

Z E S Z Y T Y N A U K O W E
WYŻSZEJ SZKOŁY GOSPODARKI W BYDGOSZCZY

Tom 12 (2011)
Seria: INFORMATYKA STOSOWANA

ISSN 1733-8891
Numer 4

INFORMATYKA W GOSPODARCE
COMPUTER SCIENCES IN ECONOMY



BYDGOSZCZ 2011

Rada naukowa serii „Informatyka stosowana”

Kazimierz Marciniak
Marian Molski
Krzysztof Sikora
Marek Zieliński (Przewodniczący)

Redaktor naczelny

Feliks Chwarścianek

Recenzenci tomu

prof. dr hab. inż. Ludosław Drelichowski
dr hab inż. Marian Jerzy Wysocki

Korekta

Elżbieta Rogucka

Projekt okładki

Marta Rosenthal-Sikora

Skład

Adam Kujawa

Copyright © by Wydawnictwo Uczelniane
Wyższej Szkoły Gospodarki w Bydgoszczy, Bydgoszcz 2011

ISSN 1733-8891

Wydawnictwo Uczelniane
Wyższej Szkoły Gospodarki w Bydgoszczy
85-229 Bydgoszcz, ul. Garbary 2
tel. 52 567 00 47, 52 567 00 49
www.wsg.byd.pl
wydawnictwo@byd.pl

SPIS TREŚCI

Przedmowa	5
Realizacja algorytmu bezpośredniego DHT	7
<i>Włodzimierz Pogribny, Mariusz Sulima</i>	
Zastosowanie niskobudżetowych przetworników analogowo-cyfrowych do badań naukowych	17
<i>Maciej Szreiber, Włodzimierz Masierak</i>	
System analizujący za pomocą tabletu graficznego ruch ręki pacjenta z chorobą Parkinsona	27
<i>Włodzimierz Masierak, Krzysztof Olejarczyk, Łukasz Strzyżewski</i>	
Analiza tendencji na rynku płatności bezgotówkowych i gotówkowych w Polsce	41
<i>Anna Fatz-Grupka, Aleksandra Mreła, Danuta Nowicka, Mariola Piłatowska, Anna Pomianowska-Kardaś</i>	
Analiza tendencji w zakresie infrastruktury terminali płatniczych w Polsce	67
<i>Anna Fatz-Grupka, Aleksandra Mreła, Danuta Nowicka, Mariola Piłatowska, Anna Pomianowska-Kardaś</i>	



PRZEDMOWA

W XXI wieku systemy informatyczne znajdują coraz większe zastosowanie w codziennym życiu człowieka i „uzależniają” go. Tworzone są coraz bardziej skomplikowane systemy teleinformatyczne, które nie tylko usprawniają działanie firmy, ale również pozwalają na jej połączenie ze światem zewnętrznym z zachowaniem zasad bezpieczeństwa informacji poufnych i niejawnych. Wykorzystywanie systemów informatycznych w firmach jest istotne dla każdej z nich, ale nie można przecenić ich znaczenia w międzynarodowych korporacjach. System teleinformatyczny usprawnia działanie dużych organizacji pozwalając na szybką komunikację między konkretnymi pracownikami w oddziałach znajdujących się w poszczególnych krajach. Z drugiej strony rozwijające się przedsiębiorstwo i jego rosnące potrzeby w zakresie komunikacji i przetwarzania danych powoduje zwiększanie liczby funkcji systemu obsługującego daną firmę.

Obecnie banki tworzą infrastrukturę i oprogramowanie mające za zadanie nie tylko pomóc klientom, ale również spowodować, aby klienci coraz więcej czynności wykonywali sami, pobierając pieniądze z bankomatów, lub co jest bardziej preferowane, płacąc kartą w sklepach, urzędach i punktach usługowych. Coraz więcej firm i urzędów zauważa starania banków i instaluje u siebie urządzenia akceptujące, początkowo imprintery, obecnie urządzenia akceptujące POS, a także budowane są portale do obsługi płatności przez Internet. Rozwijające się zjawisko płatności bezgotówkowych (płacenie kartą, korzystanie bankomatów czy wpłatomatów oraz urządzeń akceptujących) jest badane przez Narodowy Bank Polski, na stronach internetowych NBP zamieszczane są dane statystyczne oraz ich opracowania.

Obecnie w Polsce nakłady na badania naukowe są niewielkie, więc co za tym idzie, laboratoria na uczelniach nie mają wystarczającej ilości pieniędzy na zakup nowoczesnego sprzętu, w szczególności w laboratoriach przeznaczonych dla studentów. W poprzednich latach zakupiono wiele urządzeń analogowych do wykonywania pomiarów różnych wielkości fizycznych, z którymi nie mogą współpracować komputery przetwarzające dane w postaci cyfrowej. Jednym z rozwiązań tego problemu jest zainstalowanie urządzenia przetwarzającego sygnał analogowy na cyfrowy, co nie wymaga zakupu nowoczesnej aparatury badawczej.

Niezwykle istotne jest opracowanie aplikacji i infrastruktury informatycznej, której zadaniem będzie wspomaganie lekarzy podczas diagnozy oraz w trakcie

leczenia pacjenta z chorobą Parkinsona. Jedną z metod stosowanych podczas monitorowania postępów choroby jest test polegający na obserwacji łączenia przez chorego zaznaczonych punktów. Gdy pacjent wykonywał test na kartce papieru, wiele z informacji, np. stopień nacisku długopisu na kartkę, czas między połączeniami poszczególnych punktów itd. było trudnych do zanotowania. Natomiast, gdy pacjent łączy punkty na tablecie graficznym, takie informacje mogą być zapisane w bazie danych i poddane wielokrotnej analizie.

Naukowcy pracują nad podstawami teoretycznymi problemu przesyłania danych w postaci cyfrowej i opracowują algorytmy usprawniające (przyspieszające) przesyłanie danych i drugiej strony badają dokładność przesyłania informacji. Jednym ze służących do tego celu algorytmów jest algorytm dyskretnego przekształcenia Hilberta (DHT).

Pragnę serdecznie podziękować autorom artykułów zaprezentowanych w niniejszych Zeszytach Naukowych WSG oraz wszystkim osobom, które współpracowały.

Feliks Chwarścianek

Realizacja algorytmu bezpośredniego DHT

Zarys treści. Sprzętowe realizacje algorytmu dyskretnego przekształcenia Hilberta (DHT) wykonywane są głównie z wykorzystaniem FFT z uwagi na jego wyższą rozdzielczość, jeżeli w bezpośrednim DHT użyta jest nieokienkowana charakterystyka impulsowa (ChI). Z drugiej strony, wykorzystanie odpowiednich okien wagowych dla ChI zapewnia wyższą rozdzielczość bezpośredniego DHT w porównaniu z metodą opartą na FFT. W niniejszej pracy zaprezentowane zostały: równoległy algorytm oraz struktura filtra równoległego dla bezpośredniego DHT, które są szybsze od algorytmów DHT i odpowiednich struktur opartych na FFT. Praca filtra została zilustrowana przykładem.

Słowa kluczowe: Discrete Hilbert Transform, DHT.

Wstęp

Dyskretne przekształcenie Hilberta dla sygnału o skończonej energii może zostać obliczone na podstawie różnych algorytmów, z których najczęściej stosowany jest algorytm oparty na pośrednim wykorzystaniu FFT [1], [2]. Z drugiej strony, przewagą równoległych algorytmów bezpośredniego DHT jest wyższa szybkość działania oraz dla wybranych typów sygnałów wyższa rozdzielczość podczas stosowania okien wagowych [3], [4]. Wynikiem przetwarzania DHT szeregu czasowego $\{x_i\}_{i=-N}^N$ jest urojony szereg czasowy $\{\tilde{x}_i\}_{i=-N}^N$, a obydwa te szeregi tworzą sygnał analityczny $\{Z_i\}_{i=-N}^N$ z którego odtwarzane są widma amplitudowe i fazowe odpowiednio:

$$\{Z_i\}_{i=-N}^N = \left\{ \sqrt{x_i^2 + \tilde{x}_i^2} \right\}_{i=-N}^N \quad (1)$$

$$\{\varphi_i\}_{i=-N}^N = \left\{ \arctg \left(\frac{\tilde{x}_i}{x_i} \right) \right\}_{i=-N}^N \quad (2)$$

Wiadomo, że częstotliwość chwilowa jest pochodną fazy, co razem z (1) pozwala na realizację odpowiedniego rodzaju analizy czasowo-częstotliwościowej [5]. Widmo fazowe często wykorzystywane jest do rozpoznawania zjawisk i stanów fizycznych, w szczególności w medycynie, np. przy rozpoznawaniu synchronizacji procesów biologicznych przez porównanie ich faz chwilowych [6]. Wadą przetwarzania DHT opartego na FFT jest duża ilość $(2N + 1) \log_2 (2N + 1)$ operacji mnożenia, co ogranicza jego wykorzystanie przy przetwarzaniu sygnałów szerokopasmowych. Z drugiej strony, równoległe algorytmy bezpośredniego DHT są realizowane w $2N + 1$ takich operacji, co oznacza, że ich przewaga wzrasta ze wzrostem ilości próbek. Brak w literaturze informacji o procesorach specjalizowanych dla realizacji bezpośredniego DHT ogranicza jego wykorzystanie w tym kontekście.

Celem pracy jest opracowanie i zbadanie równoległego algorytmu i struktury filtru cyfrowego realizującego bezpośrednio DHT.

Metoda DHT na podstawie FFT

Metoda ta wykorzystuje właściwość DHT sygnału harmonicznego o składowych sinusoidalnych polegającą na otrzymaniu sygnału harmonicznego przesuniętego w fazie o 90° poprzez przesunięcie każdej ze składowych harmonicznymi. Komponenty harmoniczne uzyskuje się na podstawie FFT, stosując rozkład w szereg Fouriera:

$$x(t) = U_0 + \sum_{n=1}^N U_n \cos(n\omega_0 t + \varphi_n) \quad (3)$$

gdzie U_0 – składowa stała, U_n – amplituda n-tej harmonicznej, ω_0 – częstość kołowa harmonicznej o najmniejszej częstotliwości, φ_n – faza początkowa n-tej harmonicznej.

Ostatecznie wynik DHT na podstawie FFT otrzymany zostaje w procesie IFFT przekształconych harmonicznymi:

$$\tilde{x}(t) = \sum_{n=1}^N U_n [\cos(n\omega_0 t + \varphi_n - 90^\circ)] \quad (4)$$

W (4) pominięto składową stałą, ponieważ przekształcenie Hilberta funkcji stałej wynosi 0.

Metoda bezpośredniego DHT

Wariant bezpośredniego DHT został sformułowany w [1] i [7] jako splot próbek sygnału wejściowego i charakterystyki impulsowej:

$$\tilde{x}_n = \sum_{m=-N}^N x_m h_{n-m} \quad (5)$$

W pracach tych zaproponowano wykorzystanie nieokienkowanej ChI na podstawie formuły:

$$h_i = \begin{cases} \frac{1}{\pi i}, & i \neq 0 \\ 0, & i = 0 \end{cases} \quad (6)$$

Odmienne wariant DHT sformułował Oppenheim [8]. Zdefiniował on współczynniki charakterystyki impulsowej filtracji Hilberta $\{h_i\}_{i=-2N}^{2N}$ w postaci:

$$h_i = \begin{cases} \frac{2}{\pi} \frac{\sin^2\left(\frac{\pi}{2} i\right)}{i}, & i \neq 0 \\ 0, & i = 0 \end{cases} \quad (7)$$

We wszystkich wymienionych przypadkach zakłada się, według głównej wartości Cauchy'ego, że dla indeksów $n=m$ ChI $\{h_i\}_{i=-2N}^{2N}$ przyjmuje wartość zero, a nie nieskończoną.

W niniejszej pracy wynik DHT proponuje się otrzymać na podstawie filtracji Hilberta w oparciu o splot sygnału z ChI okienkowaną z użyciem opracowanego przez autorów okna wagowego [4]:

$$\tilde{x}_n = \frac{1}{\pi} P \sum_{m=-N}^N \frac{x_m w_{n-m}}{n-m}, \quad m, n = \overline{-N, N} \quad (8)$$

gdzie okienkowana ChI $\{h_i w_i\}_{i=-2N}^{2N}$ takiego filtra przyjmuje wartości:

$$h_{n-m} w_{n-m} = \begin{cases} \frac{w_{n-m}}{n-m}, & m \neq n \\ 0, & m = n \end{cases} \quad (9)$$

Oznaczenie $\{h_i w_i\}_{i=-2N}^{2N}$ lub $\{h_i^{(w)}\}_{i=-2N}^{2N}$ wykorzystujemy zamiennie w zależności od kontekstu. Okno wagowe wyznaczone zostaje na podstawie układu równań nieliniowych powstałych w wyniku połączenia bezpośredniego okienkowanego DHT oraz jego IDHT w następujący sposób [4]:

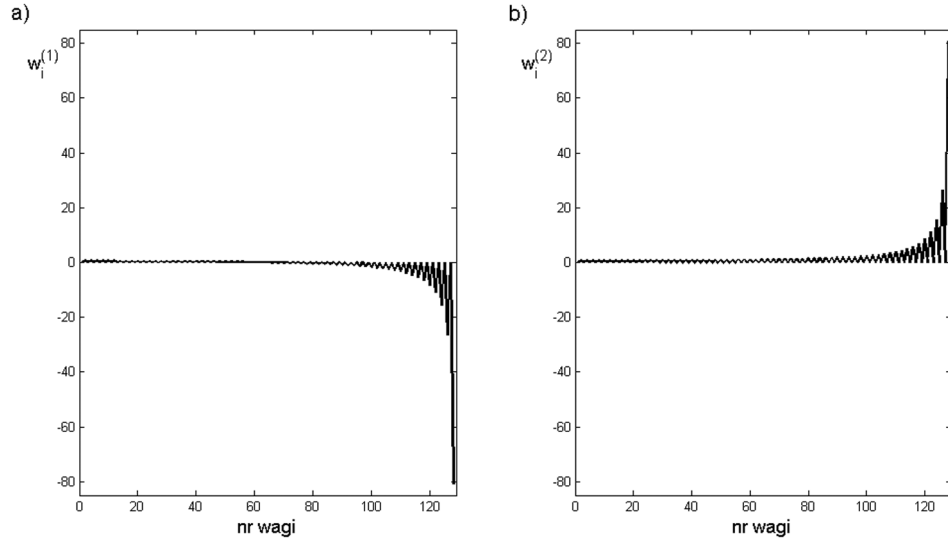
$$\begin{bmatrix} x_{-N} \\ x_{-N+1} \\ \mathbf{M} \\ x_N \end{bmatrix} = -\frac{1}{\pi^2} \begin{bmatrix} h_0^{(w)} & h_{-1}^{(w)} & \Lambda & h_{-2N}^{(w)} \\ -h_{-1}^{(w)} & h_0^{(w)} & \Lambda & h_{-2N+1}^{(w)} \\ \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{M} \\ -h_{-2N}^{(w)} & -h_{-2N+1}^{(w)} & \Lambda & h_0^{(w)} \end{bmatrix}^2 \times \begin{bmatrix} x_{-N} \\ x_{-N+1} \\ \mathbf{M} \\ x_N \end{bmatrix} \quad (10)$$

Układ ten ma co najmniej jedno rozwiązanie, jeżeli szereg czasowy $\{x_i\}_{i=-N}^N$ jest monotoniczny. Okno wagowe dające wynik DHT tożsamy z wynikiem opartym na pośrednim wykorzystaniu FFT przedstawiono na ryc. 2a w porównaniu z oknem wagowym uzyskanym z wykorzystaniem układu równań nieliniowych (10) dla warunków początkowych określonych funkcją stałą o wartości przyjętej arbitralnie $\forall h_i w_i = -0,5$ pokazanym na ryc. 2b.

W wyniku rozwiązania układu równań nieliniowych (10) otrzymane zostają okienkowane współczynniki ChI, z których okno wagowe $\{w_i\}_{i=-2N}^{2N}$ obliczone zostaje w sposób następujący:

$$\{w_i\}_{i=-2N}^{2N} = \left\{ \frac{h_i^{(w)}}{h_i} \right\}_{i=-2N}^{2N} \quad (11)$$

Zauważono, że przy dłuższej realizacji sygnału okno wagowe ma mniejszy wpływ na sygnał, ponieważ jego działanie największe znaczenie ma na granicach szeregu czasowego. Przeprowadzone badania pokazały, że każdy współczynnik okna wagowego ma wpływ na cały wynik DHT. Z analizy SNR wynika, że wykorzystanie okna drugiego typu pozwala otrzymać dokładność rekonstrukcji badanych sygnałów po IDHT około 270dB, podczas gdy metodą opartą na FFT – około 50 dB.



Ryc. 1. Opracowane okna wagowe: a) okno wagowe uzyskane na podstawie FFT; b) okno wagowe uzyskane na podstawie układu równań nieliniowych (10) przy początkowym założeniu $\forall h_i w_i = -0,5$
Źródło: opracowanie własne.

Fig. 1 Worked-out weight windows: a) the window based on FFT; b) the window obtained from non-linear equations system (10) by initial condition $\forall h_i w_i = -0,5$

Source: by the Authors.

Opracowany algorytm DHT i struktura filtru równoległego

Algorytm bezpośredniego DHT wyprowadzony zostaje ze splotu $\tilde{x}_n = \frac{1}{\pi} \sum_{m=-N}^N x_m h_{n-m}^{(w)}$, gdzie $\forall m, n = \overline{-N, N}$ oraz $\forall (m-n) = \{a \mid a = \overline{-2N, 2N}\}$. Dla opracowania struktury filtru celowe jest uszczegółowienie wyników takiego splotu dla różnych n :

$$n = -N: \quad \tilde{x}_{-N} = \frac{1}{\pi} \left(x_{-N} h_{\frac{1}{2} \frac{N}{4}}^{(w)} + x_{-N+1} h_{\frac{1}{4} \frac{N}{4}}^{(w)} + \Lambda + x_0 h_{\frac{1}{2} \frac{N}{4}}^{(w)} + \Lambda + x_N h_{\frac{1}{2} \frac{N}{4}}^{(w)} \right) \quad (12.1)$$

$$n = -N+1: \quad \tilde{x}_{-N+1} = \frac{1}{\pi} \left(x_{-N} h_{\frac{1}{4} \frac{N}{4}}^{(w)} + x_{-N+1} h_{\frac{1}{2} \frac{N}{4}}^{(w)} + x_{-N+2} h_{\frac{1}{4} \frac{N}{4}}^{(w)} + \Lambda \right. \\ \left. \Lambda + x_0 h_{\frac{1}{4} \frac{N}{4}}^{(w)} + \Lambda + x_N h_{\frac{1}{4} \frac{N}{4}}^{(w)} \right) \quad (12.2)$$

$$n = 0: \quad \tilde{x}_0 = \frac{1}{\pi} \left(x_{-N} h_{\frac{N}{4}}^{(w)} + x_{-N+1} h_{\frac{N}{4}}^{(w)} + \Lambda + x_0 h_0^{(w)} + \Lambda + x_N h_{\frac{N}{4}}^{(w)} \right) \quad (12.3)$$

$$n = N: \quad \tilde{x}_N = \frac{1}{\pi} \left(x_{-N} h_{\frac{N}{4}}^{(w)} + x_{-N+1} h_{\frac{N}{4}}^{(w)} + \Lambda + x_0 h_{\frac{N}{4}}^{(w)} + \Lambda + x_N h_{\frac{N}{4}}^{(w)} \right) \quad (12.4)$$

Wyniki takie pozwalają sformułować algorytm bezpośredniego DHT w formie macierzowej, co jest celowe dla realizacji procesora specjalizowanego:

$$\tilde{x}_{-N} = X_{-N, N} H_{0, -2N}^{(w)}, \text{ gdzie}$$

$$X_{-N, N} = \begin{bmatrix} x_{-N} & x_{-N+1} & \Lambda & x_0 & \Lambda & x_N \end{bmatrix}; \text{ oraz}$$

$$H_{0, -2N}^{(w)} = \begin{bmatrix} h_0^{(w)} \\ h_{-1}^{(w)} \\ \mathbf{M} \\ h_{-2N+1}^{(w)} \\ h_{-2N}^{(w)} \end{bmatrix}$$

$$\tilde{x}_{-N+1} = X_{-N, N} H_{1, -2N+1}^{(w)}, \text{ gdzie } H_{1, -2N+1}^{(w)} = \begin{bmatrix} h_1^{(w)} \\ h_0^{(w)} \\ \mathbf{M} \\ h_{-2N+2}^{(w)} \\ h_{-2N+1}^{(w)} \end{bmatrix}$$

Λ

$$\tilde{x}_0 = X_{-N, N} H_{N, -N}^{(w)}, \text{ gdzie } H_{N, -N}^{(w)} = \begin{bmatrix} h_N^{(w)} \\ h_{N-1}^{(w)} \\ \mathbf{M} \\ h_{-N+1}^{(w)} \\ h_{-N}^{(w)} \end{bmatrix}$$

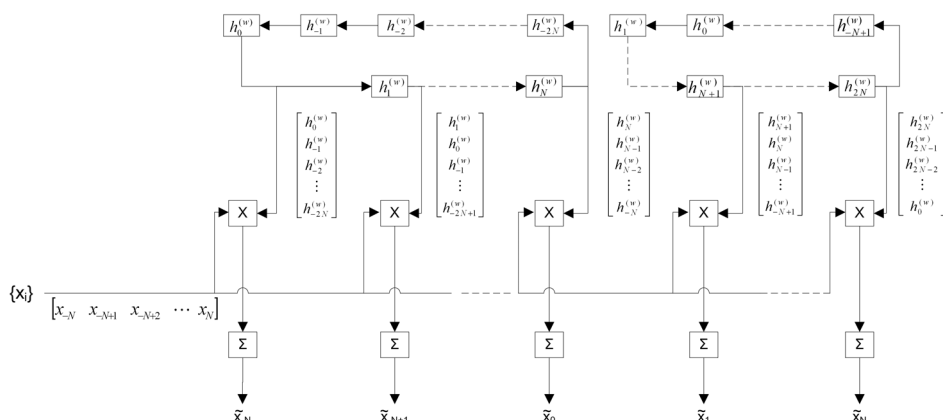
$$\tilde{x}_1 = X_{-N, N} H_{N+1, -N+1}^{(w)}, \text{ gdzie } H_{N+1, -N+1}^{(w)} = \begin{bmatrix} h_{N+1}^{(w)} \\ h_N^{(w)} \\ \mathbf{M} \\ h_{-N+2}^{(w)} \\ h_{-N+1}^{(w)} \end{bmatrix}$$

Λ

REALIZACJA ALGORYTMU BEZPOŚREDNIEGO DHT

$$\tilde{x}_N = X_{-N, N} H_{2N, 0}^{(w)}, \quad \text{gdzie} \quad H_{2N, 0}^{(w)} = \begin{bmatrix} h_{2N}^{(w)} \\ h_{2N-1}^{(w)} \\ \text{M} \\ h_1^{(w)} \\ h_0^{(w)} \end{bmatrix}$$

Jak wynika z równań (13.1) – (13.5), równoległa struktura procesora specjalizowanego dla bezpośredniego DHT ma następujący kształt:



Ryc. 2. Równoległa struktura procesora specjalizowanego dla bezpośredniego DHT

Źródło: opracowanie własne.

Fig. 2 The special processor parallel structure for direct DHT

Source: by the Authors.

Struktura taka zawiera dwie części, które mają wspólny przetwornik AC i oddzielne rejestry przesuwne współczynników charakterystyki ChI. Pierwsza część struktury pozwala otrzymać próbki po DHT o indeksach $i = \overline{-N, 0}$ a druga – pozostałe próbki dla $i = \overline{1, N}$. Każdy kanał struktury zawiera układ mnożący i akumulator, w których realizowane są obliczenia według (13), np. w kanale pierwszym wykonywane jest obliczenie \tilde{x}_{-N} według (13.1). Taka struktura może pracować zarówno z nieparzystą i parzystą liczbą kanałów.

Sprawdzenie prawidłowej pracy takiego procesora proponuje się przeprowadzić na przykładzie dla $\forall m, n = \overline{-2, 2}$ oraz $\forall (m - n) = \{a \mid a = \overline{-4, 4}\}$:

$$\tilde{x}_{-2} = \frac{1}{\pi} [x_{-2} + x_{-1} + x_0 + x_1 + x_2] \cdot \begin{bmatrix} h_0^{(w)} \\ h_{-1}^{(w)} \\ h_{-2}^{(w)} \\ h_{-3}^{(w)} \\ h_{-4}^{(w)} \end{bmatrix} = \frac{x_{-2}h_0^{(w)} + x_{-1}h_{-1}^{(w)} + x_0h_{-2}^{(w)} + x_1h_{-3}^{(w)} + x_2h_{-4}^{(w)}}{\pi}$$

$$\tilde{x}_{-1} = \frac{1}{\pi} [x_{-2} + x_{-1} + x_0 + x_1 + x_2] \cdot \begin{bmatrix} h_1^{(w)} \\ h_0^{(w)} \\ h_{-1}^{(w)} \\ h_{-2}^{(w)} \\ h_{-3}^{(w)} \end{bmatrix} = \frac{x_{-2}h_1^{(w)} + x_{-1}h_0^{(w)} + x_0h_{-1}^{(w)} + x_1h_{-2}^{(w)} + x_2h_{-3}^{(w)}}{\pi}$$

$$\tilde{x}_0 = \frac{1}{\pi} [x_{-2} + x_{-1} + x_0 + x_1 + x_2] \cdot \begin{bmatrix} h_2^{(w)} \\ h_1^{(w)} \\ h_0^{(w)} \\ h_{-1}^{(w)} \\ h_{-2}^{(w)} \end{bmatrix} = \frac{x_{-2}h_2^{(w)} + x_{-1}h_1^{(w)} + x_0h_0^{(w)} + x_1h_{-1}^{(w)} + x_2h_{-2}^{(w)}}{\pi}$$

$$\tilde{x}_1 = \frac{1}{\pi} [x_{-2} + x_{-1} + x_0 + x_1 + x_2] \cdot \begin{bmatrix} h_3^{(w)} \\ h_2^{(w)} \\ h_1^{(w)} \\ h_0^{(w)} \\ h_{-1}^{(w)} \end{bmatrix} = \frac{x_{-2}h_3^{(w)} + x_{-1}h_2^{(w)} + x_0h_1^{(w)} + x_1h_0^{(w)} + x_2h_{-1}^{(w)}}{\pi}$$

$$\tilde{x}_2 = \frac{1}{\pi} [x_{-2} + x_{-1} + x_0 + x_1 + x_2] \cdot \begin{bmatrix} h_4^{(w)} \\ h_3^{(w)} \\ h_2^{(w)} \\ h_1^{(w)} \\ h_0^{(w)} \end{bmatrix} = \frac{x_{-2}h_4^{(w)} + x_{-1}h_3^{(w)} + x_0h_2^{(w)} + x_1h_1^{(w)} + x_2h_0^{(w)}}{\pi}$$

Przykład ten potwierdza prawidłową pracę równoległego procesora specjalizowanego dla bezpośredniego DHT.

