

PARADYGMAT PROGRAMOWANIA PROCEDURALNEGO W PROCESIE BUDOWY SYSTEMÓW AUTOMATYCZNYCH BAZUJĄCYCH NA ŚREDNICH KROCZĄCYCH

PRZEMYSŁAW JUSZCZUK¹, JAN KOZAK²

¹ Uniwersytet Śląski w Katowicach
Wydział Informatyki i Nauki o Materiałach
e-mail: przemyslaw.juszczuk@us.edu.pl

² Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach
Wydział Informatyki i Komunikacji
e-mail: jan.kozak@ue.katowice.pl

SŁOWA KLUCZOWE

programowanie proceduralne, średnie kroczące, system transakcyjny

STRESZCZENIE

W artykule zostanie zaproponowane nowe podejście dotyczące generowania sygnałów transakcyjnych bazujących na klasycznym mechanizmie przecięcia średniej kroczącej z wykresem cenowym. Sam mechanizm doboru okresu wskaźnika uzależniony będzie od skuteczności wcześniejszych sygnałów. W przypadku trafności sygnałów liczba odczytów uwzględnianych przy wyznaczaniu wartości średniej kroczącej będzie zmniejszona, co spowoduje zwiększenie liczby otwartych zleceń. Z kolei duża liczba zleceń stratnych doprowadzi do zwiększenia okresu średniej kroczącej, co wpłynie na ograniczenie liczby sygnałów. Podejście to zostanie porównane z klasycznymi rozwiązaniami bazującymi na średnich kroczących. Mechanizm budowy systemu transakcyjnego zostanie przedstawiony jako zagadnienie związane z proceduralnym paradygmatem programowania, gdzie poszczególne fragmenty kodu przygotowane zostaną w formie bloków – procedur. Takie podejście umożliwia elastyczne modyfikowanie istniejącego rozwiązania oraz rozszerzanie jego funkcjonalności poprzez dodawanie nowych elementów.

Wprowadzenie

W artykule przedstawiona zostanie koncepcja budowy automatycznych systemów transakcyjnych opartych na proceduralnym paradygmacie programowania. Jako język bazowy wykorzystany zostanie język MQL (ang. *Meta Query Language*) będący elementem składowym jednej z najpopularniejszych platform transakcyjnych dostępnych dla klientów indywidualnych rynku Forex – Meta Tradera (MQL4). Warto wspomnieć, iż w artykule rozpatrywana

będzie wersja 4. języka, która w odróżnieniu od wersji 5. cieszy się zdecydowanie większą popularnością.

Rynek walutowy Forex (ang. *foreign exchange*) jest globalnym, zdecentralizowanym rynkiem handlu walutami (Galan, Dolan, 2012). Jest określany jako najpłynniejszy rynek na świecie, a jego obroty netto na krajowym rynku sięgają kilku bilionów dolarów dziennie, zaś podstawowym instrumentem handlu są pary walutowe. Rynek walutowy Forex był jednym z pierwszych rynków umożliwiających składanie zarówno zleceń na kupno, jak i na sprzedaż, a więc pozwalających osiągnąć zysk (w zależności od otwartego zlecenia) przy wzroście lub spadku ceny danego instrumentu. Dla każdego otwartego zlecenia możliwe jest określenie tzw. poziomu Stop Loss oraz Take Profit. Pierwszy z nich określa poziom ceny, przy którym następuje automatyczne zamknięcie zlecenia i realizacja strat. Mechanizm Take Profit działa analogicznie, jednak dotyczy zamknięcia zleceń, które wygenerowały zysk na odpowiednim poziomie. Dokładniejsze opracowania dotyczące samego rynku Forex można znaleźć m.in. u Russella (1997). Siłę omawianego rynku stanowi mechanizm zwany dźwignią (ang. *Leverage*). Mechanizm ten umożliwia składanie zleceń przy ograniczonym dostępnym kapitale własnym, co w znacznym stopniu wpływa na liczbę zawieranych na rynku transakcji. Jednocześnie też częstotliwość zawierania transakcji wpływa na czas ich trwania, a takie metody handlu, jak skalpowanie (Volman, 2011), bazują na horyzoncie czasowym wynoszącym nierzadko tylko kilka lub kilkanaście minut. Tak agresywny handel wymusza na potencjalnych inwestorach stosowanie odpowiednich narzędzi pozwalających z jednej strony na analizę kursu wielu instrumentów jednocześnie, a z drugiej szybką reakcją na ewentualne sygnały płynące z rynku.

