

# Budowa i testowanie interfejsu użytkownika przyrządu pomiarowego

Marek Florczyk

W artykule został przedstawiony przegląd metod budowy i testowania wybranych typów interfejsu użytkownika przyrządów pomiarowych, ze szczególnym uwzględnieniem przyrządów wirtualnych. Na podstawie przeglądu 22 artykułów o przyrządach wirtualnych, zaproponowano sposób rozmieszczenia poszczególnych typów elementów interfejsu użytkownika.

## **Construction and testing of measuring device of user interface**

*In this paper, review of various methods constructing and testing chosen types of user interface was presented. On the basis of review 22 papers about virtual instrumentation, unified manner of placement particular types of elements of user interface was proposed.*

## 1. Wymagania stawiane interfejsowi użytkownika przyrządu pomiarowego

Dynamiczny rozwój techniki powoduje powstawanie nowych klas przyrządów pomiarowych z różnym sposobem ekspozycji wyniku pomiaru. Mogą one być prezentowane na ekranie komputera lub panelu telefonu komórkowego [1]. W zależności od przyjętego rozwiązania stosuje się różne metody oceny poprawności wykonania takiej ekspozycji. Gdzie poprawność należy rozumieć nie tylko jako poprawność w sensie metrologicznym, ale także użytkowym lub funkcjonalnym [2, 3, 4, 5]. Konstruując interfejs użytkownika przyrządu pomiarowego, należy zwrócić uwagę na wiele elementów m.in.: na środowisko w jakim będzie użytkowany przyrząd (rodzaj oświetlenia zewnętrznego, hałasu, wilgotność powietrza itd.) oraz czynniki kulturowe i społeczne (przyjęta kolorystyka interfejsu, umiejscowienie poszczególnych elementów menu, poziom wykształcenia technicznego operatora itd.) [6]. Czynniki te zostały także uwzględnione w ogólnych wytycznych dotyczących sposobu konstrukcji interfejsów użytkownika, które zostały zaproponowane przez Nielsena i Molicha 1990 r. [7]. Przedstawione heurystyki mówią, że:

- *Należy pokazać status systemu*, ponieważ system powinien zawsze informować użytkownika o tym, co się obecnie w nim dzieje, przez odpowiednie potwierdzenia i komunikaty.

- *Należy zachować zgodność pomiędzy systemem a rzeczywistością*, ponieważ system powinien umożliwiać prowadzenie dialogu językiem użytkownika w sposób dla niego zrozumiały.

- *Należy dać użytkownikowi pełną kontrolę*, ponieważ użytkownicy często wybierają niewłaściwe opcje, powinni mieć zapewnione „wyjście awaryjne”, najlepiej za pomocą dostępnych funkcji „cofnij” lub/i „powtórz”.

- *Należy trzymać się standardów i zachować spójność*, ponieważ te same słowa, symbole oraz sposób działania powinny być stosowane w ten sam sposób w całym systemie.

- *Należy zapobiegać błędom*, ponieważ zapobieganie błędom przez dopracowany dialog z użytkownikiem jest mniej pracochłonne niż stworzenie złożonego, skomplikowanego systemu obsługi błędów.

- *Należy pozwolić użytkownikowi wybierać, zamiast zmuszać do pamiętania określonych sekwencji, zdarzeń tekstów itd.*, ponieważ sposób działania użytkownika powinien być wynikiem wyboru dostępnych funkcji, a nie wymuszać przywoływania z pamięci poprzednio wykonanych działań.

- *Należy zapewnić elastyczność i efektywność*, ponieważ użytkownicy powinni mieć możliwość wykonywania w różny sposób tych samych zadań, jak np. praca na skrótach.

- *Należy dbać o estetykę i umiar*, ponieważ oszczędny i ergonomiczny układ graficzny polepsza zrozumienie zawartych informacji oraz skraca czas odszukania określonych informacji.

- *Należy zapewnić skuteczną obsługę błędów*, ponieważ komunikaty o błędach powinny być sformułowane w sposób prosty i zrozumiały, tak aby użytkownik wiedział jak w określonej sytuacji powinien się zachować.