Podsumowanie

Algorytm bezpośredniego DHT z zastosowaniem opracowanego okna wagowego pozwala uzyskać jednakową lub lepszą dokładność w porównaniu z algorytmem opartym na FFT i prowadzi do efektywniejszych realizacji sprzętowych.

Na podstawie tego algorytmu została opracowana struktura filtra równoległego i przeanalizowana jego praca na przykładzie. Filtr taki pozwala uzyskać wyniki wszystkich splotów w $2N + 1$ taktach zegarowych, co jest $\log_2(2N+1)$ -krotnie szybsze od filtra na szybkich splotach FFT. W związku z tym, że struktura filtra składa się z jednolitych bloków, celowa jest realizacja jej na polach programowalnych, takich jak FPGA.

Literatura

- [1] Poularikas A.D., Ed., 2000, *The transforms and applications handbook, second edition*, CRC Press LLC, Boca Raton FL.
- [2] Szabatin J., 2003, *Podstawy teorii sygnałów*, WKŁ, Warszawa.
- [3] Pogribny W., Sulima M., 2010, *Polepszenie dokładności bezpośredniego przetwarzania Hilberta*, Zeszyty Naukowe WSG, t. 9, nr 3, Bydgoszcz, ss. 53-66.
- [4] Pogribny W., Sulima M., 2010, *Wybór okien wagowych dla bezpośredniego DHT*, KSTiT, Wrocław (w druku).
- [5] Huang N.E. and others, 1998, *The empirical mode decomposition and the Hilbert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis*, Proc. R. Soc. Lond., A, #454, London, p. 903-995.
- [6] Oczeretko E., Borowska M., Laudański T., 2006, *Przekształcenie Hilberta w przetwarzaniu sygnałów i obrazów biomedycznych*, XXXV KZM, Zakopane-Kościelisko, 12-19 września 2006 r., s. 60.
- [7] Гоноровский И.С., 1971, *Радиотехнические цепи и сигналы*. Советское Радио, Москва.
- [8] Oppenheim A.V., Schaffer R.W., 1998, *Discrete-time signal processing, second edition*. Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River NJ.

Implementation of the direct DHT algorithm

by Włodzimierz Pogribny, Mariusz Sulima

Summary

Hardware realizations of an algorithm of the discrete Hilbert transform (DHT) are made mainly with using the FFT because of its higher resolution if the direct DHT uses unwindowed impulse response (ChI). On the other hand, the appropriate use of weight windows for ChI provides a higher resolution of the direct DHT in comparison to the DHT method with FFT using. In this work there are presented a parallel algorithm and parallel filter structure for the direct DHT which are faster than the algorithms and structures based on FFT. The work of the filter is illustrated by example.

Keywords: Discrete Hilbert Transform, DHT.



Maciej Szreiber

Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy

Włodzimierz Masierak

Wyższa Szkoła Gospodarki w Bydgoszczy

Zastosowanie niskobudżetowych przetworników analogowo-cyfrowych do badań naukowych

Zarys treści. Niniejszy artykuł poświęcono zastosowaniom popularnych niskobudżetowych przetworników analogowo-cyfrowych wyposażonych w złącze USB. W wielu laboratoriach badawczych, a także pracowniach studenckich funkcjonują urządzenia, które na tzw. wyjściu podają sygnał analogowy, np. o zmiennym napięciu. Przystarzałe analogowe rejestratory sygnałów są urządzeniami mechanicznymi i często zawodzą. Digitalizacja sygnału pozwala na dalszą obróbkę danych, szybką wymianę z innymi eksperymentatorami oraz ich swobodną wizualizację.

Słowa kluczowe: analogowa aparatura pomiarowa, przetwornik analogowo-cyfrowy, LabView, National Instruments, akwizycja danych.

Wstęp

W wielu laboratoriach spotkać można urządzenia, które zalicza się już do starszego typu, jednak dokładność pomiarów na nich wykonywanych nie odbiega od tych fabrycznie nowych. Największym mankamentem jest fakt, iż dane otrzymywane podczas pomiarów są w postaci analogowej, najczęściej utrwalane za pomocą pisaków XY lub w bardziej zaawansowanych urządzeniach poprzez naświetlanie na kliszy fotograficznej. Nie spełnia to obecnych wymagań wynikających ze standardów wymiany danych w postaci elektronicznej oraz z konieczności dalszej obróbki danych, np. poprzez dopasowywanie modeli matematycznych. W tym miejscu pojawia się pytanie, czy warto wydawać ogromne sumy na zakup nowych urządzeń pomiarowych tylko po to, by wynik doświadczenia zapisany został w wersji cyfrowej. Tu z pomocą przyjdą rozwiązania przygotowane przez firmę National Instruments. Środowisko LabView i dedykowane urządzenia, takie jak przetworniki analogowo-cyfrowe, mogą stanowić alternatywę w wyposażaniu laboratoriów

oraz pomóc w przywracaniu „drugiej młodości” aparatury. Na rynku dostępne są gotowe rozwiązania, mające na celu unowocześnienie urządzeń doświadczalnych, jednak często ich wysoka cena stanowi barierę nie do pokonania.

W niniejszej pracy przedstawiamy przykłady zastosowania przetworników analogowo-cyfrowych do digitalizacji danych otrzymywanych przy użyciu klasycznej aparatury pomiarowej. Pierwsze dwa zaproponowane przez autorów rozwiązania zostały zrealizowane na Uniwersytecie Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy. Ostatnie dwie realizacje są wykorzystywane na Uniwersytecie Technologiczno-Przyrodniczym w Bydgoszczy. W sumie stanowi to cztery przykłady, na których można pokazać, jak w prosty i tani sposób można rozszerzyć możliwości posiadanej aparatury naukowo-badawczej, stosując niskobudżetowe urządzenia National Instruments.

Spektrometr elektronowego rezonansu paramagnetycznego

Pierwszym prezentowanym rozwiązaniem jest system akwizycji danych doświadczalnych z pomiarów wykonanych spektrometrem elektronowego rezonansu paramagnetycznego. Urządzenie Varian e-Line 109 przedstawione na fot. 1 wyprodukowane zostało w latach 70. XX w. Składa się ono z elektromagnesu wytwarzającego jednorodne pole magnetyczne o zadanym natężeniu, mostka mikrofalowego wyposażonego w klustron pracujący przy częstotliwości 9,4 GHz, modulatora 100 kHz oraz odbiornika fazoczułego. Sterowanie polem magnetycznym realizowane jest za pomocą sterownika BH-15 firmy Bruker. Wynik doświadczalny prezentowany był w postaci wykresu nanoszonego za pomocą plotera XY na papier milimetrowy.

W jednym z trybów pracy sterownik BH-15 umożliwia użytkownikowi samodzielne sterowanie zmianą wartości natężenia pola magnetycznego. Po podaniu wartości takich, jak środkowa wartość pola magnetycznego oraz szerokości okna przemiatania, sterownik dzieli wartość szerokości okna na 212 kroków, następnie z zadaną szybkością ustala taki prąd zasilacza elektromagnesu, aby pole magnetyczne osiągało odpowiednią wartość. Możliwe jest również wyzwalanie kolejnych kroków zmiany wartości pola magnetycznego zewnętrznym sygnałem TTL. Celem prezentowanego rozwiązania było wprowadzenie cyfrowej akwizycji danych oraz sterowanie polem magnetycznym wprost z komputera prowadzącego akwizycję, co pozwoli na wielokrotne powtarzanie pomiarów przy tych samych parametrach, a zatem również na akumulację sygnału pozwalającą na polepszenie stosunku sygnału do szumu.



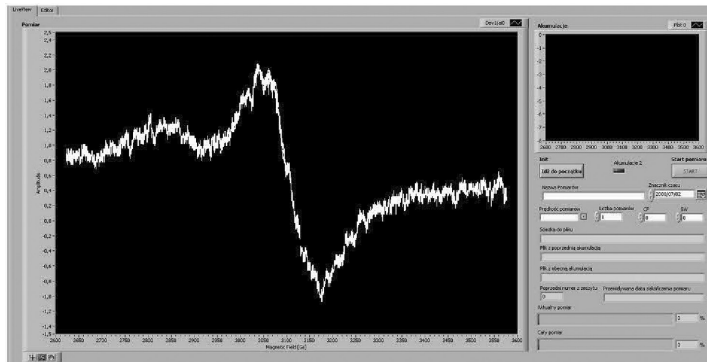
Fot. 1. Spektrometr elektronowego rezonansu paramagnetycznego – Varian e-Line 109
Źródło: opracowanie własne.

Photo 1 Electron Paramagnetic Resonance Spectrometer – Varian e-Line 109
Source: by the Authors.

Do realizacji zadania wykorzystano przetwornik analogowo-cyfrowy NI DAQ 6009. Sterowanie polem odbywa się przez część przetwornika odpowiedzialną za wyjścia sygnałów w postaci cyfrowej. Pojawienie się na wyjściu NI-DAQ 6009 sekwencji składającej się z trwającej odpowiednio długo jedynki logicznej oraz występującego po niej zera logicznego, rozpoznawane jest jako impuls powodujący zmianę kroku. To, czy wartość pola zostanie powiększona lub pomniejszona o jeden krok, zależy od stanu logicznego z drugiego portu przetwornika, podłączonego do sterownika pola.

Z poziomu aplikacji ustanawiane są parametry przemieszczania pola magnetycznego. Zostały przy tym zdefiniowane najczęściej używane zestawy parametrów, tak aby ułatwić i przyspieszyć korzystanie z aplikacji. Program napisany w środowisku LabView 8.5. składa się z modułu sterującego polem oraz z bloku odpowiedzialnego za prowadzenie akwizycji danych. Za pomocą NI-DAQ 6009

rejestrowana jest wartość napięcia, jakie jest podawane na kanał Y w ploterze XY. Wartość tego napięcia jest proporcjonalna do sygnału wychodzącego z odbiornika. Wartość tego napięcia jest rejestrowana w pamięci komputera, a po przeprowadzeniu jednego cyklu przemiatania pola następuje wyświetlenie wykresu wartości napięcia w funkcji pola. Wykres ten stanowi odzwierciedlenie tzw. linii sygnału EPR. Program umożliwia powtarzanie eksperymentu z tymi samymi parametrami, przy czym dla każdego punktu pomiarowego, scharakteryzowanego odpowiednią wartością pola magnetycznego, dodawane są sekwencyjnie otrzymywane wartości napięć. Procedura ta prowadzi do polepszenia stosunku sygnału do szumu, gdyż cechujący się chaotycznym rozrzutem wartości szum stopniowo się uśrednia, podczas gdy sygnał jest sukcesywnie dodawany. Stosunek sygnału do szumu poprawia się z pierwiastkiem kwadratowym z liczby akumulacji. Po zakończonej akwizycji uzyskane dane są zapisywane w postaci dwukolumnowego pliku ASCII. W pierwszej kolumnie zapisywana jest wartość pola magnetycznego, w drugiej zaś wartość sygnału. W osobnych plikach zapisywane są wartości po akumulacji oraz wartości z każdego pojedynczego pomiaru.



Ryc. 1. Okno główne programu do sterowania i akwizycji danych ze spektrometru EPR

Źródło: opracowanie własne.

Fig. 1 Main window of the program for data acquisition and controlling of the EPR spectrometer

Source: by the Authors.

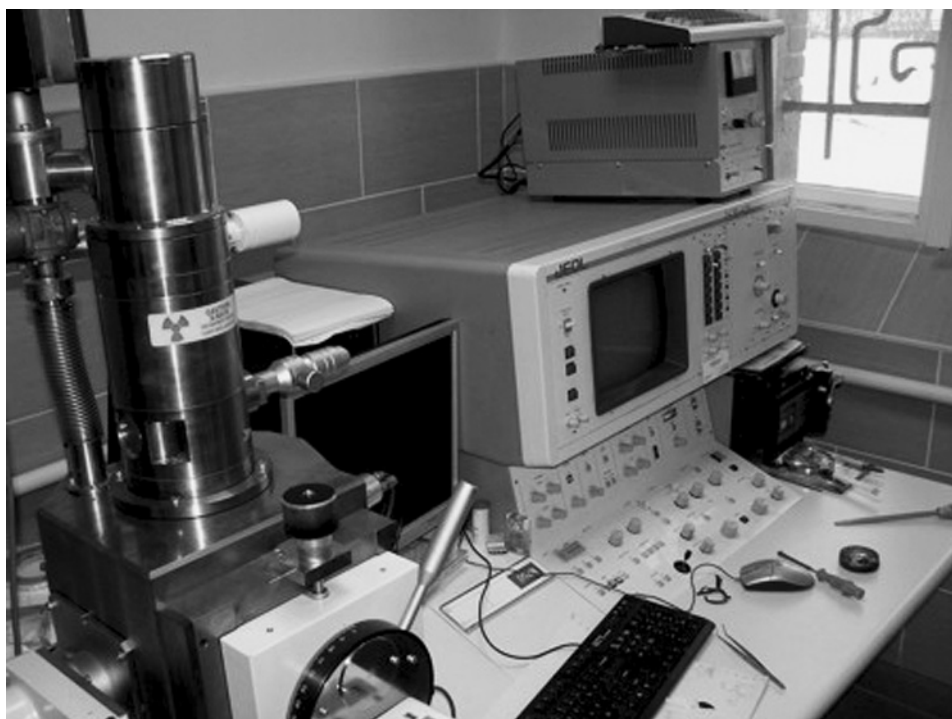
Skaningowy mikroskop elektronowy

Nowoczesne mikroskopy skaningowe zaopatrzone są bezpośrednio w półprzewodnikowe detektory umożliwiające rejestrowanie uzyskanego sygnału w postaci cyfrowej.

Skaningowy mikroskop elektronowy firmy JEOL JSM820 pochodzi z lat 80. XX w. Otrzymywany obraz wyświetlany jest na monochromatycznym ekranie

ZASTOSOWANIE NISKOBUĐŻETOWYCH PRZETWORNIKÓW ANALOGOWO-CYFROWYCH DO BADAŃ NAUKOWYCH

monitora. Jego utrwalenie jest możliwe poprzez naświetlenie kliszy POLAROID. Służy do tego celu zamontowana w mikroskopie odpowiednia przystawka. Całość urządzenia jest w pełni sprawna i funkcjonalna, jednak z uwagi na ogromne trudności w nabyciu klisz POLAROID nie było możliwe utrwalanie uzyskanych obrazów. Pochodzące z tzw. starych zapasów klisze dają już obrazy o bardzo małej kontrastowości, zatem nawet ich wtórne skanowanie nie dawało wystarczającej do opublikowania jakości zdjęć. Konieczność pozyskiwania obrazów z mikroskopu w postaci cyfrowej zachęciła autorów do zastosowania przetwornika NI-DAQ 6009 do digitalizacji sygnału przekazywanego na monitor mikroskopu.



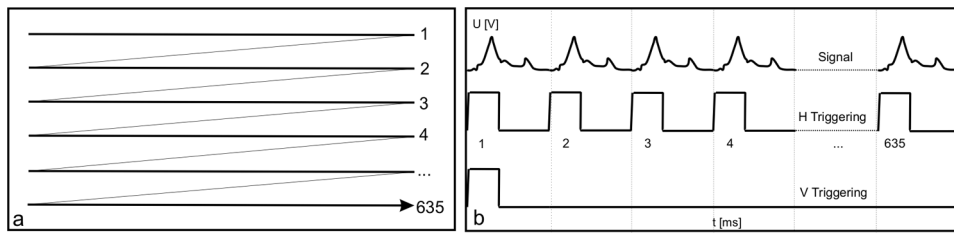
Fot 2. Skaningowy mikroskop elektronowy – Jeol JSM 820

Źródło: opracowanie własne.

Photo 2 Scanning Electron Microscope – Jeol JSM 820

Source: by the Authors.

Najprostszym rozwiązaniem jest otrzymanie sygnału wideo z linii sygnału trafiającego wprost na kineskop. Dodatkowe sygnały wyzwalające zapis oraz synchronizujące obraz również pochodzą z linii sterowania obrazem wyświetlanym za pomocą kineskopu.



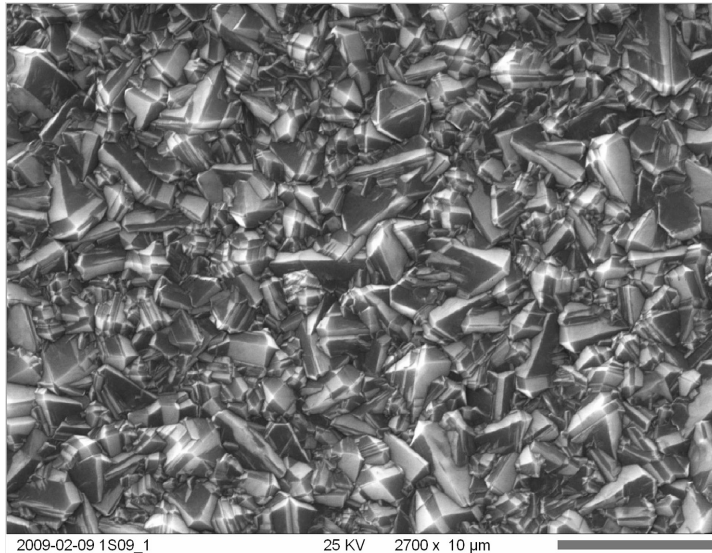
Ryc. 2. Schemat działania CRT (a), sygnały wideo oraz wyzwalania V i H (b)

Źródło: opracowanie własne.

Fig. 2 Diagram of the CRT (a), video signals and V, H triggering (b)

Source: by the Authors.

Obraz w mikroskopach firmy Jeol składa się z 635 linii. W czasie trwania jednej linii sygnał odpowiadający obrazowi zmienia się napięciowo wraz ze zmianą jasności świecenia punktu na ekranie mikroskopu. Od częstości rejestrowania wartości tego sygnału zależy rozdzielczość obrazu. System pracujący przy mikroskopie Jeol 820 odczytuje 1000 punktów w jednej linii obrazu. Daje to wystarczająco dobrą jakość zdjęć, aby można je było publikować w międzynarodowych czasopismach. Na fot. 3 zamieszczone zostało przykładowe zdjęcie warstwy diamentowej otrzymanej metodą CVD w Instytucie Fizyki UKW.



Fot. 3. Obraz zapisany przy użyciu omawianego systemu, warstwa diamentowa na krzemie

Źródło: opracowanie własne.

Photo. 3 Picture recorded using the described system, diamond layer on the silicon surface

Source: by the Authors.

Chromatograf cieczerw – Laboratorni Pristroje Praha oraz spektrofluorymetr – MSF 102 Cobrabid Opole

Zarówno chromatograf cieczerw firmy Laboratorni Pristroje Praha (fot. 4) oraz spektrofluorymetr MSF 102 firmy Cobrabid Opole (fot. 5) są urządzeniami stanowiącymi wyposażenie pracowni studenckiej w Uniwersytecie Technologiczno-Przyrodniczym w Bydgoszczy. Wyniki z pomiarów zapisywane są w postaci wykresu tworzonego przez analogowy rejestrator. Ponieważ podobnie jak w spektrometrze EPR sygnał napięciowy sterujący rejestratorem jest proporcjonalny do mierzonej w doświadczeniu wielkości, możliwe było zastosowanie przetwornika NI-DAQ 6009 do jego digitalizacji.



Fot. 4. Stanowisko pomiarów studenckich wyposażone w chromatograf cieczerw
Źródło: opracowanie własne.

Photo 4 Students' laboratory equipped with liquid-phase chromatograph
Source: by the Authors.

Zarówno w przypadku chromatografu cieczerw, jak i spektrofluorymetru konieczne było dobudowanie odpowiedniego wzmacniacza napięcia, tak aby zapewnić odpowiednią czułość urządzenia. Zastosowanie 14-bitowego przetwornika pozwoliło na uzyskanie bardzo dobrej jakości zapisów, co w znacznym stopniu poprawiło dokładność wyznaczanych doświadczalnie parametrów.



Fot. 5. Spektrofluorymetr – MSF 102 Cobrabid Opole

Źródło: opracowanie własne.

Photo 5 Spectrofluorimeter – MSF 102 Cobrabid Opole

Source: by the Authors.

Wnioski

Przedstawione przykłady pokazują, jak wszechstronne może być zastosowanie przetwornika NI-DAQ 6009 firmy National Instruments. Opisywane rozwiązania pozwalają na dalsze wykorzystywanie aparatury pomiarowej, która jest w pełni funkcjonalna, jednak ze względu na swój analogowy charakter nie spełnia obecnych wymagań. Realizacja tych projektów możliwa jest w każdym z laboratoriów i może stanowić przedmiot np. pracy dyplomowej, jednocześnie koszt takich instalacji jest znikomy. Oferowane przez National Instruments przetworniki analogowo-cyfrowe ze złączem USB oferują 14-bitową rozdzielczość oraz możliwość próbkowania sygnału z częstotliwością 48 kHz. Są to parametry wystarczające do wielu zastosowań nie tylko w studenckich laboratoriach.

Literatura

Auerbach J., Ambroziak E., Borkowska M., 1984, *Leksykon Techniki „Hi Fi i Video”*, WKiŁ, Warszawa.

Świsulski D., 2005, *Komputerowa technika pomiarowa – oprogramowanie wirtualnych przyrządów pomiarowych w LabView*, PAK, Warszawa.

Low-cost analog-digital converters in the scientific research

by Maciej Szeiber and Włodzimierz Masierak

Summary

This article is dedicated to the application of the low-cost analog-digital USB converters in the scientific research. In many research groups and students' laboratories still the old analog devices have been used. Usually such devices deliver at their output signal with voltage proportional to the measured property. Old-fashioned mechanical recorders are unreliable and do not allow to post-process of the collected experimental data. Converting the signal to a digital form allows to store and exchange data in the easy way and also enables usage of the different programs for the data presentation.

Keywords: analog devices, analog-digital converter, Lab View, National Instruments, experimental data acquisition.



Włodzimierz Masierak, Krzysztof Olejarczyk, Łukasz Strzyżewski
Wyższa Szkoła Gospodarki w Bydgoszczy

System analizujący za pomocą tabletu graficznego ruch ręki pacjenta z chorobą Parkinsona

Zarys treści. Niniejszy artykuł poświęcono aplikacji stworzonej w celu ułatwienia prowadzenia testów neuropsychologicznych. Jest to fragment większego systemu, który ma służyć uproszczeniu prowadzenia tego typu badań oraz umożliwieniu zbierania ich wyników w centralnej bazie danych. W artykule omówiono program współpracujący z tabletem graficznym, który umożliwia badanie ruchu ręki pacjentów z chorobą Parkinsona. Program umożliwia m.in. rejestrację siły nacisku, jakiej używa pacjent podczas rysowania, obiektywny pomiar celności trafień podczas łączenia punktów oraz pomiar czasu potrzebnego na wykonanie zadania.

Słowa kluczowe: choroba Parkinsona, testy neuropsychologiczne, tablet graficzny.

Wstęp

Celem niniejszej pracy było stworzenie aplikacji, wykorzystywanej do prowadzenia badania TMT (Trail Making Test A&B) na osobach z chorobą Parkinsona. Została stworzona kompletna aplikacja służąca prowadzeniu badania wraz z mechanizmem tworzenia wzorców badań oraz interfejsem synchronizującym lokalną bazę pacjentów i ich wyników badań ze zdalną bazą centralną.

Test TMT polega na łączeniu przez pacjenta ponumerowanych punktów, znajdujących się na szablonie, w zadanej kolejności. Występują 2 standardowe rodzaje szablonów wykorzystywane w badaniu – A i B. Osoba przeprowadzająca badanie sprawdza, czy pacjent połączył punkty w odpowiedniej kolejności, czy trafił w każdy z nich oraz ile czasu potrzebował na tę czynność. Możliwość wykorzystania tabletu dałaby jej do dyspozycji szereg innych szczegółowych danych na temat przebiegu badania. Jego celem jest ocena sprawności pamięci operacyjnej oraz funkcji wykonawczych.

Aplikacja pomaga osobom badającym określić, jaki wpływ na pacjentów z chorobą Parkinsona ma zastosowane leczenie. Możliwość tworzenia różnych

szablonów pozwoli im na wykonywanie nowych testów i być może w przyszłości przyczyni się do stworzenia nowego, skuteczniejszego sposobu badania.

Badania metodą TMT u pacjentów z chorobą Parkinsona

Choroba Parkinsona jest samoistnym, powoli postępującym, zwyrodnieniem ośrodkowego układu nerwowego. Jej nazwa pochodzi od nazwiska londyńskiego lekarza Jamesa Parkinsona, który w 1817 r. rozpoznał i opisał objawy tego schorzenia. Do najbardziej charakterystycznych objawów choroby Parkinsona należą:

- drżenie rąk, nóg;
- spowolnienia ruchów;
- sztywność mięśniowa;
- drżenie spoczynkowe (mimowolne rytmiczne, oscylacyjne ruchy różnych części ciała);
- spowolniony przebieg procesów psychicznych, osłabiona pamięć i zdolność przypominania (zaburzenie funkcji poznawczych mózgu);
- upośledzenie koordynacji ruchowej i równowagi.