Takie założenia są bardzo popularne na rynku. Świadczy o tym stale rosnąca liczba opracowań związanych właśnie ze scalpingiem oraz ogólnie z podejściem określanym jako HFT (ang. *high frequency trading*) (Aldridge, 2013; Narang, 2013). Wśród dostępnych dla użytkownika metod handlu najczęściej wyróżnia się analizę techniczną oraz analizę fundamentalną. Analiza techniczna bazuje na trzech podstawowych założeniach:

- rynek dyskontuje wszystko,
- ceny podlegają trendom,
- historia się powtarza.

Założenia te opisane zostały w teorii Dowa, która jest uważana za podstawę analizy technicznej. Istniała ona już pod koniec XIX wieku, jednak za jedną z pierwszych prac na ten temat uważa się pracę Rhea (1932). Kolejnym istotnym narzędziem w handlu jest tzw. analiza fundamentalna, która pozwala na podstawie gospodarki danego kraju czy też ważnych decyzji finansowych określić ich wpływ na kurs pary walutowej. Początkowo zagadnienia dotyczące analizy fundamentalnej stosowane były przede wszystkim na rynku akcji (Jevons, 1987), jednak skuteczność tych mechanizmów wykazana została wielokrotnie także na rynku walutowym.

Dane giełdowe określane są jako dane chaotyczne, bez wyraźnego atraktora punktowego. Zagadnienie to poruszane było w wielu artykułach (Ramasamy i in., 2011). Konsekwencją takiego założenia jest to, iż nie można oczekiwać, że w dłuższym czasie wybrany instrument finansowy osiągnie pewną stabilną wartość. Pomimo tego zarówno analiza techniczna, jak i ana-

liza fundamentalna są często podstawowymi elementami regułowych systemów transakcyjnych, które umożliwiają podejmowanie decyzji na podstawie pewnych zdefiniowanych reguł. Koncepcja systemów regułowych przedstawiona zostanie szerzej w dalszej części artykułu.

Zaletą podejść bazujących na analizie fundamentalnej oraz analizie technicznej jest możliwość zwięzłego przedstawienia handlu jako reguł. Takie podejście przekłada się na liczbę dostępnych obecnie na rynku różnych aplikacji wspomagających tradera. Od prostych skryptów i wskaźników, poprzez bardziej złożone systemy zajmowania pozycji, aż po skomplikowane automaty transakcyjne przejmujące rolę tradera na każdym etapie handlu: od zajęcia pozycji na podstawie określonego czynnika, poprzez zarządzanie pozycją, zamknięcie pozycji, aż do zarządzania kapitałem. Niestety, liczba dostępnych narzędzi nie przekłada się bezpośrednio na jakość, a zdecydowana większość z nich napisana jest w oparciu o liniowy paradygmat programowania, gdzie poszczególne instrukcje wykonywane są po kolei przy każdym pojawieniu się nowego odczytu na wykresie. Systemy transakcyjne są ciągle modyfikowane, ich autorzy zmieniają niektóre ich elementy, dodają nowe funkcje. To wszystko jest znacznie utrudnione, kiedy wymagane jest wprowadzanie poprawek do całego kodu.

Celem artykułu jest przedstawienie koncepcji proceduralnego paradygmatu programowania jako efektywnego podejścia do budowy automatycznych systemów transakcyjnych. Taki mechanizm doskonale sprawdzi się w przypadku systemów regułowych, gdzie ewentualne podejmowanie decyzji uwarunkowane jest wystąpieniem odpowiedniej sytuacji na wykresie lub pojawieniem się odpowiedniej wartości wybranego wskaźnika analizy technicznej. Koncepcja ta przedstawiona zostanie na przykładzie systemu bazującego na przecięciu prostej średniej kroczącej z wykresem cenowym oraz autorskiej modyfikacji dotyczącej średniej kroczącej.

Artykuł podzielony został na trzy części. W części pierwszej przybliżono koncepcję regułowych systemów transakcyjnych. W kolejnej zawarto przykładowy mechanizm zajmowania pozycji w oparciu o autorski mechanizm dynamicznego doboru okresu średniej kroczącej. Trzecia część to opis przeprowadzonych eksperymentów. Artykuł zakończony został krótkim podsumowaniem.

