

Competition for admission PhD in **DESIGN**

Area (if provided) **EMERGING APPROACHES IN INFORMATION DESIGN AND DATA VISUALIZATION**

(must coincide with the PhD area selected in the application form)

NAME	SURNAME
GINEVRA	TERENGHI

RESEARCH PROJECT DESCRIPTION

<u>Project title</u>	VISUALIZZAZIONE E SONIFICAZIONE DEI DATI PER L'INTERPRETAZIONE E LA COMUNICAZIONE DEGLI ALGORITMI DI MACHINE LEARNING FACILITAZIONE DEL PROCESSO DI DECISION-MAKING NELL'AMBITO DEL MONITORAGGIO INDUSTRIALE
<u>Summary of project</u>	<p>Scopo della ricerca è la definizione di un metodo comunicativo, composto da tecniche visive e uditive e atto a migliorare il processo di decision-making, durante il monitoraggio di un impianto industriale che produce dati diversi per quantità e qualità.</p> <p>Al centro dello studio è posta la scomposizione delle variabili considerate dal modello algoritmico di <i>Anomaly Detection</i> e la loro traduzione in un linguaggio utile all'utente esperto di dominio durante la fase decisionale.</p>
<u>Project description</u>	<p>Premessa</p> <p>La ricerca affronta il problema della relazione tra gli algoritmi di Machine Learning e i processi decisionali, avvalendosi della funzione che il Design della Comunicazione può avere nella rappresentazione e, conseguente gestione, del funzionamento dell'intelligenza artificiale. Il ruolo decisivo che i modelli matematici stanno sempre più acquisendo, unito all'incremento della complessità e del numero di variabili da essi considerate, determina l'esigenza, da parte dell'uomo, di interpretare le scelte degli algoritmi per aver maggior controllo sulle risposte fornite (Explainable Artificial Intelligence).</p> <p>Contesto della ricerca</p> <p>La diffusione dell'intelligenza artificiale negli impianti industriali ha reso possibile la raccolta di un maggior numero di dati e la produzione di informazioni utili al monitoraggio delle diverse componenti. L'aumento della tecnologia garantisce, da un lato, maggior controllo ma, dall'altro, incrementa la vulnerabilità dell'impianto agli attacchi informatici, il cui scopo è quello di spiare o manomettere il sistema, con ripercussioni sulla sicurezza privata e nazionale. Un efficace monitoraggio permette il riconoscimento delle anomalie e garantisce la tempestività dell'intervento.</p>

Il progetto seguito per la tesi magistrale [1, 2] si posiziona in questo contesto, approfondendo, in particolare, la realtà legata agli impianti di distribuzione idrica. Il processo di digitalizzazione ha riguardato le componenti della rete, su ognuna delle quali è stato montato un sensore che trasmette i dati ad un sistema centrale [3]. Questo tipo di rilevazione garantisce una **trasmissione continua delle informazioni** che descrivono lo stato del sistema e a cui l'analista si attiene per controllare la situazione e intervenire in caso di irregolarità. Il supporto fornito dall'intelligenza artificiale è fondamentale per l'analista, che da solo non potrebbe monitorare una tale quantità di dati, soprattutto in considerazione delle diverse mansioni a cui è dedicato durante l'attività lavorativa. **Pur facilitandone il lavoro, gli algoritmi non sono ancora in grado di sostituire completamente la presenza umana.** Ogni decisione finale, infatti, viene presa dall'analista secondo una valutazione personale, basata sull'esperienza maturata negli anni di lavoro. Il personale non ha, solitamente, le competenze matematiche per decifrare in maniera diretta il risultato dell'algoritmo, motivo per il quale la **traduzione** [4] **del linguaggio algoritmico**, in un tipo di comunicazione comprensibile a chi deve interpretarne il significato, assume particolare importanza [5]. Allo stato attuale, i sistemi di allarme che si occupano del rilevamento delle irregolarità funzionano in modo binario, limitandosi a segnalare la presenza di un'anomalia rispetto al funzionamento corretto del sistema. Dall'analisi effettuata per il progetto di tesi, emerge come, restituendo solamente il risultato finale, questo tipo di allarme renda più difficile, per l'analista, l'individuazione delle possibili cause all'origine delle irregolarità. Ne consegue l'ipotesi secondo la quale, tramite **l'accesso alle variabili considerate dall'algoritmo per elaborare la risposta finale**, l'esperienza umana possa guadagnare informazioni utili al processo decisionale. Inoltre, gli allarmi attuali non considerano il livello di gravità dell'anomalia, il cui valore potrebbe essere un'informazione valida a definire il tipo di azione necessaria per garantire la tempestività dell'intervento.