Marek Florczyk – e-mail: M.Florczyk@ime.uz.zgora.pl  
Uniwersytet Zielonogórski, Instytut Metrologii Elektrycznej

• *Należy zadbać o pomoc i dokumentację*, ponieważ dokumentacja powinna umożliwiać szybkie odnalezienie określonych informacji oraz wspomagać rozwiązywanie typowych problemów.

Weryfikacja funkcjonalna i badania użyteczności pozwalają zweryfikować przyjęte założenia dotyczące poprawności i funkcjonalności interfejsu użytkownika, a także dać odpowiedź na pytanie, na ile zostały uwzględnione w procesie projektowania specyficzne wymagania stawiane danemu przyrządowi pomiarowemu [3]. Weryfikację funkcjonalności przyrządu pomiarowego można przeprowadzić na podstawie szeregu tradycyjnych metod testowania, których klasyfikacja została przedstawiona na rys. 1 [8, 9, 10]. Wybór odpowiednich metod testowania określonego typu interfejsu użytkownika przyrządu wirtualnego zależy od stopnia skomplikowania interfejsu (liczby elementów regulacji i nastaw, ekspozycji danych itd.), czasu, który można poświęcić na wykonanie testów, dostępnych zasobów sprzętowych i oprogramowania, które można wykorzystać do przeprowadzania testów.

Sam proces testowania zależy od przyjętego modelu jakości oprogramowania. Najczęściej są stosowane dwa modele jakości – model kaskadowy i model „V” [11, 12, 13, 14].

W modelu kaskadowym testy są przeprowadzane na końcowym etapie wytwarzania, przed przekazaniem produktu do sprzedaży, natomiast w modelu „V” testy są wykonywane na każdym etapie wytwarzania.

## 2. Metoda określania rozmieszczenia poszczególnych elementów interfejsu użytkownika przyrządu pomiarowego

Jednym z etapów wytwarzania przyrządu pomiarowego jest konstruowanie interfejsu użytkownika oraz wykonanie testów zgodności z przyjętym standardem (dla języka programowania) w jakim interfejs został wykonany. O ile wygląd interfejsu tradycyjnych przyrządów pomiarowych użytkownika wynika głównie z kompromisu pomiędzy wielkością urządzenia, jego funkcjonalnością i spełnieniem wymagań bezpieczeństwa, a także kompatybilności elektromagnetycznej i innych, o tyle w zakresie budowy interfejsu przyrządów wirtualnych istnieje dość duża dowolność. Brak ograniczeń w konstrukcji interfejsu użytkownika przyrządów wirtualnych wynika między innymi z braku standardów sposobu ich tworzenia. Problematyczne jest już samo określenie, czym jest przyrząd wirtualny, ponieważ istnieje szereg definicji określających z jakich elementów on się składa, a każda definicja jest inna. Mimo wielu wspólnych cech wymienianych w tych definicjach, np. że składa się on z komputera ogólnego przeznaczenia, że jego obsługa odbywa się z poziomu monitora ekranowego, żadna z definicji nie określa jak powinien wyglądać interfejs użytkownika takiego przyrządu. Niektóre definicje tylko wskazują na to, że powinno się go obsługiwać w sposób taki jak tradycyjny przyrząd, co może stanowić pewną odpowiedź dla osób tworzących tego typu przyrządy.

Jedną z metod, którą można zastosować do określenia wyglądu interfejsu użytkownika (w szczególności przyrządu wirtualnego), jest analiza istniejących już rozwiązań i znalezienie cech wspólnych dla danej grupy przyrządów. Jeżeli badanie ma określić w jaki sposób ma zostać skonstruowany interfejs użytkownika np. przyrządu wirtualnego można przyjąć następujący