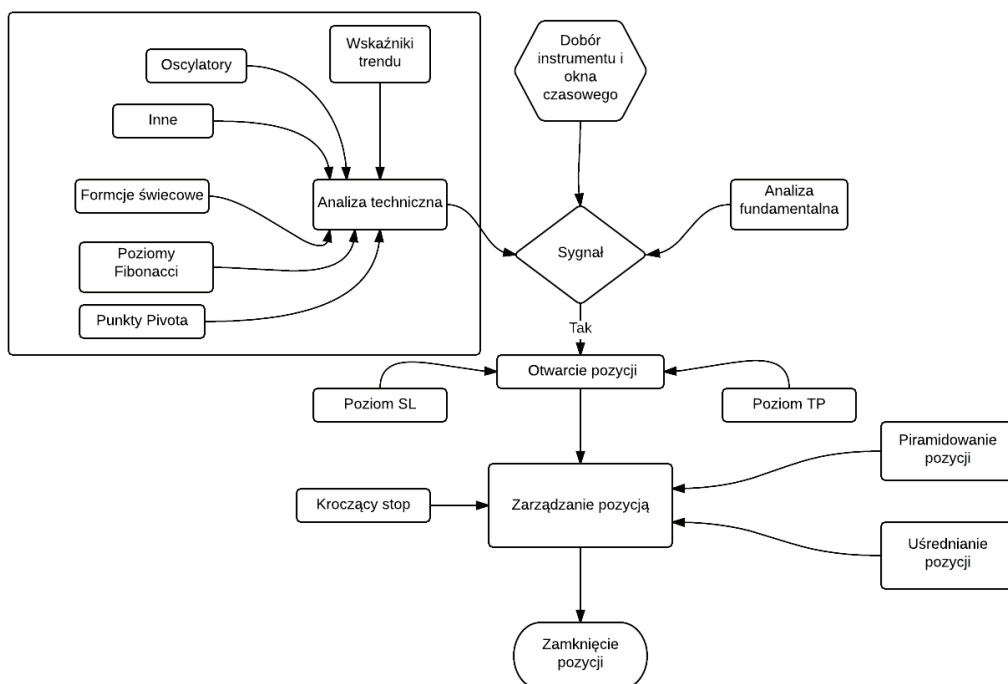
Regułowe systemy transakcyjne

Regułowe systemy transakcyjne bazują na wiedzy przedstawionej w postaci pewnych jasno określonych reguł. Niewątpliwą zaletą takiego podejścia jest prostota i możliwość zdefiniowania poszczególnych reguł przez niezależnego eksperta dziedzinowego. Dodatkowym założeniem przy tworzeniu bazy wiedzy w takiej postaci jest fakt, iż każda reguła jest tutaj w pełni określona. Innymi słowy, całkowicie pomijany jest tutaj czynnik w postaci prawdopodobieństwa. Jednym z podstawowych narzędzi tego typu (na rynku polskim) pełniących funkcję systemu ekspertowego jest komercyjny system PC Shell (Michalik, 2006). Klasyczna reguła postaci „*if then else*” dotycząca systemu transakcyjnego może być przedstawiona następująco:

$$\text{if } CCI(t-2) < -100 \wedge CCI(t-1) > -100,$$

co można interpretować jako: jeżeli wartość wskaźnika CCI 2 chwili czasu temu jest mniejsza od wartości -100 , a ta sama wartość odczytana w kolejnej dyskretniej chwili jest większa od wartości -100 , to sygnał jest poprawny. Takie podejście umożliwia budowę całego systemu transakcyjnego na podstawie pewnych bloków kodu – procedur. Każda procedura reprezentuje w tym wypadku jedną regułę. Zaletą takiego podejścia może być możliwość dowolnej modyfikacji tak przedstawionego systemu transakcyjnego. Reguły nie muszą dotyczyć tylko i wyłącznie momentu złożenia zlecenia, ale mogą także zostać przygotowane w odniesieniu do zarządzania otwartymi pozycjami czy nawet zleceniami oczekującymi. Przykładowy schemat systemu transakcyjnego zbudowanego na bazie takich procedur przedstawiony został na rysunku 1.

Programowanie proceduralne jest techniką programowania, w której zakłada się podział głównego programu na pewne oddzielne bloki – procedury. W takich blokach poszczególne części aplikacji wywołują ściśle określone zadania. Zatem powyższy system może być przedstawiony jako pewien określony ciąg procedur wykonywanych w odpowiedniej kolejności. Zapis takiego systemu w formie odpowiednich bloków kodu przedstawiony został w algorytmie 1.



Rysunek 1. Schemat systemu transakcyjnego

Źródło: opracowanie własne.

Algorytm 1

1. Sygnał wygenerowany na podstawie analizy technicznej.
2. Sygnał wygenerowany z analizy fundamentalnej.
3. Otwarcie pozycji.
4. IF (zysk > ustalonyZysk) Przesuń poziom Stop Loss lub dołóż pozycję.
5. IF (strata > ustalonaStrata) Mechanizm uśredniania pozycji.
6. Zamknięcie pozycji na podstawie określonego warunku wyjścia z pozycji.

