

di Francesco Rundo e A. Luigi Di Stallo

ICORPORATE ALERT-ADVISOR SYSTEM (ICAS): UN NUOVO PARADIGMA TECNOLOGICO PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI IMPRESA

Francesco RUNDO, ingegnere informatico, ha un dottorato di ricerca in Matematica Applicata conseguito presso l'Università di Catania. Svolge l'attività di R&D Engineer presso la STMicroelectronics, sviluppando algoritmi e modelli matematici per l'analisi dati in ambito industriale. Da anni svolge il ruolo di Consulente Tecnico di Parte nei contenziosi in ambito civile e penale per l'analisi matematica dei rapporti bancari e degli strumenti di investimento.



Agatino Luigi DI STALLO, avvocato, è socio fondatore dello studio legale Di Stallo&Partners nonché componente del Direttivo Nazionale del network giuridico Master Legal Service (MLS). È co-fondatore del Laboratorio Scientifico-Giuridico "Giurimatica" dedicato allo studio teorico ed all'applicazione pratica delle scienze matematiche al diritto.

Il presente articolo esamina le possibili interazioni tra il sistema di Alert introdotto dalla recente riforma della crisi di impresa e l'applicazione di sistemi basati sulla c.d. Intelligenza Artificiale, con particolare riferimento agli strumenti intesi a potenziare le performance del modello predittivo estimativo del rischio di insolvenza delle imprese italiane. Con un approccio squisitamente ibrido scientifico-giuridico, viene descritta nel presente contributo la pipeline iCorporate Alert-advisor System (iCAS), sviluppata interamente dagli autori. iCAS è essenzialmente un prototipo di sistema cui affidare la valutazione del rischio di impresa ovvero la predisposizione di sistemi correttivi idonei al recovery del rischio, finalità target della recente riforma della crisi di impresa e dell'insolvenza.

1. **Il sistema di Alert alla luce della riforma della crisi di impresa e dell'insolvenza**

Come noto, la legge delega n. 155/2017 concerne la riforma dell'intera disciplina del diritto fallimentare e, più in generale, della crisi di impresa, posto che quella che viene denominata liquidazione giudiziaria (al posto di fallimento), costituisce l'estrema *ratio* di un processo di risanamento e conservazione della continuità aziendale, fuori dal procedimento tipico della disciplina concorsuale. L'esercizio della delega, nel rispetto dei principi e criteri direttivi della predetta legge, scadrà, con la *prorogatio*, il prossimo 14 gennaio 2019. E' stato di recente licenziato lo schema di decreto legislativo recante codice della crisi di impresa e dell'insolvenza in attuazione della legge delega, cui sono state apportare alcune revisioni nel mese di novembre scorso.

Per ciò che rileva ai fini del presente contributo, è stata confermata la procedura di allerta (cd. *Red flags*) finalizzata a rilevare precocemente situazioni di potenziale crisi e per prevenire casi di default, quali "... *omissis ... squilibri di carattere reddituale, patrimoniale o finanziario, rapportati alle specifiche caratteristiche dell'impresa e dell'attività imprenditoriale svolta dal debitore, tenuto conto della data di costituzione e di inizio dell'attività ... omissis ...*" (art. 13, c. 1), sulla base di "... *omissis ... appositi indici che diano evidenza della sostenibilità dei debiti per almeno i sei mesi successivi e delle prospettive di continuità aziendale per l'esercizio in corso o, quando la durata residua dell'esercizio al momento della valutazione è inferiore a sei mesi, per i sei mesi successivi ... omissis ...*" (art. 13 c. 1).

