

Regole di trading ottimale nel mercato di Euro-Dollaro con un DMAC su dati a frequenza oraria

Massimo Tivegna* e Danilo Pelusi **

(°) Massimo Tivegna, già Professore Ordinario di Econometria all'Università di Teramo; e-mail: mc1223@mcclink.it.

(°) Danilo Pelusi, Ricercatore, Università di Teramo, e-mail: dpelusi@unite.it

Sunto. Una misura accurata della redditività nell'utilizzo del Dual Moving Average Crossover (DMAC), priva di “data snooping” (letteralmente lo “spiare i dati” allo scopo di individuare il campione che produce i profitti più alti), richiede la separazione del training set (il campione di addestramento, in cui i parametri del DMAC sono ottenuti) dal trading set (il campione di trading, in cui i profitti del DMAC sono ottenuti, utilizzando parametri ottenuti nel campione di addestramento). L'operazione successiva è come ottenere, nel campione di addestramento, i parametri ottimali, cioè quelli che producono i “migliori profitti”. Seguendo i suggerimenti della letteratura, usiamo un Algoritmo Genetico (AG) per individuare i parametri ottimali nel training set allo scopo di utilizzarli, separatamente e indipendentemente, nel trading set. In questo studio si presentano i risultati quantitativi nell'uso di un AG applicato al DMAC, con dati orari sul tasso di cambio Euro-Dollaro tra il 1999 e il 2006. Una caratteristica distintiva di questo lavoro è costituita dall'uso di un GA per ottimizzazione “non vincolata” e “vincolata” del tasso di profitto di trading. La prima ottimizzazione mira ad ottenere i tassi di profitto più elevati nei vari trading set. La seconda pone dei vincoli intertemporali alla caduta del tasso di profitto (pari al 4% mensile) cercando di ottenere delle dinamiche più regolari dei profitti cumulati. L'ottimizzazione non vincolata produce un tasso di profitto medio (tra i vari trading set) su base annuale del 16,8%; quella vincolata ottiene il 13,4% (ma con una volatilità molto più bassa di profitti cumulati nel corso del tempo).

Parole chiave: Trading, DMAC, Algoritmi Genetici, Training

Abstract. An accurate measure of profitability of Technical Analysis, free of "data snooping", requires the separation of the Training Set (where the parameters of the technical filter are obtained) from the Trading Set (where the profit results of this technical filter are studied, using parameters obtained in the former). The next task is how to obtain the "best" parameters for high profits. Following the suggestions of the literature, we used a Genetic Algorithm (GA) to spot the "best" parameters in the Training Set to be used, separately and independently, in the Trading Set. This paper presents quantitative results in the use of one GA applied to the Dual Moving Average Crossover rule (DMAC) applied to hourly data of the Euro-Dollar exchange rate between 1999 and 2006. One important feature of the paper is the use of a GA in an unconstrained and constrained optimization set-up. The first optimization aims at obtaining the highest profit rates. The second one looks for smoother profit rates. We study the impact of these two techniques on a kind of mean-variance relationship of profit rates. Unconstrained optimization yields an yearly average profits of 16.8%; the constrained one gets 13.4% (but with much lower volatility of cumulative profits overtime).

Keywords: Trading, DMAC, Genetic Algorithms, Training.

1- Introduzione

L'Analisi Tecnica (AT) è molto diffusa nei mercati dei cambi ed è una "passione ostinata" per tutti gli operatori (Neely & Weller, 2001). Sempre di più trader professionisti attribuiscono un ruolo significativo all'AT. Essa include, nel significato più ampio e generale, varie tecniche di previsione e valutazione del mercato, come le analisi grafiche, le analisi con modelli di *pattern recognition*, i sistemi di trading con programmi computerizzati. Un sistema tecnico di trading consiste in un insieme di regole che può essere usato per generare segnali di acquisto o di vendita. Tra le regole di AT più conosciute annoveriamo le varie combinazioni di medie mobili, le *channel rules* ed i vari *momentum oscillator*, i vari schemi di ritracciamento, le bande di Bollinger, i vari schemi ondulatori.

...