Powyższy schemat zarówno z punktu widzenia tradera, jak i programisty umożliwia bardzo dużą elastyczność. Każdy sygnał umożliwiający otwarcie nowej pozycji na danym instrumencie bazuje na opisanym wcześniej schemacie reguły „*if then else*”. Zatem ewentualna zmiana całego wskaźnika biorącego udział w podejmowaniu decyzji wymaga podmiany tylko jednego bloku kodu. Podobnie w sytuacji, kiedy konieczne okaże się dodanie bardziej złożonego schematu dotyczącego podejmowania decyzji. Niewątpliwą zaletą takiego rozwiązania jest możliwość ponownego wykorzystania kodu, prostota w rozbudowie istniejącego systemu, a także tworzenie bibliotek zawierających najczęściej stosowane narzędzia.

Rozwiązania tego typu nie są nowe, a koncepcja szybkiego tworzenia oprogramowania z bloków pojawiła się m.in. w narzędziu FX Quant dostępnym dla klientów brokera FX Pro (FXQuant, 2012). FX Quant ma jednak pewne istotne ograniczenia i został stworzony przede wszystkim jako narzędzie umożliwiające budowanie złożonych systemów zajmowania pozycji. Natomiast koncepcja programowania proceduralnego może zostać zastosowana w stosunku do dowolnego elementu systemu. W kolejnej części artykułu opisany będzie szczegółowy przykład wykorzystania średnich kroczących jako narzędzia do zajmowania pozycji na rynku, a także przedstawiona zostanie autorska modyfikacja wskaźnika uwzględniająca jego skuteczność we wcześniejszych chwilach czasu.

Średnie kroczące w systemach transakcyjnych

Średnia krocząca jest jednym z najpopularniejszych wskaźników analizy technicznej stosowanym przy podejmowaniu decyzji o zajęciu pozycji (Droke, 2001). Wartość wskaźnika w danym punkcie na wykresie obliczana jest na podstawie następującego wzoru:

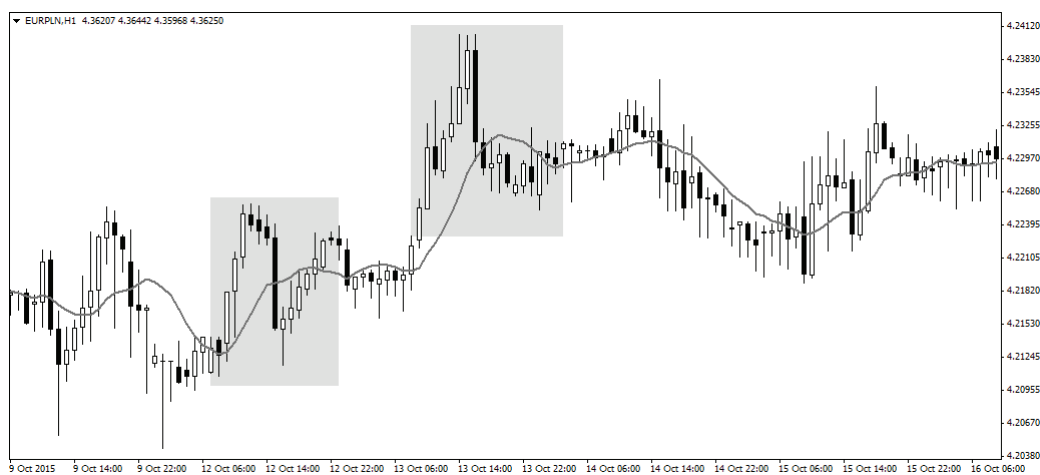
$$SMA = \frac{(p_0 + p_1 + \dots + p_{n-1})}{n},$$

gdzie p_0 jest wartością ceny w ostatnim odczycie, a n to liczba odczytów uwzględnianych przy obliczaniu średniej. W literaturze najczęściej spotykane są trzy mechanizmy umożliwiające podejmowanie decyzji na podstawie wspomnianego wskaźnika:

- przecięcie średniej kroczącej z wykresem,
- przecięcie dwóch średnich kroczących,
- średnia krocząca o dużym okresie stosowana jako zamiennik dla klasycznej linii trendu.

Wskaźnik ten należy do grupy wskaźników podążających za trendem, a więc każdy ewentualny sygnał generowany na podstawie średniej pojawia się z pewnym opóźnieniem. Jest to szczególnie niekorzystne w przypadku silnych ruchów na danym instrumencie – np. po pojawieniu się pewnych informacji ekonomicznych. Przykład takiej sytuacji przedstawiony został na rysunku 2.

