura di riferimento.

Il contratto può essere risolto dalla struttura di riferimento, oltre che per le ipotesi di cui all'art. 9, comma secondo e terzo, del "Regolamento interno per il conferimento di assegni di ricerca ex legge 30 dicembre 2010 n. 240" dell'Università degli Studi di Udine, anche nel caso in cui venga meno il progetto di ricerca e pertanto la copertura finanziaria su cui grava l'assegno di ricerca.

Art. 9

All'assegno di cui al presente bando, si applicano:

- in materia fiscale le disposizioni di cui all'art. 4 della legge 13 agosto 1984, n. 476 e successive modificazioni e integrazioni;
- in materia previdenziale, le disposizioni di cui all'art. 2 commi 26 e seguenti della legge 8 agosto 1995, n. 335 e successive modificazioni e integrazioni;
- in materia di congedo obbligatorio per maternità le disposizioni di cui al decreto ministeriale 12 luglio 2007;
- in materia di congedo per malattia, le disposizioni di cui all'art. 1 comma 788 della legge 27 dicembre 2006 n. 296 e successive modificazioni.

Nel periodo di astensione obbligatoria per maternità l'indennità corrisposta dall'INPS ai sensi dell'art. 5 del decreto ministeriale 12 luglio 2007, è integrata dall'Università fino a concorrenza dell'intero importo dell'assegno di ricerca.

Il pagamento dell'assegno sarà effettuato in rate mensili.

Art. 10

I dati raccolti nell'ambito della procedura di cui all'art. 5 sono necessari per la corretta gestione della procedura di selezione, per l'eventuale successiva gestione dell'assegno di ricerca e per finalità connesse alla gestione dei servizi erogati dall'Università. L'Università degli Studi di Udine è il Titolare del Trattamento. In ogni momento, l'interessato può richiedere l'accesso, la rettifica nonché, compatibilmente con le finalità istituzionali dell'Ateneo, la cancellazione e la limitazione del trattamento o opporsi al trattamento dei propri dati. Può sempre proporre reclamo al Garante Italiano per la protezione dei dati. L'informativa completa è disponibile sul sito dell'Università degli Studi di Udine nella sezione "privacy" accessibile dalla home page www.uniud.it Link Diretto: <https://www.uniud.it/it/it/pagine-speciali/guida/privacy>



Art. 11

Per quanto non espressamente citato nel presente bando si fa riferimento alla normativa vigente in materia citata in premessa ed al "Regolamento interno per il conferimento di assegni di ricerca ex legge 30 dicembre 2010 n. 240" dell'Università degli Studi di Udine emanato con decreto rettorale 31 marzo 2021, n. 182.

Art. 12

Il funzionario responsabile del procedimento è la dott.ssa Sandra Salvador, Responsabile dell'Area Servizi per la Ricerca dell'Università degli Studi di Udine.

L'ufficio di riferimento presso l'Università degli Studi di Udine è l'Area Servizi per la Ricerca – Ufficio Formazione per la Ricerca, via Mantica n. 31 - 33100 Udine.

Per chiedere informazioni sul bando compilare il seguente modulo disponibile sul sito dell'Università degli Studi di Udine:

https://helpdesk.uniud.it/SubmitSR.jsp?type=req&accountId=universityofudine&populateSR_id=42105



Allegato A

Responsabile scientifico della ricerca / Principal investigator:

Nome e cognome / Name and surname: Marino Miculan
Qualifica / Position: Professore Associato / Associate Professor
Dipartimento / Department: Scienze Matematiche, Informatiche e Fisiche (DMIF) / Mathematics, Computer Science and Physics
Area MUR / Research field: 01 – Scienze matematiche e informatiche
Settore concorsuale e Settore scientifico disciplinare / Scientific sector: 01/B1; INF/01 – Informatica

Titolo dell'assegno di ricerca / Topic of the research fellowship "assegno di ricerca":

I bandi sono consultabili dal sito dell'Ateneo, del MUR e di Euraxess / The calls are available on the University, MUR and Euraxess websites

Testo in italiano:

Logiche spazio-temporali: estensioni con operatori di quantificazione nominale e per strutture gerarchiche.

Text in English:

Spatiotemporal logics: extensions with nominal quantification operators and for hierarchical structures.