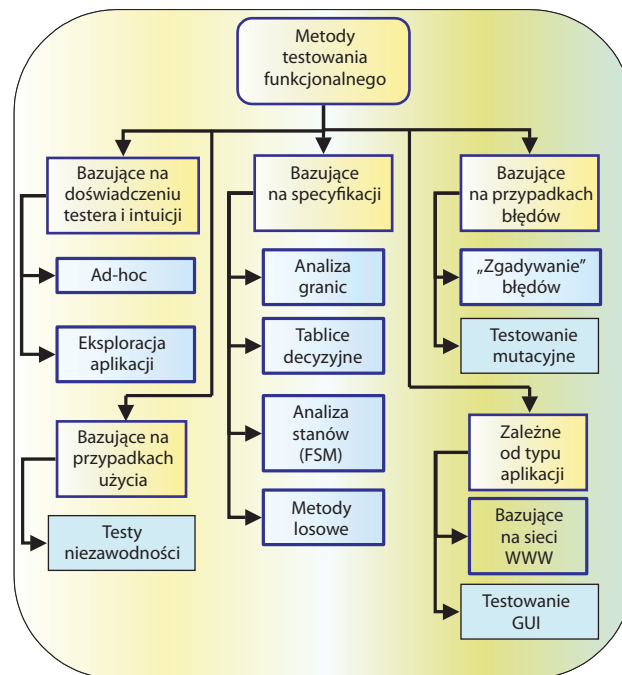
sposób postępowania:

- Należy określić rozdzielczość ekranu użytkownika (lub rozmiary ekranu tradycyjnego przyrządu), dla jakiej będzie oferowane rozwiązanie.
- Istniejący obszar roboczy interfejsu użytkownika przyrządu pomiarowego należy podzielić na kwadraty (np. w przypadku przyrządów wirtualnych dla rozdzielczości ekranu 1024x768 są to minimalnie 64 kwadraty – o rozdzielczości 128x96 pikseli), które będą polami macierzy  $E(1)$ , gdzie macierz  $E$  ma postać:

$$E = \begin{bmatrix} P_{1,1} & P_{1,2} & \dots & P_{1,j} \\ P_{2,1} & & \dots & P_{2,j} \\ \vdots & & & \vdots \\ P_{i,1} & \dots & & P_{i,j} \end{bmatrix} \quad (1)$$

- Należy wyodrębnić minimalnie 5 grup elementów interfejsu użytkownika (pola wykresu, pola cyfrowej ekspozycji wyników pomiaru, elementy regulacji i dokonywania nastaw, elementy włączające/wyłączające przyrząd, pola informacyjne i tekstowe).

- Należy wykonać testy polegające na sprawdzeniu dla danej grupy przyrządów sposobu rozmieszczenia poszczególnych elementów interfejsu użytkownika



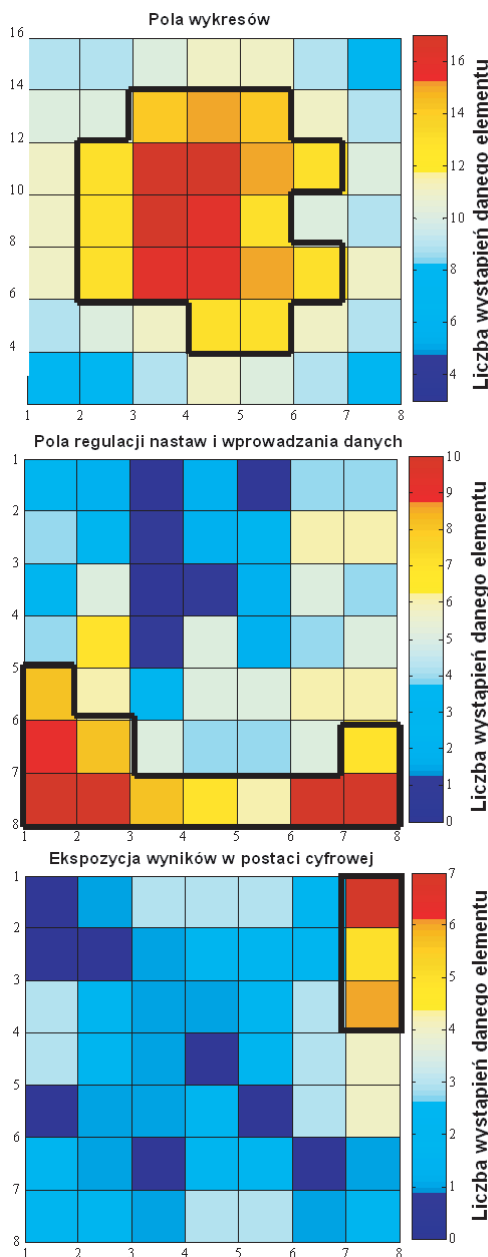
Rys. 1. Podział metod testowania funkcjonalnego  
Fig. 1. Division of functional methods of software testing