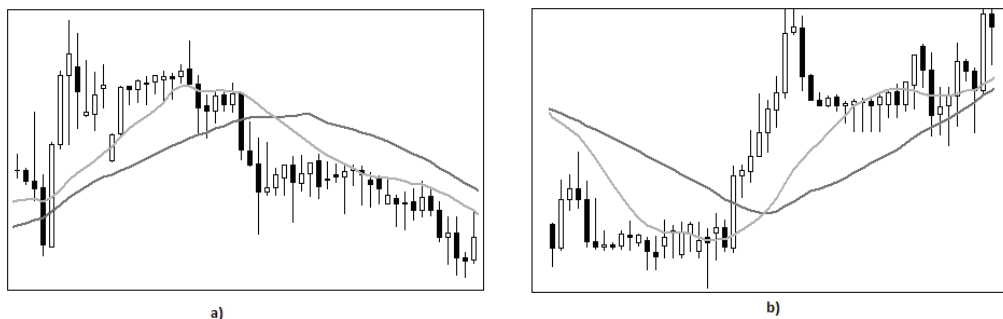
W niniejszym artykule wykorzystano podejście, w którym sygnałem do zajęcia pozycji jest przecięcie dwóch średnich kroczących. Na rysunku 3 po lewej stronie zaznaczony został sygnał zajęcia pozycji kupna – kiedy średnia krocząca o niższym okresie przecina średnią kroczącą o wyższym okresie od dołu. Z kolei w części b rysunku 3 przedstawiono mechanizm zajmowania pozycji sprzedaży – kiedy średnia krocząca o niższym okresie przecina średnią kroczącą o okresie wyższym. Jednocześnie istnieje liniowa zależność pomiędzy wartością okresu średniej kroczącej a jej odległością od wykresu.



Rysunek 2. Opóźniony sygnał generowany na podstawie średniej kroczącej

Źródło: opracowanie na podstawie platformy Meta Trader 4.

W przypadku zwiększenia liczby okresów sam wykres wskaźnika staje się bardziej wygładzony i zwiększa się odległość pomiędzy wskaźnikiem a ceną. Takie działanie umożliwi wyeliminowanie zakłóceń na wykresie (związanych np. z publikacją wydarzeń ekonomicznych). Niestety, większy okres średniej kroczącej ogranicza też liczbę potencjalnych sygnałów.



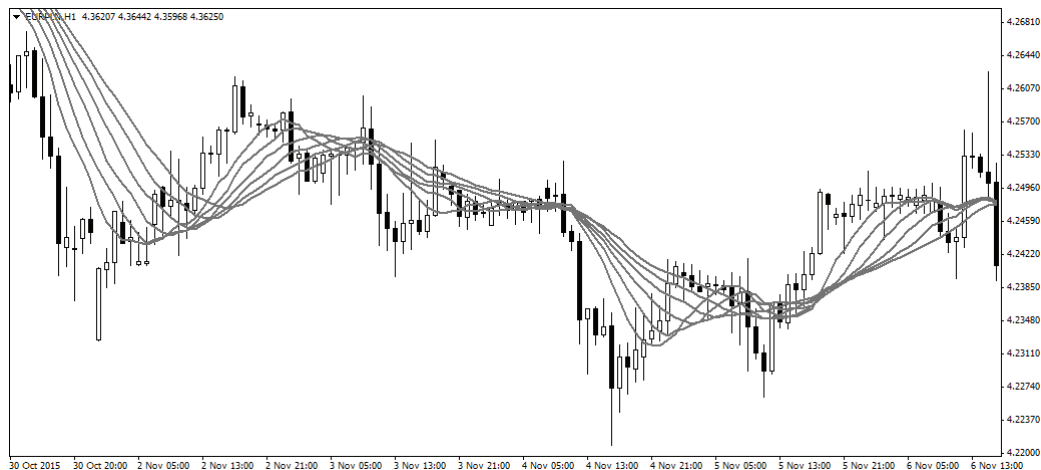
Rysunek 3. Sygnały przecięcia generowane przez dwie średnie kroczące (ciemny kolor – średnia o okresie 30; jasny kolor – średnia o okresie 15): a) – sygnał sprzedaży; b) – sygnał kupna

Źródło: jak pod rysunkiem 2.