Lo schema si limita a prescrivere quali "... omissis... indicatori significativi, a questi fini, il rapporto tra flusso di cassa e attivo, tra patrimonio netto e passivo, tra oneri finanziari e ricavi ... omissis ...", e che "... omissis ... costituiscono altresì indicatori di crisi ritardi nei pagamenti reiterati e significativi, anche sulla base ... omissis ..." (art. 13, c. 1, ult. periodo) dei casi che escludono la tempestività dell'iniziativa e disciplinati dall'art. 24, ai fini dell'applicazione delle misure premiali (art. 25). Se da un lato la riforma introduce specifici obblighi in capo al debitore, agli organi amministrativi e di controllo, dall'altro lato, emerge un problema di individuazione degli indicatori idonei in maniera non equivoca a far presumere la sussistenza di uno stato di crisi dell'impresa. Anzitutto, ciò emerge *ictu oculi* sol che si consideri la facoltà attribuita all'imprenditore che "... omissis ... non ritenga adeguati, in considerazione delle [...] caratteristiche ... omissis ..." della sua impresa, gli indici elaborati a tal fine dal Consiglio nazionale dei dottori commercialisti ed esperti contabili (in seguito, *breviter*, "CNDCEC"), come previsto espressamente dall'art. 13, c. 2, di specificarne "... omissis ... le ragioni nella nota integrativa al bilancio di esercizio ... omissis ..." e indicarne "... omissis ... nella medesima nota, gli indici idonei a far ragionevolmente presumere la sussistenza del suo stato di crisi ... omissis..." (art. 13, c. 3), indicando, in sostanza, "indici alternativi". In questo caso, un "... omissis ... professionista indipendente attesta l'adeguatezza di tali indici in rapporto alla specificità dell'impresa. L'attestazione è allegata alla nota integrativa al bilancio di esercizio e ne costituisce parte integrante. La dichiarazione, attestata in conformità al secondo periodo, produce effetti per l'esercizio successivo ... omissis ..." (art. 13, c. 3, ult. periodo).

Conseguentemente, il CNDCEC, cui è attribuito il compito di elaborare, "... omissis ... tenuto conto delle migliori prassi nazionali ed internazionali [...], con cadenza almeno triennale, in riferimento ad ogni tipologia di attività economica secondo le classificazioni I.S.T.A.T. ... omissis ..." (Ateco 2007), gli indici che, valutati unitariamente, fanno ragionevolmente presumere la sussistenza di uno stato di crisi dell'impresa, si adopereranno per predisporre procedure di allerta e di diagnosi del rischio, "leggibili" dall'imprenditore e dai consulenti, al fine di adottare piani aziendali idonei a "scongiorare" detto rischio, in quest'ultimo caso, "sartoriali", che tengano conto della specificità dell'impresa oggetto di esame.

A tal uopo, per avere una base dati informativa, su richiesta del Ministero della Giustizia, Cerved ha realizzato un'analisi numerica basata su dati di bilancio di esercizio presenti in un apposito database contenente le su indicate informazioni per svariate società di capitali, al fine di fornire evidenze quantitative sull'applicabilità del normato sistema di pre-allerta [1]. Nell'attività svolta da Cerved, per quanto è noto, non sono state adottate informazioni che potrebbero essere utilmente elaborate sia in fase di *recovery-diagnosis*, che di *prediction*, anticipando l'emergere di quella soglia, oltre la quale dovrebbe scattare l'applicazione delle misure di allerta, sulla base della applicazione degli indici. Si fa riferimento, a titolo esemplificativo, a dati prospettici, dati sui rapporti bancari intrattenuti dall'impresa, alle movimentazioni relative ai pagamenti di cui ai rapporti di tipo commerciale, etc.. Tuttavia, come illustrato nei paragrafi seguenti, l'adozione di indicatori classici estratti dai dati di bilancio di esercizio delle società, può esporre la metodologia di *monitoring* del rischio *default* societario a problemi di robustezza quantitativa in quanto spesso i bilanci non risultano affidabili.

A questo non secondario *drawback*, si aggiunge l'ulteriore questione di natura squisitamente tecnica sintetizzabile in un *overfitting* del modello di segnalazione, conseguente alla difficoltà di individuare le soglie di cut-off utili ad una robusta discriminazione tra imprese insolventi (o a rischio insolvenza) da quelle sane. Gli autori, tenuto conto del lodevole sforzo compiuto dal legislatore per arrestare questo trend negativo di dissesto finanziario societario, ritengono opportuno affrontare, con il presente contributo, la problematica dei sistemi di allerta da un punto di vista tecnico-scientifico, evidenziando come l'attuale progresso tecnologico, soprattutto nel campo dell'Intelligenza Artificiale (IA), possa ragionevolmente e realmente incrementare le *performance* del modello predittivo estimativo del rischio insolvenza delle imprese. In questo scenario, obiettivamente ritenuto *challenging* da un punto di vista tecnico, gli autori mostreranno i risultati ottenuti da un sistema, dai medesimi sviluppato, denominato **iCAS (iCorporate Alert-advisor System)**, basato su un motore di *Machine Learning* annesso ad un algoritmo di *ottimizzazione multi-obiettivo*, idoneo a stimare, con una accuratezza appropriata all'obiettivo normativo, sia il rischio di insolvenza che, contestualmente, il miglior assetto econometrico-finanziario societario.