Obiettivi

Obiettivo generale è la **definizione di un metodo** in grado di facilitare, migliorare e guidare l'azione decisionale degli analisti, tramite l'identificazione di soluzioni comunicative per la rappresentazione dei passaggi su cui si basa il funzionamento dell'intelligenza artificiale. Comunicando, infatti, i passaggi intermedi considerati dall'algoritmo, si rende disponibile un tipo di informazione fino ad ora inaccessibile, utile a rendere l'intervento umano più efficace ed efficiente.

Le necessità primarie, emerse dall'analisi effettuata durante il progetto di tesi, riguardano:

- a) la decodifica e la comunicazione del valore e del significato delle variabili considerate dall'algoritmo per fornire il risultato finale;
- b) la restituzione del valore specifico delle anomalie, così che quelle gravi si differenzino rispetto a quelle insignificanti. La precisione con cui tale

valore viene comunicato, infatti, determina il primo livello di informazione necessario all'analista in fase decisionale;

c) la progettazione di un codice comunicativo in grado di raggiungere e attirare l'attenzione dell'utente, considerando l'ambiente di lavoro in cui è immerso.

In riferimento all'ultimo punto, si considera il suono quale mezzo comunicativo utile in questo contesto [6]. Il **canale uditivo**, oltre a prestarsi per la rappresentazione di variabili temporali [7] e pattern di andamento, sembra particolarmente adatto come mezzo periferico [8, 9] per la comunicazione di informazioni tramite un linguaggio differente rispetto a quello della vista. Il suono deve essere, inoltre, utilizzato tenendo in considerazione gli effetti causati da una ripetuta esposizione [10, 11], come quello dell'*alarm fatigue* [12, 13]. Allo scopo di integrare la comunicazione con l'ambiente di lavoro è, quindi, utile considerare un tipo di sonificazione che faccia riferimento all'*Embodied Approach* [14], secondo il quale la comprensione del messaggio è facilitata dal rimando percettivo che il suono è in grado di suscitare.

Nello specifico, l'organizzazione della ricerca si basa sul seguente piano di lavoro:

Primo anno:

- studio del funzionamento del processo di *decision-making*, applicato a contesti in cui le decisioni vengono prese a partire dall'analisi dei dati prodotti dall'azione di monitoraggio;
- approfondimento riguardo il ruolo che il Design della Comunicazione può ricoprire per facilitare e migliorare l'analisi e la valutazione di variabili e situazioni;
- catalogazione e analisi dei metodi comunicativi (visivi e sonori) attualmente utilizzati durante l'azione di monitoraggio;
- identificazione di un campo di esplorazione e di applicazione specifico su cui basare in maniera pratica l'approfondimento dello studio effettuato (si suggerisce il campo della distribuzione idrica a cui ho già avuto modo di lavorare e a partire dal quale è stata avviata la definizione di questa proposta);

Secondo anno:

- studio dell'albero decisionale adottato dall'algoritmo in funzione presso l'ambito selezionato e individuazione delle variabili e delle informazioni utili al miglioramento della fase decisionale (per questa parte è richiesto il coinvolgimento sia di ingegneri e *data scientist*, che si occupano della scrittura degli algoritmi, che di figure competenti nel dominio di riferimento);
- definizione del ruolo che i linguaggi visivo e sonoro andranno a ricoprire;
- prove ed esplorazione dei mezzi e delle soluzioni tecnologiche a disposizione per la realizzazione del prototipo definitivo;
- sviluppo del prototipo definitivo;