Choroba ma charakter przewlekły i postępujący – objawy nasilają się wraz z rozwojem choroby. Jedną z najważniejszych funkcji pamięci, za którą odpowiada pamięć operacyjna, to możliwość zachowania poczucia rzeczywistości czy świadomości własnego istnienia. Tak zwane procesy *on line* stanowią swojego rodzaju połączenie między dopływającymi do mózgu informacjami a realną sytuacją. Za ich prawidłowe włączanie odpowiada właśnie pamięć operacyjna. Służy ona również do przechowywania przez pewien czas informacji na temat kryteriów dotyczących aktualnie wykonywanych czynności (np. reguł gry, w której uczestniczymy, listy kupowanych produktów itp.). Jeśli zasada działania jest już nieaktualna, pamięć ta umożliwia przełączanie się na nową. Umożliwia to zmianę naszych działań w zależności od aktualnie panującej sytuacji, zaplanowanie konkretnego działania, podjęcie odpowiedniej decyzji czy rozwiązanie problemu.

Zaburzenie czynności pamięci operacyjnej mają wpływ na wyniki badania TMT, co zostało udowodnione na podstawie licznych testów z różnymi grupami osób. Celem badania jest rozpoznanie u osób chorych objawów choroby oraz wykazanie poprawy u osób poddanych leczeniu.

Program będący przedmiotem niniejszej pracy umożliwia przeprowadzenie badania za pomocą komputera klasy PC i tabletu graficznego. Badania tego

typu dotychczas były wykonywane ręcznie. Nie dawało to jednak dokładnych wyników, a analiza tak otrzymanych danych była bardzo problematyczna. Dzięki nowej aplikacji, wyniki przeprowadzonego badania są dokładniejsze i bardziej przydatne.

Program do poprawnego działania wymaga tabletu graficznego, na którym pacjent będzie wykonywał badanie oraz piórka zastępującego długopis. Badanie polega na połączeniu za pomocą piórka odpowiednich punktów, według danego szablonu. Do wyboru są dwie standardowe wersje:

- A – test do oceny psychomotorycznej osoby badanej, którego celem jest jak najszybsze połączenie punktów oznaczonych kolejnymi liczbami, zaczynając od 1, a kończąc na 25;
- B – pozwala zbadać pamięć wzrokowo-przestrzenną oraz zdolność do logicznego przełączania reakcji z jednego kryterium na inne, do czego podstawą jest wcześniej poznany sposób działania; zbiór punktów oznaczanych naprzemiennie liczbami i literami, zaczynając od 1.

Rozwiązaniem testu jest czas mierzony w sekundach, uzyskany przez osobę badaną w fazie A, czas uzyskany w fazie B oraz różnica czasów B-A.

Założenia projektowe, zastosowane środowisko programistyczne i sprzęt

Program główny powinien zawierać następującą funkcjonalność:

- 1) Podstawową, czyli możliwość przeprowadzenia badania::
 - zapisywanie wyniku badania do pliku, jak i w postaci graficznej;
 - sygnalizacja najechnia na dany punkt lub nie;
 - możliwość wyboru odpowiedniego szablonu do przeprowadzenia badania.
- 2) Projektowanie nowego wzorca badania (szablonu):
 - możliwość dodawania punktów za pomocą piórka lub innego narzędzia będącego na wyposażeniu tabletu;
 - edycja położenia punktów oraz ich usuwanie;
 - zapisywanie gotowych szablonów;
 - wybór wielkości tworzonych punktów;
 - wybór rodzaju szablonu.

3) Połączenie z bazą danych:

- przesyłanie danych pacjentów, którzy przeszli badanie;
- przesyłanie wyników badań;
- aktualizacja lokalnej bazy danych.

Do stworzenia programu zostało wykorzystane środowisko programistyczne Borland Developer Studio 2006 stworzone przez firmę Borland. Jest to sprawdzone środowisko programistyczne, wykorzystywane przez szerokie grono programistów. Za jego wyborem przemawiało kilka aspektów:

- stabilność środowiska (zawieszenie uruchomionej pod jego kontrolą aplikacji nie powodowało zawieszenia systemu operacyjnego);
- dostępność podstawowych funkcji ułatwiających tworzenie programu;
- możliwość darmowego wykorzystania w celach niekomercyjnych.

Przy wyborze tabletu graficznego ważnym aspektem, oprócz gromadzonych przez niego danych oraz dokładności odczytu, był sposób jego połączenia z komputerem. W ofercie producentów, prócz tabletów z popularnym złączem USB, znajdują się również ich odpowiedniki ze złączem COM. Niestety, prędkość tego złącza, jak również sposób instalowania urządzenia wykluczają jego zastosowanie w projekcie. Wybrano tablet firmy Wacom model XD-1212U-D. Oprócz standardowych danych o położeniu piórka na powierzchni jest on w stanie przekazywać informacje o wywieranym nacisku, kącie nachylenia piórka względem płaszczyzny, a także jego obrocie względem osi. Informacje te pomagają w lepszy sposób ocenić to, czy pacjent zdał test, czy też nie.

Program główny, zasady działania i opis funkcji

Główne okno aplikacji oraz objaśnienie znaczenia przycisków, które użytkownik zobaczy po jej uruchomieniu, zostało przedstawione na ryc. 1.

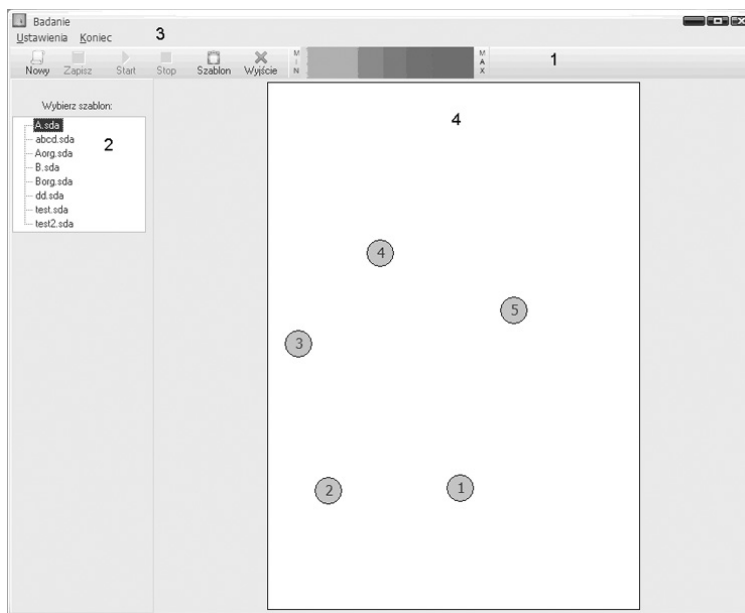
Opis okna aplikacji:

1) Pasek narzędzi:

- „Nowy” – przycisk służący do wyboru danych pacjenta, którego badanie ma być przeprowadzone, zapisanych w lokalnej bazie danych, lub wprowadzenia nowych, aktywny przez cały czas działania programu, po jego wybraniu dezaktywowany jest przycisk „Szablon”, a aktywowany „Start”;

SYSTEM ANALIZUJĄCY ZA POMOCĄ TABLETU GRAFICZNEGO RUCH RĘKI PACJENTA Z CHOROBY PARKINSONA

- „Zapisz” – przycisk służący do zapisywania przebiegu badania w postaci pliku na dysku lokalnym oraz wybranych informacji, które zostaną przesłane do bazy danych w postaci pliku XML, aktywowany po zakończonym badaniu i tylko jeśli pacjent dotknął piórkem powierzchni tabletu;
- „Start” – aktywowany przez przycisk „Nowy”, rozpoczyna badanie oraz ładuje wybrany przez użytkownika szablon;
- „Stop” – przycisk ten kończy badanie i zamyka połączenie z tabletem;
- „Szablon” – przycisk uruchamiający moduł programu służący do wprowadzania nowych szablonów; gdy jest aktywny, nie ma możliwości przeprowadzania badania;
- „Wyjście” – przycisk kończący działanie programu, sprawdza on, czy dane dotyczące badania zostały zapisane i w razie potrzeby wyświetla komunikat z pytaniem, czy je zapisać. Wywołuje on również niewidoczny dla użytkownika program odpowiedzialny za synchronizację danych między lokalną a główną bazą danych.



Ryc. 1. Główne okno aplikacji

Źródło: opracowanie własne.

Fig. 1 Main window

Source: by the Authors.

- 2) Lista szablonów – w oknie tym znajdują się wszystkie dostępne w danej chwili rodzaje szablonów.
- 3) Menu – pasek zawierający dodatkowe opcje programu (np. ustawienia).
- 4) Obszar badania – pole, w którym wyświetlany jest szablon oraz rysowane przez badaną osobę linie.

Ładowanie nazw szablonów do pola listy szablonów następuje w momencie uruchomienia aplikacji, poprzez wywołanie w konstruktorze funkcji **TreeViewRead()**. Umożliwia to użytkownikowi przejrzanie dostępnych szablonów i wybranie jednego z nich. Algorytm funkcji został przedstawiony na ryc. 2. Uruchomienie aplikacji powoduje rozpoczęcie przeszukiwania katalogu Szablony w celu załadowania ich nazw do listy szablonów. Podczas tej operacji funkcja sprawdza, czy nazwy znalezionych plików różnią się od „” lub „..”. Jest to niezbędne, ponieważ znaki te odpowiadają komendzie systemowej odpowiadającej za przejście do katalogu głównego lub o katalog wyżej w hierarchii. Mimo iż nie są one widoczne dla użytkownika, to zawsze występują w każdym katalogu.

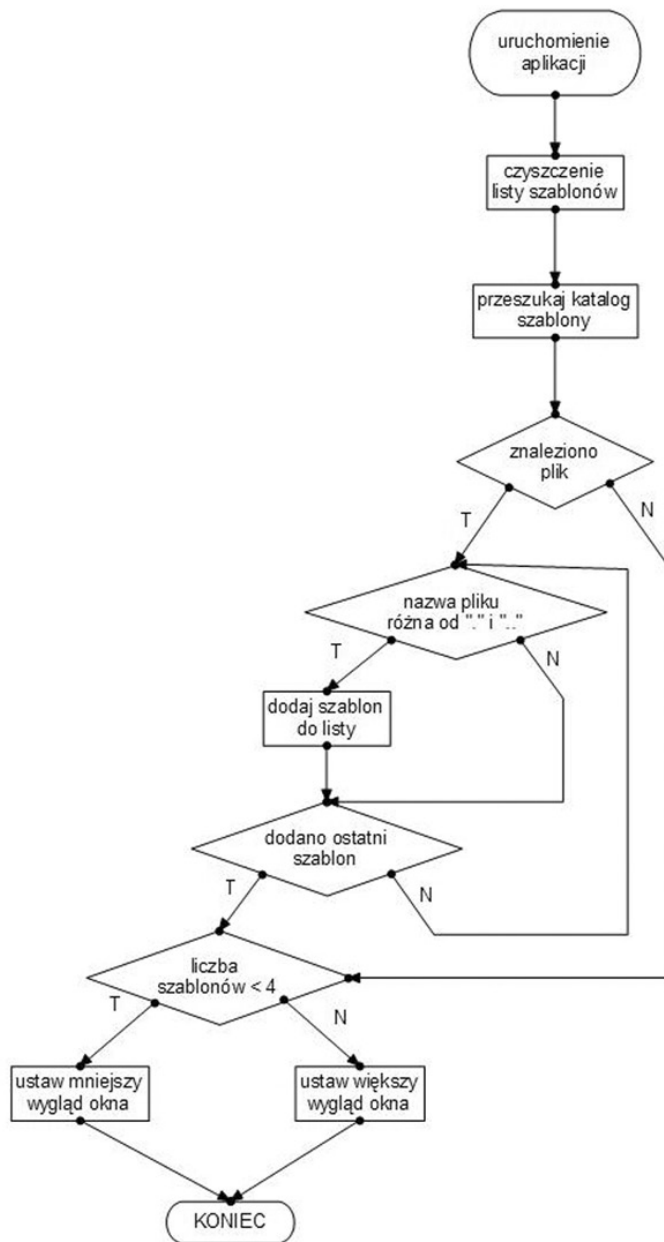
Funkcja jest również odpowiedzialna za ustalenie wielkości okna listy szablonów zależnie od ich ilości. Jeśli jest ona mniejsza niż 4 pozycje, wybrany zostaje minimalny rozmiar okna, w przeciwnym wypadku rozmiar okna dopasowywany jest zależnie od ilości wyświetlanych nazw.

Użytkownik może podejrzeć wygląd szablonu poprzez kliknięcie na jego nazwę. Umożliwia to zdarzenie listy szablonów, które w momencie wybrania nazwy wzorca wywołuje funkcję **wczytajSzablon**.

W momencie kliknięcia na przycisk „Start” program uruchamia funkcję **btnStartClick**, która odpowiada za właściwe rozpoczęcie badania. Zeruje ona wszystkie parametry początkowe i otwiera połączenie z tabletem. Przycisk „Stop” zostaje aktywowany, natomiast „Szablony” staje się nieaktywny dla użytkownika. Zapobiega to przypadkowemu włączeniu projektu szablonu, co doprowadziłoby do zakłócenia przeprowadzanego badania. Po wyzerowaniu wszystkich zmiennych program sprawdza, czy użytkownik wybrał któryś z dostępnych szablonów. Jeśli tak, to do zmiennej **checktv** wprowadzana jest wartość „1”.

W dalszej kolejności, jeśli instrukcja warunkowa **if (checktv)** zostaje spełniona, program otwiera połączenie z tabletem. Funkcja **czyszcSzablon** czyści obszar kreślenia programu, a **wczytajSzablon** wczytuje wybrany wcześniej wzór badania. Wyczyszczony zostaje wektor, do którego będą przekazywane informacje o przebiegu badania w postaci struktury **badanie**. Dla bezpieczeństwa w trakcie przeprowadzania badania wyłączona zostaje możliwość wyboru szablonu z listy.

SYSTEM ANALIZUJĄCY ZA POMOCĄ TABLETU GRAFICZNEGO
RUCH RĘKI PACJENTA Z CHOROBY PARKINSONA



Ryc. 2. Algorytm funkcji TreeViewRead ()

Źródło: opracowanie własne.

Fig. 2 Algorithm of the TreeViewRead () function

Source: by the Authors.

Najważniejszym czynnikiem wpływającym na użyteczność opracowywanego systemu jest sprawna transmisja danych z tabletu do programu. Podczas wstępnych rozmów zostało ustalone, iż do poprawnej oceny przeprowadzonego badania są wymagane dane pobierane z częstotliwością 200 próbek na sekundę. Początkowym założeniem było wykorzystanie komponentu IDE – Timera, który pobierałby pakiet ze strukturą danych z urządzenia co 5 ms. Jak się okazało, takie rozwiązanie nie mogło być wzięte pod uwagę. Dokumentacja podaje, iż Timer to funkcja, która jest wykonywana co pewną wartość wyrażoną w milisekundach. Zaskakująca była informacja, iż minimalną wartością nie jest 1 ms. Z ustaleń empirycznych stwierdzono, iż najniższa wartość dla systemu Windows XP to około 15 ms (wynikało to z faktu, iż komponent ten bazuje na przerwaniach systemowych, co niestety, zaniża oczekiwaną precyzję, która jest uzależniona od systemu operacyjnego), czyli nie 200 próbek na minutę, a aż 3 razy mniej, co było wartością znacznie poniżej oczekiwań.

Kolejnym brany pod uwagę rozwiązaniem było wykorzystanie wątków, które w skrócie można opisać jako procesy działające w ramach jednej aplikacji, współdzielące przestrzeń adresową. Dzięki powyższym założeniom czas tworzenia wątków jest mniejszy, a co za tym idzie, prędkość działania jest dużo szybsza niż działanie Timera. Jak się okazało, było możliwe pobranie nawet 1000 próbek w ciągu 1 sekundy, co stanowiło wynik satysfakcjonujący. Od początku jednak było wiadomo, że tablet jest w stanie wysyłać od 100 do 200 pakietów na sekundę – informowała o tym specyfikacja techniczna urządzenia. W trakcie przeprowadzania testów ustalono, że mimo podawanych parametrów możliwa maksymalna ilość danych pobieranych z tabletu to maksymalnie 100 danych na sekundę – była to ilość 2 razy mniejsza niż wymagana. Jak się okazało w późniejszym czasie, nie był to jedyny problem. Wątki były narzędziem idealnym pod względem szybkości działania, co zresztą było efektem bardzo oczekiwanym i szukany przez dość długi czas. Niestety, były też narzędziem bardzo niestabilnym – właściwie na każdym komputerze działały z inną częstotliwością, co w niektórych wypadkach na sekundę dawało 300 próbek (nie było to dużym problemem), ale niekiedy było poniżej 150 próbek. Te negatywne aspekty zmusiły do rezygnacji z używania wątków, które początkowo wydawały się idealnym rozwiązaniem.

Ustalono, że tablet nie zwraca pojedynczej struktury danych, a tablicę struktur. Jak łatwo wywnioskować, takie rozwiązanie pozwala na dużo rzadsze odpytywanie urządzenia, przy jednoczesnym zwiększeniu liczby pobieranych danych. W tym momencie okazało się, że początkowy pomysł z komponentem – Timer, był dobrze wybraną drogą, lecz na poprzednim etapie problemem był brak

szczegółowych informacji na temat jego działania. Po uzupełnieniu swej wiedzy można było wykorzystać stabilnie działający komponent do pobierania wektora struktur z danymi, a następnie wykorzystać go i zapisać dane do własnego wektora struktur. Czynność ta jest niezbędna, ponieważ wektor struktur przekazywany przez tablet jest czyszczony po pobraniu z niego wartości. W aplikacji zaś potrzebujemy wszystkich danych przez cały cykl życia programu. Jedynym pozostałym problemem, który wydaje się nie do ominięcia, jest ilość próbek otrzymywanych z tabletu. Rozwiązanie, mimo że mało profesjonalne, nasunęło się bardzo szybko. Szybka, a zarazem łatwą metodą było podwojenie ilości próbek, co można było wykonać, wyciągając średnie wartości z kolejnych próbek. Wynikiem takiego zabiegu była około dwa razy większa ilość danych, czyli właśnie tyle, ile było potrzeba – 200 na sekundę. Mimo wszystko, sposób ten nie jest jedynym możliwym. Poza tym, można uznać go za wiarygodny, gdyż nie ma chyba sposobności, aby człowiek w ciągu 10 ms wykonał inny ruch niż średnia z 2 punktów. Ostatecznie takie rozwiązanie przyjęto za możliwie najlepsze, spełniające założenia i otrzymujące prawidłowe i prawdziwe dane.

Rejestracja wyników badania

Jedną z kluczowych ról pełni przycisk Zapisz, a właściwie funkcja, która się pod nim znajduje. Jest ona odpowiedzialna za szereg zadań, a do jej obowiązków zalicza się m.in.:

- zapisywanie danych w plikach lokalnej bazy danych;
- zapisywanie danych w postaci czystego tekstu;
- tworzenie wykresów i zestawień statystycznych;
- zapisywanie danych w postaci obrazów i wykresów;
- podwajanie ilości próbek.

Jak łatwo zauważyć, jest to najważniejsza funkcja (poza rysowaniem), która ma znaczenie dla użytkownika końcowego, gdyż tworzy i przedstawia to, co jest punktem docelowym owego projektu, czyli wyniki badań przedstawione w różnych formach. Prezentacja ich poprzez parametry, wykresy czy obrazy z badania, pozwala na szczegółową ocenę przeprowadzonych pomiarów. Funkcja ta tworzy także katalogi dla poszczególnych pacjentów z ich badaniami. Dla jednego pacjenta można zrobić ich kilka w ciągu jednego dnia, co wymusiło ustalenie formatu katalogów. Ostatecznie są używane foldery, w których znajduje się nazwisko, imię i PESEL

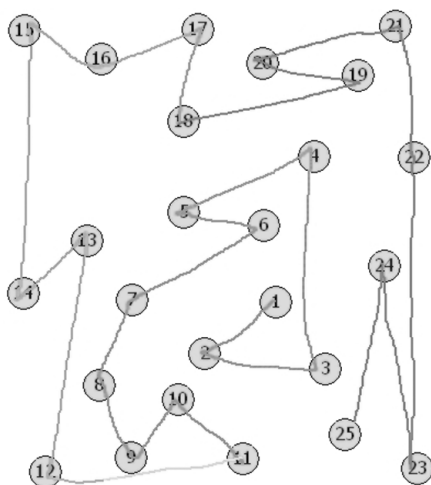
np.: Kowalski Jan (63452871973), a w nich kolejne zawierające datę i czas badania np.: 2009-05-05_23-17-31. Wszystkie te katalogi znajdują się w nadrzędnym folderze Wyniki. Takie hierarchiczne ułożenie pozwala na łatwy i szybki dostęp do konkretnego badania pacjenta, gdyż jest to sposób bardzo intuicyjny.

Następnym krokiem jest podwajanie ilości próbek, co jest możliwe poprzez wyciągnięcie średniej z parametrów próbek sąsiadujących.

Pierwsza informacja umieszczana w pliku to wersja testu. Do wyboru mamy 2 testy: A lub B. Zapisywanie wyników do pliku tekstowego, podobnie jak w funkcji wczytajSzablon, jest wykonywane poprzez umieszczanie w linii parametrów oddzielonych średnikiem, co daje wiele możliwości podczas przeglądania czy modyfikowania. W późniejszym czasie jest to także sposób idealny do tworzenia wykresów i zestawień statystycznych w innych programach, takich jak Microsoft Office, Excel czy Matlab. Dzięki takiemu zapisowi tworzymy dane, które bez problemu można przetwarzać w innych aplikacjach, a także bez względu na platformę sprzętową czy system operacyjny.

Następne zadanie opisywanej funkcji to przedstawienie w pliku JPEG ruchów piórka podczas badania wraz z zestawem podstawowych parametrów, które są wymagane, aby móc wydać ocenę na temat stanu zdrowia badanej osoby. Przykładowy plik może wyglądać tak, jak przedstawiono na ryc. 3.

Imię i nazwisko: Jan Kowalski	Data: 2009-06-08
PESEL: 86041703139	Szablon: Aorg.sda
DIST[cm]: 165,439	MN_SP[cm/s]: 5,982
T[s]: 27,655	MN_LSP[cm/s]: 11,954
MX_LSP[cm/s]: 52,84	MN_PRS[jedn.]: 773
SD_LSP[cm/s]: 13,565	SD_PRS[jedn.]: 133
MX_PRS[jedn.]: 958	

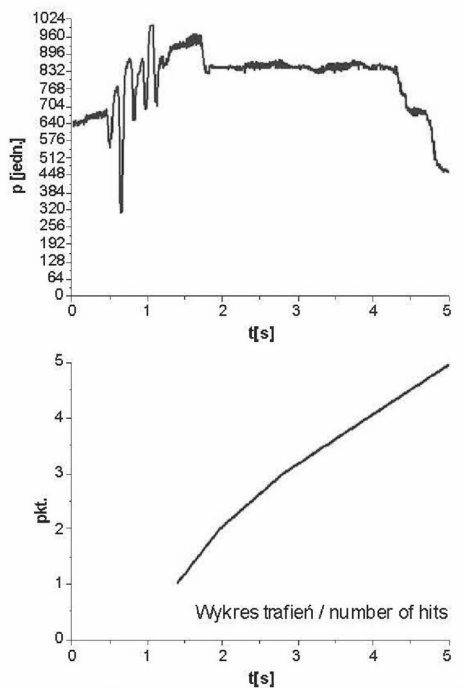


Ryc. 3. Przykładowy wynik badania w postaci pliku graficznego JPEG
Źródło: opracowanie własne.

Fig. 3 An example of the results stored in a graphic JPEG file
Source: by the Authors.

SYSTEM ANALIZUJĄCY ZA POMOCĄ TABLETU GRAFICZNEGO RUCH RĘKI PACJENTA Z CHOROBY PARKINSONA

Oprócz rysunku z zapisem drogi, jaką prowadzone było piórko, program generuje również wykresy: zależności siły nacisku piórka od czasu oraz dokładności zaznaczenia punktów w funkcji czasu, przykładowe wyniki zaprezentowano na ryc. 4. W celu przybliżonego odczytu wyników z wykresów użyto zaokrąglonych wartości opisujących poszczególne osie, co w obecnym wypadku w zupełności wystarcza.



Ryc. 4. Przykładowe wykresy prezentujące parametry otrzymane w badaniu
Źródło: opracowanie własne.

Fig. 4 An example of plots illustrating parameters obtained during the examination

Source: by the Authors.

Ostatecznym zadaniem jest umieszczenie wyników przeprowadzonego badania w pliku XML lokalnej bazy danych, tj. badanie.xml. Funkcja ta pobiera wszystkie wyniki badań z pliku, następnie umieszcza je w wektorze struktur, dodaje wyniki aktualnego badania i tak przygotowany cały wektor umieszcza w owym pliku. W praktyce (i przy założeniach, że komputer regularnie jest podłączany do Internetu) cały proces wygląda dużo prościej. Powodem tego jest fakt, iż podczas uruchomienia programu następuje przekazanie wszystkich informacji z lokalnej bazy danych do bazy zdalnej, przez co pliki XML są puste, a co za tym idzie, wiele czynności jest po prostu pomijanych.

Podsumowanie

Podstawowym celem projektu było utworzenie kompletnej aplikacji, która pozwoliłaby na pełne przeprowadzenie badania TMT u pacjentów cierpiących na chorobę Parkinsona. Aplikacja umożliwia tworzenie szablonów wykorzystywanych podczas badań, przeprowadzenie badania oraz analizę i wstępną interpretację wyników, umieszczenie danych w zdalnej bazie.

Komunikację między komputerem klasy PC oraz tabletem graficznym zapewniało złącze USB, a dalej uniwersalne sterowniki Wintab, które współpracują z większością popularnych tabletów. Takie rozwiązanie dawało pewność co do niezawodności działania, a także dostarczało pełną i obszerną dokumentację.

Wymiana danych w sieci natomiast była zapewniona dzięki mechanizmowi Web Service. Ze względu na łatwość w implementacji, moduł odpowiedzialny za wymianę informacji został utworzony w środowisku Microsoft Visual Studio. Nie przeszkodziło to jednak w żadnym stopniu w połączeniu z główną aplikacją napisaną w języku C++ za pomocą zintegrowanego środowiska programistycznego Borland Developer Studio 2006 firmy Borland.