2. **iCAS: Un sistema idoneo per la valutazione del rischio insolvenza**

Ai fini del presente contributo, si rende opportuno soffermarsi brevemente sul richiamato rapporto Cerved commissionato per verificare una possibile attuazione dei sistemi di allerta. Questo rapporto concerne un set di imprese i cui dati di bilancio erano stati catalogati in appositi database ed estende l'analisi econometrica ad un range temporale sufficiente ad evitare la polarizzazione del trend macro-economico che potrebbe inficiare la robustezza dei risultati statistici così ottenuti. Nel campione sono state incluse società di capitale insolventi, nel periodo considerato, e altrettante società - di analoga organizzazione e struttura - in condizioni operative ottimali, cercando di ottenere quello che statisticamente si definisce un "*campione bilanciato ed equi-distribuito*".

Ciò premesso, gli analisti chiamati a studiare e progettare questo modello di pre-alert societario, si sono occupati della definizione degli indici finanziari che meglio si prestano a predire con sufficiente anticipo, il progressivo deterioramento economico dell'impresa, dunque, il default della stessa. In tale ambito, i ridetti tecnici hanno considerato indici estratti dai dati di bilancio di esercizio caratterizzati da facilità di calcolo, semplicità interpretativa, nello specifico: *cashflow/attivo nell'area di redditività, patrimonio netto su passivo per la struttura finanziari, oneri finanziari su ricavi per la sostenibilità dei debiti e il current ratio per l'equilibrio finanziario, etc...* Al fine di distinguere le società con rischio di insolvenza e dunque meritevoli di essere pre-allertate da quelle a struttura finanziaria sana, sono stati fissati dei valori di cut-off o soglie statiche (*Thresholds*), associati a tre diversi rischi di insolvenza societaria (cluster), rispettivamente del 90%, 80% e del 70%. Il rapporto su richiamato indicava, ad esempio: "... omissis ... a un tasso di default del 70% corrisponde un valore soglia pari al 2,7% per l'indicatore *cashflow/attivo*: questo significa che il 70% delle società del campione con un indicatore al di sotto di tale soglia entra in default. Se si alza il tasso di default al 90%, la soglia corrispondente scende al -10,7%: questo significa che il 90% delle società con un rapporto tra *cashflow* e attivo al di sotto di tale soglia entra in default ... omissis ...".

Da una attenta lettura dei risultati di questo rapporto si evincono i limiti classici della metodologia a *cut-off* statica-euristica (peraltro, correttamente rilevata dal rapporto stesso): al variare del numero di indicatori e dei relativi thresholds, si rischia di allargare troppo il cluster delle imprese rientranti nel medesimo rischio default (cio comporterebbe un fenomeno di iper-segnalazione di società che in realtà non hanno alcun rischio operativo) ovvero, riducendo questi indicatori di *cut-off*, si rischia di escludere quelle imprese che, comunque, dovrebbero rientrare nel relativo cluster (in questo caso si avrebbe un fenomeno di ipo-segnalazione escludendo di pre-allertare quelle imprese con un concreto rischio default). Il richiamato rapporto conclude con una analisi combinatoria degli indicatori di bilancio pervenendo, infine, ad individuare un sub-set di indicatori capaci di ridurre significativamente i richiamati fenomeni di ipo/ipers segnalazione delle imprese. A tal proposito gli autori propongono di affiancare agli indicatori della crisi, come individuati dalla riforma, criteri idonei ed adattabili al caso concreto, al fine di evitare detti fenomeni “negativi”. Tuttavia, il problema rimane ovviamente aperto e meritevole di ulteriori approfondimenti.