Obiettivi previsti e risultati attesi del programma di ricerca in cui si colloca l'attività dell'assegnista di ricerca / Foreseen objectives and results of the research programme performed by the research fellow "assegnista di ricerca":

I bandi sono consultabili dal sito dell'Ateneo, del MUR e di Euraxess / The calls are available on the University, MUR and Euraxess websites

Testo in italiano:

<p>Abstract del progetto</p>	<p>Il ragionamento sullo spazio e sul tempo è fondamentale in tutte le scienze, tra cui la logica, l'informatica teorica e l'intelligenza artificiale. In quest'ultimo campo, gli approcci subsimbolici spesso superano quelli simbolici nell'analisi di modelli complessi, ma mancano di affidabilità nel processo decisionale basato su informazioni spaziali. Per risolvere questo problema sono nati formalismi come le logiche spaziali (SL). Progetti precedenti, QUANTICOL del 7° PQ dell'UE e il PRIN 2017 IT-MATTERS, hanno sviluppato la <i>Spatial Logic of Closure Spaces</i> (SLCS), che consente di ragionare in modo uniforme sulla vicinanza e sulla raggiungibilità in diversi domini. Le estensioni includono modelli spazio-temporali basati su bigrafie. Strumenti gratuiti come TopoChecker e VoxLogicA facilitano la verifica dei modelli, applicati al ragionamento sui trasporti intelligenti e sulle immagini mediche. SLCS migliora l'analisi affidabile e strumenti pratici come VoxLogicA soddisfano le esigenze di imaging digitale. Le logiche spaziali offrono soluzioni potenti per il ragionamento spazio-temporale nei sistemi intelligenti.</p> <p>Questo progetto mira a progredire la teoria e l'implementazione delle logiche spaziali, consentendo l'analisi spazio-temporale in sequenze di immagini (ad esempio, l'analisi di video o studi longitudinali in ambito sanitario) e integrando la verifica dei modelli spaziali con le reti neurali,</p>
------------------------------	--



	<p>combinando la precisione di queste ultime con il monitoraggio dei requisiti guidato da esperti. In particolare, l'obiettivo principale di questo progetto è studiare e sviluppare estensioni delle logiche spaziali esistenti (in particolare SLCS), al fine di gestire gli aspetti temporali, vincolanti e gerarchici. Il nostro obiettivo è quello di raggiungere un buon compromesso tra espressività, usabilità e decidibilità.</p> <p>I risultati di questo progetto sono molteplici. In primo luogo, il progetto definirà la sintassi e la semantica di SLCSB, una nuova logica spaziotemporale con quantificatori vincolanti. In secondo luogo, sarà la base per una nuova architettura ibrida, che integrerà primitive logiche con una rete neurale all'avanguardia. In terzo luogo, il progetto produrrà nuovi metodi ibridi per la segmentazione di immagini mediche (come la stima dello spessore corticale e dei linfociti infiltranti il tumore nel cancro al seno).</p>
<p>Obiettivi del progetto</p>	<p>L'obiettivo principale di questo progetto è studiare e sviluppare estensioni delle logiche spaziali esistenti (in particolare, SLCS), per gestire gli aspetti temporali, vincolanti e gerarchici. Le scelte progettuali di questo progetto sono motivate da casi di studio reali, come l'imaging medico e i sistemi cyber-fisici, allo scopo di fornire input fondamentali e per ottenere un feedback durante la fase di implementazione.</p> <p>Il primo obiettivo è la definizione della sintassi e della semantica di una logica spaziotemporale degli spazi di chiusura con vincolo (STLCSB). Il progetto è di estendere la SLCS esistente con modalità e tecniche delle logiche temporali, ispirandosi agli spazi di chiusura in evoluzione. L'introduzione di un costrutto di "binding", come la quantificazione nominale, consentirà l'identificazione di oggetti astratti. La fattibilità di questo obiettivo è garantita dalla competenza del team nelle logiche nominali e nelle logiche modali quantificate, nonché dalla loro esperienza nello sviluppo della logica SLCS e nell'implementazione dello strumento TopoChecker.</p> <p>Il secondo obiettivo mira a incorporare modelli strutturati gerarchicamente in STLCSB, consentendo un'analisi completa di dati spaziali radi e sparsi. I bigrafi, strutture a grafo progettate per la modellazione di sistemi gerarchici distribuiti, rappresentano naturalmente queste strutture multilivello.</p> <p>Combinando i punti di forza del gruppo e sfruttando le precedenti ricerche sulle logiche spaziali e temporali, il progetto farà progredire il campo introducendo nuovi concetti e strumenti per ragionare su spazi di chiusura in evoluzione, specifiche multi-scala e analisi olistica di dati spaziali eterogenei.</p>
<p>Stato dell'arte</p>	<p>L'ultimo decennio ha visto una nuova attenzione per le logiche spaziali (SL) [1] nel campo dei metodi formali, spostando il paradigma dalla deduzione e dalla dimostrazione di teoremi a metodi completamente automatizzati come il model checking e il monitoraggio. A tal fine, la SL è stata al centro del progetto QUANTICOL del 7° PQ dell'UE e del PRIN 2017 IT-MATTERS, il cui obiettivo principale era lo sviluppo di tecniche per la specificazione, l'implementazione e la validazione di sistemi intelligenti affidabili. I sistemi intelligenti possono essere pensati come insiemi di entità spazialmente distribuite, collegate in un grafo, che si evolvono nel tempo; pertanto, i requisiti complessi di tali sistemi sono specificati da</p>