i zaznaczeniu ich obecności dla każdego przyrządu, tworząc osobną macierz  $E$ .

- Sumując odpowiednie wartości znajdujące się w macierzach  $E$ , jest możliwe określenie na podstawie powstałej macierzy sposobu rozmieszczenia poszczególnych elementów interfejsu użytkownika.

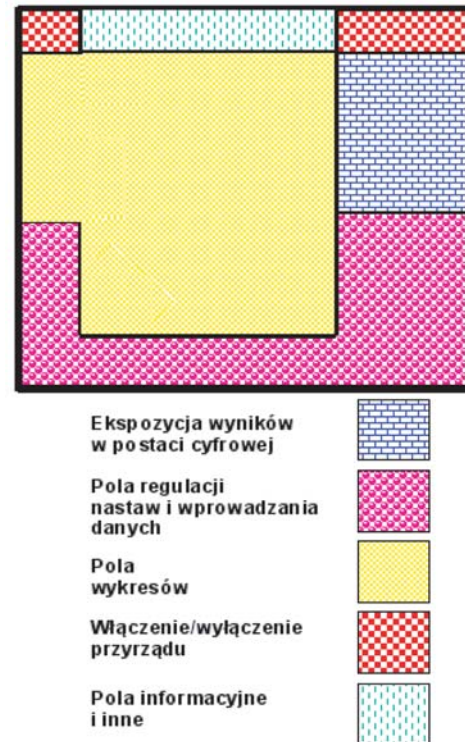
### 3. Przykład wykorzystania metody określania rozmieszczenia poszczególnych elementów interfejsu użytkownika przyrządu pomiarowego

W celu weryfikacji proponowanej metody wykonano testy 22 wybranych interfejsów użytkownika przyrządów wirtualnych (z bazy danych publikacji



Rys. 2. Wyniki przeprowadzonego przeglądu interfejsów użytkownika

Fig. 2. Results of user interfaces' review



Rys. 3. Sposób rozmieszczenia poszczególnych elementów interfejsu użytkownika

Fig. 3. The manner of chosen elements' of user interface placement

IEEE) [15-37]. Celem przeprowadzenia testów było znalezienie odpowiedzi na pytanie – w których miejscach interfejsu użytkownika powinny się znajdować bloki pola wykresu, pola cyfrowej ekspozycji wyników pomiaru, elementy regulacji i dokonywania nastaw, elementy włączające/wyłączające przyrząd oraz pola informacyjne i tekstowe. Wybrane wyniki przeprowadzonych testów przedstawiono na rys. 2. Grubszą linią zostały zaznaczone pola, w których najczęściej znajdowały się np. pola wykresów itd.

Na podstawie przeprowadzonych testów można zaproponować bardzo ogólny przybliżony model rozmieszczenia poszczególnych bloków funkcjonalnych interfejsu użytkownika przyrządów wirtualnych (rys. 3). Model ten – ze względu na to, że testom zostały poddane różne przyrządy wirtualne, o różnym przeznaczeniu i zakresie realizowanych funkcji – może stanowić punkt odniesienia przy konstruowaniu interfejsu użytkownika dowolnego przyrządu wirtualnego.