Nella letteratura relativa all'AT le tecniche rilevanti sono espresse in forma matematica. Neely e altri (Park & Irwin, 2005) usano tecniche di programmazione genetica per individuare regole tecniche ottimali. Essi hanno trovato forti evidenze di rendimenti in eccesso (*excess returns*), fuori dal campione, economicamente rilevanti. Risultati simili sono stati ottenuti anche da Allen e Karjalainen (Allen & Karjalainen, 1999). Le loro strategie di trading conducono a *excess returns* fuori dal campione, nel periodo di test considerato. Essi hanno trovato che questi ultimi sono allo stesso tempo statisticamente ed economicamente significativi, anche quando sono presi in considerazione i costi di transazione. Un recente studio (Pelusi, 2010) cerca di testare schemi grafici visivi usando algoritmi di *pattern recognition*.

Scopo di questa ricerca è presentare risultati quantitativi nell'applicazione di una regola tecnica di trading molto popolare, il *Dual Moving Average Crossover* (DMAC), al tasso di cambio Euro-Dollaro tra il 1999 e il 2006. Come ogni regola tecnica, anche questa è caratterizzata da parametri che generano segnali di acquisto, vendita (long, short) o di astenersi da entrambi (*no-trade*). La regola DMAC, testata qui, è definita attraverso i parametri *Stop-Loss*(SL), *Take-Profit* (TP), *Fast Moving Average* e *Slow Moving Average* (FMA, SMA), media mobile veloce e lenta. La media mobile veloce calcola una media mobile (semplice od esponenziale) su un numero di periodi più numeroso rispetto alla media mobile lenta. Come tale la media mobile veloce (FMA) raccoglie movimenti di breve periodo del tasso mentre la media mobile lenta (SMA) traccia il trend di lungo periodo del tasso di cambio intorno al quale oscilla la SMA. I segnali di trading sono generati allorché le due medie si incrociano.

Come indicato da Taylor e Allen (Taylor & Allen, 1992), questa regola di AT è un sistema di *trend-following* molto semplice usato da molti trader professionisti. Nella regola DMAC, l'apertura della negoziazione si verifica all'incrocio tra la media mobile veloce (FMA) e la media mobile lenta (SMA). Se quest'ultima incrocia la media mobile lenta dal

basso si apre una posizione di acquisto (lunga). Viceversa, se la media mobile veloce incrocia quella lenta dall'alto, si apre una posizione di vendita (corta).

Come di consueto nella letteratura dell'Analisi Tecnica, al fine di evitare il *data snooping* (letteralmente lo "spiare i dati" allo scopo di individuare il campione che produce i profitti più alti, si veda (White, 2000)), la redditività del DMAC è stata analizzata suddividendo il campione disponibile in un campione di addestramento (*training set*), indicato come TNS, ed in un campione di trading (*trading set*), indicato come TRS. La scelta della lunghezza del Training e Trading set è un problema delicato (Allen & Karjalainen, 1999), (Neely & Weller, 1997). Allora abbiamo analizzato la redditività della nostra regola tecnica dividendo il campione disponibile nel TNS e TRS. I parametri ottimizzati nel campione di addestramento sono utilizzati per la regola DMAC nel campione di trading. Come metodo di ottimizzazione, usiamo una procedura di ricerca con computer ad alta intensità di calcolo mutuata dalla teoria Darwiniana della sopravvivenza del più forte: l'Algoritmo Genetico (AG). L'utilizzo dello AG all'AT (Allen & Karjalainen, 1999; Koza, 1992; Neely, 2003; Park & Irwin, 2005)) è dettato essenzialmente dalle sue capacità di calcolo iterativo (tramite tecniche di *data mining*), molto utile all'individuazione dei parametri (TP, SL, SMA e FMA) che massimizzano una funzione-obiettivo multivariata, quella del profitto monetario.

In questo studio presentiamo due tipi di algoritmi di ottimizzazione. Il primo è una ottimizzazione senza vincoli (i parametri di TP, SL, SMA e FMA che producono il massimo profitto), mentre il secondo calcola i parametri ottimali per un tasso di profitto soggetto ad una restrizione, quella di non registrare *drawdowns* mensili superiori al 4%.

