



**RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ DLA
RADY WYDZIAŁU ELEKTROTECHNIKI, AUTOMATYKI, INFORMATYKI I INŻYNIERII BIOMEDYCZNEJ
AKADEMII GÓRNICZO-HUTNICZEJ IM. S. STASZICA W KRAKOWIE**

Tytuł rozprawy: Kodowanie informacji dodatkowych w strukturze cyfrowego elektrokardiogramu

Autorka rozprawy: mgr inż. Agnieszka Świerkosz

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska Pani mgr inż. Agnieszki Świerkosz pt. „Kodowanie informacji dodatkowych w strukturze cyfrowego elektrokardiogramu”, napisana pod kierownictwem Pana prof. dr. hab. inż. Piotra Augustyniaka na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej AGH w Krakowie w 2018 roku. **Recenzowana rozprawa wpisuje się w dyscyplinę naukową biocybernetyka i inżynieria biomedyczna.** Recenzja została sporządzona na zlecenie Pana dr. hab. inż. Ryszarda Sroki, Dziekana Wydziału Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej AGH, z dnia 07.05.2015 r.

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska poświęcona jest steganograficznej metodzie umieszczania dodatkowych informacji alfanumerycznych, zapisanych pierwotnie w kodzie ASCII, takich jak np. dane personalne czy opis medyczny, w cyfrowym zapisie elektrokardiogramu. Rozprawa składa się z pięciu zasadniczych rozdziałów poprzedzonych *Wstępem* (formalnie jest to rozdział pierwszy) i zakończonych *Podsumowaniem* (rozdział siódmy). We *Wstępie* Autorka wyjaśnia technikę steganograficzną w kontekście sygnałów EKG, prezentuje oraz wyjaśnia tezę pracy w brzmieniu: „W reprezentacji czasowo-częstotliwościowej sygnału EKG można wskazać obszary niewykorzystane przez składniki kardiogenne, które mogłyby być użyte do ukrycia informacji dodatkowych bez wpływu na jego zawartość diagnostyczną”. W rozdziale drugim Autorka dokonuje przeglądu literatury w obszarze naukowym rozprawy, a w rozdziale trzecim przedstawia bazę sygnałów, na których przeprowadziła badania oraz zastosowane narzędzie matematyczne. Rozdziały czwarty, piąty i szósty, stanowiąc najcenniejszą część pracy, dotyczą prezentacji autorskiej falkowej metody steganograficznej oraz jej eksperymentalnej oceny, upoważniającej do stwierdzenia w *Podsumowaniu*, że teza rozprawy została zasadniczo udowodniona.

Uważam, że recenzowana rozprawa doktorska, o charakterze teoretyczno-doświadczalnym z wyraźnym rysem aplikacyjnym, jest poświęcona zagadnieniu istotnemu w obszarze organizacji służby zdrowia, szczególnie w świetle aktualnych przepisów o ochronie danych osobowych. Istotny wkład Autorki w rozwój dyscypliny polega na opracowaniu skutecznego algorytmu steganograficznego dedykowanego dla sygnałów elektrokardiograficznych.

Zrealizowane zagadnienie badawcze polegało na przedstawieniu sygnału EKG, rejestrowanego i interpretowanego w dziedzinie czasu, w alternatywnej dziedzinie czas-skala, umożliwiającej wykrycie obszarów nie zawierających informacji diagnostycznej (kardiogennej), które mogłyby stać się kontenerami dla ukrywanej w sygnale informacji. Następnie, opracowaniu sposobu kodowania i w końcu weryfikacji zaproponowanej metody. W opinii recenzenta postawiony problem badawczy został przez Doktorantkę rozwiązany z sukcesem.

Lista 60 cytowanych publikacji (w tym 6 autorstwa Doktorantki), z których blisko 40%, to pozycje z ostatnich kilku lat, świadczy o dobrej orientacji Autorki w omawianej problematyce. Z przeglądu literatury Autorka wnioskuje, „że z rozwojem telemedycyny musi iść w parze bezpieczeństwo transmitowanych danych”, a podjęty temat badawczy wychodzi naprzeciw tym potrzebom.

