

Artificial Intelligence in Risk Management

Corso 1:

Intelligenza Artificiale e Machine Learning

Corso 2:

Explainable AI e Ottimizzazione



**RICERCA E
FORMAZIONE**

Società Certificata UNI EN ISO 9001 EA 37

Intelligenza Artificiale e Machine Learning

Esempi di utilizzo nel Financial e Credit Risk Management

Michelangelo Fusaro (UNIGE)

Pier Giuseppe Giribone (BPER & UNIGE)

Alessio Tissone (AXPO & UNIGE)

Federico Tropiano (UNIGE)



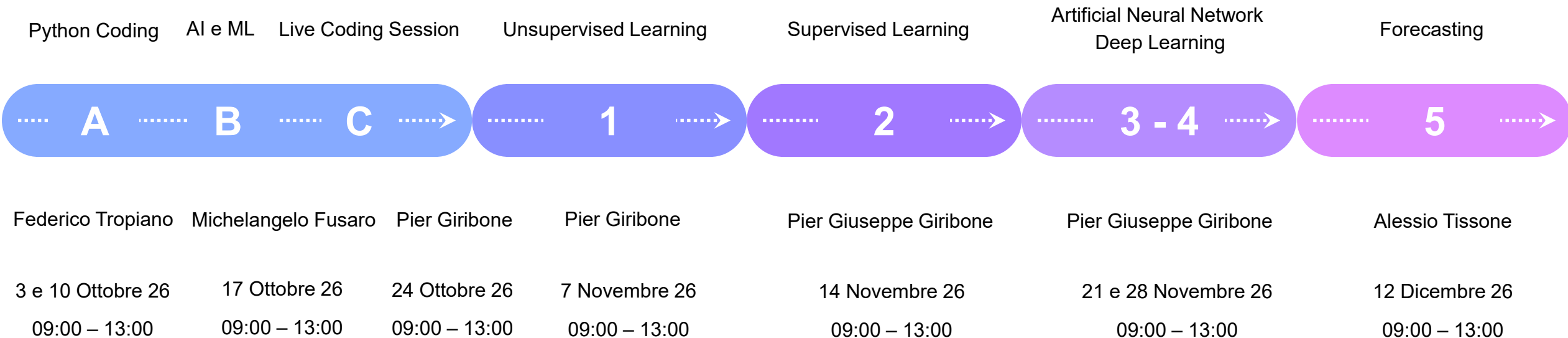
**RICERCA E
FORMAZIONE**

Società Certificata UNI EN ISO 9001 EA 37

 **RICERCA E
FORMAZIONE**
Società Certificata UNI EN ISO 9001 EA 37

Non sono richiesti investimenti in software specifico e tutto il materiale didattico, comprensivo dei codici, verrà fornito a lezione.

Il corso completo è strutturato per una durata complessiva di 36 ore ed è suddiviso nei seguenti moduli:



AI & ML: Esempi di utilizzo nel Financial e Credit Risk Management

Docente AIFIRM Ricerca e Formazione: **Federico Tropiano** (UNIGE)

Dottorando in Economics and Quantitative Methods presso l'Università degli Studi di Genova, con focus di ricerca in Finanza Quantitativa.

Ha pubblicato per AIFIRM e International Journal of Financial Engineering, ed è insegnante privato e teaching assistant Universitario.



Python è oggi uno degli strumenti più versatili e diffusi nel mondo della data science e dell'intelligenza artificiale. In questa introduzione si esploreranno i concetti fondamentali che permettono di scrivere ed eseguire codice in maniera chiara ed efficace.

Il percorso partirà dalla sintassi di base, elaborando variabili, tipi di dati e funzioni, fino a trattare strutture condizionali e ricorsive, che costituiscono la base di ogni logica algoritmica.

Si tratteranno l'utilizzo dei pacchetti per estendere le funzionalità del linguaggio e la configurazione di un ambiente di sviluppo per rendere il lavoro più produttivo e scalabile. L'obiettivo dell'unità didattica è quello di fornire una solida base che consente di affrontare, nei moduli successivi, applicazioni concrete di machine learning ed intelligenza artificiale.

AI & ML: Esempi di utilizzo nel Financial e Credit Risk Management

Docente AIFIRM Ricerca e Formazione: **Michelangelo Fusaro** (UNIGE)

Dottorando in Economics and Quantitative Methods all'Università di Genova, specializzato in finanza quantitativa e risk management, con focus su derivati indicizzati all'inflazione, prodotti strutturati e modelli di prepayment.

