

## COMPUTER SYSTEM *PIAO* AS A TOOL FOR PROCESSING AND GATHERING DIGITAL IMAGES IN A PROCESS OF GENERATING LEARNING SETS USED FOR CONSTRUCTION OF MODELS OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

### Summary

Gathering data is an essential element of the process of generating learning sets, intended for the construction of artificial neural networks. A proper analysis and processing of the images are the basis for the next stages of the neural simulation. Commonly available methods of the edition and gaining data from images do not always allow to create a learning set in a right way. Often, there is a need to use several different software in order to gain one eligible set of data. This is a reason, why making a complex software for the process of generating the learning sets, is so important.

## SYSTEM INFORMATYCZNY *PIAO* JAKO NARZĘDZIE DO PRZETWARZANIA OBRAZÓW CYFROWYCH WSPOMAGAJĄCE PROCES GENEROWANIA ZBIORÓW UCZĄCYCH PRZEZNACZONYCH DO BUDOWY MODELI NEURONOWYCH

### Streszczenie

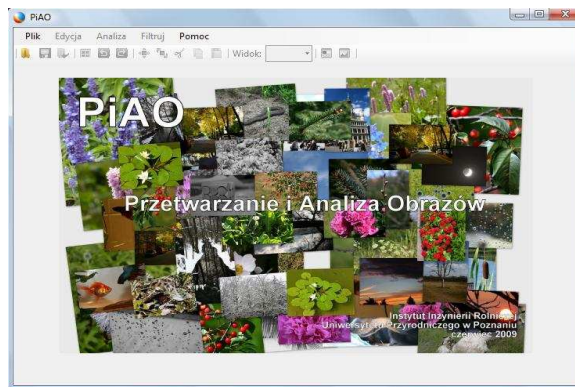
Pozyskiwanie oraz przetwarzanie danych empirycznych występujących w formie graficznej jest istotnym elementem w procesie generowania zbiorów uczących, przeznaczonych do budowy identyfikacyjnych modeli neuronowych. Właściwa analiza oraz konwersja obrazów cyfrowych są fundamentalnym procesem, determinującym dalsze etapy modelowania neuronowego. Powszechnie dostępne metody edycji oraz pozyskiwania danych z obrazów nie zawsze pozwalają na właściwe i efektywne wytworzenie zbioru uczącego. Często zachodzi potrzeba użycia kilku rodzajów komercyjnego oprogramowania, aby w efekcie można było pozyskać zbiór danych empirycznych zapisanych w pożądanej formie. Dlatego wydaje się być zasadnym wytwarzanie od podstaw kompleksowego systemu informatycznego dedykowanego dla wsparcia procesu generowania zbiorów uczących.

### 1. Wprowadzenie

Przetwarzanie oraz analiza obrazów cyfrowych jest nieodłącznym elementem procesu pozyskiwania danych w celu generowania zbiorów uczących przeznaczonych, do budowy modeli *SSN* (*Sztucznych Sieci Neuronowych*) [8]. Pozyskiwanie danych z obrazów cyfrowych jest procesem złożonym, wymagającym użycia skomplikowanych narzędzi informatycznych. Wymagana jest wielokrotnie wcześniejsza obróbka obrazu, jego przetworzenie [5]. Dostępne na rynku komercyjnym aplikacje nie pozwalają na złożoną oraz kompleksową akwizycję danych w zakresie wymaganym w problemach związanych z inżynierią rolniczą. W związku z tym zaprojektowano oraz wytworzono autorski system informatyczny *PiAO* (*Przetwarzanie i Analiza Obrazów*). Ten niewielkiej objętości program komputerowy łączy w sobie narzędzia edycyjne oraz metody akwizycji obrazu. Dodatkowo pozwala na eksport pozyskanych danych do zewnętrznego pliku, który może być dalej dowolnie wykorzystywany w innych aplikacjach.

### 2. Ogólna charakterystyka programu *PiAO*

System *PiAO* (rys. 1) to zintegrowane narzędzie do przetwarzania oraz analizy obrazów cyfrowych. Oferuje on bogatą funkcjonalność cechującą programy komercyjne, a ponadto jest szybki w działaniu. Pozwala w krótkim czasie na edycję oraz analizę obrazów o wielkości 12 Mpix. Ponadto aplikacja pozwala na eksport pozyskanych danych do pliku zewnętrznego, spełniającego wymagania pakietu *STATISTICA*, tak by można było je wykorzystać w procesie generowania modeli *SSN*.



Rys. 1. Główne okno programu *PiAO*

Fig. 1. Main window of *PiAO*

*PiAO* to aplikacja komputerowa przeznaczona na komputery osobiste i notebooki, pracujące pod kontrolą systemów operacyjnych z rodziny *MS Windows*, wyposażonych w platformę *.NET Framework 3.5*. Wytworzone oprogramowanie zostało napisane w języku *C#*, z wykorzystaniem pakietu programistycznego *Microsoft Visual Studio 2008* [4]. W programie użyto biblioteki *MS Chart* oraz *AForge.NET*. Program zajmuje niewiele ponad 4 MB pojemności dysku, do działania potrzebuje procesora min. 800 MHz oraz 256 MB pamięci RAM. *PiAO* nie wymaga instalacji, można go uruchamiać z dysku twardego komputera bądź z pamięci przenośnej.