Abbiamo usato dati orari (con valori di apertura, massimo, minimo e chiusura) tra gennaio 1999 e dicembre 2006 del tasso di cambio Euro-Dollaro, al fine di trovare la migliore regola di trading DMAC secondo due criteri predefiniti: i più alti tassi di profitto in termini assoluti e i

...

migliori coerenti con un loro profilo regolare nel corso del tempo, con la restrizione indicata nel paragrafo precedente. Questo secondo criterio è quello generalmente preferito dai professionisti perché consente il raggiungimento di tassi di profitto potenzialmente elevati, combinati con una volatilità più bassa dei profitti cumulati.

Tutto ciò può essere realizzato nel migliore *set-up* di operativo, sia in termini di possibilità di utilizzare procedure automatiche di trading, sia in termini di mantenere il numero delle transazioni entro limiti ragionevoli.

L'uso di dati orari è piuttosto raro nella letteratura e può rappresentare un buon compromesso tra l'uso di dati giornalieri e dati ai tik. I dati giornalieri possono mancare importanti punti tecnici in un'ottica infragiornaliera. I dati tik sono tipicamente pieni di errori.

Tutte le caratteristiche descritte nei precedenti tre capoversi sono abbastanza innovativi nella letteratura sull'Analisi Tecnica.

2. Algoritmi di ottimizzazione

2.1 Algoritmo non vincolato

Sia f una funzione

$$(1) \quad f: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}$$

e siano g, h funzioni

$$(2) \quad g, h: \mathbb{R}^4 \rightarrow \mathbb{R}$$

dove la funzione $f = f(g(x_1, x_2, x_3, x_4), h(x_1, x_2, x_3, x_4))$ rappresenta il tasso di profitto totale che dipende dai risultati delle operazioni lunghe g e da quelli delle operazioni corte h . Le variabili x_1, x_2, x_3 e x_4 rappresentano rispettivamente il TP, SL, FMA e SMA nel DMAC, definite sopra. Per trovare la migliore regola di trading dobbiamo trovare quei valori che

producono il più alto tasso di profitto (in questo sottoparagrafo, dato che nel prossimo si parlerà di profitti vincolati). Questo è un problema di ottimizzazione che può essere formalizzato come segue.

Sia (A, f) una coppia dove $A \subseteq \mathbb{R}^4$ è l'insieme delle soluzioni ammissibili e f è la funzione obiettivo che deve essere massimizzata. Sia M il massimo della funzione f , come definita in (1)

$$M = \text{def } \max_{(g, h) \in \mathbb{R}^2} f(g(x_1, x_2, x_3, x_4), h(x_1, x_2, x_3, x_4))$$

Il tentativo è quello di trovare i valori $(x_1, x_2, x_3, x_4) \in A$ tali che

$$f(g(y_1, y_2, y_3, y_4), h(y_1, y_2, y_3, y_4)) \leq M$$

per tutti gli $(y_1, y_2, y_3, y_4) \in A$. Questi valori delle x rappresentano le soluzioni ottimali del problema. Nel nostro caso, dobbiamo trovare i migliori valori di TP, SL, FMA e SMA per raggiungere il massimo profitto. Per questo tipo di ottimizzazione con lo AG sono utili (Allen & Karjalainen, 1999), (Neely & Weller, 1997).

Per evitare un eccessivo dispendio di tempi di calcolo, riduciamo i campi di variazione di x_1 , x_2 , x_3 e x_4 nello \mathbb{R} rispettivamente a I_{x_1} per TP, I_{x_2} per SL, I_{x_3} per FMA e I_{x_4} per SMA. Gli estremi di variazione di questi valori di I_{x_1} , I_{x_2} , I_{x_3} e I_{x_4} provengono dalla pratica standard di trading.

2.2 Algoritmo vincolato

L'algoritmo descritto nel sottoparagrafo precedente mira ad ottenere il massimo profitto senza curarsi delle sue possibili forti variazioni nel tempo. Questo problema viene affrontato in questo sottoparagrafo. Al fine di evitare eccessive e perdite accentuate e continuate (i temuti *drawdowns*), consideriamo un vincolo di massimo *drawdowns* sulle posizioni lunghe g e corte h separatamente, pari al 4% mensile. Questa soglia è suggerita dai trader nel mercato dei cambi. Ricordando che gli algoritmi operano su un campione di dati orari, ne segue che quattro settimane corrispondono a 480 ore.

...