	<p>logiche che predicano sui domini spaziali e temporali.</p> <p>I risultati di questi progetti precedenti includono progressi nelle basi teoriche e nelle implementazioni di strumenti per la <i>Spatial Logic of Closure Spaces</i> (SLCS), un linguaggio logico in grado di ragionare uniformemente sulla vicinanza e sulla raggiungibilità [2], con domini applicativi che vanno dall'imaging medico ai sistemi cyber-fisici e, più recentemente, ai complessi simpliciali e alle mesh 3D [4]. Inoltre, SLCS è stato esteso a una classe di modelli spazio-temporali basati su bigrafi in [6]. Un lavoro più recente include modelli categoriali di logiche su spazi di chiusura [3]. Il problema della verifica dei modelli per SLCS è stato affrontato con strumenti gratuiti e open-source. Il primo prototipo TopoChecker opera su grafi ed è stato utilizzato per applicazioni nei trasporti intelligenti e per i primi esperimenti di imaging medico [5]. Lo strumento di seconda generazione VoxLogicA è stato progettato specificamente per l'imaging digitale 2D e 3D [7].</p> <p>Questi risultati ci incoraggiano ad arricchire le logiche con operatori temporali e di legame, e a migliorarne gli strumenti di verifica, oltre a esplorare nuovi domini applicativi. A tal fine, prenderemo in considerazione i progressi teorici e di implementazione delle logiche temporali quantificate [8], delle logiche nominali [9], dei modelli gerarchicamente strutturati come i grafi gerarchici e i bigrafi [10,11].</p>
<p>Descrizione del progetto</p>	<p>Basandosi sui risultati dei progetti QUANTICOL del 7° PQ e IT-MATTERS del PRIN 2017, STENDHAL proseguirà la ricerca sulle logiche spaziali introducendo operatori temporali e quantificatori vincolanti, che predicano su oggetti spaziali strutturati (gerarchici).</p> <p>La maggiore espressività consentirà di specificare e verificare le proprietà degli oggetti strutturati, compreso il monitoraggio della loro evoluzione nel tempo. Inoltre, STENDHAL propone un'analisi spaziale profonda in cui una rete neurale viene addestrata su verità di base aumentate attraverso le logiche e, viceversa, le previsioni della rete vengono combinate con la conoscenza degli esperti attraverso le specifiche logiche. Ci baseremo su una combinazione del verificatore di modelli VoxLogicA e di NN-UNET, un metodo di segmentazione autoconfigurante basato sull'apprendimento profondo che ha avuto successo in un'ampia gamma di problemi di segmentazione di immagini mediche. Nel settore sanitario, saranno sviluppati e convalidati nuovi metodi ibridi per la segmentazione dei tumori cerebrali, la stima dello spessore corticale e dei linfociti infiltranti il tumore nelle immagini di microscopia. Nel dominio dei sistemi cyber-fisici, l'attenzione si concentrerà sul tracciamento degli oggetti e sull'analisi multiscala.</p>
<p>Possibili potenzialità applicative</p>	<p>Prevediamo una pluralità di risultati.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Teoria: il progetto definirà la sintassi e la semantica di SLCSB, una nuova logica spazio-temporale con quantificatori con binders, con una semantica "piatta", basata su modelli istantanei, e una semantica "gerarchica", basata su bigrafi. La semantica gerarchica indurrà ulteriori operatori logici legati al cambiamento del livello di astrazione. 2) Metodi formali e intelligenza artificiale: il progetto introdurrà una nuova architettura ibrida, integrando primitive logiche con almeno una rete neurale all'avanguardia.