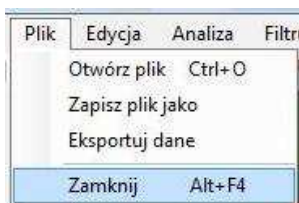
### 3. Funkcje podstawowe *PiAO*

Program *PiAO* posiada pięć opcji menu (rys. 2) oraz menu obrazkowe. W skład menu wchodzi takie opcje jak: *plik*,

edycja, analiza, filtruj oraz pomoc. Menu plik zawiera podstawowe funkcje charakterystyczne dla większości aplikacji. Z poziomu menu plik (rys. 3) użytkownik może wybrać: *otwórz plik* i wczytać do programu obraz w formacie \*.jpg lub \*.bmp; *zapisz plik jako* pozwala na zapisanie aktualnie otwartego obrazu w aplikacji obrazu jednocześnie chroniąc oryginał przed nadpisaniem; *eksportuj dane* to funkcja otwierająca okno z możliwością wyboru danych do eksportu do pliku zewnętrznego oraz *zamknij*, co pozwala na zamknięcie programu.



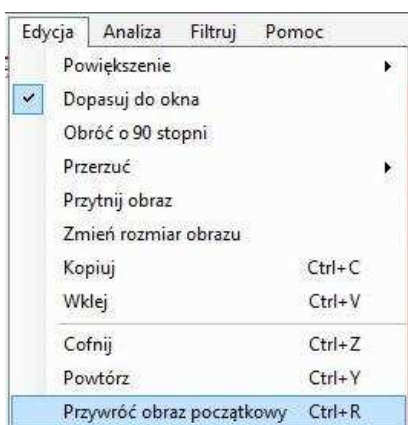
Rys. 2. Pasek menu programu PiAO  
Fig. 2. Menu bar of PiAO



Rys. 3. Menu plik  
Fig. 3. Menu file

#### 4. Menu edycja

Menu *edycja* (rys. 4) to zestaw narzędzi i funkcji najczęściej stosowanych przez użytkowników, pozwalający między innymi na powiększenie wczytanego obrazu w oknie programu (*powiększenie*), a także dopasowanie wielkości obrazu do okna aplikacji (*dopasuj do okna*). W tym menu dostępna jest również funkcja obrotu obrazu w prawo o kąt 90° (*obróć o 90 stopni*), można również przerzucić obraz wzdłuż osi x lub y przy pomocy funkcji *przerzucić w poziomie*, *przerzucić w pionie*. Funkcja *przytnij obraz* przełącza kursor aplikacji w tryb zaznaczania, użytkownik może zaznaczyć interesujący go fragment i przyciąć obraz do żądanych rozmiarów. *Zmień rozmiar obrazu* to znana (z programów do obróbki zdjęć) funkcja *image resize*, rozmiar może być podany w pikselach lub procentach, możliwa jest również blokada proporcji obrazu w czasie operacji pomniejszania.



Rys. 4. Menu edycja  
Fig. 4. Menu edition

Poza tym menu *edycja* zawiera takie funkcje jak: *kopiuj*, *wklej*, *cofnij*, *powtórz* oraz *przywróć obraz początkowy* [6]. PiAO został zabezpieczony przed wczytaniem niewłaściwych danych ze schowka systemu Windows. Dlatego też,

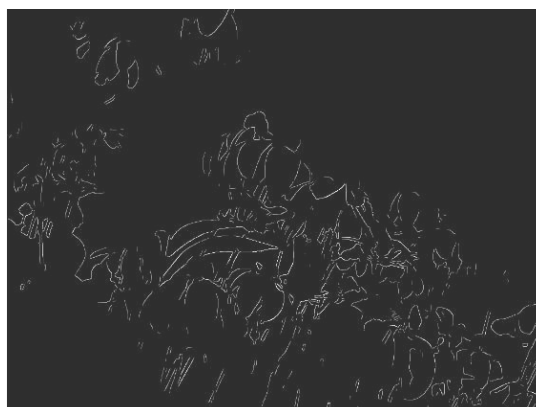
poprzez wklejanie nie można wczytać w aplikację innych danych niż w formatach \*.jpg i \*.bmp. *przywróć obraz początkowy* to specyficzna funkcja pozwalająca na powrót do obrazu pierwotnego, bez przekształceń i zmian. Pozwala ona na szybkie cofnięcie zmian i jednocześnie „wymazanie” z pamięci komputera operacji, których dokonywał użytkownik.