Siano g_t e h_t rispettivamente le posizioni long e short al tempo t . Se g_t e h_t sono definite come nella (2), ne segue che le condizioni di vincolo sono:

$$\begin{aligned} g_t(x_1, x_2, x_3, x_4) - g_{t-480}(x_1, x_2, x_3, x_4) &> -0.04 \\ (3) \quad h_t(x_1, x_2, x_3, x_4) - h_{t-480}(x_1, x_2, x_3, x_4) &> -0.04 \end{aligned}$$

Ci si aspetta che, con l'applicazione della (3), le perdite saranno limitate. In altre parole, i tassi di profitto vincolati saranno possono, in generale, essere minori di quelli vincolati ma comunque più regolari. Non ci saranno eccessivi *drawdowns* nel tempo, rendendo la nostra tecnica più praticabile in un ambiente di trading reale.

3. Descrizione dei risultati

Un problema aperto nell'uso dell'Algoritmo Genetico nel mercato dei cambi è costituito dalla scelta della lunghezza dell'arco temporale del TNS e del TRS. Generalmente, il campione di trading è contiguo al campione di addestramento, ma non è sempre così. Una possibilità potrebbe essere quella di considerare sovrapposizione di campioni. Inoltre la lunghezza del TNS e del TRS può anche essere differente. Tuttavia nel nostro lavoro optiamo per la seguente scelta meccanica: due anni per il TNS ed i successivi due per il TRS.

Prima di procedere all'ottimizzazione, abbiamo stabilito i valori estremi degli intervalli I_{x1} , I_{x2} , I_{x3} , e I_{x4} . In particolare, $I_{x1} = [0.005, 0.05]$, $I_{x2} = [0.005, 0.05]$, $I_{x3} = [10, 20]$ e $I_{x4} = [55, 65]$. Questi valori sono conformi a quelli più frequentemente suggeriti dai trader.

Le Tavole 1 e 2 mostrano i risultati dei profitti che derivano dall'applicazione del nostro algoritmo non vincolato al tasso di cambio Euro-Dollaro.

Tavola 1 – Ottimizzazione non vincolata. Risultati sul set di addestramento (TNS) risultanti dall'applicazione del DMAC al cambio Euro-Dollaro-

Parametri e Profitti del DMAC	1999-2000	2001-2002	2003-2004
Take Profit ^(a)	0.0476	0.0500	0.0399
Stop Loss ^(a)	0.0078	0.0315	0.0079
Media Mobile Veloce ^(b)	13	14	12
Media Mobile Lenta ^(b)	53	55	62
Profitti operazioni lunghe	-0.3169	2.6306	1.0084
Profitti operazioni corte	2.0654	-1.4444	-0.0983
Profitti Totali	1.7484	1.1862	0.9101

(a) I TP e SL sono misurati in punti-base, o “pips”, del tasso di cambio Euro-Dollaro così come viene quotato convenzionalmente, cioè con quattro cifre decimali. Per esempio, un TP di 0.0476 (nel TNS 1999-2000) indica che allorquando un profitto cumulato su un *trade* lungo - ottenuto a partire dal cambio di inizio *trade* - è maggiore di 476 punti base (ad esempio, con due cambi ipotetici, da 1.4000 a 1.4476), allora si chiude il *trade* e viene preso profitto. La stessa cosa avviene, *mutatis mutandis*, con lo SL.

(b) Le cifre intere indicano qui il numero di periodi delle medie mobili, qui espresso in ore.

...

Tavola 2– Ottimizzazione non vincolata. Risultati di trading risultanti dall'applicazione del DMAC al cambio Euro-Dollaro. I parametri del DMAC (TP, SL, FMA, SMA) sono gli stessi della Tavola1.

Profitti del DMAC	2001-2002	2003-2004	2005-2006
Profitti operazioni lunghe	0.8871	2.3325	0.2858
Profitti operazioni corte	0.0007	-2.0999	-0.3994
Profitti Totali	0.8878	0.2326	-0.1136

I Profitti qui non sono espressi in termini percentuali. Per esempio, un profitto di 0.8878 indica un tasso di profitto cumulativo tra il primo profitto del TRS del 2001-2002 e l'ultimo. Questo significa che il trader ha guadagnato l' 88.78 % in due anni, in media 44.39 % all'anno.

