

NOME PROGETTO

Previsione della crisi Aziendale attraverso tecniche di Statistical Learning

P.I.

Prof. Francesco Paolone

CODIFICA

12-FIN/RIC

CLASSE FINANZIAMENTO

Avanzato

FASCIA

Ordinario

S.S.D.

SECS-P/07

GSD

13/ECON-06

S.C.

13/B1

STRUTTURA AFFERENZA

Facoltà di Scienze Economiche e Giuridiche, Università Telematica Universitas Mercatorum

OBIETTIVI PROGETTO DI RICERCA

L'obiettivo del progetto è di fornire nuovi strumenti per intercettare tempestivamente la crisi aziendale prima che diventi irreversibile e conseguentemente scaturisca in insolvenza e fallimento. Al tal fine si propone di combinare modelli quantitativi basati su tecniche avanzate di statistical learning che, considerando volumi di dati di grandi dimensioni, tengano conto dell'aspetto temporale dei dati di bilancio, dell'aspetto dinamico delle variabili di contesto e delle interazioni di questi dati nel tempo.

L'obiettivo finale è individuare un nuovo modello predittivo in grado di stimare l'effettivo andamento prospettico aziendale (forward looking) cogliendo sia l'aspetto dinamico dei flussi aziendali che l'eterogeneità dovuta a fattori di contesto con un elevato potere predittivo. Il modello proposto dimostra prestazioni predittive eccellenti, alla pari con gli approcci black-box, mantenendo al contempo una completa trasparenza grazie all'utilizzo di Explainable Boosting Machines, un metodo di ensemble ad albero intrinsecamente interpretabile e all'ottimizzazione degli iperparametri.

Questa nuova linea di ricerca fornisce risultati interessanti che possono portare nuovi spunti alla letteratura sulla previsione delle crisi aziendali.

RISULTATI RAGGIUNTI

I risultati del modello applicato evidenziano come la predizione della crisi aziendale sia imputabile principalmente a misure di performance economica e solidità patrimoniale. L'attenzione dei *manager*, pertanto, dovrebbe essere incentrata sulla capacità dell'azienda di generare valore almeno pari ai costi sostenuti dalla stessa sia da un punto di vista puramente economico (con riferimento alla generazione di ricavi maggiori ai costi e al ritorno per gli investitori in termini di utile generato) che finanziario (riferendoci, in questo caso, alla copertura dei costi finanziari mediante Ebit e ricavi). Tutti gli indicatori previsti dal nostro modello sono differenti da quelli considerati nei modelli (univariati e multivariati) proposti da Beaver ed Altman. Inoltre, è proprio la loro origine ad essere profondamente differente, dato che il nostro è il primo esperimento che prevede l'utilizzo di modelli di boosting (XGBoost, EBM) per la predizione della crisi.

L'interpretazione dei risultati ottenuti dimostra che l'impatto di fattori come il reddito netto e l'indice di copertura degli interessi sulla probabilità di fallimento non è uniforme in tutta la gamma di valori, con forti aumenti del rischio osservati a determinate soglie. I dati finanziari mancanti o negativi possono essere un forte segnale di potenziale sofferenza. In altri termini, la gestione dei dati mancanti che permette di identificare le società con un'informativa finanziaria incompleta, può essere essa stessa un indicatore di problemi sottostanti.

Il modello offre una visione trasparente dei fattori chiave che influenzano le sue previsioni, fornendo l'importanza delle caratteristiche globali, l'impatto delle singole caratteristiche e gli effetti di interazione.

Tuttavia, è necessario riconoscere alcune limitazioni. Lo studio si è concentrato sulle medie e grandi imprese italiane, quindi l'applicabilità del modello alle piccole imprese o alle aziende di altri Paesi potrebbe essere limitata. Inoltre, sebbene l'approccio statistico con tecniche di ultima generazione fornisca trasparenza in termini di visualizzazione dei contributi delle caratteristiche, potrebbe essere difficile per gli stakeholder non tecnici interpretare pienamente il modello. La ricerca futura potrebbe esplorare tecniche per semplificare ulteriormente la spiegabilità. Nonostante questi limiti, lo studio ha importanti implicazioni sia per la ricerca che per la pratica. I risultati contribuiscono alla

crescente letteratura sull'applicazione dell'apprendimento automatico spiegabile nella finanza d'impresa e dimostrano l'efficacia del modello di spiegazione.