	<p>Terzo anno:</p> <ul style="list-style-type: none"> - valutazione del progetto tramite un esperimento/test con valenza quantitativa e qualitativa, rivolto agli esperti di dominio; - analisi dei risultati con eventuale correzione e riprogettazione di alcune componenti; - sintesi della ricerca, con conseguenti riflessioni. <p>Sviluppo</p> <p>La ricerca vuole fornire un modello per la realizzazione di sistemi di comunicazione utili al processo di <i>decision-making</i> nel contesto del monitoraggio di dati. Il progetto si pone lo scopo di catalogare i sistemi attualmente in uso, la cui analisi permetta di definire il ruolo dei linguaggi visivo e sonoro, da utilizzare per migliorare il metodo comunicativo e la qualità delle informazioni da veicolare.</p> <p>La soluzione che il Design della Comunicazione è chiamato a fornire, tramite la scomposizione, la decodificazione e la comunicazione del linguaggio algoritmico, determina la difesa e il potenziamento delle competenze umane nel prossimo futuro.</p>
--	--

<u>Bibliografia</u>	<p>[1] Sonificazione dei dati e sicurezza informatica nel campo della distribuzione idrica. Il caso C-Town, Terenghi G., Ciuccarelli P. (supervisor), Lenzi S. (second supervisor), April 2019</p> <p>[2] Lenzi S., Terenghi G., Taormina R., Galelli S. Ciuccarelli P., Disclosing Cyber Attacks on Water Distribution Systems. An Experimental Approach to the Sonification of Threats and Anomalous Data (2019) [ICAD - International Conference on Auditory Display - 2019].</p> <p>[3] Taormina R., Galelli S., Tippenhauer N.O., Salomons E., Ostfeld A., Characterizing Cyber- Physical Attacks on Water Distribution Systems, Journal of Water Resources Planning and Management 143(5) (2017)</p> <p>[4] Baule, G., Caratti, E., Design è Traduzione. Il paradigma traduttivo per la cultura del progetto. "Design e Traduzione": un manifesto, (2016)</p> <p>[5] Masud L, Valsecchi F, Ciuccarelli P, Ricci D, Caviglia G., "From data to knowledge: Visualizations as transformation processes within the data information knowledge continuum." in Proc Int Conf Inf Vis. 2010:445-449.</p> <p>[6] Axon L., Creese S., Goldsmith M., R. C. Nurse J. R.C., Reflecting on the Use of Sonification for Network Monitoring, SECURWARE 2016: The Tenth International Conference on Emerging Security Information, Systems and Technologies (2016)</p> <p>[7] Hermann T., Hunt A., Neuhoof J.G, The sonification Handbook, Logos Publishing House, Berlin (2011)</p> <p>[8] Hermann T., Hildebrandt T., Langeslag P., Rinderle-Ma S., Optimizing Aesthetics and precision in sonification for peripheral process-monitoring, The 21st International Conference on Auditory Display (ICAD, 2015)</p> <p>[9] Hildebrandt T., Hermann T., Rinderle-Ma S., A sonification system for process monitoring as secondary task, 5th IEEE Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom, 2015)</p> <p>[10] Trimmel M., Poelzl G., Impact of background noise on reaction time and brain DC potential changes of VDT-based spatial attention, Ergonomics, Vol. 49, No. 2, 10, pp. 202-208 (2006)</p> <p>[11] Dalton B. H., Behmn D.G., Effects of noise and music on human and task performance: A systematic review, Occupational Ergonomics 7, 143–152 143, IOS Press (2007)</p> <p>[12] Deb S., Claudio D., Alarm fatigue and its influence on staff performance, IIE Transactions on Healthcare Systems Engineering, 5:3, pp. 183-196 (2015)</p> <p>[13] Sendelbach S., Funk M., Alarm Fatigue. A Patient Safety Concern, in AACN Advanced Critical Care, Volume 24, Number 4, pp. 378-386 (2013)</p> <p>[14] Roddy S., Furlong D., Sonification Listening: an empirical embodied approach, The 21st International Conference on Auditory Display (ICAD, 2015)</p>
---------------------	--