	3) Sanità: il progetto prevede la ricerca di nuovi metodi ibridi per la segmentazione del glioblastoma, la stima dello spessore corticale e la valutazione dei linfociti infiltranti nel tumore nel cancro al seno.
Bibliografia	<p>[1] M. Aiello et alii. Handbook of Spatial Logics. Springer (2007).</p> <p>[2] V. Ciancia et alii. Model Checking Spatial Logics for Closure Spaces. LMCS 12(4) (2016).</p> <p>[3] D.Castelnovo, M. Miculan. Closure Hyperdoctrines. CALCO 2021, LIPIcs 211: 12:1-12:21.</p> <p>[4] N. Bezhaniashvili et alii. Geometric Model Checking of Continuous Space. arXiv:2105.06194 (2021).</p> <p>[5] V. Ciancia et alii. Spatio-Temporal Model Checking of Vehicular Movement in Public Transport Systems. STTT 20(3): 289-311 (2018).</p> <p>[6] C. Tsigkanos et alii. Modeling and Verification of Evolving Cyber-physical Spaces. FSE 2017: 38-48.</p> <p>[7] G. Belmonte et alii. VoxLogicA: A Spatial Model Checker for Declarative Image Analysis. TACAS 2019, LNCS 11427: 281-298 [16bis] VoxLogica. https://vincenzoml.github.io/VoxLogicA/</p> <p>[8] F. Gadducci, D. Trotta. A Presheaf Semantics for Quantified Temporal Logics. arXiv:2111.03855 (2022).</p> <p>[9] A.M. Pitts. Nominal Sets. Cambridge University Press (2013).</p> <p>[10] D. Castelnovo, F. Gadducci, M. Miculan. A New Criterion for M,N-adhesivity, with an Application to Hierarchical Graphs. FoSSaCS 2022, LNCS, to appear.</p> <p>[11] D. Grohmann, M. Miculan. Reactive Systems over Directed Bigraphs. CONCUR 2007, LNCS 4703: 380-394.</p>

Text in English:

Abstract	<p>Reasoning about space and time is crucial across sciences, including logics, theoretical computer science, and artificial intelligence. In the latter field, sub-symbolic approaches often outperform symbolic ones in complex pattern analysis but lack reliability in decision-making based on spatial information. Formalisms like Spatial Logics (SL), have emerged to address this. Previous projects, EU FP7 QUANTICOL and PRIN 2017 IT-MATTERS, advanced the <i>Spatial Logic of Closure Spaces</i> (SLCS), enabling uniform reasoning on nearness and reachability in diverse domains. Extensions include spatio-temporal models based on bigraphs. Free tools like TopoChecker and VoxLogicA facilitate model checking, applied to reasoning about smart transportation and medical imaging. SLCS enhances reliable analysis, and practical tools like VoxLogicA cater to digital imaging needs. Spatial Logics offer powerful solutions for space-time reasoning in smart systems.</p> <p>This project aims to advance the theory and implementation of spatial logics, by enabling spatio-temporal analysis in sequences of images (e.g., analysis of videos or longitudinal studies in healthcare) and by integrating spatial model checking with neural networks, combining the precision of the latter with the expert-driven monitoring of requirements. In particular, the main aim of this project is to study and develop extensions of existing spatial logics (in particular SLCS), in order to deal with temporal, binding and hierarchical aspects. We aim at a good tradeoff between expressivity, usability, and decidability issues.</p>
----------	--