Per gli autori appare, pertanto, necessario provare a rivedere il paradigma di clustering delle imprese, cercando di adottare delle metodologie di ultima generazione capaci di eliminare i tipici inconvenienti degli algoritmi classici introducendo, nello stesso tempo, maggiore capacità selettiva del modello e maggiore robustezza analitica. A tal fine, nel presente contributo si propone un prototipo di sistema denominato *iCorporate Alert-advisor System (iCAS)*, che, attraverso metodi di Machine Learning ed ottimizzazione multi-obiettivo è in grado non solamente di migliorare sensibilmente la stima predittiva del rischio insolvenza societario ma, in aggiunta ai sistemi classici basati sull’analisi di indicatori di bilancio, è in grado di suggerire al *management* societario le correzioni opportune in ambito econometrico-finanziario per massimizzare gli indici di redditività e minimizzare quelli di rischio.

La prima parte del sistema iCAS è costituita da un sistema adattativo di ottimizzazione multi-obiettivo che effettua il monitoring continuo dei flussi finanziari dell’impresa, effettuando una analisi econometrica delle movimentazioni bancarie e finanziarie, nello specifico, dei saldi e delle esposizioni debitorie/creditorie della società. Brevemente, a beneficio del lettore, un sistema di ottimizzazione multi-obiettivo si pone il target di massimizzare e/o minimizzare più funzionali contemporaneamente. Pertanto, definiti un set di funzioni:

$$F(x) = [f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x)]; \quad f_i: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R} ; \forall i, n \in \mathbb{N}$$

Nell’ipotesi di formulazione che richiede una minimizzazione delle funzioni obiettivo, un problema di ottimizzazione multi-obiettivo nello spazio “S”, puo’ essere così descritto analiticamente:

$$\min_{x \in S} F(x) = \min_{x \in S} [f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x)]; \quad f_i: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R} ; \forall i, n \in \mathbb{N} ; S \subset \mathbb{R}$$

Analogamente, useremo l’operatore ‘max’ nel caso volessimo massimizzare dei funzionali. Ovviamente, gli operatori di minimizzazione e massimizzazione possono essere usati anche simultaneamente su più funzionali. Nel nostro caso, iCAS durante il monitoring dei flussi bancari e finanziari, procederà a minimizzare alcuni indicatori di passività come il saldo negativo dei conti bancari, l’esposizione debitoria a medio e lungo termine, gli interessi debitori maturandi, il quantitativo totale di commissioni addebitate, etc.. Simultaneamente, iCAS cercherà di massimizzare alcuni indici di redditività come gli interessi creditori, rapporto ricavi/uscite, etc. Per raggiungere questo obiettivo, il sistema iCAS è in grado di suggerire alle imprese le corrette movimentazioni dei flussi bancari e finanziari da effettuare al fine di ottenere l’ottimizzazione sopra richiamata. Per consentire al sistema iCAS di eseguire le suddette operazioni, gli autori hanno dotato il sistema di un **motore di ottimizzazione “Neuro-Genetico”**, ossia composto da una rete neurale che effettua il clustering dei dati, denominata **“Motor Map”**[2], insieme ad un algoritmo genetico che attraverso una opportuna funzione di *“fitness”* esegue il processo di ottimizzazione desiderato. Di seguito lo schema del motore di ottimizzazione multi-obiettivo di iCAS:

