

RETI NEURALI PER LA PREDIZIONE DELLE DINAMICHE DEI PREZZI DELLE COMMODITY ENERGETICHE

Massimo Panella, Francesco Barcellona

Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Elettronica e Telecomunicazioni (DIET)
Università di Roma "La Sapienza"
Via Eudossiana 18, 00184 Roma

L'inesorabilità di perseguire il comportamento più idoneo di un sistema sconosciuto scaturisce dalla necessità di contrastare le incombenti difficoltà dettate dall'incertezza intrinseca del futuro. Tale caratterizzazione è tanto più impellente se contestualizzata in ambito economico-finanziario. La presente ricerca è perciò scaturita dall'importanza di riuscire a prevedere le dinamiche relative ai prezzi delle commodity energetiche, in particolare petrolio, elettricità e gas, non esclusivamente per il considerevole ruolo da esse occupato nel contesto economico globale, ma soprattutto per l'elevata difficoltà riscontrata nell'effettuare il processo predittivo. Per tale scopo si è ricorsi alle reti neurali come paradigma alla soluzione del problema; attraverso la loro applicazione, infatti, si strutturano gli algoritmi implementativi che hanno consentito di produrre i risultati più significativi. La ricerca è stata svolta in collaborazione con il Dipartimento di Analisi Economiche e Sociali dell'Università di Roma "La Sapienza".

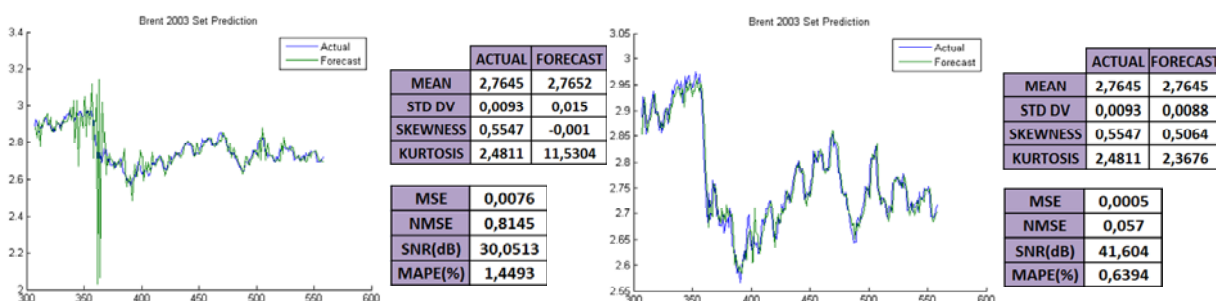
Nella fase iniziale della ricerca sono state considerate le tecniche di predizione e gli approcci metodologici più tradizionali, attualmente consolidati, per l'analisi delle serie storiche [1], [2]. Nello specifico, sono stati considerati i modelli autoregressivi e a media mobile (ARMA, ARIMA, ARCH, TARARCH, ARCH-M, GARCH, E-GARCH, etc.), anche considerando il fondamentale aspetto di strutturazione delle serie storiche, esplicitando cioè le singole componenti (trend, stagionalità, ciclicità) attraverso modelli additivi e moltiplicativi. E' stata inoltre affrontata la problematica dell'adattamento da apportare in seguito a variazioni o mutamenti, in particolare riguardanti i prezzi e la loro volatilità. A tal proposito riveste un ruolo fondamentale la trasformazione logaritmica dei prezzi.

Dal punto di vista neurale, un ruolo importante è svolto dall'impiego delle reti neurali con approccio bayesiano, indirizzato alla trattazione di opzioni pricing con affiancamento dell'apprendimento in cascata [3]. In tale contesto è stato approfondito il ruolo finanziario rivestito dalla formula di Black-Scholes in contrapposizione a quanto conseguito attraverso il ricorso alle reti neurali: il confronto si è sviluppato sulla base delle performance di pricing e di hedging. Un'altra comparazione, di cruciale significatività, ha implicato la catalogazione delle variabili (oro, petrolio, euro, etc.), sempre relazionandole all'applicazione delle reti neurali come strumento atto alla trattazione delle relative serie temporali. Inoltre, sempre rapportando il tutto alla duplice prospettiva delle performance (pricing e hedging), si segnala l'utilizzazione di metodi di regolarizzazione più classici quali cross validation, Bayesian regularization, early stopping e bagging.