Ha svolto un visiting research period presso la University College Dublin.



In questo modulo vengono presentate le definizioni di Intelligenza Artificiale, Machine Learning e Deep Learning, chiarendo le relazioni gerarchiche tra queste discipline e la distinzione tra algoritmi model-based e instance-based.

Si analizzano le tre principali tipologie di apprendimento: supervised learning, unsupervised learning e reinforcement learning. Viene quindi esaminato il processo di modellizzazione che utilizza i training data per sviluppare modelli interpretativi, con particolare attenzione al problema dell'overfitting e all'importanza della generalizzazione.

Il modulo introduce sistematicamente le tecniche di validation (train/validation/test split, cross-validation) e le principali metriche di performance (MSE, RMSE, MAE, MAPE), evidenziando la distinzione critica tra prestazioni in-sample e out-of-sample per garantire la robustezza dei modelli. L'obiettivo finale è pervenire ad una metodologia strutturata per la selezione degli algoritmi più appropriati nel contesto del risk management finanziario.

AI & ML: Esempi di utilizzo nel Financial e Credit Risk Management

Docente AIFIRM Ricerca e Formazione: **Pier Giuseppe Giribone** (Gruppo BPER & UNIGE)

Ingegnere finanziario presso BPER dove si occupa dal 2009 della valorizzazione di prodotti finanziari strutturati e del calcolo delle relative misure di rischio.

Dal 2017 docente universitario a contratto presso UNIGE di programmazione statistica, finanza quantitativa e risk management. Ha scritto il libro Notes on Quantitative Financial Analysis edito da AIFIRM.



Ha conseguito due dottorati di ricerca: il primo in Ingegneria matematica nel 2013 ed il secondo nel 2021 in Economia approfondendo tematiche di ricerca in ambito dei settori scientifici "Metodi Matematici dell'Economia" ed "Economia degli Intermediari Finanziari".

Nel mese di luglio 2022 ha completato un Executive MBA, discutendo la tesi "Essay on Banking Credit Management and Measurement". Nel corso della carriera presso l'Amministrazione e finanza ha conseguito diversi Master, tra cui si citano: Banking and Financial Diploma, CIIA, CESGA e CIWM.

E' inoltre inventore di un brevetto per modello di utilità avente come oggetto una meta-euristica di scelta di classificatori avanzati.

Questo modulo è dedicato al live coding, alla correzione degli esercizi assegnati e verranno ripassati i concetti chiave di Python per il Machine Learning.

In questo modulo vengono presentati gli algoritmi non supervisionati del K-means e del Fuzzy C-mean clustering.

Dopo aver trattato i principi di funzionamento e le tecniche per scegliere il numero ottimale di partizioni (Elbow method ed il Silhouette score), si passa alla loro implementazione in Python.

Vengono presentati due case-study, che consentono l'utilizzo di questa tecnica di Machine Learning in due mercati finanziari differenti:

- quello dei Credit Default Swap (CDS)
- quello obbligazionario.

L'obiettivo successivo tratta la metodologia della Hierarchical Risk Parity e il suo utilizzo al fine di migliorare ed irrobustire i tradizionali problemi di asset allocation.

Dopo aver richiamato i concetti della teoria dell'ottimizzazione di portafoglio, si passa a presentare i vantaggi che offre l'approccio Machine Learning per superare i limiti tradizionali, fornendo esempi di applicazione nel mercato azionario.

In questo modulo vengono presentati alcuni tra i più diffusi algoritmi di Machine Learning supervisionati.

La prima parte tratta l'algoritmo supervisionato SVM (Support Vector Machine) per la classificazione e SVR (Support Vector Regression) per la regressione. Viene mostrata la loro implementazione in Python, unitamente ad un caso studio inerente la modellizzazione della struttura a termine dei tassi di interesse.

La seconda parte è dedicata ai CART – Classification And Regression Trees – una delle poche tecniche statistiche supervisionate tipologicamente simile ad una «white-box». Come negli approcci precedenti, una volta discusso il principio di funzionamento della tecnica, si passa ad applicare il modello ad un caso pratico. Il case study analizzato è inerente al mercato dei contratti futures sul Crude Oil. La terza parte si pone l'obiettivo di fornire i concetti necessari per la comprensione di una rete neurale artificiale.