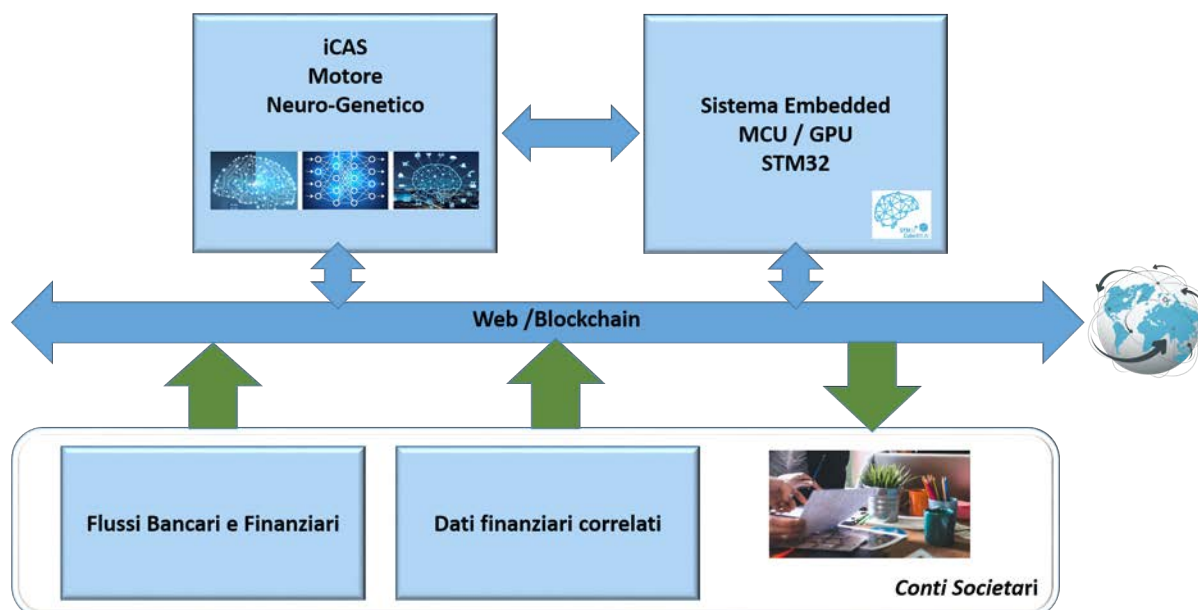
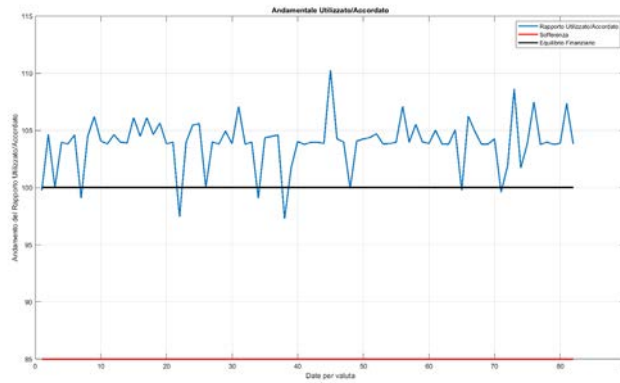


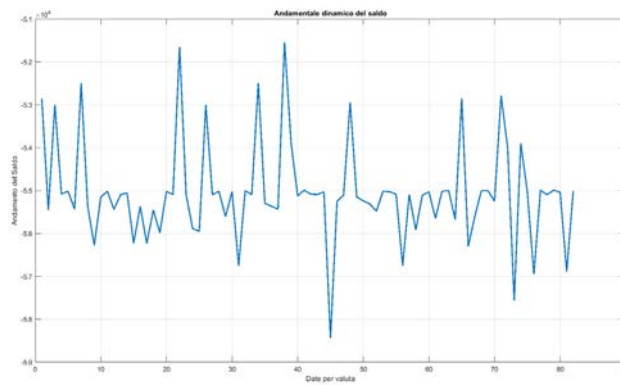
Figura 1: Modulo di ottimizzazione multi-obiettivo del sistema iCAS

Per accelerare le operazioni, gli autori suggeriscono l'adozione di sistemi embedded portabili, con MCU di tipo STM32 [3] (ed eventuale GPU) i quali sono già dotati di apposite librerie software di IA, utili per questo genere di applicazioni. Di seguito alcuni grafici di monitoring ed ottimizzazione eseguiti da iCAS durante alcune simulazioni