Il fulcro sperimentale e applicativo della presente ricerca si è basato su diverse tecniche di predizione [4]: modelli lineari stimati ai minimi quadrati (LSE); Radial Basis Function (RBF); Adaptive Neurofuzzy Inference System (ANFIS); reti neurali Mixture of Gaussian (MoG), quest'ultime particolarmente adatte per risolvere problemi di predizione e approssimazione che risultano mal posti o non convessi. Sono stati considerati i prezzi giornalieri di petrolio, gas ed elettricità (Brent, WTI, EEX, PJM, HH, NPB, etc.) nel periodo 2001-2010. Le serie

sono state sistemate in slot di 3 anni, allenando i predittori sui primi due e testandoli sull'anno successivo. Il lag temporale e il numero (ordine di predizione) dei campioni utilizzati per predire quello successivo sono stati fissati utilizzando opportune tecniche di preprocessing sulle serie di training. Le performance nel dominio temporale sono state valutate negli usuali termini di MSE, NMSE, SNR e MAPE. Nondimeno, tali misure sono adatte a quantificare quanto la predizione è stata alterata da eventuali errori ma, in aggiunta a ciò, è anche importante verificare la robustezza del modello di predizione in senso statistico. Per tale scopo, in modo del tutto originale e innovativo, sono stati comparati i momenti statistici dal primo al quarto ordine della serie reale e di quella predetta [5].

Un esempio in tal senso è riportato nelle successive figure, relativamente ai prezzi del Brent nel 2003: la rete RBF è in grado di ottenere un elevato SNR (circa 30dB) ma ci sono degli errori locali, testimoniati da una differenza nei momenti del terzo e quarto ordine, cosa che invece non accade nel caso di predizione effettuata con la rete ANFIS.



Predizione del Brent 2003 mediante RBF

Predizione del Brent 2003 mediante ANFIS

In conclusione, si può asserire che la presente ricerca ha contribuito a fornire strumenti di lavoro, basati sulle reti neurali, che risultano molto validi per generare e predire i prezzi delle commodity energetiche su un arco temporale anche di un anno. Ciò permetterà, in prospettiva, di stimare accuratamente le possibili, sconosciute relazioni che sussistono tra le varie commodity, al fine di mettere a punto nuove strategie di gestione del rischio.

Attualmente si sta lavorando per sviluppare nuove tecniche, adattate alla particolare origine dei dati, per la scelta in modo automatico, robusto e affidabile dei campioni utilizzati per la predizione nonché del loro numero complessivo (cioè dell'ordine di predizione), anche e soprattutto per ottimizzare la complessità dei modelli neurali che dipendono da tale scelta.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] H. Geman, *Commodity and commodity derivatives. Modeling and pricing for agriculturals, metals and energy*, Wiley Finance, 2005.
- [2] A.S. Weigend e N.A. Gershenfeld, *Time Series Prediction: Forecasting the Future and Understanding the Past*, Addison-Wesley, 1994.
- [3] A.N. Refenes, A. Zaprani e G. Francis, "Stock Performance Modeling Using Neural Networks: A Comparative Study with Regression Models", *Neural Networks*, Vol. 7, pp. 375-388, 1994.
- [4] M. Panella, F. Barcellona e V. Santucci, "Modeling the dynamics of energy commodity prices using neural networks", *Proc. of EWGFM 2011*, Beirut (Libano), 5-7 Maggio 2011.
- [5] M. Panella, F. Barcellona, V. Santucci e R. D'Ecclesia, "On the statistical robustness of neural networks for the prediction of energy commodity prices", sottomesso a *IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing*, 2011.