

## Approfondimento: Applicazione della teoria del matching in finanza

Il problema vede come attori o agenti un certo insieme di investors (o lenders) e un certo insieme di borrowers. Gli investors sono rappresentati da banche, istituti di credito, fintech, business angels, ecc., mentre i borrowers sono i ricettori di eventuali finanziamenti elargiti dagli investors.

Definiamo con *match* una funzione reale che assegna ad ogni coppia di investor-borrower un valore compreso in un certo intervallo che possiamo assumere fra 0 e 1. Il valore del *match* può essere arbitrariamente definito, ma da esso dipende il modello che si costruisce in seguito.

Ad esempio, si può stabilire di definire come buon *match* la probabilità che l'azienda non fallisca entro due anni, mentre tutti gli altri casi possono essere classificati come *match* non buono; di contro, si può stabilire come buon *match* quello per cui il ROI non sia inferiore a un certo valore.

Anticipando la terminologia del Machine Learning (ML), nel primo caso avremmo un problema di classificazione, perché occorre stabilire a quale classe appartiene l'accoppiamento che, nel caso semplice binario, può essere, ad esempio, 1 (buon *match*) o 0 (*match* fallimentare). Mentre, nel secondo caso abbiamo un problema di regressione, perché si vuole predire un valore numerico reale a partire dal passato (per l'appunto, regressione).

Il problema si riduce quindi nel trovare un "buon" *match*, cioè una combinazione per cui la probabilità che il finanziamento vada a buon fine è elevata.

Dal punto di vista dell'investor, un *match* di successo significa investire in una società richiedente con basso (nel caso ideale, nullo) valore della probabilità di default o fallimento e alto rendimento. Similmente, dal punto di vista della società, il successo consiste nel ricevere il finanziamento alle migliori condizioni.

Tradizionalmente, gli istituti di credito adottano il criterio delle 5 C in fase di valutazione del rischio.

Questo criterio consiste nelle seguenti direttive:

1. **Carattere.** Reputazione del borrower, sostanzialmente la sua storia in termini di credito.
2. **Capacità.** Confronto fra il tasso di indebitamento ricorrente e il salario o le capacità finanziarie. Ad esempio, per prestiti a privati, il rapporto debiti/salario è spesso l'indice più usato.
3. **Capitale.** L'ammontare di denaro disponibile pre-credito. Molto usato nei mutui.
4. **Collaterale.** La proprietà o l'obiettivo del finanziamento o anche l'assicurazione sulla proprietà finanziata. Ad esempio, il terreno in caso di acquisto di un terreno.

5. **Condizioni.** Tutto ciò che riguarda il finanziamento (ad esempio gli interessi) e non (ad esempio andamento dell'economia).

Molti sistemi di scoring sono basati sulle 5C, come il Fair Isaac Corporation (FICO). Più è elevato lo score, più l'istituto di credito è propenso a elargire il finanziamento. Le 5C possono essere esplose o dettagliate in modo da formare le cosiddette policy o strategie di ogni singolo lender.

Nel business di Finanza.tech, la conclusione positiva di un'opportunità di finanziamento dipende in larga parte dalle valutazioni che entrambi i players del mercato dei prestiti (Imprese e Investors) fanno riguardo la controparte con cui possono stringere un accordo. Pertanto, sia le imprese che gli investor, possiedono implicitamente delle preferenze espresse matematicamente da una funzione di utilità, la cui massimizzazione dipende dalle caratteristiche della controparte con cui si accoppiano e dalle caratteristiche del possibile match.

Sebbene le preferenze degli agenti siano "inosservabili" così come la loro funzione di utilità, queste possono essere in qualche modo stimate dai dati disponibili sull'equilibrio di mercato.

Il modello di matching proposto seguendo i risultati di Fox (2010), considera il mercato dei prestiti come two-sided, nel senso che le banche scelgono le aziende, le aziende scelgono le banche, e l'equilibrio di mercato dipende dal "Valore del Match" che ciascun agente assegna alle possibili combinazioni banca-azienda.

Siccome i finanziamenti possono riferirsi a diversi tipi di strumenti finanziari, ciascuno strumento rappresenterà un possibile mercato, e ciascun mercato sarà indicizzato nel tempo.

Per chiarezza, si considerino due insiemi I e J, rispettivamente l'insieme di banche e l'insieme di aziende. L'insieme di tutte le possibili combinazioni banca-azienda è dato dalla matrice I,J, ciascuna delle possibili combinazioni avrà una funzione di payoff (cioè quella che rappresenta il valore ottenuto da una scelta, in questo caso il matching tra le due parti) pari a:

$$V_t(i,j) = X'_{ij}\beta + \epsilon_{ij}$$

L'equazione esprime il gradimento che gli agenti i e j ricavano dalla conclusione di un accordo al tempo t; per semplicità di notazione l'indice t non verrà specificato. La funzione è una combinazione lineare dei parametri  $\beta$  da stimare e delle caratteristiche osservabili del match (i.e. un'interazione delle caratteristiche banca-impresa indicate con  $X'_{ij}$ ). I parametri  $\beta$  vengono stimati in funzione dell'equilibrio osservato, che si fonda sul concetto di "pairwise stability".

Il concetto di pairwise stability è definito come segue: se si prendono due coppie per cui si è osservato un match e si scambiano i partners, la condizione di equilibrio richiede che la somma originale delle funzioni di valutazione del match sia maggiore o uguale della nuova somma di valori del match che si ottiene dopo lo scambio.

Se si suppone di osservare un mercato in cui sono presenti 2 banche (i e i') e 2 aziende (j e j') che hanno concluso due match, rispettivamente  $\mu(i, j)$  e  $\mu(i', j')$ , la condizione di equilibrio presuppone che:

$$V(i, j) + V(i', j') \geq V(i, j') + V(i', j)$$

I parametri della funzione di valutazione  $V(i, j)$  vengono stimati attraverso il "Matching Maximum Score Estimator" proposto da Fox (2010). Il MSE è uno stimatore non-parametrico (con il termine non-parametrico si intende il fatto che non viene fatta nessuna assunzione sulle possibili distribuzioni dei parametri in una popolazione). I parametri vengono stimati in modo da massimizzare il numero di disequaglianze osservate, pertanto la funzione obiettivo da massimizzare sarà:

$$Q(\beta) = \sum_{(i,j), (i',j') \in \mu} [X'_{ij}\beta + X'_{i'j'}\beta \geq X'_{ij'}\beta + X'_{i'j}\beta]$$

L'equazione permette quindi di stimare i parametri  $\beta$  che massimizzano il numero di disequazioni correttamente predette in funzione dell'utilità totale del mercato. Lo stimatore utilizza le disequaglianze che vengono definite dall'equilibrio osservato per stimare una funzione di valutazione. La spiegazione è quanto segue: lo stimatore MSE massimizza il numero di disequaglianze che sono soddisfatte.

Le formule e gli algoritmi che sono alla base di questi modelli e di altri più complessi sono alla base del matching che viene effettuato in Finanza.Tech.