Aplikacja została napisana tak, aby spełniała powyższe wymagania, jednak ważnym celem był intuicyjny i łatwy do poruszania się interfejs. W tym celu użyto minimalnej liczby przycisków niezbędnych do poprawnego działania programu, które w zależności od sytuacji przybierają status aktywny – nieaktywny. Takie inteligentne zachowanie się przycisków (zmiana stanów zależnie od sytuacji) znacząco ułatwia pracę, a także eliminuje występowanie błędów.

Ze względu na specyfikę otrzymywania informacji, a także ich złożoność do poprawnego i wydajnego działania programu utworzono kilka oddzielnych struktur przechowywanych w wektorach (ze standardowej biblioteki), które były podstawą przechowywania danych.

Literatura

Eckel B., 2002, *Thinking in C++*, Helion, Gliwice.

Liberty J., 2002, *C++ dla każdego*, Helion, Gliwice.

Wacławek R., 1993, *Windows od kuchni. Poradnik programisty*, Komputerowa Oficyna Wydawnicza „HELP”, Warszawa.

Źródła internetowe

<http://www.parkinson.net.pl/index.php?pid=3&id=26&fpid=11> dr hab. n. med. Alina Borkowska – opis choroby

<http://www.wacomeng.com/> – dokumentacja tabletu

System using a graphic tablet for the analysis of the hand motion of the patients with the Parkinson's disease

by Włodzimierz Masierak, Krzysztof Olejarczyk and Łukasz Strzyżewski

Summary

This article is dedicated to the system which was designed in order to improve the examination with Trail Making Test (TMT). The application uses a graphic tablet to acquire a hand motion of the patient with the Parkinson's disease. The solution consists of the set of pre-defined forms. It allows to measure the correctness of hits and the time which the patient has to spend to perform the task. Results are presented in a graphic form and stored in local and remote databases.

Keywords: Parkinson's disease, neuro-psychology tests, graphic tablet.



*Anna Fatz-Grupka, Aleksandra Mreła, Danuta Nowicka,
Mariola Piłatowska, Anna Pomianowska-Kardaś*
Wyższa Szkoła Gospodarki w Bydgoszczy

Analiza tendencji na rynku płatności bezgotówkowych i gotówkowych w Polsce

Zarys treści. W Polsce od początku lat 90. XX w. można zaobserwować dynamiczny rozwój płatności bezgotówkowych. Zatem warto badać zmiany zachodzące w systemie płatności gotówkowych i bezgotówkowych. Celem artykułu jest analiza intensywności korzystania przez klientów indywidualnych w Polsce z płatności bezgotówkowych i gotówkowych w latach 2004–2008. Ponadto przeprowadzono prognozowanie procesów odzwierciedlających stopień korzystania z płatności gotówkowych i bezgotówkowych na podstawie modeli struktury i wyrównania wykładniczego na rok 2009.

Słowa kluczowe: analiza tendencji, system płatniczy, płatności gotówkowe, płatności bezgotówkowe.

1. Wprowadzenie

W ostatnich kilku latach realizowane są szeroko zakrojone programy promujące obrót bezgotówkowy, m.in. ze względu na wysokie¹ koszty związane z formą płatności gotówkowych (Brits, Winder 2005; Gresvik, Haare 2009).

Celem artykułu jest zdiagnozowanie intensywności korzystania przez klientów indywidualnych w Polsce z różnych form płatności gotówkowych i bezgotówkowych realizowanych kartami płatniczymi oraz wskazanie kierunków zmian w tym zakresie.

Analizie zostanie poddana liczba transakcji² (płatności) bezgotówkowych według następującego podziału:

- liczba transakcji dokonanych za pomocą kart płatniczych³ (bankowych)

1 Por. Damińska 2008, s. 17.

2 Dane dotyczące transakcji gotówkowych i bezgotówkowych dotyczą posiadaczy kart wydanych przez polskich emitentów kart.

3 Strona internetowa: www.nbp.pl, 30.01.2010 r.

w zależności od sposobu rozliczania (karty kredytowe⁴, obciążeniowe⁵, debetowe⁶);

- liczba transakcji dokonanych za pośrednictwem urządzeń akceptujących POS⁷ oraz przez Internet.

Transakcje realizowane za pośrednictwem terminali POS informują z jednej strony o stopniu przygotowania urzędów i punktów handlowo-usługowych do umożliwienia płatności bezgotówkowych, z drugiej – o intensywności korzystania przez klientów z tej formy płatności, a także o stopniu akceptacji tej formy płatności zarówno przez klientów, jak i urzędników oraz handlowców.

Akceptacja płatności bezgotówkowych zarówno przez klientów, jak i urzędników oraz handlowców jest typowa dla rynku płatności, który jest rynkiem dwustronnym (Rochet, Tirole 2003; Chakravorti, Roson 2006).

Transakcje gotówkowe będzie reprezentować liczba transakcji dokonanych w bankomatach.

2. Prezentacja danych statystycznych

Narodowy Bank Polski publikuje dane o częstotliwości kwartalnej, zawierające m.in.: liczbę wydanych kart płatniczych, liczbę transakcji poszczególnymi typami kart, liczbę i wartość transakcji w bankomatach oraz liczbę i wartość transakcji dokonanych przez akceptantów⁸. Zakres prezentowanych danych obejmuje różne okresy:

- liczby transakcji dokonanych poszczególnymi typami kart: okres od I kwartału 2002 r. do IV kwartału 2008 r.;
- liczby transakcji dokonanych za pomocą urządzeń akceptujących: okres od IV kwartału 2003 r. do IV kwartału 2008 r.;
- liczby transakcji dokonanych w bankomatach: okres od I kwartału 1999 r. do IV kwartału 2008 r.

4 Karty kredytowe umożliwiają jej posiadaczowi dokonanie płatności do wysokości ustalonego z bankiem kredytu, <http://www.nbp.pl/systemplatniczy/karty/karty.pdf>.

5 Karty obciążeniowe mają odroczone termin płatności, <http://www.nbp.pl/systemplatniczy/karty/karty.pdf>.

6 Karty debetowe umożliwiają jej posiadaczowi płatności do wysokości salda na rachunku, <http://www.nbp.pl/systemplatniczy/karty/karty.pdf>.

7 Urządzenia, które umożliwiają dokonanie płatności za pomocą karty płatniczej lub przez Internet nazywają się urządzeniami akceptującymi. Obecnie najczęściej stosowany jest terminal POS (ang. *Point of Sale*). Punkt handlowo-usługowy lub urząd posiadający urządzenie akceptujące nazywa się akceptantem.

8 Informacje na ten temat znajdują się na stronie: www.nbp.pl.

Transakcje bezgotówkowe będzie reprezentować:

- liczba transakcji dokonanych za pomocą kart (debetowych, obciążeniowych i kredytowych);
- liczba transakcji dokonanych za pomocą urządzeń akceptujących (terminale POS, Internet),

natomiast transakcje gotówkowe – liczba transakcji dokonanych w bankomatach.

Każda zmienna będzie opisywana w układzie danych bezwzględnych (tzw. poziomy zjawiska) oraz w układzie danych względnych (stopy wzrostu). Stopy wzrostu zostały obliczone według następującego wzoru:

$$\Delta y_t = \frac{y_t - y_{t-4}}{y_{t-4}} * 100 \%$$

gdzie: Δy_t – stopa wzrostu zmiennej wyrażona w procentach, y_t – wartość zmiennej w kwartale t , y_{t-4} – wartość zmiennej w odpowiednim kwartale poprzedniego roku.

Należy zaznaczyć, że obliczanie stóp wzrostu dla poszczególnych zmiennych powoduje eliminację wahań sezonowych z tych zmiennych (różnice czwartego rządu).

Dane prezentowane są w formie rycin i tabel, w których lewa kolumna zawiera dane dotyczące poziomów zmiennej, a prawa – dane dotyczące stopy wzrostu tej zmiennej.

3. Analiza transakcji bezgotówkowych

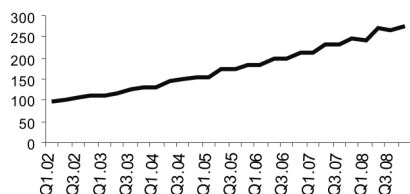
3.1. Transakcje dokonane za pomocą kart

W badanym okresie liczba transakcji kartami debetowymi wykazuje wyraźną tendencję wzrostową – od 98 mln w I kwartale 2002 r. do 277 mln w IV kwartale 2008 r. Zatem prawie trzykrotnie wzrosła liczba transakcji tym rodzajem kart (por. ryc. 1a). Natomiast stopa wzrostu liczby transakcji kartami debetowymi w stosunku do odpowiedniego kwartału roku poprzedniego była nieznacznie malejąca, poza okresem od I kwartału 2002 r. do II kwartału 2004 r. (por. ryc. 1b).

Liczba transakcji kartami obciążeniowymi w badanym okresie wykazuje tendencję malejącą (por. ryc. 2a). Podobnie stopa wzrostu liczby transakcji kartami obciążeniowymi ma tendencję malejącą, a dodatkowo w niemal całym okresie jest ujemna, co oznacza bezwzględny spadek liczby transakcji (por. ryc. 2b).

Liczba transakcji kartami kredytowymi w badanym okresie wykazuje wyraźną tendencję rosnącą (por. ryc. 3a). Natomiast w przebiegu stopy wzrostu liczby

transakcji kartami kredytowymi można wyróżnić dwa podokresy. W pierwszym okresie od I kwartału 2003 r. do II kwartału 2005 r. stopa wzrostu rośnie, a w pozostałych kwartałach – maleje (por. ryc. 3b).

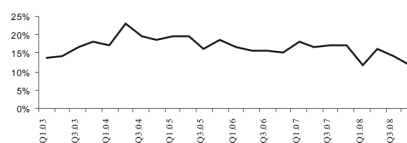


Ryc. 1a. Liczby transakcji kartami debetowymi (w mln)

Źródło: opracowanie własne.

Fig. 1a Numbers of debit cards' transactions (in mln.)

Source: calculations by the Authors.

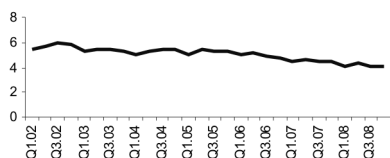


Ryc. 1b. Stopy wzrostu liczby transakcji kartami debetowymi (analogiczny kwartał roku poprzedniego = 100)

Źródło: opracowanie własne.

Fig. 1b Growth rates of numbers of debit cards' transactions (analogical quarter of previous year = 100)

Source: calculations by the Authors.

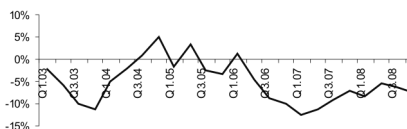


Ryc. 2a. Liczba transakcji kartami obciążeniowymi (w mln)

Źródło: opracowanie własne.

Fig. 2a Number of charge cards' transactions (in mln.)

Source: calculations by the Authors.



Ryc. 2b. Stopy wzrostu liczby transakcji kartami obciążeniowymi (analogiczny kwartał roku poprzedniego = 100)

Źródło: opracowanie własne.

Fig. 2b Growth rates of number of charge cards' transactions (analogical quarter of previous year = 100)

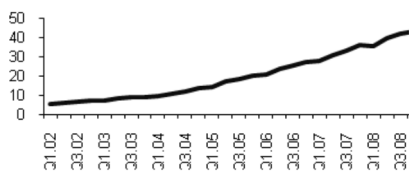
Source: calculations by the Authors.

Rosnąca liczba transakcji kartami debetowymi i kredytowymi⁹ wyraźnie wskazuje na rosnącą liczbę płatności bezgotówkowych. Jednakże analiza wielkości względnych (stóp wzrostu) wskazuje, że trend ten począwszy od 2005 r. jest malejący. Powodem takiego zachowania (jak podają bankowcy) mogła być reakcja klientów na kryzys finansowy na świecie.

⁹ Rosnąca liczba transakcji kartami debetowymi i kredytowymi związana jest z dynamicznym wzrostem liczby kart płatniczych.

ANALIZA TENDENCJI NA RYNKU PŁATNOŚCI BEZGOTÓWKOWYCH I GOTÓWKOWYCH W POLSCE

Ze względu na niską liczbę transakcji dokonywanych kartami obciążenowymi, pominięto ten rodzaj kart w dalszej analizie.

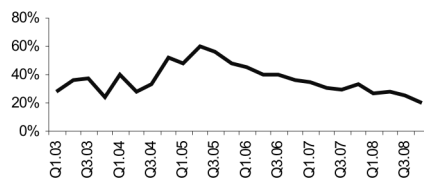


Ryc. 3a. Liczby transakcji kartami kredytowymi (w mln)

Źródło: opracowanie własne.

Fig. 3a Number of charge cards' transactions (in mln.)

Source: calculations by the Authors.



Ryc. 3b. Stopy wzrostu liczby transakcji kartami kredytowymi (analogiczny kwartał roku poprzedniego = 100)

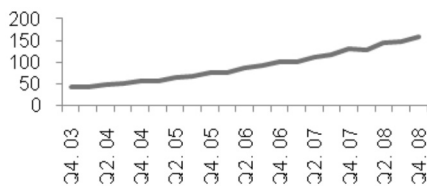
Źródło: opracowanie własne.

Fig. 3b Growth rates of number of credit card transactions (analogical quarter of previous year = 100)

Source: calculations by the Authors.

3.2. Liczba transakcji dokonanych za pomocą urządzeń akceptujących

W latach 2003–2005 używano znacznie częściej niż obecnie urządzeń akceptujących zwanych imprinterami (żelazkami), które służyły do akceptacji tzw. kart wypukłych. Z powodu ich malejącego znaczenia zostały pominięte w przedstawionej analizie. Wobec tego badaniu poddane będą tylko liczby płatności dokonanych za pomocą urządzeń akceptujących POS i przez Internet.

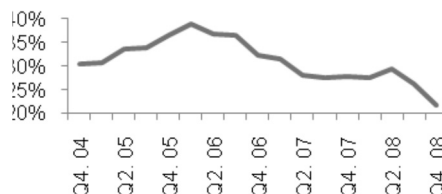


Ryc. 4a. Liczby transakcji dokonanych za pomocą terminali POS (w mln)

Źródło: opracowanie własne.

Fig. 4a Number of transactions made by POS devices (in mln.)

Source: calculations by the Authors.

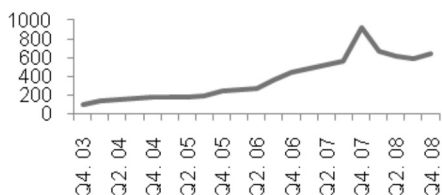


Ryc. 4b. Stopy wzrostu liczby transakcji dokonanych za pomocą terminali POS (analogiczny kwartał roku poprzedniego = 100)

Źródło: opracowanie własne.

Fig. 4b Growth rates of the number of transactions made by POS devices (analogical quarter of previous year = 100)

Source: calculations by the Authors.

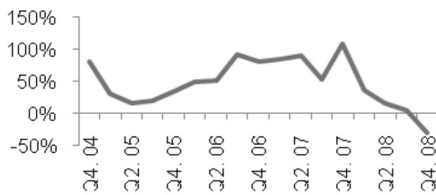


Ryc. 5a. Liczby transakcji dokonanych przez Internet (w tys.)

Źródło: opracowanie własne.

Fig. 5a Number of transactions made via Internet (in thous.)

Source: calculations by the Authors.



Ryc. 5b. Stopy wzrostu liczby transakcji dokonanych przez Internet (analogiczny kwartał roku poprzedniego = 100)

Źródło: opracowanie własne.

Fig. 5b Growth rates of number of transactions made via Internet (analogical quarter of previous year = 100)

Source: calculations by the Authors.

Liczba transakcji dokonanych za pomocą terminali POS wykazuje stałą i wyraźną tendencję wzrostową (por. ryc. 4a). Jednakże w przebiegu stopy wzrostu liczby transakcji dokonanych za pomocą terminali POS można zauważyć dwie odmienne tendencje: w latach 2004–2005 stopa jest rosnąca, natomiast w latach 2006–2008 jest malejąca z niewielkim zaburzeniem w połowie 2008 r. (por. ryc. 4b).

W przypadku sprzedaży w Internecie liczba transakcji dokonanych w latach 2004–2008 jest zdecydowanie mniejsza niż liczba transakcji dokonanych za pomocą urządzeń akceptujących POS. Na ryc. 5a można zauważyć tendencję wzrostową liczby transakcji dokonanych w Internecie w latach 2003–2008, z pewnym wyraźnym zaburzeniem w roku 2007. Przebieg stopy wzrostu liczby transakcji dokonanych w Internecie wskazuje na silną tendencję wzrostową do roku 2007 (por. ryc. 5b), natomiast w roku 2008 tendencja uległa odwróceniu, tj. stopa wzrostu maleje i nawet jest ujemna.

Analizując dane można zauważyć, że równocześnie z dynamicznym wzrostem liczby transakcji kartami płatniczymi nastąpił wzrost liczby transakcji dokonanych za pomocą urządzeń akceptujących POS i przez Internet, ze zmienną, choć w obu przypadkach malejącą w ostatnim podokresie, stopą wzrostu.

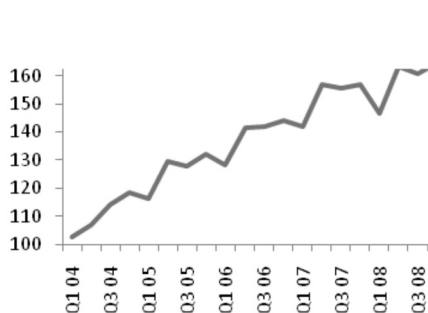
4. Analiza transakcji gotówkowych

Początkowo na polskim rynku płatniczym dominującą rolę odgrywały transakcje gotówkowe, dokonywane w bankomatach przez detalicznych klientów. Z czasem bankomaty zmieniły swoją rolę i poza wypłatą gotówki umożliwiły wykonanie wielu operacji płatniczych. Jednak wypłaty gotówki w dalszym ciągu po-

ANALIZA TENDENCJI NA RYNKU PŁATNOŚCI BEZGOTÓWKOWYCH I GOTÓWKOWYCH W POLSCE

zostały preferowaną formą transakcji bankomatowych. W badanym okresie liczba transakcji gotówkowych wykazuje wyraźną tendencję wzrostową – od 102 mln w I kwartale 2004 r. do 165 mln w IV kwartale 2008 r., z regularnymi spadkami w pierwszym kwartale każdego roku i intensywnym wzrostem w czwartym kwartale (por. ryc. 6a). Wydaje się, że na proces ten wpłynęły zasady funkcjonowania rynku płatności wprowadzone po uchwaleniu przez Sejm RP trzech ustaw – Ustawy z 12 września 2002 r., Ustawy z 18 grudnia 2003 r. i Ustawy z 1 kwietnia 2003 r. Dostosowały one status NBP do standardów UE i w ten sposób zwiększyły zaufanie klientów polskich oraz turystów zagranicznych. Wejście Polski do Unii Europejskiej, a w związku z tym otwarcie polskim klientom europejskiego rynku płatności, mogło wpłynąć na wzrost zainteresowania transakcjami bankomatowymi.

Pomimo wzrostowej tendencji liczby transakcji gotówkowych dokonywanych w bankomatach, w przebiegu stopy wzrostu można zauważyć tendencje odmienne.

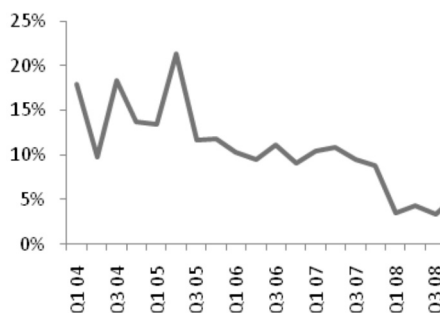


Ryc. 6a. Liczby transakcji w bankomatach (w mln.)

Źródło: opracowanie własne.

Fig. 6a Numbers of transactions in the cash points (in mln.)

Source: calculations by the Authors.



Ryc. 6b. Stopy wzrostu liczby transakcji w bankomatach (analogiczny kwartał roku poprzedniego = 100)

Źródło: opracowanie własne.

Fig. 6b Growth rates of transactions in the cash points (the analogical quarter of previous year = 100)

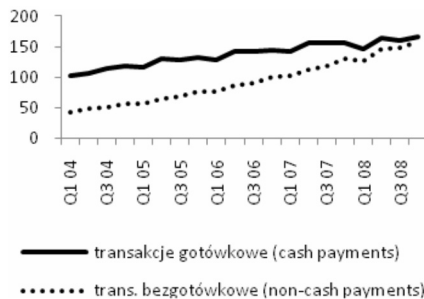
Source: calculations by the Authors.

Na początku badanego okresu tempo wzrostu liczby transakcji gotówkowych dokonywanych w bankomatach było dość wysokie, około 15%, ale począwszy od III kwartału 2005 r. przebieg stopy wzrostu charakteryzuje się tendencją malejącą z wyraźnym spadkiem w I kwartale 2008 r. (por. ryc. 6b), który można tłumaczyć niepokojem klientów na skutek napływających informacji o światowym kryzysie gospodarczym. Spadek tempa wzrostu liczby transakcji bankomatowych

należy kojarzyć ze wzrostem liczby terminali POS w punktach handlowo-usługowych i w urzędach, a w związku z tym większym zainteresowaniem płatnościami bezgotówkowymi.

Zarówno liczba transakcji gotówkowych, jak i bezgotówkowych rośnie w badanym okresie (por. ryc. 6c). Jednakże liczba transakcji bezgotówkowych rośnie szybciej niż gotówkowych i w IV kwartale 2008 r. osiąga zbliżoną wartość.

Stopy wzrostu liczby transakcji obu form płatności w I kwartale 2004 r. były na jednakowym poziomie (por. ryc. 6d). Jednak do III kwartału 2005 r. stopa wzrostu płatności bezgotówkowych zwiększyła się niemal trzykrotnie, podczas gdy stopa wzrostu transakcji gotówkowych zaczęła wykazywać słabą tendencję malejącą. Od III kwartału 2006 r. tempo wzrostu liczby transakcji obu form płatności wykazuje tendencję malejącą, przy dwukrotnie wyższym poziomie tempa wzrostu transakcji bezgotówkowych (por. ryc. 6d).

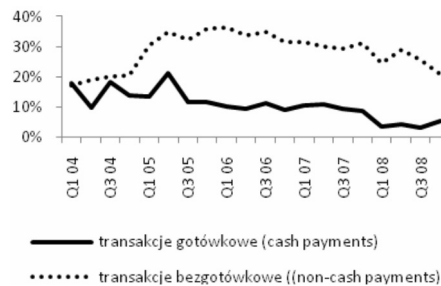


Ryc. 6c. Liczba transakcji gotówkowych i bezgotówkowych

Źródło: opracowanie własne.

Fig. 6c. The numbers of transactions in cash points and by payment cards

Source: calculations by the Authors.



Ryc. 6d. Stopy wzrostu liczby transakcji gotówkowych i kartami płatniczymi

Źródło: opracowanie własne.

Fig. 6d. Growth rates of the number of transactions in the cash points and of the payment cards (the analogical quarter of previous year = 100)

Source: calculations by the Authors.

Wydaje się, że proces ten jest skutkiem zwiększającej się systematycznie liczby terminali POS w punktach handlowo-usługowych oraz w urzędach i obrazuje zwiększone zainteresowanie klientów płatnościami bezgotówkowymi. Może być więc zapowiedzią zmiany relacji między transakcjami gotówkowymi i bezgotówkowymi na korzyść transakcji bezgotówkowych.

5. Prognozowanie

5.1. Wprowadzenie

Ze względu na to, że celem badania jest również wskazanie zmian kierunku w zakresie intensywności korzystania z różnych form płatności bezgotówkowych i gotówkowych przez klientów indywidualnych w Polsce, wyznaczono prognozy poszczególnych zmiennych reprezentujących różne formy płatności. Do tego celu wykorzystane zostały następujące metody:

- model szeregu czasowego czy model struktury (model trendu, sezonowości i autoregresji);
- metoda wyrównania wykładniczego (model Wintersa i model Holta).

Parametry modeli struktury dla poszczególnych zmiennych były szacowane na podstawie danych z okresu 2004–2008, ze względu na to że w roku 2003 weszły w życie ustawy, które zmieniły zasady funkcjonowania rynku płatności bezgotówkowych i gotówkowych, a tym samym dla dłuższych szeregów czasowych, np. 1999–2008, zachodziłoby przerwanie jednorodności (widoczne jest to na rycinach w podrozdziale 2 w postaci wyraźnej zmiany w przebiegu poszczególnych zmiennych). Oszacowana postać tych modeli, które posłużyły do prognozowania, znajduje się w załączniku.

Model Holta służy do wygładzania szeregu czasowego, w którym występują wahania przypadkowe i tendencja rozwojowa, natomiast model Wintersa ma zastosowanie, gdy szereg czasowy zawiera tendencję rozwojową, wahania sezonowe i wahania przypadkowe. Ogólna postać modelu Wintersa i Holta wraz z ustalonymi parametrami wygładzania są umieszczone w załączniku.

Model Wintersa był zastosowany w odniesieniu do zmiennych wyrażonych w formie poziomów, a model Holta – w odniesieniu do zmiennych wyrażonych w formie stóp wzrostu.

W przypadku wyrównania wykładniczego do ustalenia wartości parametrów wygładzania zastosowano dwa kryteria:

- kryterium średniego kwadratowego błędu prognoz *ex post*: $s^2 = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (y_t - y_t^*)^2$, (oznaczenie w tabelach: wyrównanie wykładnicze I);
- kryterium średniego absolutnego błędu prognoz *ex post*, $d = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |y_t - y_t^*|$, (oznaczenie w tabelach: wyrównanie wykładnicze II),

gdzie: y_t – wartość zmiennej prognozowanej w okresie t , y_t^* – prognoza zmiennej wyznaczona na okres t , n – liczba wyrazów szeregu czasowego.

Wartość parametrów wygładzania (α, γ, δ , por. załącznik) wyznacza się eksperymentalnie – konstruując na podstawie próbki wstępnej prognozy dla różnych wartości parametrów wygładzania i wybierając tę wartość parametrów, przy której wartość kryterium dla prognoz wygasłych jest najmniejsza.