### 4. Podsumowanie

Wartykule został zaprezentowany zarys metody określania rozmieszczenia poszczególnych elementów interfejsu użytkownika w przyrządach pomiarowych. Wykorzystując proponowaną metodę, możliwe jest przeprowadzenie testów określających zgodność wykonania interfejsu użytkownika z przyjętym wzorcem

dla danego typu przyrządów pomiarowych (także przyrządów tradycyjnych np. oscyloskopu, multimetru). Z wykorzystaniem proponowanej metody jest możliwe także opracowanie wzorcowego planu rozmieszczenia poszczególnych typów elementów interfejsu użytkownika dowolnego typu przyrządu wirtualnego.

## 5. Literatura

1. D. Hoffmann, G. Linss, *Challenges and chances of internet metrology*, Measurement Science Review, Volume 3, Section 1, 2003.
2. M. Florczyk, W. Winięcki, *The parametric method for functional testing of virtual instruments IDAACS 2005*, Proceedings of the third IEEE Workshop, Sofia, Bułgaria, 2005.
3. M. Florczyk, *The parametric method for functional testing of virtual instruments*, 14th IMEKO Symposium on New Technologies in Measurement and Instrumentation, Gdynia, Polska, 2005.
4. M. Florczyk, *Testowanie i weryfikacja modelu interfejsu użytkownika wirtualnego przyrządu pomiarowego*, Prace Komisji Metrologii Oddziału PAN w Katowicach – (Konferencje 9), 2005.
5. W. Winięcki, *Wirtualne przyrządy pomiarowe*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2003.
6. N. Aykin, *Usability and Internationalization of Information Technology*, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Mahwah, New Jersey, 2005.
7. R. Molich, J. Nielsen, *Improving a human-computer dialogue*, Communications of the ACM 33, 3, March 1990.
8. SWEBOOK, *A project of the IEEE Computer Society Professional Practices Committee*, IEEE, 2004.
9. Lingfeng Wang, K.C. Tan, *Software testing for safety critical applications*, Instrumentation & Measurement Magazine, IEEE, Vol. 8, Issue 2, 2005.
10. G.J. Mayers, C. Sandler, T. Badget, T. Thomas, *The Art of Software Testing*, John Wiley & Sons, Inc, 2004.
11. H. Ming, J. Verner, Z. Liming, M.A. Babar, *Software quality and agile methods*, Computer Software and Applications Conference, COMPSAC 2004, Proceedings of the 28th Annual International, 2004.
12. M. Pyhajarvi, K. Rautiainen, J. Itkonen, *Increasing understanding of the modern testing perspective in software development projects*, Proceedings of the 36th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'03), 2003.
13. A. Miller, *Engineering design: its importance for software*, IEEE POTENTIALS, Vol. 8, Issue 2, May 1989.
14. M. DeBellis, C. Haapala: *User-centric Software Engineering*, *IEEE Expert*, Vol. 10, Issue 1, Feb. 1995.
15. M. Santori, *An instrument that isn't really*, IEEE Spectrum, August 1990.
16. G. Andria, M. Savino, A. Trotta, *Application of Wigner-Ville Distribution to Measurements on Transient Signals*, IEEE Transactions On Instrumentation And Measurement, Vol. 43, No. 2, April 1994.
17. Ch. Wang, R. Gao: *A Virtual Instrumentation System for Integrated Bearing Condition Monitoring*, IEEE Transactions On Instrumentation & Measurement, Vol. 49, No. 2, April 2000.
18. Chung-Ping Young, Wei-Lun Juang, M.J. Devaney, *Real-Time Intranet-Controlled Virtual Instrument Multiple-Circuit Power Monitoring*, IEEE Transactions On Instrumentation & Measurement, Vol. 49, No. 3, June 2000.
19. L. Cristaldi, A. Ferrero, V. Piuiri, *Programmable Instruments, Virtual Instruments and Distributed Measurement Systems: What is really useful, Innovative and Technical Sound?*, IEEE Instrumentation & Measurement Magazine, September 1999.