PRODOTTI DELLA RICERCA

Partecipazione a convegni nazionali

1. Relazione invitata al Convegno DSSR 2024 (Data Science & Social Research - 4th International conference) – Napoli, 25-27 Marzo 2024. Titolo: Statistical Learnings Methods for Early Detection of Corporate Crisis. Autori: Riccio D., Bifulco G., Paolone F., Mazzitelli A., Maturo F. Relatore: Donato Riccio.
2. Relazione al Convegno CARMA 2024 (6th International Conference on Advanced Research Methods and Analytics) che si terrà a Valencia, 26-28 Giugno 2024. Titolo: Data-Driven Strategies for Early Detection of Corporates' Financial Distress. Autori: Riccio D., Bifulco G., Paolone F., Mazzitelli A., Maturo F. Relatore: Donato Riccio.
3. Relazione invitata al Convegno SIS 2024 - The 52nd Scientific Meeting of the Italian Statistical Society. Prevista per il 19 giugno 2024 a Bari all'interno della sessione specializzata "Advanced statistical methods for environmental sustainability". Titolo: "Supervised Classification of Functional Data via Ensembles of Different Functional Representations". Relatore: Donato Riccio.
4. Relazione invitata al Convegno 16TH INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE ERCIM WG ON COMPUTATIONAL AND METHODOLOGICAL STATISTICS (CMSTATISTICS 2023), Berlino. Title: "Enhancing Performances in Time Series Classification: Learning from HighDimensional Data via a Two-Step Approach". Relatore: Fabrizio Maturo.
5. Relazione alla 2nd ITALIAN CONFERENCE ON ECONOMIC STATISTICS: STATISTICAL ANALYSIS OF COMPLEX ECONOMIC DATA: RECENT DEVELOPMENTS AND APPLICATIONS, Firenze, 7-8 febbraio 2024. Titolo Economic Fitness of municipalities. Relatore: Andrea Mazzitelli.
6. Relazione 2nd ITALIAN CONFERENCE ON ECONOMIC STATISTICS: STATISTICAL ANALYSIS OF COMPLEX ECONOMIC DATA: RECENT DEVELOPMENTS AND APPLICATIONS Firenze, 7-8 febbraio 2024. Titolo Bootstrapping methods on Innovative start-ups. Relatore: Andrea Mazzitelli.
7. Relazione invitata al Convegno SIS 2024 - The 52nd Scientific Meeting of the Italian Statistical Society- 20 giugno 2024 a Bari all'interno della sessione specializzata "Non profit sector and new statistical sources: current situation and future perspectives. Titolo: "Diversification in non profit-services: a statistical analysis through economic fitness and complexity approaches. Relatore: Andrea Mazzitelli.

Publicazioni su riviste scientifiche

1. Pubblicazione del pre-print nel repository Research Square
<https://www.researchsquare.com/article/rs-4426436/v1>.

Elementi per il consolidamento

1. Articolo scientifico sottomesso alla rivista di FASCIA A ANNALS OF OPERATIONAL RESEARCH (SPRINGER); titolo Explainable Gradient Boosting for Corporate Crisis Forecasting in Italian Businesses. Autori: Riccio D., Maturo F., Mazzitelli A., Bifulco G., Paolone F.
2. Articolo scientifico sottomesso al convegno nazionale di Società Italiana Di Ragioneria ed Economia Aziendale - SIDREA 2024, che si terrà ad Ancona, 12-13 Settembre 2024. Titolo: L'utilizzo dell'intelligenza artificiale per la salvaguardia delle imprese. Prime applicazioni delle tecniche di machine learning nella predizione della crisi. Autori: Bifulco G., Paolone F., Riccio D., Mazzitelli A., Maturo F.
3. Relazione inviata alla thematic track Functional Data Analysis della conferenza internazionale IFCS 2024 - Data Science, Classification and Artificial Intelligence for Modeling Decision Making - 18th Conference of the International Federation and Classification Societies (<https://ifcs.ucr.ac.cr/index.php/es/>), prevista per il periodo 15-19 Luglio 2024, San José, Costa Rica. Relatore: Fabrizio Maturo.
4. Relazione alla 63rd ERSA (European Regional Science Association) Congress: A New Toolbox for Novel Research in Regional, Urban and Spatial Studies, Terceira, Azzorre, Portogallo, 27-30 agosto 2024. Titolo Spatial bootstrapping using deep clustering methods: spatial machine learning applied to Lombardy high-tech businesses. Relatore: Andrea Mazzitelli.

Ai fini delle implicazioni pratiche, il progetto intende avere un impatto rilevante sui seguenti aspetti:

- Sociale: gli strumenti di monitoraggio proposti hanno il fine ultimo di preservare l'integrità e la continuità dell'azienda nella sua concezione sistemica e tutelare gli interessi della collettività in termini di occupazione, benessere lavorativo, salario e qualità della vita.
- Economico: i modelli predittivi hanno lo scopo di informare gli investitori già esistenti (azionisti), investitori potenziali, finanziatori, clienti e fornitori, e altri portatori di interessi a tutela della trasparenza, dell'integrità del patrimonio aziendale e della capacità previsionale di generare redditi e flussi di cassa a salvaguardia delle prospettive di continuazione dell'attività aziendale (going concern).
- Industriale: gli strumenti forniti in questo progetto intendono rivolgersi in modo diretto ai manager aziendali e ai responsabili delle funzioni di controllo interno e di gestione che li utilizzerebbero per individuare segnali di allerta prima che la crisi aziendali si aggravi e diventi irreversibile.