5.2. Prognozy liczby transakcji kartami w 2009 r. (poziomy i stopy wzrostu)

Kierunek zmian prognoz dla liczby transakcji kartami debetowymi i kredytowymi oraz stopy wzrostu liczby transakcji tymi kartami dla czterech kwartałów 2009 r. (Q1-Q4) jest w każdym z przypadków zgodny z kierunkiem zmian realizacji zmiennej w każdej z przeprowadzonych metod prognozowania. W każdym z przypadków prognozy liczby transakcji zarówno kartami debetowymi, jak i kredytowymi są rosnące, natomiast prognozy stóp wzrostu są w każdym przypadku malejące. Na tej podstawie można wnioskować, że wzrasta liczba transakcji bezgotówkowych, jednakże ich tempo wzrostu słabnie. Prognozy są trafne, ponieważ błąd *ex post* $|\delta_{T_t}| < 5\%$ w każdym z przypadków (tab. 1).

Do porównania prezentowanych prognoz będzie zastosowana miara trafności prognoz (pierwiastek z błędu średniokwadratowego RMSE¹⁰). W przypadku liczby transakcji kartami debetowymi najniższe średnie błędy prognoz otrzymuje się dla wyrównania wykładniczego I (RMSE = 4,336 mln transakcji; dla porównania błędy RMSE dla prognoz z wyrównania wykładniczego II i modelu struktury wynoszą odpowiednio: 4,823 i 8,125 mln transakcji).

Dla liczby transakcji kartami kredytowymi najniższe średnie błędy prognoz otrzymano dla prognoz uzyskanych na podstawie wyrównania wykładniczego II (1,549 mln transakcji); odpowiednio błędy RMSE dla prognoz z modelu struktury i wyrównania wykładniczego I wynoszą: 1,568 i 1,58 mln transakcji.

Badając prognozy stopy wzrostu liczby transakcji zarówno kartami debetowymi, jak i kredytowymi, można wnioskować, iż w całym okresie prognozowania nieco niższe błędy otrzymuje się dla modelu struktury, gdyż RMSE dla prognoz stopy wzrostu kart debetowych wynosi 0,96 pkt. procentowego¹¹ (por. dla wyrównania wykładniczego I i II wynoszą odpowiednio 0,97 pkt. procentowego) i dla stopy wzrostu kart kredytowych – 2,07 pkt. procentowego (por. dla wyrównania wykładniczego I i II wynoszą odpowiednio 2,22 i 2,27 pkt. procentowego).

10 RMSE (ang. *Root Mean Square Error*) oblicza się według wzoru: $RMSE = \sqrt{h^{-1} \sum_{T=n+1}^{n+h} \delta_T^2}$ gdzie $\delta_T = y_T - y_{T_p}$, y_T oznacza realizację zmiennej prognozowanej, y_{T_p} – prognozę tej zmiennej, a h - liczbę prognoz.

11 Ze względu na to, że błędy prognoz *ex post* δ_T dotyczą wielkości względnych (stóp wzrostu), to same już są wielkościami względnymi. Dlatego w tab. 1 pominięto względny błąd *ex post* δ_{T_t} , a błędy δ_T są interpretowane jako wielkości względne (w punktach procentowych).

Na tej podstawie można wyciągnąć wniosek, że jest zauważalny trend wzrostowy liczby transakcji bezgotówkowych, a stąd można oczekiwać, że gotówka będzie stopniowo wypierana przez pieniądz plastikowy. Należy jednak zauważyć, że tempo wzrostu tego typu transakcji będzie malejące.

5.3. Prognozy liczby transakcji dokonanych za pomocą urządzeń akceptujących w 2009 r. (poziomy i stopy wzrostu)

Prognozy liczby transakcji dokonanych za pomocą urządzeń POS są zgodne z kierunkiem zmian realizacji zmiennej i trafne ($|\delta_{T^*}| < 5\%$, por. tab. 2). Ponadto najniższy średni błąd prognoz otrzymano dla modelu struktury (RMSE = 2,512 mln transakcji¹²). Kierunek zmian zmiennej i prognoz wskazuje na rosnącą liczbę transakcji dokonanych za pomocą urządzeń POS. Ponieważ zdecydowana większość płatności bezgotówkowych za usługi i towary dokonuje się za pomocą urządzeń POS, więc zarówno prognozy, jak i wartości zmiennej wskazują na przyzwyczajanie się zarówno klientów, jak i punktów handlowo-usługowych do tej formy płatności, a co za tym idzie, na rozwój rynku płatności bezgotówkowych.

Prognozy stopy wzrostu liczby transakcji dokonanych za pomocą urządzeń POS są trafne ($|\delta_{T^*}| < 5\%$) i malejące w każdej ze stosowanych metod (por. tab. 2), a najniższy średni błąd prognozy otrzymano dla wyrównania wykładniczego I (RMSE = 1,6 pkt. procentowego¹³). Otrzymane wyniki wskazują na słabnące tempo wzrostu liczby transakcji za pomocą urządzeń akceptujących POS. Może to być spowodowane naturalnym nasyceniem, ponieważ sporo właścicieli punktów handlowo-usługowych zainstalowało już urządzenia akceptujące POS i z nich korzysta dla wygody klientów, a może kryzys finansowy spowodował większe poczucie niepewności zarówno u klientów, jak i właścicieli punktów handlowo-usługowych.

Kierunek zmian prognoz liczby transakcji dokonanych w Internecie w przypadku każdej metody prognozowania jest zgodny z kierunkiem zmian realizacji liczby transakcji. Prognozy liczby transakcji w Internecie są rosnące (przy użyciu każdej z metod prognozowania). Dla liczby transakcji dokonanych w Internecie najniższy średni błąd prognoz otrzymano dla modelu struktury (RMSE = 119,822 tys. transakcji¹⁴). Stąd wynika, że liczba transakcji dokonanych w Interne-

12 Dla porównania, dla wyrównania wykładniczego I i II średnie błędy prognozy wynoszą odpowiednio 4,213 i 5,487 mln transakcji.

13 Dla modelu struktury i wyrównania wykładniczego II wynoszą odpowiednio 2,6 i 7,2 pkt. procentowego.

14 Dla porównania średnie błędy RMSE dla wyrównania wykładniczego I i II wynoszą odpowiednio 220,898 i 231,399 tys. transakcji.

cie rośnie w 2009 r., co wpływa na rosnącą liczbę transakcji bezgotówkowych. Jest to dobra prognoza dla rynku transakcji tego typu, ponieważ w przeciwieństwie do transakcji dokonanych za pomocą urządzeń POS płacić przez Internet można w domu. Zatem gdy klienci poznają zalety płatności przez Internet, wydaje się prawdopodobne, że liczba transakcji będzie systematycznie rosła.

Natomiast prognozy stopy wzrostu liczby transakcji dokonanych w Internecie otrzymane z wyrównania wykładniczego I i II są malejące i ujemne, czyli wskazują na bezwzględny spadek liczby transakcji, co jest rozbieżne z realizacją zmiennej (por. tab. 2). Natomiast prognozy z modelu struktury są rosnące, dodatnie i zbieżne z realizacją zmiennej. Ponadto najniższy średni błąd prognoz otrzymano dla modelu struktury (RMSE = 30,8 pkt. procentowego¹⁵). Stąd wynika, że pomimo rosnącej liczby transakcji dokonanych przez Internet, wzrost zmiennej nie jest stabilny i nie można wnioskować o intensywności rozwoju tego segmentu rynku płatności bezgotówkowych.

Przeprowadzona analiza wskazuje na rosnącą tendencję liczby płatności bezgotówkowych dokonywanych w punktach handlowo-usługowych i w urzędach, chociaż o słabnącym tempie wzrostu. Wobec tego można spodziewać się wypierania gotówki przez pieniądź plastikowy.

Ponieważ banki przekonują klientów do korzystania z płatności bezgotówkowych¹⁶ (przekonują klientów do nabywania kart, a punkty handlowo-usługowe i urzędy do instalowania urządzeń akceptujących), więc ich działania przynoszą rezultaty w postaci rosnącej (ale nieregularnie) liczby transakcji bezgotówkowych.

Wydają się to potwierdzać doświadczenia krajów bardziej rozwiniętych, np. USA, które wskazują, że liczba transakcji bezgotówkowych rośnie, a banki proponują wciąż nowe rodzaje produktów: np. kart¹⁷. Prawdopodobnie Polska nie jest obecnie na etapie nasycenia, ale znajduje się w fazie malejącego tempa wzrostu i konieczne będą nowe produkty oraz zintensyfikowanie ekonomicznej edukacji społeczeństwa.

5.4. Prognozy liczby transakcji dokonanych w bankomatach w 2009 r. (poziomy i stopy wzrostu)

Prognozy liczby transakcji realizowanych w bankomatach otrzymane według metod wyrównania wykładniczego pokazują kierunek zmian zgodny z kierunkiem realizacji zmiennej przez pierwsze 2 kwartały 2009 r., a począwszy od III kwartału

15 Por. RMSE dla wyrównania wykładniczego I i II wynoszą odpowiednio 81,3 i 85,6 pkt. procentowego.

16 Por. Damińska 2008, ss. 25, 26.

17 Por. Noncash Payments, ss.16-18.

ANALIZA TENDENCJI NA RYNKU PŁATNOŚCI BEZGOTÓWKOWYCH I GOTÓWKOWYCH W POLSCE

2009 r. następuje spadek liczby transakcji, co nie jest zgodne z realizacją zmiennej (por. tab. 3). Ponadto, bezwzględne wartości błędów *ex post* $|\delta_{T^*}|$ prognoz zarówno według wyrównania wykładniczego I, jak i wyrównania wykładniczego II nie przekraczają poziomu 5% i potwierdzają tym samym trafność prognoz. Można je zatem uznać za wiarygodne. Natomiast najniższą wartość miernika RMSE trafności prognoz otrzymano dla modelu wyrównania wykładniczego I (RMSE = 3,77 mln transakcji¹⁸).

W przypadku prognozy stopy wzrostu liczby transakcji kierunek zmian prognoz wyznaczonych na podstawie wszystkich metod jest malejący, zgodny z kierunkiem realizacji, ale wszystkie prognozy są niedoszacowane. Z powodu gwałtownego wzrostu liczby transakcji w I kwartale 2009 r., stopa wzrostu również bardzo szybko wzrosła w tym kwartale, co spowodowało rozbieżność realizacji zmiennej i prognoz. Stało się tak prawdopodobnie wskutek zbliżającego się kryzysu gospodarczego i wynikało z troski o zabezpieczenie zdeponowanej gotówki bądź szybkie jej wykorzystanie.

Prognoza wskazująca na rosnącą tendencję liczby transakcji gotówkowych wydaje się potwierdzać przypuszczenie, że na polskim rynku płatności utrzymać się będą obie formy płatności – gotówkowa i bezgotówkowa.

18 Dla porównania średni błąd prognoz dla wyrównania wykładniczego II wynosi RMSE = 3,59 mln transakcji, a dla modelu struktury jest dwukrotnie większy RMSE = 7,27 mln transakcji.

Zmienne (variables)	Realizacje (realizations) Y_t	Model struktury (structure model)		Wyrównanie wykładnicze I (exponential smoothing I)			Wyrównanie wykładnicze II (exponential smoothing II)					
		prognozy (forecasts) Y_T	δ_T	δ_{T-}	prognozy (forecasts) Y_T	δ_T	δ_{T-}	prognozy (forecasts) Y_T	δ_T	δ_{T-}		
Karty debetowe (debit cards)	Poziomy (levels)	Q1	274,184	-2,622	-0,97%	278,766	-7,204	-2,65%	277,885	-6,324	-2,33%	
		Q2	302,739	8,553	2,83%	300,114	2,625	0,87%	298,892	3,847	1,27%	
		Q3	304,456	294,033	10,423	3,42%	300,591	3,865	1,27%	299,058	5,398	1,77%
		Q4	313,376	304,694	8,682	2,77%	312,164	1,212	0,39%	310,354	3,022	0,96%
Karty kredytowe (credit cards)	Poziomy (levels)	Q1	0,132	-0,002	-	0,138	-0,006	-	0,138	-0,006	-	
		Q2	0,118	-0,012	-	0,135	-0,017	-	0,135	-0,017	-	
		Q3	0,140	0,127	0,013	-	0,132	0,008	-	0,132	0,008	-
		Q4	0,130	0,124	0,007	-	0,129	0,001	-	0,129	0,001	-
Karty kredytowe (credit cards)	Poziomy (levels)	Q1	42,280	44,286	-2,005	-4,74%	44,164	-1,883	-4,45%	44,135	-1,855	-4,39%
		Q2	46,123	47,089	-0,966	-2,09%	47,095	-0,972	-2,11%	47,054	-0,931	-2,02%
		Q3	49,610	49,072	0,537	1,08%	49,130	0,480	0,97%	49,083	0,527	1,06%
		Q4	48,860	51,002	-2,142	-4,38%	51,155	-2,295	-4,70%	51,100	-2,240	-4,58%
Karty kredytowe (credit cards)	Stopy wzrostu (growth rate)	Q1	0,192	0,185	0,007	-	0,196	-0,004	-	0,192	0,001	-
		Q2	0,162	0,163	-0,0002	-	0,183	-0,021	-	0,164	-0,002	-
		Q3	0,181	0,140	0,041	-	0,170	0,011	-	0,137	0,044	-
		Q4	0,120	0,118	0,002	-	0,157	-0,037	-	0,109	0,010	-

Tab. 1. Wyniki prognozowania liczby transakcji kartami w Polsce w 2009 r.

Źródło: opracowanie własne.

Table 1 Forecasts of card transactions in Poland in the year 2009

Source: calculations by the Authors.

ANALIZA TENDENCJI NA RYNKU PŁATNOŚCI BEZGOTÓWKOWYCH
I GOTÓWKOWYCH W POLSCE

Zmienne (variables)	Realizacje (realizations) y_t	Model struktury (structure model)		Wyrównanie wykładnicze I (exponential smoothing I)			Wyrównanie wykładnicze II (exponential smoothing II)			
		prognozy (forecasts) y_T	δ_T	δ_T	prognozy (forecasts) y_T	δ_T	δ_T	prognozy (forecasts) y_T	δ_T	δ_T
Liczba transakcji dokonanych przez urządzenia akceptujące POS (the number of transactions of POS devices acceptors)	Q1	158,7	-4,475	-2,82%	158,8	-0,101	-0,06%	158,3	0,424	0,27%
	Q2	174,3	1,03	0,59%	170,4	3,843	2,20%	169,4	4,825	2,77%
	Q3	179,1	0,216	0,12%	174,4	4,747	2,65%	172,9	6,175	3,45%
	Q4	190,6	2,027	1,06%	184,8	5,805	3,05%	182,9	7,671	4,02%
Słopy wzrostu (growth rates)	Q1	0,227	0,02	-	0,214	0,01	-	0,191	0,036	-
	Q2	0,198	0,003	-	0,205	-0,01	-	0,16	0,037	-
	Q3	0,212	0,031	-	0,196	0,02	-	0,129	0,083	-
	Q4	0,205	0,036	-	0,187	0,02	-	0,099	0,106	-
Liczba transakcji dokonanych przez Internet (the number of transactions of Internet acceptors)	Q1	702,7	-16,45	-2,34%	609,2	93,5	13,31%	599,7	102,9	14,65%
	Q2	761	-8,643	-1,14%	608,5	152,5	20,04%	598,4	162,6	21,36%
	Q3	838,5	27,79	3,31%	627,7	210,8	25,14%	617	221,5	26,42%
	Q4	1085,2	237,3	21,87%	740,6	344,6	31,75%	727,3	357,9	32,98%
Słopy wzrostu (growth rate)	Q1	0,055	0,148	-	-0,274	0,33	-	-0,318	0,37	-
	Q2	0,25	0,042	-	-0,355	0,61	-	-0,403	0,65	-
	Q3	0,413	0,279	-	-0,436	0,85	-	-0,487	0,9	-
	Q4	0,682	0,487	-	-0,518	1,2	-	-0,572	1,25	-

Tab. 2. Wyniki prognozowania liczby transakcji dokonanych za pomocą urządzeń akceptujących w Polsce w 2009 r.

Źródło: opracowanie własne.

Table 2 Forecasts of transactions made by acceptor's devices in Poland in the year 2009

Source: calculations by the Authors.

Zmienna (variable)	Realizacja (realization) y_t	Model struktury (structure model)			Wyrównanie wykładnicze I (exponential smoothing I)			Wyrównanie wykładnicze II (exponential smoothing II)				
		proгноza (forecast) y_T	δ_T	δ_{T-}	proгноza (forecast) y_T	δ_T	δ_{T-}	proгноza (forecast) y_T	δ_T	δ_{T-}		
Liczba transakcji (numbers of transactions)	Poziomy (levels)	Q1	157,9	164,1	-6,12	-3,87%	160,7	-2,79	-1,77%	160,5	-2,59	-1,64%
		Q2	172,7	176,7	-3,95	-2,28%	172,9	-0,25	-0,14%	172,7	-0,01	-0,01%
		Q3	169,6	177,0	-7,37	-4,34%	172,6	-3,02	-1,78%	172,4	-2,79	-1,64%
		Q4	170,1	180,3	-10,21	-6,01%	176,4	-6,32	-3,71%	176,2	-6,10	-3,58%
Poziomy (levels)	Q1	0,077	0,062	0,014	-	0,036	0,041	-	0,029	0,048	-	
	Q2	0,054	0,044	0,010	-	0,030	0,024	-	0,021	0,033	-	
	Q3	0,056	0,040	0,015	-	0,025	0,031	-	0,013	0,042	-	
	Q4	0,030	0,025	0,004	-	0,019	0,011	-	0,006	0,024	-	

Tab. 3. Prognozowanie liczby transakcji i stopy wzrostu liczby transakcji dokonanych w bankomatach w 2009 r.

Źródło: opracowanie własne.

Table 3 Forecasts of numbers of transaction made in cash points in 2009

Source: calculations by the Authors.

6. Podsumowanie

Dynamicznemu wzrostowi liczby kart płatniczych towarzyszył analogiczny wzrost liczby transakcji kartami debetowymi i kredytowymi oraz liczby transakcji dokonanych przez urządzenia POS i Internet. Jak się wydaje, nie przeszkodził temu nawet kryzys finansowy i gospodarczy, ponieważ liczba tych transakcji, szczególnie przez Internet, w III i IV kwartale 2009 r. była wyraźnie wyższa niż przewidywana (por. tab. 1 i 2), przy jednoczesnym wolniejszym wzroście liczby transakcji bankomatowych (por. tab. 3) szczególnie w III i IV kwartale 2009 r. (prognozy w tym przypadku były przeszacowane).

Mogłoby to wskazywać na wyraźny trend wzrostowy transakcji bezgotówkowych, a w związku z tym na wypieranie gotówki przez pieniądz plastikowy. Przechodząc jednak do analizy wielkości względnych (stóp wzrostu) można dostrzec, że trend ten traci na impecie. Wynika to z malejącej stopy wzrostu transakcji kartami (debetowymi i kredytowymi) oraz transakcji przez urządzenia POS (por. tab. 1, 2). Wyjątkiem w tym względzie jest stopa wzrostu liczby transakcji przez Internet, która w roku 2009 w stosunku do 2008 r. wzrosła wyraźnie powodując odejście od dotychczasowego trendu. W konsekwencji prognozy stóp wzrostu liczby transakcji przez Internet były rozbieżne w stosunku do realizacji, szczególnie w I kwartale 2009 r. Powodem takiego zachowania (jak podają bankowcy) mogła być reakcja klientów na kryzys finansowy na świecie, w efekcie czego wielu klientów banków zaczęło likwidować swoje lokaty terminowe i szukać bardziej bezpiecznych lokat kapitału (m.in. w nieruchomości). Można by sądzić, że to poszukiwanie alternatywnych form inwestowania w stosunku do lokat terminowych mogło spowodować zwiększenie stóp wzrostu liczby transakcji dokonanych przez urządzenia POS i Internet (por. tab. 2).

Podobnie można interpretować niespotykane zwiększenie stopy wzrostu liczby transakcji w bankomatach (w większości są to wypłaty gotówki, por. tab. 3), co może świadczyć o spadku zaufania klientów do gotówki, jak również ostrożniejszego jej wydawania wobec niepewności co do skali kryzysu gospodarczego i ewentualnego zaoszczędzenia środków pieniężnych na gorsze czasy. Dane z IV kwartału 2009 r. wydają się jednak wskazywać, że kierunek ten nie będzie utrzymany, bo stopa wzrostu liczby transakcji bankomatowych wraca do poprzedniego trendu (por. tab. 3). Jednak ten powrót do poprzedniego kierunku rozwoju nie jest widoczny w przypadku liczby transakcji dokonanych przez urządzenia POS i Internet, jak i ich stóp wzrostu (por. tab. 2).

Przeprowadzana analiza wykazuje, że dynamiczny w ostatnich latach wzrost w zakresie liczby transakcji bezgotówkowych (jednak przy malejącej stopie wzrostu) osiągnął już swoje granice i dalsze zagospodarowanie rynku płatności będzie znacznie trudniejsze. W Polsce istnieje spora grupa potencjalnych klientów o dochodach poniżej średniej krajowej, która również jest sceptycznie nastawiona do produktów bankowych. Dodatkowo nie tylko wskaźnik ubankowienia¹⁹ gospodarstw domowych w Polsce znacznie odbiega od czołówki krajów europejskich, ale również liczba Polaków korzystających z Internetu²⁰. Wyzwaniem dla banków będzie zatem stworzenie stosunkowo taniej i prostej oferty, akceptowanej również przez osoby o niedużej wiedzy ekonomicznej tak, aby przekonać „nieprzekonanych” i jednocześnie przeciwdziałać wykluczeniu finansowemu w Polsce²¹. Wszystko to sugeruje, że odejście od transakcji gotówkowych na rzecz transakcji bezgotówkowych w Polsce nie nastąpi prawdopodobnie szybko. Wydają się na to również wskazywać doświadczenia krajów bardziej rozwiniętych niż Polska. Na konferencji Payment Habits 2010+ przedstawiono dane dotyczące udziału płatności gotówkowych w ogólnej liczbie płatności i wykazano, że np. w przypadku Norwegii ten wskaźnik wynosi 38%²². Natomiast krajem, który najprawdopodobniej ma jeden z najniższych udziałów płatności bezgotówkowych w ogólnej liczbie płatności, jest Islandia²³.

Literatura

- Błądowski P., Iwanicz-Drozdowska M., 2007, *Financial Services Provision and Prevention of financial exclusion in Poland. National survey*, Raport, Warsaw School of Economics.
- Brits H., Winder C., 2005, *Payments Are No Free Lunch*, Occasional Studies, De Nederlandsche Bank, 3 (2).
- Chakravorti S., Roson R., 2006, *Platform Competition in Two-Sided Markets: The Case of Payment Networks*, „Review of Network Economics”, 5 (1), 118-143.
- Czapiński J., Panek T. (red.), 2009, *Diagnoza społeczna 2009. Warunki i jakość życia Polaków*, Wyższa Szkoła Finansów i Zarządzania w Warszawie, Rada Monitoringu Społecznego, Warszawa, www.diagnoza.com, 20.12.2010.

19 Wskaźnik ten w Polsce wrósł z 48% w roku 2006 do 77% w roku 2009, a dla porównania średnia dla Unii Europejskiej (EU27) wynosiła w 2008 r. 87%, przy czym najwyższy wskaźnik miała Finlandia – 99%. Por. Koźliński 2009.

20 W 2009 r. ponad połowa (50,9%) Polaków korzystała z Internetu. Por. Czapiński, Panek 2009.

21 Por. Błądowski, Iwanicz-Drozdowska 2007.

22 Por. Damińska 2008.

23 „Gazeta Bankowa”, nr 30 z 2008 r.

ANALIZA TENDENCJI NA RYNKU PŁATNOŚCI BEZGOTÓWKOWYCH I GOTÓWKOWYCH W POLSCE

Damińska A. (red.), 2008, *Obrót bezgotówkowy – zalety i korzyści wynikające z jego upowszechnienia*, Narodowy Bank Polski, Departament Systemu Płatniczego, Grupa Robocza ds. Programu Obrotu Bezgotówkowego, przy Koalicji na rzecz Obrotu Bezgotówkowego i Mikropłatności, Warszawa.

„Gazeta Bankowa”, nr 30 z 2008 r.

Gresvik O., Haare H., 2009, *Costs in the Norwegian Payment System*, Norges Bank, Working paper, No 4.

Koźliński T., 2009, *Porównanie wyników badań ubankowienia Polaków przeprowadzonych przez NBP w 2006 i 2009 roku*, NBP, Departament Systemu Płatniczego.

Levitin A.J., 2007, *Payment Wars: The Merchant-Bank Struggle for Control of Payment Systems*, “Stanford Journal of Law, Business & Finance”, 12 (2), 1-66.

Polasik M., Fiszeder P., 2009, *Factors Determining the Acceptance of Payment Methods by Online Shops in Poland*, Working Paper Series, European Central Bank (w druku).

Polasik M., Maciejewski K., 2009, *Innowacyjne usługi płatnicze w Polsce i na świecie*, „Materiały i Studia”, Narodowy Bank Polski, Warszawa (w druku).

Rochet J.C., Tirole J., 2003, *Platform Competition in Two-Sided Markets*, “Journal of the European Economic Association”, 1 (4), 990-1029.

The 2010 Federal Reserve Payments Study, 2010, *Noncash Payments Trends in the United States: 2006-2009*, www.frbservices.org, 20.12.2010.

Analysis of tendency in cash and non-cash payments

by Anna Fatz-Grupka, Aleksandra Mreła, Danuta Nowicka,
Mariola Piłatowska, Anna Pomianowska-Kardaś

Summary

From the beginning of the 90's in Poland the intensive development of non-cash payments was noticed. Hence there is interesting to observe the changes set in the cash and non-cash payment system. In the paper the analysis of the intensiveness of using by individuals cash and non-cash payments in Poland in years 2004–2008 has been carried out and forecasts of the processes showing the degree of using cash payments and non-cash payments on the base of the structure model and exponential smoothing quarters of 2009 have been calculated.

Keywords: a tendency analysis, payment system, cash payments, non-cash payments.

Załącznik

Model Holta:

$$F_{t-1} = \alpha y_{t-1} + (1-\alpha)(F_{t-2} + S_{t-2})$$
$$S_{t-1} = \gamma(F_{t-1} - F_{t-2}) + (1-\gamma)S_{t-2}$$

gdzie: F_{t-1} – wygładzona wartość zmiennej prognozowanej na okres $t-1$, S_{t-1} – wygładzona wartość przyrostu trendu na okres $t-1$, α, γ – parametry wygładzania o wartościach z przedziału $(0, 1)$.