W związku z tym zaproponowana została metoda umożliwiająca dynamiczny dobór okresu średniej kroczącej w zależności od jej skuteczności w poprzednich okresach. W przypadku określonej liczby zleceń zyskowych okres średniej kroczącej jest zmniejszany, co prowadzi do zmniejszenia odległości pomiędzy wskaźnikiem a wykresem i w konsekwencji do zwiększenia liczby pojawiających się sygnałów. W przypadku gdy liczba zleceń stratnych była większa, następuje sytuacja odwrotna – wskaźnik oddala się od wykresu. Uzasadnieniem takiego podejścia jest fakt, iż w przypadku instrumentu znajdującego się w trendzie wzrostowym lub spadkowym liczba fałszywych sygnałów jest ograniczona. Umożliwia to bardziej agresywną grę z większą liczbą otwieranych pozycji. Natomiast w okresie konsolidacji, czyli trendu bocznego, zdecydowanie lepsze efekty daje ograniczenie liczby otwieranych pozycji. Mechanizm doboru parametru przedstawiony w postaci procedur przedstawiony został poniżej:

- if (ostatniezlecenie() == zysk) zwikszLicznik;
- if (ostatniezlecenie() == strata) zmniejszLicznik;
- if (licznik > 3) zmniejszOkres; wyzeruj licznik;
- if (licznik < 3) zwikszOkres; wyzeruj licznik.

Sytuację, w której zaobserwować można zmianę okresu średniej kroczącej na danym instrumencie, przedstawiono na rysunku 4.



Rysunek 4. Dynamiczna średnia krocząca – zmienność średniej o okresie w przedziale 9–25

Źródło: jak pod rysunkiem 2.

Eksperymenty

Zaproponowany w poprzedniej części artykułu mechanizm doboru okresu średniej kroczącej w zależności od liczby zyskownych zleceń przetestowany zostanie bezpośrednio na platformie Meta Trader. W tym celu wybrane zostały najpopularniejsze pary walutowe: EURUSD, GBPUSD, NZDUSD, USDCAD, USDJPY, AUDUSD, EURGBP, EURJPY. Dla każdej pary walutowej uwzględniono horyzont czasowy H1, gdzie każda pojedyncza świeca na wykresie rysowana jest w czasie jednej godziny. Taki interwał odpowiada najczęściej handlowi typu Intraday, gdzie domyślnie zakłada się zamknięcie zlecenia w trakcie jednej sesji.

Badany okres obejmował przedział 3 miesięcy: od 1 września do 30 listopada 2015 roku. Przyjęto założenie, iż dla każdego sygnału składane jest zlecenie, w którym poziom Stop Loss (poziom, przy którym zlecenie zamykane jest ze stratą) wynosi 30 pipsów dla zleceń na wykresie H1. Natomiast poziom Take Profit (poziom, przy którym zlecenie zamykane jest z zyskiem) ustalony został na 45 pipsów dla wykresu H1. Jednym z zasadniczych problemów współczesnych systemów transakcyjnych jest liczba stratnych zleceń. Celem niniejszych eksperymentów jest pokazanie, iż już prosty mechanizm bazujący na historycznej skuteczności dowolnego systemu umożliwi ograniczenie liczby zleceń, co nierzadko przekłada się na zwiększenie zyskowności lub przynajmniej ograniczenie potencjalnych strat. Jednocześnie takie działanie istotnie ogranicza tzw. drawdown, czyli maksymalną względną utratę kapitału.

W tabeli 1 przedstawione zostały wyniki działania dwóch systemów dla 8 najpopularniejszych par walutowych. Istotą eksperymentów było wykazanie, iż wprowadzenie mechanizmu dynamicznego doboru okresu średniej kroczącej umożliwi ograniczenie zarówno straty względ-

nej, jak i straty bezwzględnej dla testowych systemów. W tym kontekście strata bezwzględna jest mniej istotna i oznacza maksymalny spadek kapitału w stosunku do wartości początkowej, która dostępna była w systemie w pierwszy dzień badanego okresu. Z kolei strata względna jest jednym z kluczowych elementów służących do poprawnego oszacowania skuteczności wybranego systemu. Oznacza ona maksymalną względną stratę kapitału w badanym okresie. Z tabeli jasno wynika, iż tylko w przypadku jednej pary walutowej – EURGBP – podejście takie nie było efektywne i doprowadziło do powiększenia straty względnej w stosunku do podstawowej wersji badanego systemu.