Do najważniejszych, przedstawionych w rozprawie, osiągnięć Autorki należy zaliczyć:

- opracowanie falkowej metody ukrywania informacji dodatkowej w strukturze cyfrowego elektrokardiogramu,
- opracowanie formatu kontenerów danych oraz uzależnienie ich parametrów od lokalnych własności sygnału-nośnika,
- weryfikację zaproponowanej metody z wykorzystaniem przemysłowego standardu jakości *IEC60601-2-51*, stosowanego do automatycznej diagnostyki elektrokardiograficznej,
- ocenę zakresu stosowalności i ograniczeń proponowanej metody.

Do słabych stron rozprawy zaliczam:

- **Niezbyt udane wprowadzenie do transformacji falkowej.** Otóż, w świetle setek dobrych i autoryzowanych publikacji nt. transformacji falkowej, jej opis w oparciu o informacje z *Wikipedii* wydaje się niepoważny. Stąd być może wynika uproszczenie m.in. zastosowane na rys. 3.3, gdzie nie podano rzędu prezentowanych falek, przez co całe zestawienie jest w zasadzie pozbawione sensu.
- **Nieprecyzyjny język naukowy.** Przykładowo, w podpisie rys. 4.4 czytamy: „Uśredniona zmienność energii spodziewanej w obrębie pojedynczej ewolucji serca...” – to nie jest zmienność spodziewana tylko faktyczna. Z kolei w komentarzu do tego rysunku czytamy: „Widać, że w najwyższej skali (dolna część rysunku) zmienność energii jest taka sama w zespole QRS jak poza nim” – uprawnione byłoby co najwyżej stwierdzenie, że jest zbliżona.
- **Nieprzemysłane stwierdzenia o charakterze kategoriowym.** Przykładowo, na str. 41 Autorka twierdzi, że „Krótsza falka jest bardziej dokładna w dziedzinie czasu natomiast jest mniej dokładna w dziedzinie częstotliwości i na odwrót, gdy rząd jest większy, falka jest bardziej dokładna w dziedzinie częstotliwości natomiast jest mniej dokładna w dziedzinie czasu.” Przecież istota dekompozycji falkowej polega na „skracaniu” bądź „wydłużaniu” falek za pomocą skalowania i tym samym, to skala decyduje o rozdzielczości czasowej i częstotliwościowej, tzn. idąc tokiem rozumowania Autorki, falka wysokiego rzędu będzie miała rozdzielczość czasową zbliżoną do rozdzielczości falki niskiego rzędu tyle, że dla innej skali.
- **Niski poziom edytorski rozprawy.** Rozprawa zredagowana jest w sposób komunikatywny, ale duże zastrzeżenia budzą bardzo liczne błędy stylistyczne, interpunkcyjne i „literówki”, świadczące o tym, że Autorka nie przeczytała dokładnie swojego opracowania przed złożeniem go do recenzji. Znaczną część błędów automatycznie wykrywa sam edytor tekstu i zadziwiające jest ich pozostawienie bez poprawy. Usterki stylistycznych i interpunkcyjnych można by uniknąć, uważniej czytając końcową wersję rozprawy. Z wylistowania tego typu błędów, ze względu na ich mnogość, recenzent zrezygnował już po lekturze kilku pierwszych stron... W tej kategorii uwag mieszczą się też uwagi związane z konsekwencją oznaczeń (np. na str. 6-7, najpierw mamy „sekret” s, a nieco dalej „sekretny obraz” S – różne opisy, różne symbole, a chodzi o to samo) i jakością rysunków (np. rys. 2.3, 2.6, ...).

Przytoczone usterki nie obniżają jednak zasadniczej wartości merytorycznej rozprawy i w mojej ocenie **rozprawa doktorska mgr inż. Agnieszki Świerkosz pt. „Kodowanie informacji dodatkowych w strukturze cyfrowego elektrokardiogramu”** spełnia wymagania określone przez obowiązujące przepisy (*Ustawa z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z późniejszymi zmianami, w zakresie stopnia doktora nauk technicznych*) i dlatego wnioskuję o dopuszczenie jej do publicznej obrony.