Prognozy na okres $t > n$ wyznacza się następująco:

$$y_t^* = F_n + (t-n)S_n$$

Model Wintersa:

$$F_{t-1} = \alpha(y_{t-1} - C_{t-1-r}) + (1-\alpha)(F_{t-2} + S_{t-2})$$
$$S_{t-1} = \gamma(F_{t-1} - F_{t-2}) + (1-\gamma)S_{t-2}$$
$$C_{t-1} = \delta(y_{t-1} - F_{t-1}) + (1-\delta)C_{t-1-r}$$

gdzie F_{t-1} – wygładzona wartość zmiennej prognozowanej w okresie $t-1$, po eliminacji wahań sezonowych, S_{t-1} – wygładzona wartość przyrostu trendu w okresie $t-1$, C_{t-1} – ocena wskaźnika sezonowości w okresie $t-1$, r – liczba podokresów w cyklu wahań (tu: $r = 4$), α, γ, δ – parametry wygładzania o wartościach z przedziału $(0, 1)$.

Prognozy na okres $t > n$ wyznacza się następująco:

$$y_t^* = F_n + (t-n)S_n + C_{t-r}$$

ANALIZA TENDENCJI NA RYNKU PŁATNOŚCI BEZGOTÓWKOWYCH
I GOTÓWKOWYCH W POLSCE

Parametry wygładzania (smoothing parameters)	Liczby transakcji kartami kredytowymi (numbers of credit cards' transactions)				Liczby transakcji kartami debetowymi (numbers of credit cards)			
	Poziomy (levels)		Stopy wzrostu (growth rates)		Poziomy (levels)		Stopy wzrostu (growth rates)	
	Wyrównanie wykładnicze I (exponential smoothing I)	Wyrównanie wykładnicze II (exponential smoothing II)	Wyrównanie wykładnicze I (exponential smoothing I)	Wyrównanie wykładnicze II (exponential smoothing II)	Wyrównanie wykładnicze I (exponential smoothing I)	Wyrównanie wykładnicze II (exponential smoothing II)	Wyrównanie wykładnicze I (exponential smoothing I)	Wyrównanie wykładnicze II (exponential smoothing II)
α	0,8	0,9	0,7	0,7	0,2	0,3	0,6	0,6
δ	0,1	0,1	—	—	0,1	0,1	—	—
γ	0,3	0,3	0,1	0,4	0,7	0,7	0,1	0,3

Tab. 1. Parametry wygładzania modeli Holta i Wintersa dla liczby transakcji kartami bankowymi w Polsce w 2009 r.

Źródło: opracowanie własne.

Table 1 Smoothing parameters for Holt and Winters models for numbers of cards' transactions in Poland in year 2009

Source: calculations by the Authors.

Parametry wygładzania (smoothing parameters)	Liczba transakcji dokonanych przy pomocy urządzeń akceptujących POS (the number of POS acceptors' devices' transactions)				Liczba transakcji dokonanych przez akceptantów w Internecie (the number of transactions of Internet acceptors)			
	Poziomy (levels)		Stopy wzrostu (growth rates)		Poziomy (levels)		Stopy wzrostu (growth rates)	
	Wyrównanie wykładnicze I (exponential smoothing I)	Wyrównanie wykładnicze II (exponential smoothing II)	Wyrównanie wykładnicze I (exponential smoothing I)	Wyrównanie wykładnicze II (exponential smoothing II)	Wyrównanie wykładnicze I (exponential smoothing I)	Wyrównanie wykładnicze II (exponential smoothing II)	Wyrównanie wykładnicze I (exponential smoothing I)	Wyrównanie wykładnicze II (exponential smoothing II)
α	0,9	0,9	0,9	0,7	0,9	0,9	0,7	0,9
δ	0,1	0,1	—	—	0,1	0,5	—	—
γ	0,7	0,9	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,3

Tab. 2. Parametry wygładzania modeli Holta i Wintersa dla liczby transakcji dokonanych za pomocą urządzeń akceptujących w Polsce w 2009 r.

Źródło: opracowanie własne.

Table 2 Smoothing parameters for Holt and Winters models for the number of transactions made by acceptors' devices in Poland in year 2009

Source: calculations by the Authors.

Parametry wygładzania (smoothing parameters)	Wartość średnia transakcji dokonanych za pomocą urządzeń akceptujących POS (the average value of POS acceptors' devices' transactions)				Wartość średnia transakcji dokonanych przez akceptantów w Internecie (the average value of transactions of Internet acceptors)			
	Poziomy (levels)		Stopy wzrostu (growth rates)		Poziomy (levels)		Stopy wzrostu (growth rates)	
	Wyrównanie wykładnicze I (exponential smoothing I)	Wyrównanie wykładnicze II (exponential smoothing II)	Wyrównanie wykładnicze I (exponential smoothing I)	Wyrównanie wykładnicze II (exponential smoothing II)	Wyrównanie wykładnicze I (exponential smoothing I)	Wyrównanie wykładnicze II (exponential smoothing II)	Wyrównanie wykładnicze I (exponential smoothing I)	Wyrównanie wykładnicze II (exponential smoothing II)
α	0,7	0,8	0,5	0,5	0,7	0,7	0,8	0,9
δ	0,1	0,1	—	—	0,1	0,1	—	—
γ	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Tab. 3. Parametry wygładzania modeli Holta i Wintersa dla wartości średniej transakcji dokonanych za pomocą urządzeń akceptujących w Polsce w 2009 r.
Źródło: opracowanie własne.

Table 3. Smoothing parameters for Holt and Winters models for the average value of transactions made by acceptors' devices in Poland in year 2009
Source: calculations by the Authors.

Parametry wygładzania (smoothing parameters)	Liczba transakcji bankomatowych (the number of cash point transactions)				Wartość średnia transakcji bankomatowych (the average value of cash point transactions)			
	Poziomy (levels)		Stopy wzrostu (growth rates)		Poziomy (levels)		Stopy wzrostu (growth rates)	
	Wyrównanie wykładnicze I (exponential smoothing I)	Wyrównanie wykładnicze II (exponential smoothing II)	Wyrównanie wykładnicze I (exponential smoothing I)	Wyrównanie wykładnicze II (exponential smoothing II)	Wyrównanie wykładnicze I (exponential smoothing I)	Wyrównanie wykładnicze II (exponential smoothing II)	Wyrównanie wykładnicze I (exponential smoothing I)	Wyrównanie wykładnicze II (exponential smoothing II)
α	0,5	0,6	0,5	0,5	0,1	0,3	0,1	0,5
δ	0,1	0,1	—	—	0,1	0,2	—	—
γ	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1

Tab. 4. Parametry wygładzania modeli Holta i Wintersa dla liczby i wartości średniej transakcji dokonanych w bankomatach w Polsce w 2009 r.
Źródło: opracowanie własne.

Table 4 Smoothing parameters for Holt and Winters models for the number and average values of transactions made in cash points in Poland in year 2009
Source: calculations by the Authors.

ANALIZA TENDENCJI NA RYNKU PŁATNOŚCI BEZGOTÓWKOWYCH
I GOTÓWKOWYCH W POLSCE

Zmienna (Variable)	Liczba transakcji kartami debetowymi (numbers of debit cards' transactions)			Liczba transakcji kartami kredytowymi (numbers of credit cards' transactions)				
	Poziomy ($Y_{1,t}$) (levels)		Stopy wzrostu ($Y_{2,t}$) (growth rates)	Poziomy ($Y_{3,t}$) (levels)		Stopy wzrostu ($Y_{4,t}$) (growth rates)		
	Oceny parametrów (Coefficients)	Statystyka t-Studenta (t-Student statistics)	Oceny parametrów (Coefficients)	Statystyka t-Studenta (t-Student statistics)	Oceny parametrów (Coefficients)	Statystyka t-Studenta (t-Student statistics)		
Const	93,6205	41,41	0,258912	13,59	-6932,92	-1,76	0,679967	7,343
t	7,47751	51,48	-0,00338	-4,816	607,006	2,067	-0,01142	-3,344
$Q1_t$	-6,37424	-4,427	-	-	-1033,37	-3,523	-	-
$Q3_t$	-1,47985	-1,038	-	-	175,82	0,6251	-	-
$Q4_t$	1,70322	1,183	-	-	143,663	0,5011	-	-
$Y_{3,t-1}$	-	-	-	-	0,682884	4,113	-	-
	$S(u) = \pm 44,96$	$n = 20$	$S(u) = \pm 0,026$	$n = 20$	$S(u) = \pm 10,82$	$n = 20$	$S(u) = \pm 0,088$	$n = 20$
	$R^2 = 0,995$	$R^2_{sk} = 0,993$	$R^2 = 0,563$	$R^2_{sk} = 0,538$	$R^2 = 0,996$	$R^2_{sk} = 0,995$	$R^2 = 0,38$	$R^2_{sk} = 0,35$
	$DW = 1,453$	$\hat{\rho}_{11} = 0,18$	$DW = 2,322$	$\hat{\rho}_{11} = -0,28$	$Dh = -2,282$	$\hat{\rho}_{11} = -0,36$	$DW = 0,64$	$\hat{\rho}_{11} = 0,65$

Tab. 5. Wyniki estymacji parametrów modeli struktury dla liczby transakcji kartami w latach 2004–2008

Źródło: opracowanie własne.

Table 5 Effects of estimation of structure models for numbers of cards' transactions in years 2004–2008

Source: calculations by the Authors.

Zmienna (Variable)	Liczba transakcji dokonanych za pomocą urządzeń POS (numbers of transactions made by POS devices)				Liczba transakcji dokonanych w Internecie (numbers of transactions made via Internet)			
	Poziomy ($Y_{1,t}$) (levels)		Stopy wzrostu ($Y_{2,t}$) (growth rates)		Poziomy ($Y_{3,t}$) (levels)		Stopy wzrostu ($Y_{4,t}$) (growth rates)	
	Oceny parametrów (Coefficients)	Statystyka t-Studenta (t-Student statistics)	Oceny parametrów (Coefficients)	Statystyka t-Studenta (t-Student statistics)	Oceny parametrów (Coefficients)	Statystyka t-Studenta (t-Student statistics)	Oceny parametrów (Coefficients)	Statystyka t-Studenta (t-Student statistics)
Const	8,617	3,227	0,1299	1,946	6,147	0,132	0,105	0,676
t	1,755	2,222	-0,0038	-2,707	20,498	2,416	-	-
$Q1_t$	-	-	-	-	-	-	-	-
$Q3_t$	-	-	-	-	-	-	-	-
$Q4_t$	-	-	-	-	-	-	-	-
$Y_{1,t-1}$	-0,007	-0,051	-	-	-	-	-	-
$Y_{1,t-2}$	0,793	6,572	-	-	-	-	-	-
$Y_{2,t-1}$	-	-	0,735	4,359	0,406	1,827	-	-
$Y_{3,t-1}$	-	-	-	-	-	-	-	-
$Y_{4,t-1}$	-	-	-	-	-	-	0,673	2,68
	$S(u) = \pm 2,26$ $R^2 = 0,997$ $Dh = -0,48$	$n = 19$ $R^2_{sk} = 0,99$ $\rho_1 = -0,09$	$S(u) = \pm 0,02$ $R^2 = 0,83$ $Dh = -0,19$	$n = 16$ $R^2_{sk} = 0,80$ $\rho_1 = -0,04$	$S(u) = \pm 91,7$ $R^2 = 0,85$ $Dh = -0,02$	$n = 20$ $R^2_{sk} = 0,83$ $\rho_1 = -0,001$	$S(u) = \pm 211$ $R^2 = 0,685$ $DW = 1,73$	$n = 417$ $R^2_{sk} = 0,68$ $\hat{\rho}_{11} = 0,1$

Tab. 6. Wyniki estymacji parametrów modelu struktury liczby transakcji dokonanych za pomocą urządzeń akceptujących w latach 2004–2008
Źródło: opracowanie własne.

Table 6 The effects of estimation of structure models of the number of transactions made by acceptor's devices in years 2004–2008
Source: calculations by the Authors.

ANALIZA TENDENCJI NA RYNKU PŁATNOŚCI BEZGOTÓWKOWYCH
I GOTÓWKOWYCH W POLSCE

Zmienna (Variable)	Wartość średnia transakcji dokonanych za pomocą urządzeń POS (average values of transactions made by POS devices)				Wartość średnia transakcji dokonanych w Internecie (average values of transactions made via Internet)			
	Poziomy ($Y_{1,t}$) (levels)		Stopy wzrostu ($Y_{2,t}$) (growth rates)		Poziomy ($Y_{3,t}$) (levels)		Stopy wzrostu ($Y_{4,t}$) (growth rates)	
	Oceny parametrów (Coefficients)	Statystyka t-Studenta (t-Student statistics)	Oceny parametrów (Coefficients)	Statystyka t-Studenta (t-Student statistics)	Oceny parametrów (Coefficients)	Statystyka t-Studenta (t-Student statistics)	Oceny parametrów (Coefficients)	Statystyka t-Studenta (t-Student statistics)
Const	49,626	1,971	-0,0804	-4,698	334,956	14,44	-0,047	-0,952
T	-0,301	-1,463	0,0038	3,155	-4,949	-2,745	-	-
$Q1_t$	-9,344	-6,496	-	-	-	-	-	-
$Q3_t$	1,509	1,573	-	-	-	-	-	-
$Q4_t$	4,254	4,303	-	-	-	-	-	-
$Y_{1,t-1}$	0,608	3,179	-	-	-	-	-	-
$Y_{4,t-1}$	-	-	-	-	-	-	0,499	2,287
	$S(u) = \pm 2,46$	$n = 20$	$S(u) = \pm 0,02$	$n = 17$	$S(u) = \pm 46,5$	$n = 20$	$S(u) = \pm 0,19$	$n = 16$
	$R^2 = 0,896$	$R^2_{sk} = 0,86$	$R^2 = 0,399$	$R^2_{sk} = 0,36$	$R^2 = 0,295$	$R^2_{sk} = 0,26$	$R^2 = 0,272$	$R^2_{sk} = 0,22$
	$Dh = -2,04$	$\rho_1 = -0,26$	$Dh = 1,45$	$\rho_1 = 0,22$	$Dh = 1,197$	$\rho_1 = 0,397$	$DW = 0,84$	$\rho_1 = 0,12$

Tab. 7. Wyniki estymacji parametrów modelu struktury wartości średniej transakcji dokonanych za pomocą urządzeń akceptujących w latach 2004–2008
Źródło: opracowanie własne.

Table 7 The effects of estimation of structure models of the average value acceptor's devices transactions in year 2004–2008
Source: calculations by the Authors.

Zmienna (variable)	Liczba bankomatów (numbers of cash points)			
	Poziomy ($Y_{1,t}$) (levels)		Stopy wzrostu ($Y_{2,t}$) (growth rates)	
	Oceny parametrów (coefficients)	Statystyka t-Studenta (t-Student statistics)	Oceny parametrów (coefficients)	Statystyka t-Studenta (t-Student statistics)
<i>const</i>	-505,298	-4,545	-0,04954	-1,890
<i>t</i>	13,7704	1,035	0,00359	2,327
$Q1_t$	-22,7179	-0,7215	–	–
$Q3_t$	-28,3399	-0,9101	–	–
$Q4_t$	76,4675	2,431	–	–
$Y_{1,t-1}$	1,0403	22,31	–	–
$Y_{2,t-1}$	–	–	0,82459	3,216
$Y_{2,t-2}$	–	–	-0,28803	-0,8450
$Y_{2,t-3}$	–	–	0,17897	0,5276
$Y_{2,t-4}$	–	–	-0,24135	-1,042
	$S(u) = \pm 1838,176$	$n = 20$	$S(u) = \pm 0,044$	$n = 20$
	$R^2 = 0,998$	$R^2_{sk} = 0,998$	$R^2 = 0,944$	$R^2_{sk} = 0,924$
	$Dh = -0,157$	$\rho_1 = -0,0353$	$DW = 1,7938$	$\rho_1 = 0,0383$

Tab. 8. Wyniki estymacji parametrów modelu struktury liczby bankomatów

Źródło: opracowanie własne.

Table 8 The effects of estimation of structure models of the number of cash points

Source: calculations by the Authors.

*Anna Fatz-Grupka, Aleksandra Mreła, Danuta Nowicka,
Mariola Piłatowska, Anna Pomianowska-Kardaś*
Wyższa Szkoła Gospodarki w Bydgoszczy

Analiza tendencji w zakresie infrastruktury terminali płatniczych w Polsce

Zarys treści. Rozwijający się od początku lat 90. XX w. w Polsce system płatności bezgotówkowych wymaga odpowiedniej infrastruktury. Celem artykułu jest analiza liczby wydanych kart i terminali płatniczych w Polsce w latach 2004–2008 w kontekście diagnozowania intensywności korzystania przez klientów indywidualnych z różnych form płatności gotówkowych i bezgotówkowych. Dodatkowo przeprowadzono prognozowanie procesów odzwierciedlających intensywność korzystania przez klientów z form płatności gotówkowych i bezgotówkowych na podstawie modeli struktury i wyrównania wykładniczego na rok 2009.

Słowa kluczowe: analiza tendencji, system płatniczy, terminale płatnicze.

1. Wprowadzenie

Dokonywanie transakcji bezgotówkowych i bankomatowych nie byłoby możliwe bez dostępności odpowiedniej infrastruktury terminali płatniczych, których wprowadzenie wymaga znacznych nakładów (Levitin 2007). Oczywiście, w przypadku korzystania z kart płatniczych koszty tworzenia infrastruktury (bankomaty i urządzenia akceptujące¹ oraz sieci komputerowe) są ponoszone przez banki, akceptantów² i firmy telekomunikacyjne. Natomiast dokonywanie płatności przez Internet wymaga już posiadania komputera z dostępem do Internetu. Można dokonywać płatności przez Internet w pracy pod warunkiem, że dane stanowisko pracy jest wyposażone w komputer z dostępem do Internetu i pracodawca wyraża na to zgodę.

1 Urządzenia akceptujące są konieczne do dokonywania płatności bezgotówkowych w sklepach, punktach usługowych czy urzędach konieczne lub przez Internet.

2 Akceptantami nazywa się instytucje, które mają odpowiednią infrastrukturę, aby ich klienci mogli dokonywać płatności za pomocą kart lub przez Internet.

Z raportu *Diagnoza społeczna 2009* (Czapiński, Panek 2009) wynika, że nie wszystkie gospodarstwa domowe w Polsce posiadają chociaż jeden komputer (69,4% gospodarstw domowych Polaków posiada komputer³), a jeszcze mniej posiada dostęp do Internetu (51,4% gospodarstw domowych posiada dostęp do Internetu⁴). Osoby, które nie posiadają komputera w domu, tłumaczą to niskimi dochodami⁵ i brakiem umiejętności korzystania z niego⁶. Podobnie jest z dostępem do Internetu⁷.

Stąd wynika, że szybki rozwój infrastruktury nie przełoży się na równie szybko rosnącą liczbę osób korzystających z rozważanych instrumentów płatniczych. Ponieważ poniesiono już do tej pory znaczące koszty, więc można zastanawiać się nad intensywnością korzystania z elementów istniejącej infrastruktury systemu płatniczego w Polsce.

Z dostępnych opracowań (Rochet, Tirole 2003; Chakravorti, Roson 2006) wynika również, że w Polsce firmy i klienci indywidualni coraz częściej korzystają z kart płatniczych i urządzeń je akceptujących, więc tworzy się coraz większy rynek transakcji bezgotówkowych (rynek dwustronny).

Celem artykułu jest więc analiza liczby wydanych kart i terminali płatniczych w Polsce w latach 2004–2008 w kontekście diagnozowania stopnia intensywności korzystania przez klientów indywidualnych z różnych form płatności gotówkowych i bezgotówkowych. Z tego powodu zostanie przeprowadzona analiza liczby wydanych kart (według sposobu rozliczania), liczby bankomatów i liczby urządzeń akceptujących. Karty i urządzenia je akceptujące są niezbędne do dokonania płatności bezgotówkowych, a informacje o ich liczbie świadczą o rozwoju systemów płatniczych (bezugotówkowych), natomiast dane o liczbie bankomatów – o stopniu przywiązania do płatności gotówkowych.

3 J. Czapiński, T. Panek (red.), *Diagnoza społeczna 2009. Warunki i jakość życia Polaków*, Wyższa Szkoła Finansów i Zarządzania w Warszawie, Rada Monitoringu Społecznego, Warszawa 2009, www.diagnoza.com, 20.12.2010, s. 32.

4 Ibidem.

5 „Poniżej granicy ubóstwa żyło w Polsce w maju 2009 roku 3,3% gospodarstw domowych według ujęcia obiektywnego” (Czapiński, Panek 2009, s. 22).

6 „Osoby, które mimo posiadania komputera w gospodarstwie domowym nie korzystają z niego, to znacznie częściej osoby starsze (tylko co czwarta osoba w wieku 65 i więcej lat, która posiada w domu komputer, faktycznie z niego korzysta), słabiej wykształcone (wśród osób z wykształceniem podstawowym mających komputer korzysta zaledwie 27%), pracujące w rolnictwie, a także emeryci i renciści. Mniej domowników korzysta z komputerów w małych miastach i na wsi” (Czapiński, Panek 2009, s. 284).

7 „[...] z domowego dostępu do Internetu korzystają nie wszyscy domownicy. Aż 13,1% Polaków to osoby, które mieszkają w gospodarstwach, w których jest komputer z dostępem do Internetu, a jednak zupełnie z Internetu nie korzystają” (Czapiński, Panek 2009, s. 285).

2. Prezentacja danych statystycznych

Narodowy Bank Polski publikuje dane o częstotliwości kwartalnej zawierające dane dotyczące systemu płatniczego w Polsce⁸. Zakres prezentowanych danych obejmuje różne okresy:

- liczby wydanych poszczególnych typów kart: okres od I kwartału 1999 r. do IV kwartału 2008 r.;
- liczby urządzeń akceptujących: okres od IV kwartału 2003 r. do IV kwartału 2008 r.;
- liczby bankomatów: okres od I kwartału 1999 r. do IV kwartału 2008 r.

Dostępność infrastruktury terminali płatniczych służących do dokonywania płatności bezgotówkowych będzie reprezentować:

- liczba wydanych kart (debetowe, obciążeniowe, kredytowe);
- liczba urządzeń akceptujących;
- natomiast stopień przywiązania do płatności gotówkowych reprezentuje
- liczba bankomatów.

Każda zmienna będzie opisywana w układzie danych bezwzględnych (tzw. poziomy zjawiska) oraz w układzie danych względnych (stopy wzrostu). Stopy wzrostu zostały obliczone według następującego wzoru:

$$\Delta y_t = \frac{y_t - y_{t-4}}{y_{t-4}} * 100 \%$$

gdzie: Δy_t – stopa wzrostu zmiennej wyrażona w procentach, y_t – wartość zmiennej w kwartale t , y_{t-4} – wartość zmiennej w odpowiednim kwartale poprzedniego roku.

Należy zaznaczyć, że obliczanie stóp wzrostu dla poszczególnych zmiennych powoduje eliminację wahań sezonowych z tych zmiennych (różnice czwartego rzędu).

Dane prezentowane są w formie rycin i tabel, w których lewa kolumna zawiera dane dotyczące poziomów zmiennej, a prawa – dane dotyczące stopy wzrostu tej zmiennej.

8 Strona internetowa: www.nbp.pl.

3. Infrastruktura terminali płatniczych dla płatności bezgotówkowych

3.1. Liczba wydanych kart

Karty płatnicze są jednym z elementów rynku elektronicznych instrumentów płatniczych. Aktualnie jest to najbardziej dynamicznie rozwijająca się forma rozliczeń bezgotówkowych. Duża ich różnorodność wynika głównie z szybkich przemian zachodzących na rynku usług finansowych oraz występującej na nim silnej konkurencji gospodarczej banków.

W zależności od przyjętego kryterium, różne są klasyfikacje kart płatniczych. Jednym z ważnych, istotnych i „popularnych” kryteriów klasyfikacji kart płatniczych jest sposób rozliczania transakcji – wyróżniamy tu: karty kredytowe⁹, debetowe¹⁰ oraz obciążeniowe¹¹. Według stanu na koniec roku 2008, w obiegu znajdowało się około 30,3 mln kart płatniczych i jest to wzrost o 14% w stosunku do roku 2007.

W podziale według sposobu rozliczania transakcji udział poszczególnych rodzajów kart na rynku na koniec roku 2008 przedstawiał się następująco:

- karty debetowe – 67,57%;
- karty kredytowe – 31,06%;
- karty obciążeniowe – 1,37%.

Liczba będących w obiegu kart płatniczych systematycznie zwiększa się i ewidentnie dominują one wśród innych bezgotówkowych form płatności, takich jak: czek rozrachunkowy, polecenie przelewu, polecenie zapłaty.

Z analizy ryc. 1a wynika, że rynek kart płatniczych w Polsce w ostatnich kilku latach wprawdzie podlegał pewnym przeobrażeniom i korektom, jednakże z zachowaniem ciągłego wzrostu liczby wyemitowanych kart. Opierając się na danych kwartalnych z początku i końca badanego okresu (kw. I 1999 r. oraz kw. IV 2008 r.) wystąpił przyrost liczby kart o 25 558,7 tys. szt., co w rozbiciu na różne typy kart przedstawia się następująco:

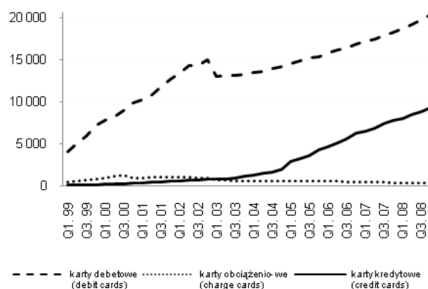
⁹ Karty kredytowe umożliwiają dokonywanie transakcji w ciężar kredytu, który jest spłacany stosownie do warunków uzgodnionych z bankiem.

¹⁰ Karty debetowe umożliwiają dokonywanie transakcji wyłącznie do wysokości dostępnych środków na rachunku.