Tabela 1. Porównanie wyników uzyskanych dla wybranych par walutowych przy zastosowaniu mechanizmu bazującego na średniej kroczącej oraz zaproponowanej koncepcji dynamicznej średniej kroczącej (Liczba trans. – liczba transakcji; Trans. Zysk. – transakcje zyskowe, Strata wzgl. – strata względna, Strata bezwzgl. – strata bezwzględna)

Instr.	Średnia krocząca				Dynamiczna średnia krocząca			
	Liczba trans.	Trans. Zysk.	Strata wzgl.	Strata bezwzgl.	Liczba trans.	Trans. Zysk.	Strata wzgl.	Strata bezwzgl.
EURUSD	47	51.06%	19.2%	6.4%	19	40%	5.5%	2.6%
GBPUSD	58	48.28%	16%	2.8%	15	26.67%	11%	4.6%
NZDUSD	52	32.69%	37.7%	29%	11	40%	21.9%	18.3%
USDCAD	56	36.21%	28.6%	24.3%	21	33.3%	5.2%	4.3%
USDJPY	53	33.96%	35.6%	34.5%	25	40%	6.4%	5.1%
AUDUSD	48	33.4%	38.2%	28.8%	19	37.9%	8.5%	2%
EURGBP	15	40%	21.9%	18.3%	9	66.6%	23.2%	18.3%
EURJPY	51	41.5%	27.5%	20.4%	15	40%	13.3%	11.2%

Źródło: opracowanie własne.

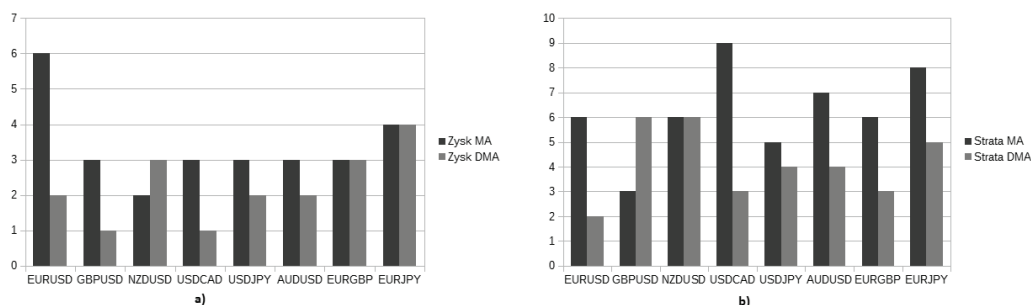
Jednocześnie zaproponowana modyfikacja istotnie wpływa na ograniczenie liczby zleceń złożonych w danym przedziale czasu. Zagadnienie to jest problemem wielokryterialnym, gdzie jednym kryterium jest maksymalizacja zysku gracza, kolejny to minimalizacja wartości straty względnej, zaś trzecim kryterium jest właśnie liczba składanych zleceń. Z punktu widzenia gracza kryterium to nie jest istotne, ponieważ nie ma bezpośredniego przełożenia na wartość portfela na zakończenie handlu. Można nawet stwierdzić, iż duża liczba otwieranych zleceń wpływa negatywnie na portfel, ponieważ przy każdym dodatkowym zleceniu naliczany jest pewien koszt zlecenia – tzw. *spread*. Z kolei z punktu widzenia brokera, jako dostarczyciela platformy handlowej, liczba zleceń jest kluczowym kryterium, ponieważ bezpośrednio przekłada się na zysk brokera. Jednocześnie kryterium zysku gracza jest w tym wypadku marginalizowane. W praktyce oznacza to, iż na podstawie tabeli 1 można wysnuć tylko jeden jednoznaczny wniosek – wprowadzenie modyfikacji średniej kroczącej wpłynęło pozytywnie na wartość straty względnej.

Z kolei na rysunku 5 przedstawione zostały dwa wykresy zależności liczby zyskowych (część a) oraz stratnych (część b) transakcji pod rząd w przypadku podejścia klasycznego, jak i proponowanej modyfikacji. Naturalne jest, że zakładając mniejszą odległość poziomu SL od ceny, liczba transakcji stratnych będzie najprawdopodobniej większa. Istotne jest jednak, iż

w przypadku proponowanej modyfikacji liczba transakcji stratnych pod rząd została ograniczona. Potwierdzenie tego można zobaczyć na rysunku 5b, gdzie tylko w przypadku jednej pary walutowej GBPUSD liczba transakcji stratnych pod rząd zwiększyła się. Jednocześnie jednak ograniczenie ogólnej liczby zleceń wpłynęło na liczbę transakcji zyskownych pod rząd, co widać wyraźnie na rysunku 5a, gdzie oryginalna koncepcja bazująca na średnich kroczących w zdecydowanej większości przypadków pozwoliła osiągnąć większą liczbę transakcji zyskownych pod rząd.