La Figura 1 mostra le fluttuazioni nel corso del tempo dei profitti cumulati delle posizioni lunghe e corte durante il biennio 2001-2002 nel TRS (come esempio). L'uso dell'algoritmo senza vincoli mostra che i profitti dipendono fortemente dal trend locale del tasso di cambio. Pertanto, al fine di evitare eccessivi *drawdowns* nel corso del tempo, applichiamo il vincolo (3) separatamente per le posizioni lunghe e corte. I risultati sono nelle Tavole 3,4.

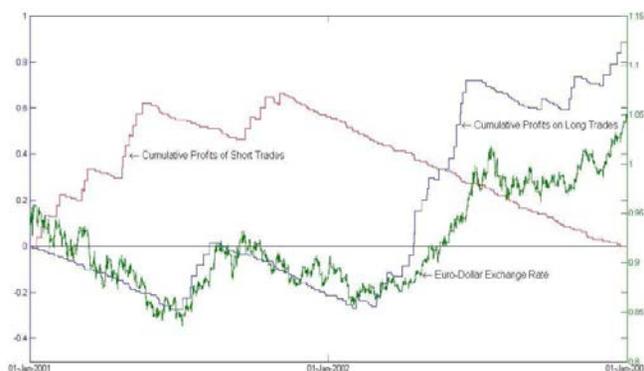


Fig. 1 - Profitti non-vincolati su operazioni lunghe e corte sul 2001-2002 per Euro-Dollaro

(Le stesse note delle tavole 1 e 2 possono essere usate per le tavole 3 e 4)

Tavola 3 – Ottimizzazione vincolata. Risultati sul set di addestramento (TNS) risultanti dall'applicazione del DMAC al cambio Euro-Dollaro.

Parametri e Profitti del DMAC	1999-2000	2001-2002	2003-2004
Take Profit ^(a)	0.0484	0.0407	0.0228
Stop Loss ^(a)	0.0055	0.0094	0.0075
Media Mobile Veloce ^(b)	14	12	12
Media Mobile Lenta ^(b)	58	62	60
Profitti operazioni lunghe	-0.0316	0.9182	0.8906
Profitti operazioni corte	1.7462	0.0673	-0.0264
Profitti Totali	1.7146	0.9855	0.8642

Tavola 4 – Ottimizzazione vincolata. Risultati di trading risultanti dall'applicazione del DMAC al cambio Euro-Dollaro. I parametri del DMAC (TP, SL, FMA, SMA) sono gli stessi della Tavola 3.

Profitti del DMAC	2001-2002	2003-2004	2005-2006
Profitti operazioni lunghe	0.5711	1.0681	-0.1091
Profitti operazioni corte	-0.1293	-0.3426	-0.2761
Profitti Totali	0.4419	0.7255	-0.3852

...

Confrontando i risultati degli algoritmi senza vincolo (Tavole 1,2) con quelli degli algoritmi vincolati (Tavole 3,4), osserviamo che il tasso di profitto dei primi sono più bassi rispetto ai secondi, sia nel TNS che nel TRS. Il tasso complessivo di profitto di questo esercizio vincolato nei sei anni è del 78.22%, 13.4% all'anno. Dall'altra parte, le perdite nel corso del tempo sono ridotte e la linea dei profitti cumulativi è molto più smussata. Il risultato noto in finanza viene qui confermato: maggiori profitti / maggiore rischio, minori profitti / minori rischi. Questo risultato è mostrato nella Figura 2.



Fig. 2 - Profitti vincolati su operazioni lunghe e corte sul 2001-02 per Euro-Dollaro-

4. Conclusioni

Un'accurata misura della redditività dell'Analisi Tecnica, libera dal “*data snooping*”, richiede la separazione del TNS (dove i parametri del DMAC sono ottenuti) dal TRS (dove si effettuano i *trade* col DMAC utilizzando i parametri ottenuti nel TNS). Utilizzando un ampio campione di dati orari del tasso di cambio Euro-Dollaro (Gennaio 1999 Dicembre 2006), abbiamo prodotto tre TNS di due anni (1999-2000, 2001-2002, 2003-2004) per ottenere parametri ottimali per il DMAC, da essere testati per

la profittabilità, nei tre TRS, anch'essi di due anni (2001-2002, 2003-2004, 2005-2006).