¹¹ Karty obciążeniowe, zwane także kartami typu „charge”, są kartami z odroczonym terminem płatności; zobowiązanie spłaca się w całości raz w miesiącu.

ANALIZA TENDENCJI W ZAKRESIE INFRASTRUKTURY
TERMINALI PŁATNICZYCH W POLSCE

- karty debetowe – wzrost o 16375,5 tys. szt., czyli w analizowanym okresie wzrost przeszło 4-krotny;
- karty kredytowe – wzrost o 9293,1 tys. szt., a zatem ponad 83-krotny przyrost;
- karty obciążeniowe – spadek o 110,0 tys. szt., czyli o 21% mniej.

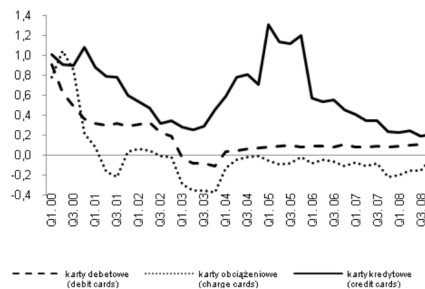


Ryc. 1a. Liczba kart według sposobu rozliczenia (w tys. szt.)

Źródło: opracowanie własne.

Fig. 1a Numbers of cards according to the way of calculation (in thousands)

Source: calculations by the Authors.



Ryc. 1b. Stopa wzrostu liczby kart według sposobu rozliczenia (analogiczny kwartał roku poprzedniego = 100)

Źródło: opracowanie własne.

Fig. 1b The growth rates of cards numbers according to the way of calculation

Source: calculations by the Authors.

Głównie nastąpiło zwiększenie liczby kart kredytowych, ponieważ banki złagodziły kryteria ich otrzymywania, zostały obniżone wymagania dochodowe, uproszczone formalności. Karty kredytowe banki wykorzystują jako narzędzia do sprawniejszego administrowania kredytami na mniejsze kwoty niż w przypadku tradycyjnych pożyczek. Natomiast posiadacze kart kredytowych mają dzięki temu łatwiejszy dostęp do środków oraz możliwość robienia zakupów na koszt banku i skorzystania z nieoprocentowanego okresu kredytu.

Analizując liczbę kart płatniczych oraz ich stopę wzrostu (por. ryc. 1a, 1b) w latach 1999–2008, można zauważyć pewne podokresy:

- od 2000 r. do początku 2004 r. następuje spadek tempa wzrostu liczby kart w obiegu (por. ryc. 1b), dotyczy to wszystkich typów kart: debetowych, kredytowych i obciążeniowych;
- w kolejnych kwartałach w latach 2004–2008 w przypadku kart debetowych i obciążeniowych następuje ustabilizowanie tempa zmian emitowanych kart (por. ryc. 1b); dla kart debetowych, ich liczba na rynku zwiększa się średnio z kwartału na kwartał o około 357 tys. szt., natomiast dla kart obciążeniowych zachodzi spadek średnio o około 11,4 tys. szt. (por. ryc. 1a);

- analizując karty kredytowe – w okresie od kw. II 2003 r. do kw. IV 2005 r. występuje wyraźne zwiększenie tempa wzrostu liczby emitowanych kart (por. ryc. 1b), których liczba na rynku wzrasta w tym czasie o około 3507 tys. szt. (por. ryc.1a);
- w kolejnych latach: 2006–2008 w odniesieniu do kart kredytowych, mamy ponownie do czynienia ze spowolnieniem i ustabilizowaniem tempa zmian na poziomie średnio około 20% (por. ryc. 1b).

Jednym z czynników, który z pewnością miał wpływ na wahania liczby kart płatniczych na rynku było pojawienie się w latach 2000–2001 instytucji finansowych takich, jak: mBank, MultiBank czy Citibank Handlowy, oferujących bardzo innowacyjne i nowoczesne technologie. Powstały banki dostępne 24 godziny na dobę, przez 7 dni w tygodniu, z których usług można korzystać z dowolnego miejsca w Polsce i na świecie.

Należy przyjąć jednak, że na „stworzenie” tzw. aktywnego klienta korzystającego z wielu różnorodnych usług finansowych, w tym płatniczych, ma wpływ wiele czynników: poziom rozwoju kraju i zamożności społeczeństwa, zaufanie do instytucji finansowych, a nawet tradycja i przyzwyczajenia. Stąd ważna jest edukacja w tym zakresie; podkreślanie takich walorów obrotu bezgotówkowego, jak: wygoda, redukcja kosztów, oszczędność czasu, bezpieczeństwo wykonywanych operacji, uzyskiwanie dodatkowych dochodów z utrzymywania środków na rachunkach bankowych. Tego typu działania podjęte przez banki przynoszą efekty, widoczne chociażby w zwiększającej się z kwartału na kwartał liczbie wyemitowanych kart płatniczych kredytowych i debetowych (por. ryc. 1a).

Z drugiej strony, analizując strukturę kart płatniczych występujących na polskim rynku według technologii zapisu danych, nadal na poziomie 83,5% dominują karty wyposażone jedynie w pasek magnetyczny (a nie karty z mikroprocesorem), co nie gwarantuje właścicielom kart właściwego poziomu bezpieczeństwa, a w konsekwencji ostrożniejsi klienci używają kart tylko w celu wypłacenia pieniędzy z bankomatu. Sama sieć bankomatów, jak również liczba punktów handlowo-usługowych akceptujących płacenie kartami, swoim zasięgiem wprawdzie obejmuje obszar całego kraju, ale jest niestety nierównomiernie rozproszona, a jest to czynnik istotnie rzutujący na chęć posiadania i aktywnego korzystania przez społeczeństwo z kart płatniczych.

Nie zmienia to faktu, że wygoda korzystania z obrotu bezgotówkowego, możliwość dokonywania płatności czy też zakupów przez Internet, bez wychodzenia z domu, ograniczeń godzin pracy, świąt, stania w kolejkach jest doceniana przez coraz większą liczbę ludzi.

Analizy, raporty i statystyki prowadzone przez Narodowy Bank Polski potwierdzają, że poziom obrotu bezgotówkowego (czyli dokonywanie rozliczeń pieniężnych bez zaangażowania gotówki na każdym etapie transakcji płatniczej) jest jednym z najistotniejszych wskaźników poziomu rozwoju gospodarczego kraju. W systemie tym właśnie karty płatnicze można uznać aktualnie za najkorzystniejszą formę rozliczeń pieniężnych i traktować je jako przyszłościowy instrument płatniczy.

3.2. Liczba urządzeń akceptujących

Obecnie na rynku transakcji bezgotówkowych akceptanci mogą korzystać z trzech rodzajów urządzeń akceptujących: urządzeń POS¹², imprinterów¹³ i urządzeń obsługujących sprzedaż przez Internet. Na podstawie danych uzyskanych ze strony internetowej Narodowego Banku Polskiego wyliczono średnią kwartalną liczbę akceptantów w badanym okresie w każdej z kategorii, które wynoszą odpowiednio: liczba akceptantów POS – 61 791, liczba akceptantów imprinterów – 11 822, liczba akceptantów obsługujących sprzedaż przez Internet – 1084. Zatem zdecydowaną większość w badanym okresie stanowili akceptanci POS. Ponadto liczba transakcji dokonanych za pomocą urządzeń akceptujących POS systematycznie rośnie, począwszy do 2003 r. (Fatz-Grupka, Mreła, Nowicka, Piłatowska, Pomianowska-Kardaś 2010).

Imprinter jest urządzeniem, które używano głównie w latach 2003–2005, i którego znaczenie systematycznie spada. Z tego względu imprintery zostały pominięte w badaniach.

Ostatnim z wykorzystywanych obecnie rodzajów urządzeń akceptujących są platformy internetowe, za pomocą których można dokonać płatności za zakupione towary i usługi.

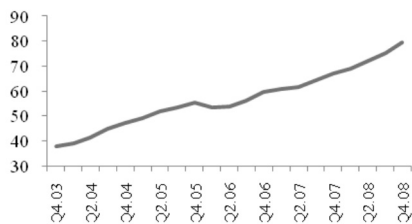
W badanym okresie (od IV kwartału 2003 r. do IV kwartału 2008 r.) liczba urządzeń akceptujących POS systematycznie rośnie (por. ryc. 2a), ale stopa zmian jest nieregularna. W okresie od IV kwartału 2003 r. do II kwartału 2006 r. maleje, a następnie rośnie aż do końca badanego okresu.

Natomiast liczba platform umożliwiających dokonywanie płatności przez Internet oscyluje wokół liczby jednego tysiąca, ale stopa wzrostu jest bardzo nieregularna, najpierw maleje aż do IV kwartału 2006 r. (osiągnięta wartość stopy wzrostu jest ujemna), następnie przez 1,5 roku oscyluje wokół ujemnej wartości -4%, by wzrosnąć w ostatnim roku.

12 Skrót POS oznacza w języku angielskim „point of sale”.

13 Imprinter, zwany także żelazkiem, służył do akceptacji kart wypukłych.

Z przeprowadzonej analizy danych wynika rosnące zainteresowanie klientów bezgotówkowymi formami dokonywania płatności za usługi i produkty. Sytuacja gospodarcza Polski jest niepewna, więc stąd wynika spowolnienie tempa wzrostu liczby urządzeń akceptujących POS oraz oscylująca wokół 1 tys. liczba firm prowadzących sprzedaż przez Internet. Z tego względu, że pewne zakupy i płatności dokonywane za nie w Internecie są bardzo wygodne dla klienta (nie jest konieczne wychodzenie z domu oraz produkty bardzo często są tańsze niż w tradycyjnych sklepach), więc spodziewany jest wzrost liczby urządzeń akceptujących zarówno POS, jak w Internecie.

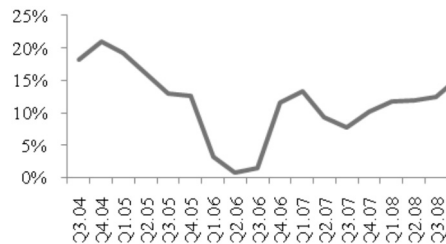


Ryc. 2a. Liczba urządzeń akceptujących POS (w tys.)

Źródło: opracowanie własne.

Fig. 2a Numbers of POS devices (in thousands)

Source: calculations by the Authors.

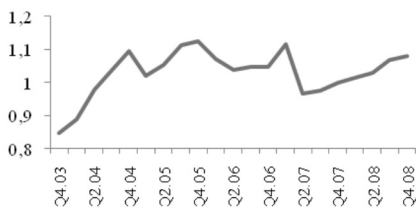


Ryc. 2b. Stopa wzrostu liczby urządzeń akceptujących POS (analogiczny kwartał roku poprzedniego = 100)

Źródło: opracowanie własne.

Fig. 2b Growth rate of numbers of POS devices (the analogical quarter of previous year = 100)

Source: calculations by the Authors.

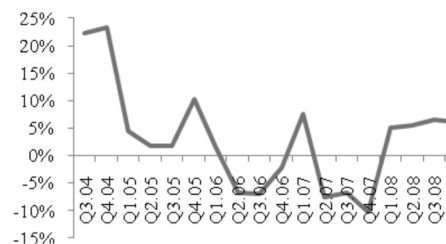


Ryc. 3a. Liczba firm prowadzących sprzedaż przez Internet (w tys.)

Źródło: opracowanie własne.

Fig. 3a Numbers of firms providing sales via Internet (in thousands)

Source: calculations by the Authors.



Ryc. 3b. Stopa wzrostu liczby firm prowadzących sprzedaż przez Internet (analogiczny kwartał roku poprzedniego = 100)

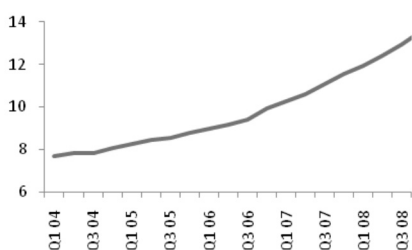
Źródło: opracowanie własne.

Fig. 3b Growth rates of numbers of firms providing sales via Internet (the analogical quarter of previous year = 100)

Source: calculations by the Authors.

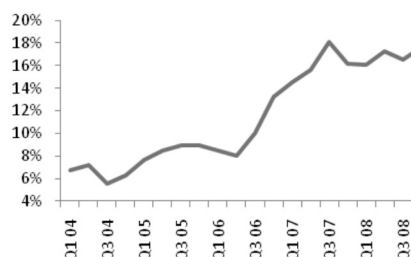
4. Analiza liczby bankomatów

Na całej kuli ziemskiej funkcjonuje około 1,5 mln bankomatów. W Polsce w 1993 r. istniało ich zaledwie 91 sztuk. W stosunku do państw dawnej UE Polska była bankomatową pustynią. Od tej pory liczba instalowanych bankomatów systematycznie wzrastała. W ciągu 20 badanych kwartałów obejmujących lata 2004–2008 liczba funkcjonujących maszyn zwiększyła się niemal dwukrotnie (por. ryc. 4a). Jednak dynamika wzrostu, pomimo tendencji wzrostowej (por. ryc. 4b), nie była regularna. Można zaobserwować zdecydowany wzrost między III kwartałem 2006 r. a III kwartałem 2007 r. z wyraźną stabilizacją w kwartałach następnych.



Ryc. 4a. Liczba bankomatów (w tys. szt.)
Źródło: opracowanie własne.

Fig. 4a Numbers of cash points (in thousands)
Source: calculations by the Authors.



Ryc. 4b. Stopa wzrostu liczby bankomatów
(analogiczny kwartał roku poprzedniego = 100)
Źródło: opracowanie własne.

Fig. 4b Growth rates of numbers of cash points
(the analogical quarter of the previous year = 100)
Source: calculations by the Authors.

Na tak wyraźne przyspieszenie stopy wzrostu wpłynęli niezależni operatorzy i właściciele sieci bankomatowych, którzy pod koniec 2006 r. rozpoczęli współpracę z siecią stacji benzynowych, systematycznie montując swoje bankomaty. Firma eCard, zajmująca się rozliczaniem transakcji, stworzyła w 2007 r. własną sieć bankomatową. W trzecim kwartale 2006 r. pojawiła się nowa odmiana bankomatów — tzw. bankomaty mobilne — przenośne odpowiedniki automatów stacjonarnych, instalowane na sezon w miejscowościach wypoczynkowych, bądź bankomaty umieszczone w samochodach dostawczych. Działają na takich samych zasadach jak urządzenia instalowane na stałe. Wiele z nich – według uznania banku – uzyskuje po zakończeniu sezonu status bankomatu stałego.

5. Prognozowanie zmian w infrastrukturze terminali płatniczych

5.1. Wprowadzenie

Celem badania jest także pokazanie zmian kierunku w zakresie infrastruktury terminali bezgotówkowych i gotówkowych w Polsce. Wyznaczono prognozy poszczególnych zmiennych reprezentujących rodzaje terminali.

Do tego celu wykorzystane zostały następujące metody:

- model szeregu czasowego czy model struktury (model trendu, sezonowości i autoregresji);
- metoda wyrównania wykładniczego (model Wintersa i model Holta).

Ze względu na to, że celem badania jest również wskazanie zmian kierunku w zakresie intensywności korzystania z różnych form płatności bezgotówkowych i gotówkowych przez klientów indywidualnych w Polsce, wyznaczono prognozy poszczególnych zmiennych reprezentujących różne formy płatności.

Parametry modeli struktury dla rozważanych zmiennych były oszacowane na podstawie danych z lat 2004–2008, ponieważ w 2003 r. weszły w życie ustawy, które spowodowały zmiany zasad funkcjonowania rynku płatności bezgotówkowych i gotówkowych, więc dla dłuższych szeregów czasowych, np. 1999–2008, mogłoby zajść przerwanie jednorodności. Oszacowana postać tych modeli, które służą do prognozowania, znajduje się w załączniku.

Model Holta jest przeznaczony do wygładzania szeregu czasowego, w którym występują trend i wahania przypadkowe, a model Wintersa stosuje się, gdy szereg czasowy zawiera trend, wahania sezonowe i wahania przypadkowe. Ogólna postać modeli Wintersa i Holta łącznie z ustalonymi parametrami wygładzania są umieszczone w załączniku.

Model Wintersa stosowano do zmiennych wyrażonych w formie poziomów, natomiast model Holta – do zmiennych wyrażonych w formie stóp wzrostu.

W przypadku wyrównania wykładniczego do ustalenia wartości parametrów wygładzania zastosowano dwa kryteria:

- kryterium średniego kwadratowego błędu prognoz *ex post*: $s^2 = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (y_t - y_t^*)^2$, (oznaczenie w tabelach: wyrównanie wykładnicze I);
- kryterium średniego absolutnego błędu prognoz *ex post*, $d = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |y_t - y_t^*|$, (oznaczenie w tabelach: wyrównanie wykładnicze II),

gdzie: y_t – wartość zmiennej prognozowanej w okresie t , y_t^* – prognoza zmiennej wyznaczona na okres t , n – liczba wyrazów szeregu czasowego.

Wartość parametrów wygładzania (α, γ, δ , por. załącznik) została wyznaczona eksperymentalnie – skonstruowano na podstawie próbki wstępnej prognozy dla różnych wartości parametrów wygładzania i wybrano taką wartość parametrów, dla której wartość kryterium dla prognoz wygasłych jest najmniejsza.

5.2. Prognozy liczby wydanych kart w 2009 r. (poziomy i stopy wzrostu)

Prognozy otrzymane z modeli struktury dla liczby kart debetowych i kredytowych (por. tab. 1) okazały się trafne dla kolejnych czterech kwartałów Q1-Q4 2009 r., ponieważ błąd względny *ex post* δ_T^* nie przekracza 5%. Podobnie jest dla prognoz opartych na wygładzeniu wykładniczym I oraz II, w pełni odzwierciedlają one kierunki zmian rozważanych zmiennych, są trafne, jednak trwale przeszacowane.

Oceniając trafność prognoz, można skorzystać z miary, jaką jest względny błąd *ex post* RMSE¹⁴, wskazując prognozę, dla której RMSE jest najmniejszy.

Dla liczby wydanych kart debetowych najniższe błędy średnie prognoz otrzymuje się z modelu struktury (RMSE = 209,091 tys. szt.), dla porównania RMSE dla prognoz z wyrównania wykładniczego I i II wynoszą odpowiednio: 551,788 i 699,8 tys. szt.

W przypadku liczby wydanych kart kredytowych prognozy wyznaczone na podstawie wyrównania wykładniczego I mają wartość RMSE = 136,201 tys. sztuk, natomiast dla modelu struktury i wyrównania wykładniczego II RMSE są wyższe: 370,602 oraz 140,956 tys. szt.

Nieco inaczej przedstawia się analiza prognoz stóp wzrostu liczby kart debetowych oraz kredytowych. Dla stóp wzrostu liczby kart debetowych jedynie prognozy z modelu struktury wydają się wiarygodne, ponieważ błędy prognoz są niewielkie, tj. zawierają się w przedziale od 0,25 do 2,37 punktu procentowego¹⁵ (por. kolumna δ w tab. 1); prognozy te są niedoszacowane z wyjątkiem prognozy na IV kwartał 2009 r. Natomiast prognozy z wyrównania wykładniczego mają wyraźnie większe błędy prognoz (od 0,7 do 6,59 punktu procentowego w przypadku wyrównania wykładniczego I oraz od 0,9 do 6,68 punktu procentowego w przypadku wyrównania wykładniczego II), a dodatkowo kierunek zmian prognoz jest rozbieżny z kierunkiem zmian realizacji oraz prognozy są trwale przeszacowane.

14 RMSE (ang. Root Mean Square Error) oblicza się według wzoru: $RMSE = \sqrt{h^{-1} \sum_{T=n+1}^{n+h} \delta_T^2}$, gdzie $\delta_T = y_T - y_{T^p}$, y_T oznacza realizację zmiennej prognozowanej, y_{T^p} — prognozę tej zmiennej, a h — liczbę prognoz.

15 Ze względu na to, że błędy prognoz *ex post* δ dotyczą wielkości względnych (stopy wzrostu), to same już są wielkościami względnymi. Dlatego w tab. 1 pominięto względny błąd *ex post* δ^* , a błędy δ są interpretowane jako wielkości względne (w punktach procentowych).

Dla stopy wzrostu liczby kart kredytowych sytuacja jest odwrotna, tzn. prognozy oparte na wyrównaniu wykładniczym II są bardziej wiarygodne, ponieważ błędy prognoz *ex post* są mniejsze (od 1 do 2,49 punktu procentowego) niż w przypadku prognoz z modelu struktury, i jednocześnie najbardziej zbliżone do aktualnych realizacji (por. tab. 1).

Na potwierdzenie powyższych wniosków, dotyczących prognozowania stóp wzrostu liczby kart, wskazuje również miara RMSE. Rozważając stopy wzrostu liczby wydanych kart debetowych najtrafniejsze prognozy, bo obarczone najniższym błędem średnim prognoz, otrzymujemy na podstawie modelu struktury (RMSE = 1,6 pkt. procentowego), dla wyrównania wykładniczego I i II miara RMSE wynosi: 4,0 i 4,3 pkt. procentowego.

Dla stóp wzrostu liczby wydanych kart kredytowych prognozy otrzymane na podstawie wyrównania wykładniczego II mają RMSE = 1,8 pkt. procentowego, podczas gdy dla prognoz z modelu struktury oraz wyrównania wykładniczego I wartość RMSE wynosi odpowiednio 10,5 i 4,7 pkt. procentowego.

Stąd wynika, że wyznaczone prognozy dla liczby kart debetowych i kart kredytowych na rok 2009 są trafne i odzwierciedlają kierunki zmian rozważanych zmiennych – następuje ich wzrost, co może wskazywać na odchodzenie od płatności gotówkowych. Jednakże analiza prognoz stóp wzrostu liczby kart debetowych oraz kredytowych nie jest już tak jednoznaczna. W przypadku kart debetowych tempo wzrostu wykazuje tendencję malejącą, jedynie dla kart kredytowych – tempo wzrostu jest rosnące, co potwierdza tezę o stopniowym przechodzeniu do rozliczeń bezgotówkowych.

5.3. Prognozy liczby urządzeń akceptujących w 2009 r. (poziomy i stopy wzrostu)

Na podstawie wyników zawartych w tab. 2 można stwierdzić, że prognozy liczby urządzeń akceptujących POS prognozy są trafne ($|\delta_T^*| < 5\%$, por. tab. 2) i wiarygodne. Najniższy średni błąd prognoz liczby urządzeń akceptujących POS otrzymano dla modelu struktury (RMSE = 1,038 tys. szt.¹⁶). Stąd wynika, że liczba urządzeń akceptujących POS w Polsce stale rośnie, co świadczy o przyzwyczajaniu się klientów do dokonywania płatności kartą, a co za tym idzie, do rozwoju rynku płatności bezgotówkowych.

Błędy prognoz *ex post* δ_T dla stóp wzrostu liczby urządzeń akceptujących POS są dość wysokie (od 3 do 9 pkt. procentowych – por. tab. 2). Sprawia to, że otrzymane prognozy są mało wiarygodne. Najniższe błędy prognoz *ex post* δ_T (od 0 do 5 punktów procentowych) otrzymano dla prognoz stóp wzrostu liczby

16 Dla porównania RMSE dla wyrównania wykładniczego I jest równy 1,702 tys. sztuk, a dla wyrównania wykładniczego II jest równy 1,84 tys. szt.

urządzeń akceptujących POS wyznaczonych za pomocą wyrównania wykładniczego I, a dodatkowo prognozy te są najbardziej zbliżone do realizacji zmiennej (por. tab. 2). Najniższy średni błąd prognoz stóp wzrostu otrzymano dla wyrównania wykładniczego I (RMSE = 3 pkt. procentowe¹⁷). Nietrafność prognoz i wysokie błędy *ex post* δ_T i RMSE wskazują na niestabilną sytuację akceptantów urządzeń POS; jest dla nich oczywiste, że warto zainstalować urządzenie POS w sklepie czy urzędzie, ale koszty, jakie ponoszą i czasem brak pewności, że nie stracą pieniędzy swoich czy klientów, są dosyć wysokie, co opóźnia decyzję o zakupie urządzenia.

Prognozy liczby urządzeń wykorzystujących Internet są nietrafne i najniższy średni błąd prognoz otrzymano dla wyrównania wykładniczego II (RMSE = 0,386 tys. sztuk¹⁸). W drugim i trzecim kwartale 2009 r. błędy *ex post* δ_T^* są wyższe niż 30% (por. tab. 2), co wskazuje na bardzo szybki wzrost liczby platform obsługujących sprzedaż przez Internet, po czym nastąpił, prawdopodobnie z powodu kryzysu finansowego, równie szybki spadek do poziomu z końca 2008 r.

Analogiczna sytuacja występuje dla prognoz stopy wzrostu liczby urządzeń wykorzystujących Internet, tj. wszystkie prognozy są niedoszacowane, mają bardzo duże błędy prognoz *ex post* δ_T oraz najniższy średni błąd prognoz otrzymano dla wyrównania wykładniczego I i II (RMSE = 34,4 tys. sztuk¹⁹). Stąd wynika, że prognozy są mało wiarygodne (por. tab. 2). Podobnie jak w przypadku liczby urządzeń akceptujących wykorzystujących Internet, stopy wzrostu odzwierciedlają niestabilną sytuację na rynku: najpierw szybki wzrost liczby urządzeń, a następnie jej spadek.

Wyniki powyższe wydają się wskazywać na rosnące zainteresowanie, zarówno ze strony firm i urzędów, jak i klientów, rozwojem rynku płatności bezgotówkowych, jednakże z powodu kosztów zainstalowania i utrzymania urządzeń akceptujących oraz często braku poczucia bezpieczeństwa, właściciele, szczególnie mniejszych firm, opóźniają moment zakupu urządzenia akceptującego. Należy również wziąć pod uwagę klientów indywidualnych i firmy dokonujące zakupu. Jeśli zbyt mała liczba osób dokonuje płatności za pomocą karty, to instalowanie urządzenia akceptującego POS nie jest opłacalne. Często z powodu braku komputera i dostępu do Internetu lub umiejętności korzystania z nich, klienci nie dokonują płatności przez Internet, a zbyt mała liczba klientów korzystających z urządzeń akceptujących w Internecie powoduje, że urządzenia te są likwidowane.