Podsumowanie

W artykule przedstawiono propozycję zastosowania proceduralnego paradygmatu programowania jako narzędzia umożliwiającego budowę systemów transakcyjnych. W takim podejściu poszczególne elementy systemu dołączane są w formie bloków kodu, co umożliwia w prosty sposób jego łatwą modyfikację. Takie rozwiązania dotyczące budowy sygnałów transakcyjnych pojawiają się już w ofercie największych firm brokerskich. Wciąż jednak brakuje narzędzia umożliwiającego budowę pełnego systemu uwzględniającego nie tylko proces podejmowania decyzji, ale także proces zarządzania pozycją.



Rysunek 5. Histogram liczby transakcji zyskownych pod rząd – zestawienie oryginalnego podejścia (MA) oraz proponowanej metody (DMA); a) maksymalny ciąg pozycji zyskownych; b) maksymalny ciąg pozycji stratnych

Źródło: opracowanie własne.

W pracy zaprezentowane zostało także nowatorskie podejście umożliwiające budowę dynamicznej średniej kroczącej, której okres uwzględniany w obliczeniach zmienia się dynamicznie od wyników uzyskiwanych przez system. Koncepcja ta wydaje się ciekawą alternatywą dla istniejących statycznych systemów transakcyjnych, w których podstawowym narzędziem określającym możliwość zajęcia pozycji jest wskaźnik lub grupa wskaźników analizy technicznej. Należy jednak podkreślić, że prezentowane wnioski stanowią tylko wstęp do badań. Przed wszystkim kolejnym etapem powinno być rozszerzenie badań oraz uwzględnienie innych przedziałów czasu oraz szerszego spektrum instrumentów finansowych. Dodatkowo konieczne bę-

dzie wprowadzenie bardziej złożonych mechanizmów umożliwiających modyfikację wskaźników w trakcie działania systemu transakcyjnego.

Literatura

- Aldridge, I. (2013). *High-Frequency Trading: A Practical Guide to Algorithmic Strategies and Trading Systems*. 2 edition. New Jersey, USA: Wiley.
- Droke, C. (2001). *Moving Averages Simplified*. Columbia, USA: Marketplace Books.
- FXQuant (2012). *Podręcznik użytkownika FXQuant*. Pobrane z: <http://www.fxpro.co.uk/Doc/FxPro-Quant-User-Manual.pdf> (grudzień 2015).
- Galan, M., Dolan, B. (2007). *Currency Trading for Dummies*. New Jersey, USA: John Wiley & Sons.
- Jevons, L.C. (1987). Fundamental Analysis and the Stock Market. *Journal of Business Finance & Accounting*, 14 (1), 131–141, DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.14685957.1987.tb00534.x>.
- Michalik, K. (2006). *PC-Shell – Hybrid Expert System Shell*, e-book. Katowice: Aitech.
- MQL4 (2005). *Dokumentacja*. Pobrane z: <http://docs.mql4.com> (grudzień 2015).
- Ramasamy, R., Mohd, H.M.H. (2011). Chaotic Behavior of Financial Time Series An Empirical Assessment. *International Journal of Business and Social Science*, 2 (3), 77–83.
- Rhea, R. (1932). *Dow Theory*. New York: Barron's.
- Rishi, K.N. (2013). *Inside the Black Box: A Simple Guide to Quantitative and High Frequency Trading*, 2 edition. New Jersey, USA: Wiley.
- Russell, R., Wasendorf, Sr. (1997). *Foreign Currency Trading: From the Fundamentals to the Fine Points*. New York, USA: McGraw-Hill.
- Volman, B. (2011). *Forex Price Action Scalping: an in-depth look into the field of professional scalping*. Indie: Light Tower Publishing.

THE PROCEDURE PROGRAMMING PARADIGM AS A METHOD OF CONSTRUCTING AUTOMATIC TRANSACTION SYSTEMS BASED ON MOVING AVERAGES

KEYWORDS | procedural programming, moving averages, transaction system

ABSTRACT | In this article we propose a novel approach for the generating transaction systems based on the technical analysis indicator – moving averages. Crossover of the moving average with the price chart is considered as a signal. Mechanism of setting the moving average period will be decreased in case of efficient trading. On the other hand, a couple of loss making trades leads to the increasing the moving average period. This will directly affect of decreasing number of trades. Such approach will be compared with the classical solutions based on crossover of two moving averages. Such mechanism will be presented as a system based on the procedural programming paradigm, in which stand-alone block codes are system functions. This will allow to easily expand some system functionalities without increasing code complexity.