L'unità didattica si conclude con il Multilayer Perceptron, una delle tecniche supervisionate di Machine Learning più diffuse in ambito creditizio e finanziario. Viene presentato il case study inerente la ricostruzione di una superficie di volatilità legata ai premi delle opzioni floor sull'inflazione europea.

Per la programmazione di tutti questi algoritmi si impiegherà il package dedicato al Machine Learning in Python: Scikit-learn. Il successivo modulo impiegherà invece per il design delle reti neurali artificiali le librerie Keras e TensorFlow.

Questo modulo si focalizza principalmente sui modelli di reti neurali impiegati nell'ambito del rischio di credito e progettati con le librerie Python, che attualmente sono considerate lo stato dell'arte per il Deep Learning.

La progettazione dell'architettura di rete ed il relativo addestramento programmato con tali librerie professionali, presentano delle specificità interessanti, che consentono, una volta assimilate, di generalizzare il processo a diverse tipologie di architetture più evolute.

In tale contesto si replicherà un modello di rating/scoring con diverse Artificial Neural Network (single-layer, shallow feed-forward e multi-layer) e, in funzione del tipo di problema statistico da risolvere, si studierà nel dettaglio come modificare l'architettura al fine di implementarlo nel migliore dei modi possibili.

Si affronteranno nel contesto trattato, problemi di regressione, classificazione dicotomica e classificazione di tipo multi-classe con applicazioni al ramo creditizio.

Verrà, infine, progettata una rete neurale profonda, al fine di valutare accuratamente un immobile posto a garanzia di un mutuo. In modo specifico, per tale case-study, verranno implementate molteplici tecniche al fine di evitare il sovra-adattamento ai dati (overfitting).

Il modulo si concluderà con un confronto prestazionale tra metodi light di Machine Learning (tipo CART e SVR) e reti neurali.

AI & ML: Esempi di utilizzo nel Financial e Credit Risk Management

Docente AIFIRM Ricerca e Formazione: **Alessio Tissone** (AXPO & UNIGE)

Lavora nel Team di Portfolio Management presso Axpo Italia, dove si occupa di gestire l'esposizione finanziaria della società e realizzare hedging/trading sulle commodities energetiche.

PhD Candidate in Economics and Quantitative Methods con focus sulla finanza quantitativa presso l'Università degli studi di Genova. Tra le attività di ricerca ha tenuto una lezione all'University College of Dublin nel dipartimento di matematica e statistica.



Questo modulo introduce il forecasting di serie storiche con reti LSTM (Long Short-Term Memory) e si pone l'obiettivo di affrontare una metodologia strutturata di progettazione, validazione e selezione del modello, con particolare attenzione ai requisiti di robustezza propri del risk management.

In questo ambito le LSTM rappresentano un'architettura ricorrente particolarmente efficiente per catturare dipendenze temporali di medio-lungo periodo, superando le limitazioni delle RNN standard.

Verranno illustrati gli step procedurali per l'implementazione di una metodologia coerente che, partendo da un processo rigoroso di validazione, consentono la progettazione di un predittore avanzato, specificatamente idoneo per applicazioni in un contesto finanziario reale.

Explainable AI e Ottimizzazione

Esempi di utilizzo nel Financial e Credit Risk Management

Michelangelo Fusaro (UNIGE)

Pier Giuseppe Giribone (BPER & UNIGE)

Federico Tropiano (UNIGE)

Damiano Verda (Rulex)



**RICERCA E
FORMAZIONE**

Società Certificata UNI EN ISO 9001 EA 37

AI & ML: Esempi di utilizzo nel Financial e Credit Risk Management

Il Corso si pone l'obiettivo di fornire i concetti fondamentali e le competenze tecniche necessarie per l'implementazione di tecniche di Explainable AI e ottimizzazione, fornendo modelli applicativi ed esempi in ambito finanziario e creditizio

Non sono richiesti investimenti in software specifico e tutto il materiale didattico, comprensivo dei codici, verrà fornito a lezione.

Non risultano necessarie propedeuticità particolari, in quanto queste saranno fornite nell'ambito dei tre moduli preparatori (A, B e C), comuni all'intero percorso e in un modulo preparatorio (D) dedicato, che prende in esame quegli strumenti, a livello di codice Python, che saranno utilizzati nelle lezioni successive dedicate a XAI e ottimizzazione (moduli 1,2,3 e 4).