17 Por. RMSE dla modelu struktury jest równe 4,1 pkt. procentowego, a dla wyrównania wykładniczego II — 5,6 pkt. procentowego.

18 Dla porównania RMSE dla modelu struktury wynosi 0,406 tys. sztuk, a dla wyrównania wykładniczego I wynosi 0,39 tys. szt.

19 Błąd RMSE dla modelu struktury wynosi 37 pkt. procentowych, a dla wyrównania wykładniczego I i II są równe i wynoszą 34,4 tys. sztuk.

5.4. Prognozy liczby bankomatów w 2009 r. (poziomy i stopy wzrostu)

Kierunek zmian prognoz liczby bankomatów według prezentowanych trzech modeli pokazuje tendencję rosnącą i jest zgodny z kierunkiem zmian realizacji zmiennej (por. tab. 3). Błędy relatywne *ex post* $|\delta_T^*|$ wszystkich prognoz nie przekraczają 3% (liczbą graniczną jest 5%) i świadczą o ich wiarygodności. Porównanie błędów $|\delta_T^*|$ wskazuje, że prognoza według wyrównania wykładniczego I jest najbardziej trafna. Potwierdza to porównanie mierników RMSE, najniższy średni błąd prognoz otrzymano wyrównania wykładniczego I (RMSE = 71,47 tys. sztuk). Natomiast prognozy stopy wzrostu liczby bankomatów niezależnie od modelu, według którego wykonano prognozę, mają kierunek rozbieżny w stosunku do realizacji zmiennej. Wszystkie prognozy pokazują tendencję rosnącą stopy wzrostu liczby bankomatów, podczas gdy realizacja ma tendencję malejącą (por. tab. 3). Rozbieżność między realizacją a prognozami stopy wzrostu liczby bankomatów może świadczyć o wyważonej ocenie ryzyka banków i operatorów sieci bankomatowych wobec światowego kryzysu gospodarczego.

Wydaje się, że wzrost liczby bankomatów jest wynikiem strategii banków i operatorów sieci bankomatowych wobec miejsca, jakie zajmuje Polska wśród krajów UE ze względu na dostępność elektronicznych form płatności gotówkowych. Gotówka jest ciągle jeszcze preferowanym środkiem płatniczym, szczególnie dla transakcji detalicznych, a więc najczęściej o niskich wartościach. Wydaje się jednak, że świadomość kryzysu gospodarczego miała wpływ na rozważną realizację tej strategii poprzez zmniejszenie tempa wzrostu liczby bankomatów.

ANALIZA TENDENCJI W ZAKRESIE INFRASTRUKTURY
TERMINALI PŁATNICZYCH W POLSCE

Zmienne (variables)	Realizacje (realizations) Y_t	Model struktury (structure model)			Wyrównanie wykładnicze I (exponential smoothing I)			Wyrównanie wykładnicze II (exponential smoothing II)		
		proгноza (forecasts) Y_T	δ_T	δ_T^*	proгноza (forecasts) Y_T	δ_T	δ_T^*	proгноza (forecasts) Y_T	δ_T	δ_T^*
Karty debetowe (debit cards)	Q1	20973,7	263,392	1,26%	21104,1	-130,4	-0,62%	21151,6	-177,9	-0,85%
	Q2	21391,9	187,727	0,88%	21656,7	-264,8	-1,24%	21760,3	-368,4	-1,72%
	Q3	21620,9	-89,937	-0,42%	22267,2	-646,2	-2,99%	22429,0	-808,1	-3,74%
	Q4	21981,1	-249,339	-1,13%	22825,6	-844,5	-3,84%	23048,1	-1 067,0	-4,85%
tempa wzrostu (growth rate)	Q1	0,11606	0,01832		0,12383	-0,0078		0,12565	-0,0096	
	Q2	0,11456	0,02379		0,12935	-0,0148		0,13187	-0,0173	
	Q3	0,09119	0,08863		0,13488	-0,0437		0,13808	-0,0469	
	Q4	0,07454	0,08797		0,14041	-0,0659		0,14429	-0,0698	
Karty kredytowe (credit cards)	Q1	9701,0	9988,99	-2,97%	9819,5	-118,4	-1,22%	9823,36	-122,3	-1,26%
	Q2	9954,6	10433,4	-4,81%	10193,5	-238,9	-2,40%	10200,3	-245,7	-2,47%
	Q3	10476,0	10877,8	-3,84%	10530,4	-54,4	-0,52%	10540,4	-64,4	-0,61%
	Q4	11046,9	11322,2	-2,49%	11034,7	12,3	0,11%	11047,8	-0,8	-0,01%
tempa wzrostu (growth rate)	Q1	0,20191	0,16378		0,17494	0,0270		0,18339	0,0185	
	Q2	0,16138	0,10146		0,14998	0,0114		0,17217	-0,0108	
	Q3	0,17347	0,07030		0,12501	0,0485		0,16095	0,0125	
	Q4	0,17463	0,00655		0,10005	0,0746		0,14972	0,0249	

Tab. 1. Wyniki prognozowania liczby kart debetowych i kredytowych (w tys. szt.) w 2009 r.

Źródło: opracowanie własne.

Table 1 Forecasting results of debit and credit cards numbers (in thousands) in 2009

Source: calculations by the Authors.

Zmienne (variables)	Realizacje (realization) Y_t	Model struktury (structure model)			Wyrównanie wykładnicze I (exponential smoothing I)			Wyrównanie wykładnicze II (exponential smoothing II)		
		Prognozy (forecasts) Y_T	δ_T	δ_T^*	Prognozy (forecasts) Y_T	δ_T	δ_T^*	Prognozy (forecasts) Y_T	δ_T	δ_T^*
Liczba urządzeń akceptujących POS (numbers of acceptors devices POS)	Q1	82,58	81,58	0,996	1,21%	1,078	1,31%	81,56	1,017	1,23%
	Q2	83,51	83,73	-0,22	-0,26%	-0,98	-1,18%	84,61	-1,098	-1,31%
	Q3	86,66	85,9	0,761	0,88%	-1,69	-1,95%	88,52	-1,86	-2,15%
	Q4	89,73	88,09	1,641	1,83%	-2,57	-2,86%	92,53	-2,8	-3,12%
Słopy wzrostu (growth rates)	Q1	0,2	0,15	0,05	-	0,05	-	0,169	0,03	-
	Q2	0,16	0,12	0,04	-	0	-	0,185	-0,03	-
	Q3	0,15	0,11	0,04	-	-0,01	-	0,202	-0,05	-
	Q4	0,13	0,1	0,03	-	-0,03	-	0,219	-0,09	-
Liczba akceptantów wykorzystujących Internet (numbers of acceptors using Internet)	Q1	1,132	1,062	0,07	6,18%	0,061	5,39%	1,074	0,058	5,12%
	Q2	1,58	1,052	0,528	33,42%	0,526	33,29%	1,057	0,523	33,10%
	Q3	1,655	1,046	0,609	36,80%	0,573	34,62%	1,086	0,569	34,38%
	Q4	1,11	1,043	0,067	6,04%	0,011	0,99%	1,0999	0,01	0,91%
Słopy wzrostu (growth rates)	Q1	0,11	0,04	0,08	-	0,05	-	0,0623	0,05	-
	Q2	0,54	0,02	0,51	-	0,48	-	0,0624	0,48	-
	Q3	0,55	0,02	0,53	-	0,49	-	0,0624	0,49	-
	Q4	0,03	0,02	0,01	-	-0,03	-	0,0625	-0,03	-

Tab. 2. Wyniki prognozowania liczby urządzeń akceptujących w 2009 r.

Źródło: opracowanie własne.

Table 2 Forecasting results of the numbers of acceptors' devices in 2009

Source: calculations by the Authors.

ANALIZA TENDENCJI W ZAKRESIE INFRASTRUKTURY
TERMINALI PŁATNICZYCH W POLSCE

Zmienne (variables)	Realizacje (realization) Y_t	Model struktury (structure model)			Wyrównanie wykładnicze I (exponential smoothing I)			Wyrównanie wykładnicze II (exponential smoothing II)		
		Proгноza (forecast) Y_T	δ_T	δ_T^*	Proгноza (forecast) Y_T	δ_T	δ_T^*	Proгноza (forecast) Y_T	δ_T	δ_T^*
Liczby bankomatów (numbers of cashpoints)	Q1	14 158,7	15,3	0,10%	14 121,05	52,95	0,37%	14 134,03	39,97	0,28%
	Q2	14 548	14 777,0	-229,01	14 671,18	-123,18	-0,84%	14 702,16	-154,16	-1,05%
	Q3	15 205	15 431,0	-226,08	15 223,63	-18,63	-0,12%	15 272,82	-67,82	-0,44%
	Q4	15 894	16 230,0	-336,09	15 848,06	45,94	0,28%	15 916,00	-22,00	-0,13%
Poziomy (levels)	Q1	0,1893	0,1876	0,001	0,1811	0,0065	-	0,1804	0,0089	-
	Q2	0,1732	0,1935	-0,02	0,1867	-0,0068	-	0,1853	-0,0121	-
	Q3	0,1760	0,2023	-0,026	0,1922	-0,0101	-	0,1902	-0,0142	-
Słopy wzrostu (growth rates)	Q4	0,1707	0,2108	-0,04	0,1977	-0,0131	-	0,1951	-0,0244	-

Tab. 3. Wyniki prognozowania liczby bankomatów w 2009 r.

Źródło: opracowanie własne.

Table 3 Forecasting results of cash points numbers in 2009

Source: calculations by the Authors.

Podsumowanie

Przeprowadzona analiza wskazuje, że w zakresie infrastruktury terminali płatniczych dla płatności bezgotówkowych należy oczekiwać utrzymania dotychczasowych tendencji. Wyjątek stanowi stopa wzrostu liczby kart debetowych (por. tab. 1), dla której obserwuje się wyraźny spadek w roku 2009, a w konsekwencji dużą rozbieżność w stosunku do prognoz. Mogłoby to sugerować, że jest to reakcja banków na kryzys finansowy, jednak wiadomo z informacji bankowych, że właśnie na skutek kryzysu banki dokonały pewnych porządków, tzn. zlikwidowały tzw. karty nieaktywne (stąd znaczny spadek stopy wzrostu liczby kart debetowych). Na ile towarzyszyć temu może większa ostrożność w wydawaniu kart debetowych klientom, pokażą dopiero dane za rok 2010. W przypadku liczby kart kredytowych można spodziewać się wolniejszego niż w poprzednich latach wzrostu (por. tab. 1). Należy jednak podkreślić, że sporym problemem krajowego systemu bankowego jest fakt, iż pewna grupa Polaków deklaruje wyraźną niechęć do korzystania z kart. Najczęściej jest to grupa posiadająca niskie dochody, które zniechęcają do korzystania z usług bankowych ze względu na stosunkowo wysokie koszty transakcyjne. W rezultacie można oczekiwać, że liczba tych kart w przyszłości będzie rosła, ale w wolniejszym tempie. W przypadku liczby urządzeń akceptujących POS obserwuje się pewne spowolnienie wzrostu, prawdopodobnie związane z niepewną sytuacją gospodarczą w roku 2009, natomiast dla liczby akceptantów wykorzystujących Internet występował niewyjaśniony gwałtowny wzrost w II i III kwartale 2009 (stąd prognozy wykazują kierunek rozbieżny w stosunku do realizacji), a następnie spadek w IV kwartale do poziomu typowego dla poprzednich lat.

W zakresie terminali płatniczych dla płatności gotówkowych, tj. bankomatów, obserwuje się spowolnienie tempa wzrostu w roku 2009. Na ile wynika to ze spowolnienia akcji wprowadzania bankomatów przez banki na skutek kryzysu gospodarczego w 2009 r. i jednocześnie wyważoną ocenę ryzyka, a na ile jest to związane z pewnym poziomem nasycenia bankomatami czy też wyczerpywaniem się liczby klientów chętnych do korzystania z usług bankomatowych, będzie można ocenić dopiero na podstawie danych dotyczących najbliższych lat, gdyż w związku z kryzysem zachowanie zjawisk na rynku płatności i terminali płatniczych odbiegać mogło od typowego przebiegu.

Literatura

Brits H., Winder C., 2005, *Payments Are No Free Lunch*, Occasional Studies, De Nederlandsche Bank 3 (2).

- Chakravorti S., Roson R., 2006, *Platform Competition in Two-Sided Markets: The Case of Payment Networks*, "Review of Network Economics", 5 (1), 118–143.
- Czapiński J., Panek T. (red.), 2009, *Diagnoza społeczna 2009. Warunki i jakość życia Polaków*, Wyższa Szkoła Finansów i Zarządzania w Warszawie, Rada Monitoringu Społecznego, Warszawa, www.diagnoza.com, 20.12.2010.
- Gresvik O., Haare H., 2009, *Costs in the Norwegian Payment System*, Norges Bank, Working paper, No 4.
- Janowicz R., 2001, *Rynek kart płatniczych w Polsce na tle rozwiniętych rynków w krajach Unii Europejskiej: stan obecny i perspektywy rozwoju*, NBP, Warszawa.
- Levitin A.J., 2007, *Payment Wars: The Merchant-Bank Struggle for Control of Payment Systems*, Stanford Journal of Law, Business & Finance, 12 (2), 1-66.
- Polasik M., Fiszeder P., 2009, *Factors Determining the Acceptance of Payment Methods by Online Shops in Poland*, Working Paper Series, European Central Bank (w druku).
- Polasik M., Maciejewski K., 2009, *Innowacyjne usługi płatnicze w Polsce i na świecie*, „Materiały i Studia”, Narodowy Bank Polski, Warszawa (w druku).
- Rochet J.C., Tirole J., 2003, *Platform Competition in Two-Sided Markets*, "Journal of the European Economic Association", 1 (4), 990-1029.

Analysis of tendency in payment terminal infrastructure in Poland

by Anna Fatz-Grupka, Aleksandra Mreła, Danuta Nowicka, Mariola Piłatowska,
Anna Pomianowska-Kardaś

Summary

Non-cash payment system, which has been developing in Poland from the beginning of the 90's, requires the suitable infrastructure. In the paper the analysis of the numbers of issued cards and payment terminals in Poland in years 2004–2008 in the context of finding out the intensity of using by individual clients different forms of cash and non-cash payments has been carried out. Moreover, the forecasts of processes showing the intensity of using by individual clients different forms of cash and non-cash payments on the base of the structure models and exponential smoothing for quarters of 2009 have been calculated.

Keywords: tendency analysis, payment system, payment terminals.

Załącznik

Model Holta:

$$F_{t-1} = \alpha y_{t-1} + (1-\alpha)(F_{t-2} + S_{t-2})$$

$$S_{t-1} = \gamma(F_{t-1} - F_{t-2}) + (1-\gamma)S_{t-2}$$

gdzie przyjęto następujące oznaczenia: F_{t-1} – wygładzona wartość zmiennej prognozowanej na okres $t-1$, S_{t-1} – wygładzona wartość przyrostu trendu na okres $t-1$, α, γ – parametry wygładzania o wartościach należących do przedziału $(0, 1)$.

Prognozy na okres $t > n$ wyznacza się w następujący sposób:

$$y_t^* = F_n + (t-n)S_n$$

Model Wintersa:

$$F_{t-1} = \alpha(y_{t-1} - C_{t-1-r}) + (1-\alpha)(F_{t-2} + S_{t-2})$$

$$S_{t-1} = \gamma(F_{t-1} - F_{t-2}) + (1-\gamma)S_{t-2}$$

$$C_{t-1} = \delta(y_{t-1} - F_{t-1}) + (1-\delta)C_{t-1-r}$$

gdzie przyjęto następujące oznaczenia: F_{t-1} – wygładzona wartość zmiennej prognozowanej w okresie $t-1$, po eliminacji wahań sezonowych, S_{t-1} – wygładzona wartość przyrostu trendu w okresie $t-1$, C_{t-1} – ocena wskaźnika sezonowości w okresie $t-1$, r – liczba podokresów w cyklu wahań (tu: $r = 4$), α, γ, δ – parametry wygładzania o wartościach należących do przedziału $(0, 1)$.

Prognozy na okres $t > n$ wyznacza się w następujący sposób:

$$y_t^* = F_n + (t-n)S_n + C_{t-r}$$

Parametry wygładzania (smoothing parameters)	Liczby transakcji kartami debetowymi (numbers of debit cards)				Liczby kart kredytowych (numbers of credit cards)			
	Poziomy (levels)		Stopy wzrostu (growth rates)		Poziomy (levels)		Stopy wzrostu (growth rates)	
	Wyrównanie wykładnicze I (exponential smoothing I)	Wyrównanie wykładnicze II (exponential smoothing II)	Wyrównanie wykładnicze I (exponential smoothing I)	Wyrównanie wykładnicze II (exponential smoothing II)	Wyrównanie wykładnicze I (exponential smoothing I)	Wyrównanie wykładnicze II (exponential smoothing II)	Wyrównanie wykładnicze I (exponential smoothing I)	Wyrównanie wykładnicze II (exponential smoothing II)
α	0,9	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,7
δ	0,1	0,1	-	-	0,1	0,1	-	-
γ	0,5	0,8	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,5

Tab. 1. Parametry wygładzania modeli Holta i Wintersa dla liczby transakcji kartami bankowymi w Polsce w 2009 r.

Źródło: opracowanie własne.

Table 1 Smoothing parameters for Holt and Winters models for numbers of cards' transactions in Poland in year 2009

Source: calculations by the Authors.

Parametry wygładzania (smoothing parameters)	Liczby urządzeń akceptujących POS (numbers of POS acceptor's devices)				Liczby urządzeń akceptujących w Internecie (numbers of Internet acceptor's devices)			
	Poziomy (levels)		Stopy wzrostu (growth rates)		Poziomy (levels)		Stopy wzrostu (growth rates)	
	Wyrównanie wykładnicze I (exponential smoothing I)	Wyrównanie wykładnicze II (exponential smoothing II)	Wyrównanie wykładnicze I (exponential smoothing I)	Wyrównanie wykładnicze II (exponential smoothing II)	Wyrównanie wykładnicze I (exponential smoothing I)	Wyrównanie wykładnicze II (exponential smoothing II)	Wyrównanie wykładnicze I (exponential smoothing I)	Wyrównanie wykładnicze II (exponential smoothing II)
α	0,9	0,9	0,9	0,7	0,9	0,9	0,7	0,9
δ	0,1	0,1	-	-	0,1	0,5	-	-
γ	0,7	0,9	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1

Tab. 1. Parametry wygładzania modeli Holta i Wintersa dla liczby transakcji kartami bankowymi w Polsce w 2009 r.

Źródło: opracowanie własne.

Table 1 Smoothing parameters for Holt and Winters models for numbers of cards' transactions in Poland in year 2009

Source: calculations by the Authors.

Parametry wygładzania (smoothing parameters)	Liczby urządzeń akceptujących POS (numbers of POS acceptor's devices)			
	Poziomy (levels)		Stopy wzrostu (growth rates)	
	Wyrównanie wykładnicze I (exponential smoothing I)	Wyrównanie wykładnicze II (exponential smoothing II)	Wyrównanie wykładnicze I (exponential smoothing I)	Wyrównanie wykładnicze II (exponential smoothing II)
α	0,9	0,9	0,9	0,7
δ	0,1	0,1	-	-
γ	0,7	0,9	0,1	0,2

Tab. 2. Parametry wygładzania modeli Holta i Wintersa dla liczby transakcji kartami bankowymi w Polsce w 2009 r.
Źródło: opracowanie własne.

Table 2 Smoothing parameters for Holt and Winters models for numbers of cards' transactions in Poland in year 2009
Source: calculations by the Authors.

ANALIZA TENDENCJI W ZAKRESIE INFRASTRUKTURY
TERMINALI PŁATNICZYCH W POLSCE

Zmienna (Variable)	Karty debetowe (debit cards)				Karty kredytowe (credit cards)			
	Poziomy ($Y_{1,t}$) (levels)		Stopy wzrostu ($Y_{2,t}$) (growth rates)		Poziomy ($Y_{3,t}$) (levels)		Stopy wzrostu ($Y_{4,t}$) (growth rates)	
	Oceny parametrów (Coefficients)	Statystyka t-Studenta (t-Student statistics)	Oceny parametrów (Coefficients)	Statystyka t-Studenta (t-Student statistics)	Oceny parametrów (Coefficients)	Statystyka t-Studenta (t-Student statistics)	Oceny parametrów (Coefficients)	Statystyka t-Studenta (t-Student statistics)
Const	11524,0	15,63	0,061	10,71	-8231,95	-35,899	0,809	2,537
t	-39,315	-0,793	-	-	444,413	60,157	-0,021	-2,114
t^2	6,424	7,935	-	-	-	-	-	-
$Y_{2,t-1}$	-	-	0,306	4,550	-	-	-	-
$Y_{4,t-1}$	-	-	-	-	-	-	0,470	2,032
$Y_{4,t-2}$	-	-	-	-	-	-	0,173	0,689
$Y_{4,t-3}$	-	-	-	-	-	-	0,318	1,271
$Y_{5,t-4}$	-	-	-	-	-	-	-0,416	-2,010
	$S(u) = \pm 2097,2$ $R^2 = 0,998$ $DW = 1,199$	$n = 20$ $R^2_{sk} = 0,997$ $\hat{\rho}_{11} = 0,365$	$S(u) = \pm 0,019$ $R^2 = 0,535$ $Dh = 0,124$	$n = 20$ $R^2_{sk} = 0,509$ $\hat{\rho}_{11} = -0,027$	$S(u) = \pm 2635,7$ $R^2 = 0,995$ $DW = -1,322$	$n = 20$ $R^2_{sk} = 0,994$ $\hat{\rho}_{11} = 0,304$	$S(u) = \pm 0,359$ $R^2 = 0,813$ $Dh = 1,931$	$n = 20$ $R^2_{sk} = 0,747$ $\hat{\rho}_{11} = 0,022$

Tab. 3. Parametry wygładzania modeli Holta i Wintersa dla liczby transakcji kartami bankowymi w Polsce w 2009 r.
Źródło: opracowanie własne.

Table 3 Smoothing parameters for Holt and Winters models for numbers of cards' transactions in Poland in year 2009
Source: calculations by the Authors.

Zmienna (Variable)	Liczba urządzeń akceptujących POS (numbers of acceptor's devices POS)			Liczba akceptantów wykorzystujących Internet (numbers of acceptors using Internet)				
	Poziomy ($Y_{1,t}$) (levels)		Stopy wzrostu ($Y_{3,t}$) (growth rates)	Poziomy ($Y_{3,t}$) (levels)		Stopy wzrostu ($Y_{3,t}$) (growth rates)		
	Oceny parametrów (Coefficients)	Statystyka t-Studenta (t-Student statistics)	Oceny parametrów (Coefficients)	Statystyka t-Studenta (t-Student statistics)	Oceny parametrów (Coefficients)	Statystyka t-Studenta (t-Student statistics)		
Const	5,29	1,971	0,047	2,295	0,49	3,127	0,003	0,056
t	0,25	-1,463	-	-	-0,00045	-0,2393	0,00016	0,037
$Y_{1,t-1}$	0,89	4,775	-	-	-	-	-	-
$Y_{2,t-1}$	-	-	0,98	4,09	-	-	-	-
$Y_{2,t-2}$	-	-	-0,42	-1,8498	-	-	-	-
$Y_{3,t-1}$	-	-	-	-	0,539	3,428	-	-
$Y_{4,t-1}$	-	-	-	-	-	-	0,49	2,22
	$S(t) = \pm 1,38$ $R^2 = 0,986$ $Dh = 2,73$	$n = 20$ $R^2_{sk} = 0,98$ $\rho_1 = 0,365$	$S(t) = \pm 0,04$ $R^2 = 0,61$ $Dh = -0,46$	$n = 16$ $R^2_{sk} = 0,55$ $\rho_1 = -0,046$	$S(t) = \pm 0,05$ $R^2 = 0,42$ $Dh = -0,696$	$n = 20$ $R^2_{sk} = 0,35$ $\rho_1 = -0,12$	$S(t) = \pm 0,07$ $R^2 = 0,31$ $Dh = -1,15$	$n = 16$ $R^2_{sk} = 0,21$ $\rho_1 = -0,14$

Tab. 4. Parametry wygładzania modeli Holta i Wintersa dla liczby transakcji kartami bankowymi w Polsce w 2009 r.

Źródło: opracowanie własne.

Table 4 Smoothing parameters for Holt and Winters models for numbers of cards' transactions in Poland in year 2009
Source: calculations by the Authors.

ANALIZA TENDENCJI W ZAKRESIE INFRASTRUKTURY
TERMINALI PŁATNICZYCH W POLSCE

Zmienna (Variable)	Liczba bankomatów (numbers of cash points)					
	Poziomy ($Y_{1,t}$) (levels)		Stopy wzrostu ($Y_{2,t}$) (growth rates)		Statystyka t-Studenta (t-Student statistics)	
	Oceny parametrów (Coefficients)	Statystyka t-Studenta (t-Student statistics)	Oceny parametrów (Coefficients)	Statystyka t-Studenta (t-Student statistics)		
const	-505,298	-4,545	-0,04954	-1,890		
t	13,7704	1,035	0,00359	2,327		
Q_{1t}	-22,7179	-0,7215	—	—		
Q_{3t}	-28,3399	-0,9101	—	—		
Q_{4t}	76,4675	2,431	—	—		
$Y_{1,t-1}$	1,0403	22,31	—	—		
$Y_{2,t-1}$	—	—	0,82459	3,216		
$Y_{2,t-2}$	—	—	—	-0,8450		
$Y_{2,t-3}$	—	—	0,17897	0,5276		
$Y_{2,t-4}$	—	—	-0,24135	-1,042		
	$S(u) = \pm 1838,176$	$n = 20$	$S(u) = \pm 0,044$	$n = 16$		
	$R^2 = 0,998$	$R^2_{sk} = 0,998$	$R^2 = 0,944$	$R^2_{sk} = 0,924$		
	$Dh = -0,157$	$\rho_1 = -0,0353$	$DW = 1,7938$	$\rho_1 = 0,0383$		

Tab. 5. Parametry wygładzania modeli Holta i Wintersa dla liczby transakcji kartami bankowymi w Polsce w 2009 r.
Źródło: opracowanie własne.

Table 5 Smoothing parameters for Holt and Winters models for numbers of cards' transactions in Poland in year 2009
Source: calculations by the Authors.