20. S. Caldara, S. Nuccio, C. Spataro, *A Virtual Instrument for Measurement of Flicker*, IEEE Transactions On Instrumentation And Measurement, Vol. 47, No. 5, October 1998.
21. I. Djurović, L. Stanković, *A Virtual Instrument for Time-Frequency Analysis*, IEEE Transactions On Instrumentation & Measurement, Vol. 48, No. 6, December 1999.
22. L. Cristaldi, A. Ferrero, R. Ottoboni, *Measuring Equipment for the Electric Quantities at the Terminals of an Inverter-Fed Induction Motor*, IEEE Transactions On Instrumentation & Measurement, Vol. 45, No. 2, April 1996.
23. L. Cristaldi, A. Ferrero, *Harmonic Power Flow Analysis for the Measurement of the Electric Power Quality*, IEEE Transactions On Instrumentation & Measurement, Vol. 44, No. 3, June 1995.
24. D.R. Zrudsky, J. M. Pichler, *Virtual Instrument for Instantaneous Power Measurements*, IEEE Transactions On Instrumentation And Measurement, Vol. 41, No. 4, August 1992.
25. B. Andò, M. Coltelli, M. Sambataro, *A Measurement Tool for Investigating Cooling Lava Properties*, IEEE Transactions On Instrumentation & Measurement, Vol. 53, No. 2, April 2004.
26. B. Andò, A. Baeri, I. Fragalà, S. Graziani, *A Field Point Based Approach for Sensor Conditioning in MO-CVD Reactors*, IEEE Transactions On Instrumentation & Measurement, Vol. 52, No. 3, June 2003.
27. A. Carullo, M. Parvis, A. Vallan, *An Audio Card-Based Kit For Educational Purposes*, IEEE Transactions On Instrumentation & Measurement, June 2003.
28. A. Jósko, R.J. Rak, *Effective Simulation of Signals for Testing ECG Analyzer*, IEEE Transactions On Instrumentation & Measurement, June 2005.
29. B. Ando, *A New Direction for Class Assistance During Laboratory Sessions*, IEEE Instrumentation & Measurement Magazine, December 2003.
30. G. Betta, C. Liguori, A. Pietrosanto, *A Multi-Application FFT Analyzer Based on a DSP Architecture*, IEEE Transactions On Instrumentation & Measurement, Vol. 50, No. 3, June 2001.
31. G. Moschioni, *A Virtual Instrumentation System for Measurements on the Tallest Medieval Bell Tower in Europe*, IEEE Transactions On Instrumentation & Measurement, Vol. 52, No. 3, June 2003.
32. J. Pantelic-Babic, V. Jankovic, P. Bosnjakovic, *System for Electromotive Force Standards Comparison Based on Virtual Instrument*, IEEE Transactions On Instrumentation & Measurement, Vol. 51, No. 6, December 2002.
33. A. Carlosena, C. Macua, M. Zivanovic, *Instrument for the Measurement of the Instantaneous Frequency*, IEEE Transactions On Instrumentation & Measurement, Vol. 49, No. 4, August 2000.
34. J.A. Asumadu, R. Tanner, J. Fitzmaurice, M. Kelly, H. Ogunleye, J. Belter, S.Ch. Koh, *A Web-Based Electrical and Electronics Remote Wiring and Measurement Laboratory (RwmLAB) Instrument*, IEEE Transactions On Instrumentation & Measurement, Vol. 54, No. 1, February 2005.
35. G. Bucci, E. Fiorucci, C. Landi, *Digital Measurement Station for Power Quality Analysis in Distributed Environments*, IEEE Transactions On Instrumentation & Measurement, Vol. 52, No. 1, February 2003.
36. N. Locci, C. Muscas, L. Peretto, R. Sasdelli, *A Numerical Approach to the Evaluation of Uncertainty in Nonconventional Measurements on Power Systems*, IEEE Transactions On Instrumentation & Measurement, Vol. 51, No. 4, August 2002.
37. J.M. Pereira, O. Postolache, P.M.B. Silva Girão, M. Cretu, *Minimizing Temperature Drift Errors of Conditioning Circuits Using Artificial Neural Networks*, IEEE Transactions On Instrumentation & Measurement, Vol. 49, No. 5, October 2000.