	<p>The outcomes of this project are multifold. First, the project will define the syntax and semantics of SLCSB, a novel spatio-temporal logic with binding quantifiers. Secondly, this will be the basis for a novel hybrid architecture, integrating logical primitives with a state-of-the-art neural network. Third, the project will yield novel hybrid methods for image segmentation in medical images (such as in the estimation of cortical thickness and tumor-infiltrating lymphocytes in breast cancer).</p>
<p>Objectives of the project</p>	<p>The main aim of this project is to study and develop extensions of existing spatial logics (in particular, SLCS), to deal with temporal, binding and hierarchical aspects. The design choices in this project are motivated by real-world case studies, such as medical imaging and cyber-physical systems. They will provide fundamental inputs as well as get feedback during the implementation phase.</p> <p>The first objective is defining the syntax and semantics for a Spatio-Temporal Logic of Closure Spaces with Binding (STLCSB). The plan is to extend the existing SLCS with modalities and techniques from temporal logics, drawing inspiration from evolving closure spaces. The introduction of a "binding" construct, like nominal quantification, will allow for abstract object identification. The feasibility of this objective is ensured by the team's expertise in nominal logics and quantified modal logics, as well as their experience in developing the SLCS logic and implementing the TopoChecker tool.</p> <p>The second objective aims to incorporate hierarchically structured models into STLCSB, enabling comprehensive analysis of sparse and scattered spatial data. Bigraphs, which are graph-like structures designed for modeling hierarchical distributed systems, naturally represent these multi-level structures.</p> <p>By combining the strengths of the team and leveraging previous research in spatial and temporal logics, the project will advance the field by introducing novel concepts and tools for reasoning about evolving closure spaces, multi-scale specifications, and holistic analysis of heterogeneous spatial data.</p>
<p>State of the art</p>	<p>The last decade has seen a novel focus for Spatial Logics (SL) [1] in the field of formal methods, shifting the paradigm from deduction and theorem proving to fully automated methods such as model checking and monitoring. To this end, SL took the central stage of the EU FP7 Project QUANTICOL and of the PRIN 2017 IT-MATTERS, whose main goal was the development of techniques for the specification, implementation, and validation of trustworthy smart systems. Smart systems can be thought of as sets of spatially distributed entities, connected in a graph, that evolve over time; thus, complex requirements of such systems are specified by logics that predicate over the spatial and the temporal domains.</p> <p>The outcome of these previous projects includes advances in the theoretical foundations and in tool implementations for the <i>Spatial Logic of Closure Spaces</i> (SLCS), a logical language capable of reasoning uniformly on nearness and reachability [2], with application domains ranging from medical imaging to cyber-physical systems and, more recently, simplicial complexes and 3D meshes [4]. Furthermore, SLCS was extended to a</p>



	<p>class of spatio-temporal models based on bigraphs in [6]. More recent work includes categorical models of logics over closure spaces [3]. The problem of model checking for SLCS has been addressed in free and open-source tools. The first prototype TopoChecker operates on graphs and was used for applications in smart transportation and early experiments in medical imaging [5]. The second-generation tool VoxLogicA was specifically designed for 2D and 3D digital imaging [7].</p> <p>These results encourage us to enrich the logics with temporal and binding operators and to improve its verification tools, as well as exploring novel application domains. To this end, we will consider both theoretical and implementation advances in quantified temporal logics [8], nominal logics [9], hierarchically structured models such as hierarchical graphs and bigraphs [10,11].</p>
Project description	<p>First (months 1-6), we will consider logical primitives for temporal aspects, aiming at a good tradeoff between expressivity, usability, and decidability issues. To this end, we will adapt the experience from TopoChecker but customised to the applications we are considering, i.e., medical imaging and cyber-physical systems. Then (months 7-12), we will integrate the logics with primitives for bindings, inspired by nominal and quantified logics. From a theoretical point of view, we expect these primitives to arise from a SLCS model in suitable categories, extending recent work (e.g. [3,8]).</p>
Possible application potentialities	<p>We envision a plurality of outcomes.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Theory: the project will define the syntax and semantics of SLCSB, a novel spatio-temporal logic with binding quantifiers, with both a "flat" semantics, based on snapshot models, and a "hierarchical" semantics, based on bigraphs. The hierarchical semantics will induce further logical operators related to changing the abstraction level. 2) Formal methods and Artificial Intelligence: the project will introduce a novel hybrid architecture, integrating logical primitives with at least one state-of-the-art neural network. 3) Healthcare: the project will research novel hybrid methods for glioblastoma segmentation, estimation of cortical thickness, and evaluation of tumor-infiltrating lymphocytes in breast cancer.
References	<p>[1] M. Aiello et alii. Handbook of Spatial Logics. Springer (2007). [2] V. Ciancia et alii. Model Checking Spatial Logics for Closure Spaces. LMCS 12(4) (2016). [3] D.Castelnovo, M. Miculan. Closure Hyperdoctrines. CALCO 2021, LIPIcs 211: 12:1-12:21. [4] N. Bezhaniashvili et alii. Geometric Model Checking of Continuous Space. arXiv:2105.06194 (2021). [5] V. Ciancia et alii. Spatio-Temporal Model Checking of Vehicular Movement in Public Transport Systems. STTT 20(3): 289-311 (2018). [6] C. Tsigkanos et alii. Modeling and Verification of Evolving Cyber-physical Spaces. FSE 2017: 38-48. [7] G. Belmonte et alii. VoxLogicA: A Spatial Model Checker for Declarative Image Analysis. TACAS 2019, LNCS 11427: 281-298 [16bis] VoxLogica. https://vincenzoml.github.io/VoxLogicA/ [8] F. Gadducci, D. Trotta. A Presheaf Semantics for Quantified Temporal Logics. arXiv:2111.03855 (2022). [9] A.M. Pitts. Nominal Sets. Cambridge University Press (2013).</p>