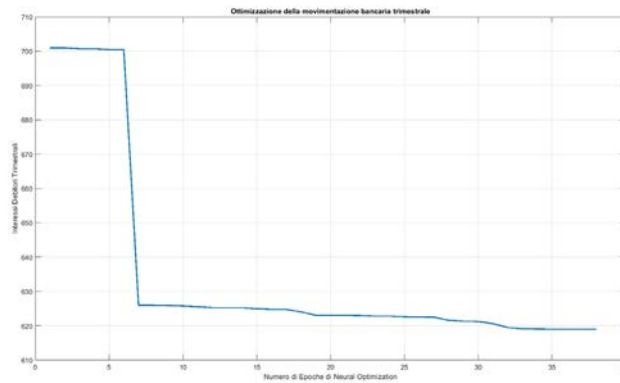
a)



b)



c)



d)

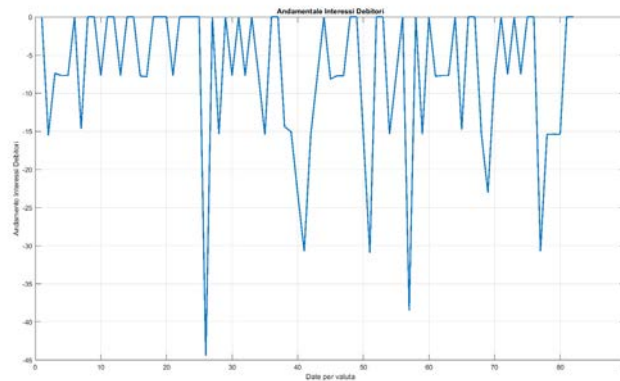


Figura 2: iCAS: (a) Monitoring andamentale del rapporto utilizzato/accordato; (b) Monitoring andamentale saldo bancario; (c) Minimizzazione costi aziendali eseguiti da iCAS; (d) Monitoring andamentale interessi debitori

Come anticipato, il sistema iCAS è altresì dotato di un *core* di Machine Learning, capace di stimare il rischio insolvenza della società monitorata; nel caso specifico gli autori hanno utilizzato degli Stacked Auto-Encoders (SAEs) [4]. Diversamente dai metodi classici, basati unicamente sui bilanci di esercizio, che, come noto, contengono dati di bilancio che non sempre si possono ritenere consolidati ed attendibili o comunque idonei ad una robusta discriminazione predittiva del rischio default societario (vedi il richiamato rapporto Cerved), il sistema qui descritto utilizzerà dati di rischio insiti nell'operatività quotidiana aziendale, quali appunto: *saldi dei conti bancari, durata media dei finanziamenti concessi alla società, stato dei precedenti rapporti di credito, attuale stato dei crediti societari, accantonamenti liquidi, numero di dipendenti dell'impresa, descrizione quantitativa degli assets aziendali, complessiva esposizione debitoria, longevità aziendale, patrimonio intestato alla proprietà aziendale, etc...* Alcuni di questi dati sono stati quantificati in modo analitico. Il set di informazioni di riferimento è stato tratto da lavori già presenti in letteratura che, nello studio predittivo del rischio insolvenza, avevano utilizzato con successo gli indicatori descrittivi presi in esame dagli autori [5]. Ebbene, utilizzando il medesimo campione delle società già classificate attraverso lo studio Cerved [5], il sistema iCAS è stato in grado di predire con una accuratezza del 96%, il rischio insolvenza dell'impresa analizzata, dimostrando di essere particolarmente affidabile nel lavoro di selezione (Alert) delle società a rischio, secondo la riforma della legge fallimentare in atto. Di seguito lo schema del sistema predittivo degli Alert predisposto all'interno di iCAS:

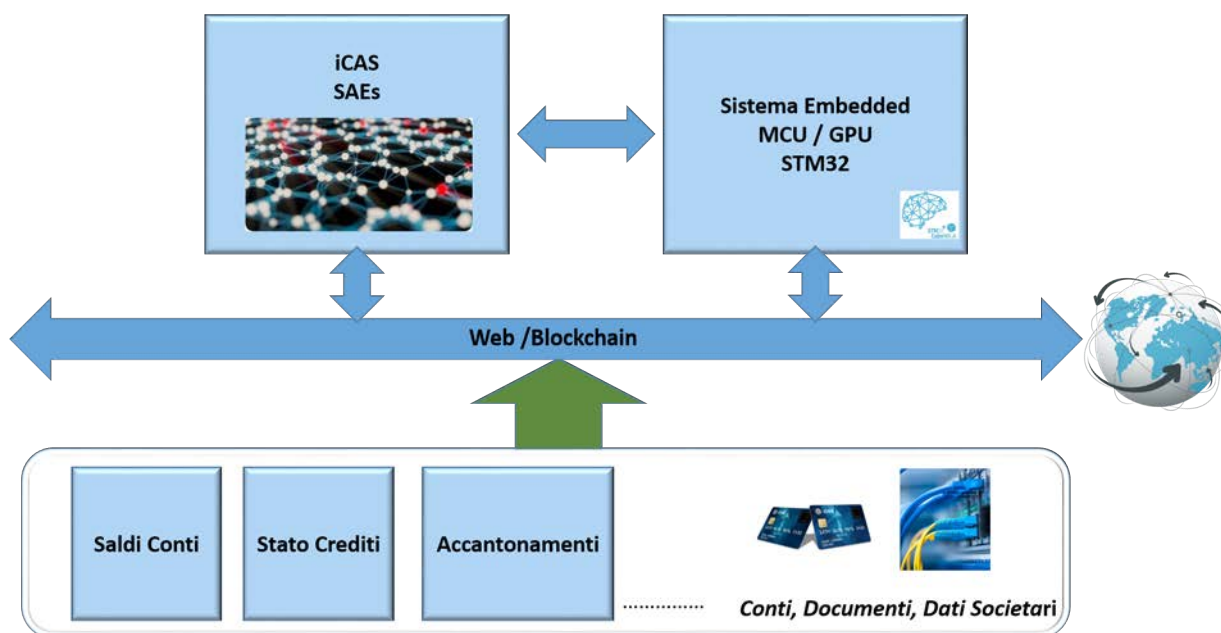


Figura 3: iCAS: Core di Machine Learning per la stima predittiva rischio default societario

3. Conclusioni

I risultati esposti nel precedente paragrafo, dimostrano che il sistema proposto dagli autori e denominato iCAS è in grado di rispondere, a sommo parere di chi scrive, alla *ratio* insita nella riforma della crisi di impresa e dell'insolvenza, in ordine alla rilevazione (reale e affidabile) del rischio di impresa, rappresentando strumento utile sia per gli obblighi di segnalazione, sia per pianificare le opportune misure di correzione strutturale necessarie al riassetto dell'impresa. iCAS, basandosi su criteri adattabili al caso concreto analizzato, è in grado di fornire una informativa predittiva "intelligibile" dai professionisti coinvolti a supporto dell'impresa, fondato non solo sui dati del bilancio di esercizio, elidendo quei rischi di ipo/ipers segnalazione dei sistemi di alert "classici", già paventati da attenta dottrina giuridico-economica all'indomani della legge delega. Gli autori hanno appurato che iCAS riesce in entrambi gli obiettivi, confermando il ruolo decisivo che i moderni sistemi di Intelligenza Artificiale possiedono nel guidare problematiche complesse, come quella descritta nel presente documento. Non da ultimo, la mobilità del sistema ottenibile tramite l'adozione di sistemi embedded MCU-STM32 con supporto IA [3], rende la pipeline proposta un valido e pratico strumento per i professionisti del settore. ©

BIBLIOGRAFIA

- [1] <https://know.cerved.com/impres-mercato/legge-fallimentare-allerta-per-crisi/>
- [2] F. Rundo et al, **Self Organizing Motor Maps for Color-Mapped Image Re-Indexing**, IEEE Transactions on Image Processing, **2007**, Volume: 16, Issue: 12;
- [3] <https://www.st.com/content/st.com/en/about/innovation---technology/artificial-intelligence.html>
- [4] F. Rundo et al, **Evaluation of Levenberg-Marquardt neural networks and stacked autoencoders clustering for skin lesion analysis, screening and follow-up**, IET Computer Vision Journal, Volume 12, Issue 7, 2018, p. 957 – 962;
- [5] R.S.Ramya et al, **Analysis Of Feature Selection Techniques In Credit Risk Assessment**, International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS -2015), Jan.05 – 07,2015,Coimbatore, INDIA.