Seguendo i suggerimenti della letteratura ((Allen & Karjalainen,1999), (Koza,1992), (Neely,2003), (Park & Irwin, 2005)), abbiamo usato un Algoritmo Genetico per individuare i migliori parametri nel TNS, da utilizzare - separatamente e indipendentemente - nel TRS.

Una caratteristica distintiva di questo studio è data dall'uso di un Algoritmo Genetico in un *set-up* di ottimizzazione non vincolato e vincolato. La prima ottimizzazione (descritta nel sotto- paragrafo 2.1), tesa ad ottenere i più alti tassi di profitto, è rappresentata nelle Tavole 1, 2 e nella Figura 1. La seconda ottimizzazione (descritta nel sotto- paragrafo 2.2) ha invece mirato ad ottenere tassi di profitto più regolari, senza eccessivi *drawdowns*: i risultati sono nelle Tavole 3, 4 e nella Figura 2.

In termini di performance sintetica, l'ottimizzazione senza vincoli ha dato una media annuale di profitto del 16.8%; l'ottimizzazione vincolata ha ottenuto il 13.4%. Guardando alla linea dei profitti cumulati, la prima ottimizzazione (Figura 1) si è mossa nel corso del tempo tra enormi profitti ed enormi perdite, intollerabili per il *risk-control* di qualunque istituzione finanziaria. L'ottimizzazione vincolata (Figura 2) ha prodotto una linea di profitto cumulativo molto più regolare, senza rinunciare troppo in termini di profittabilità.

I nostri programmi futuri di ricerca riguarderanno l'applicazione dei nostri algoritmi ad altre regole tecniche, come quelle della famiglia dei *channel* e degli indicatori di *momentum*. Studieremo anche altri metodi di ottimizzazione. Al di là di ciò cercheremo di valutare come la performance dei profitti è influenzata dalle posizioni che rimangono aperte nel TRS. Non prevediamo che ciò produca un impatto significativo. Un altro interessante sviluppo (studiato anche da altri,(Park & Irwin, 2004)) è quello di valutare l'impatto delle news sul trading

...

tecnico ottimizzato. Il *pattern recognition* nel TNS, da utilizzare nel TRS, resta un interesse costante per noi.

Bibliografia

Allen F., Karjalainen R. (1999). Using Genetic Algorithms to Find Technical Trading Rules. *Journal of Financial Economics* 51, 245-271.

Becker L., Seshadri M. (2003). GP-evolved technical trading rules can outperform buy and hold. *Proceedings of the sixth international conference on computational intelligence and natural computing*. Cary, North Carolina, USA.

Dempster M., C.M. Jones (2000). A real time adaptive trading system using genetic programming, *Judge Institute of Management, University of Cambridge, WP n. 36*.

Koza J. (1992). *On the Programming of Computers by Means of Natural Selection*. MA: MIT Press, Cambridge.

Menkhoff L., Taylor M.P. (2007). The Obstinate Passion of Foreign Exchange Professionals: *Technical Analysis*. *Journal of Economic Literature* 45 n. 4, 936-972.

Neely C.J. (2003). Risk-adjusted, ex ante, optimal technical trading rules in equity markets. *International Review of Economics and Finance*. Spring 12(1), 69-87.

Neely C. J., Weller P.A. (2001). Technical Analysis and Central Bank Intervention. *Journal of International Money and Finance* 20, 949-970.

Neely C. J., Weller P. A. (1997). Dittmar R.: Is Technical Analysis Profitable in the Foreign Exchange Market? *A Genetic Programming Approach*. *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 32, 405-426.

Park C., Irwin S.H. (2004). *The Profitability of Technical Analysis: a Review*. AgMAS Project Research Report.

Park C., Irwin S.H. (2005). *The Profitability of Technical Trading Rules in US Future Markets: a Data Snooping Free Test*. AgMAS Project Research Report.

Pelusi D. (2010). A pattern recognition algorithm for optimal profits in currency trading. *Mathematical and Statistical Methods for Actuarial Sciences and Finance*, Springer, XII, Hardcover ISBN: 978-88-470-1480-0, pp. 233-242.

Taylor M. P., Allen H. (1992). The use of Technical Analysis in the Foreign Exchange Market. *Journal of International Money and Finance*, 11, 304-314.

White H. (2000). A Reality Check for Data Snooping. *Econometrica* 68, 1097-1126.