Il corso è strutturato per una durata complessiva di 20 ore ed è così suddiviso:



Docente AIFIRM Ricerca e Formazione: **Damiano Verda** (RULEX)

Chief Data and Analytics Officer (CDAO) presso Rulex, dottore di ricerca in ingegneria informatica, autore di più di cinquanta pubblicazioni scientifiche peer-reviewed.

Ha tenuto lezioni su Machine Learning e Explainability nel corso del 2024 e 2025 presso l'Università Milano-Bicocca; titolare, nel 2025, del corso di dottorato «Machine Learning and Explainability» presso l'Università di Genova e del corso di dottorato «An Introduction to Machine Learning and Explainable AI» presso Humanitas University di Milano.



Questo modulo introdurrà in primo luogo una tassonomia delle tecniche di explainability, seguita da un approfondimento su Explainable AI (XAI) applicata a dati di tipo strutturato, ovvero tabellare.

Il tema XAI verrà affrontato sia a monte dell'estrazione del modello (pre-modeling), che nella selezione del modello stesso (in-modeling) che come livello di spiegazione a posteriori di un modello nativamente black-box (post-modeling). Per quanto riguarda il post-modeling, le tecniche LIME e SHAP verranno esemplificate durante la coding session.

In conclusione, si accennerà a un possibile adattamento di tecniche di Explainable AI a dati di tipo serie temporale.

In questo modulo si prenderà in esame l'applicazione di XAI a dati di tipo non strutturato, considerando come esempi: testo libero (ad esempio, un documento pdf), immagini e grafi (reti costituite da nodi e collegamenti tra nodi, ovvero archi).

Si prenderanno in esame i più popolari accorgimenti per mantenere un buon livello di comprensibilità della soluzione anche in presenza di questo genere di dato, più complesso, in input.

Nella parte teorica verranno analizzate, ad esempio, le modalità con cui alcune delle tecniche esaminate nel modulo precedente (LIME, SHAP) possono essere adattate a un input non strutturato (immagini).

Nella coding session, verrà trattato un problema di analisi di grafi, sia a livello di pre-processing del dato grezzo iniziale che di estrazione di un modello, che di explainability.

Definizione di un problema di ottimizzazione: l'obiettivo in questo caso non sarà fornire una previsione su una grandezza ignota, ma operare sulle leve decisionali a disposizione per massimizzare una funzione di utilità (o minimizzare una funzione di costo).

Verranno definite diverse categorie di problemi di ottimizzazione (lineare/non lineare, continua/intera) e introdotti i principali algoritmi per trattare ciascuna di esse, da tecniche tradizionali (simplex) a più innovative (algoritmi genetici).

Nella parte conclusiva, ci concentreremo su un particolare problema di ottimizzazione in ambito finanziario, ovvero il problema di wealth management (massimizzare il rendimento atteso di un portafoglio determinandone la composizione).

Tale problema sarà trattato non soltanto a livello teorico, ma anche in una coding session, sviluppando l'algoritmo Hierarchical Risk Parity, introdotto da Lopez-Prado, e che gli valse il premio «Quant of the year» ai Risk Award 2021.

Temi di analisi e miglioramento della qualità del dato: valutazione pre-modeling, in-modeling e post-modeling.

Dopo aver preso in esame strumenti per rendere più comprensibili (XAI) ed efficienti (ottimizzazioni) diversi processi di decision-making, prendiamo in esame come diversi livelli e scenari di data quality possano impattare sulla scelta delle tecniche, o consigliare/richiedere l'introduzione di opportune operazioni di pre-processing.

Ad esempio, valuteremo quali strategie possano risultare maggiormente efficaci per gestire dataset non completi (dati missing) o per individuare e trattare outlier e anomalie.

Anche in questo caso, oltre alla trattazione teorica, verrà sviluppata una semplice applicazione Python orientata a misurare il livello di qualità del dato in ingresso e, ove possibile, migliorarlo.

Q & A Session

Artificial Intelligence in Risk Management

michelangelo.fusaro@edu.unige.it – piergiuseppe.giribone@bper.it – alessio.tissone@axpo.it –

federico.tropiano@edu.unige.it – damiano.verda@rulex.ai