	<p>[10] D. Castelnovo, F. Gadducci, M. Miculan. A New Criterion for M,N-adhesivity, with an Application to Hierarchical Graphs. FoSSaCS 2022, LNCS, to appear.</p> <p>[11] D. Grohmann, M. Miculan. Reactive Systems over Directed Bigraphs. CONCUR 2007, LNCS 4703: 380-394.</p>
--	---

Struttura dell'Università di Udine presso la quale verrà sviluppata l'attività di ricerca / Department or other structure of the University of Udine where research activities will be carried out:

Dipartimento di Scienze Matematiche, Informatiche e Fisiche (DMIF) / Department of Mathematics, Computer Science and Physics

Importo dell'assegno di ricerca (al lordo oneri carico assegnista) / Total grant gross for the research fellowship:

€ 19.367,00

Durata dell'assegno di ricerca / Duration of the research fellowship "assegno di ricerca":

12 mesi / months

Finanziamento / Financed by:

La copertura finanziaria graverà sui fondi/progetto:

- Risorse d'Ateneo: bando interno finanziamento assegni 2023 (D.R. n. 406/2023);
- Progetto/fondi: PRIN 2022 – "Spatio-Temporal Enhancement of Neural nets for Deeply Hierarchical Automatised Logic (STENDHAL)"; Prot. n. 20228KXFN2. Decreto di finanziamento n. 959 del 30/06/2023 - Settore PE6. Codice CUP G53D23002810006. Ministero dell'Università e della Ricerca (Finanziato dall'Unione Europea, NextGenerationEU).

Requisiti di ammissione / Minimum qualifications necessary:

- Possesso di un diploma di laurea vecchio ordinamento (ante decreto 3 novembre 1999 n. 509) o di laurea specialistica/magistrale (ex decreto 3 novembre 1999 n. 509 e decreto 22 ottobre 2004 n. 270) o titolo equivalente conseguito all'estero;
- possesso di un curriculum scientifico professionale idoneo allo svolgimento dell'attività di ricerca contemplata.
- University degree obtained before Decree n. 509 of 3 November 1999 or specialistic/Master's degree (post decree n. 509 of 3 November 1999 and decree n. 270 of 22 October 2004) or equivalent degree obtained abroad;
- professional scientific curriculum suitable for the research activity above mentioned.

Procedura selettiva / Competition procedure:

Valutazione per soli titoli / Assessment of qualifications only



Commissione giudicatrice / Examining Board:

Nome e Cognome	Qualifica	SSD	Università
Membri Effettivi / Permanent members			
Marino Miculan	PA	INF/01	Università degli Studi di Udine
Vincenzo Della Mea	PA	ING-INF/05	Università degli Studi di Udine
Ivan Scagnetto	RU	INF/01	Università degli Studi di Udine
Membro Supplente / Temporary member			
Pietro Di Gianantonio	PA	INF/01	Università degli Studi di Udine