#### 5. Pozyskiwanie danych

W czasie programowania aplikacji, szczególny nacisk został położony na funkcje analizy obrazu [7]. Dlatego też w menu *Analiza* (rys. 5) dostępne są opcje: *wykryj krawędzie i kształty*, *pokaż histogram* oraz *statystyki*. PiAO pozwala na wykrywanie krawędzi i kształtów czterema różnymi algorytmami: *algorytmem metody homogenity* (rys. 6), *difference* (rys. 7), *sobel* (rys. 8) oraz *canny* (rys. 9). Użytkownik ma możliwość wyboru optymalnej dla siebie metody, dającej zadowalające efekty [8].



Rys. 5. Menu analiza  
Fig. 5. Menu analysis



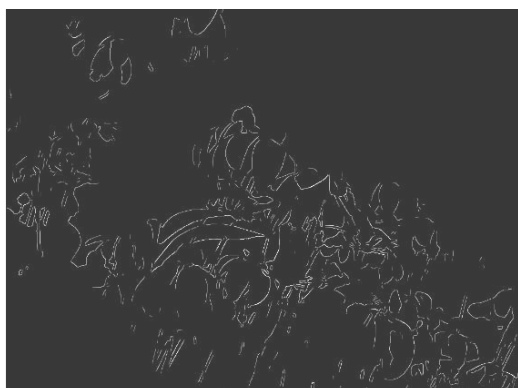
Rys. 6. Efekt algorytmu metody homogenity  
Fig. 6. The effect of the algorithm homogeneity method



Rys. 7. Efekt algorytmu metody difference  
Fig. 7. The effect of the algorithm difference method

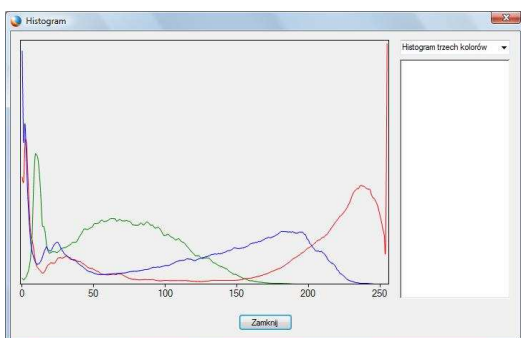


Rys. 8. Efekt algorytmu metody *sobel*  
 Fig. 8. The effect of the algorithm *sobel* method



Rys. 9. Efekt algorytmu metody *canny*  
 Fig. 9. The effect of the algorithm *canny* method

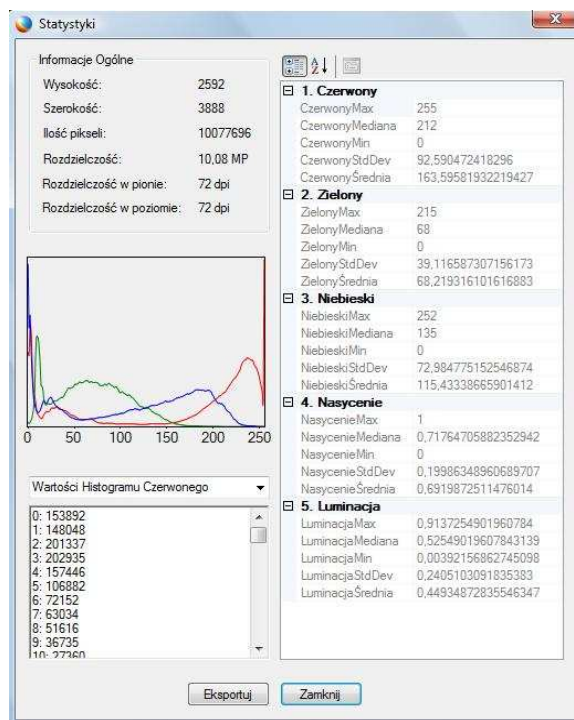
Funkcja *ppokaż histogram* (rys. 10) otwiera kolejne okno aplikacji, w którym zilustrowane są histogramy palety *RGB* dla obrazów kolorowych, bądź histogram *odcieni szarości* dla zdjęć czarno-białych. W takim oknie użytkownik poprzez rozwijane menu ma możliwość wyboru pomiędzy wykresem trzech barw *RGB* jednocześnie lub każdej z barw osobno.



Rys. 10. Okno *histogram*  
 Fig. 10. *Histogram* window

*Statystyki* (rys. 11) to najbardziej obszerna funkcja programu *PIAO*. Po jej uruchomieniu otwiera się okno, w którym zawarte są wszystkie dostępne informacje na temat obrazu. Prócz danych podstawowych takich jak: wysokość czy szerokość obrazu, ilość pikseli czy rozdzielczości znajdują się także informacje szczegółowe. Jeśli analizowany obraz jest kolorowy to w oknie widoczne są informacje o barwach: czerwonej, zielonej i niebieskiej oraz dane dotyczące nasycenia i luminacji obrazu. Dla każdej z wymienionych danych dostępne są informacje o wartościach mi-

nimalnych, maksymalnych, średniej, medianie oraz odchyleniu standardowym. W przypadku obrazu czarno-białego informacje zwarte w oknie statystyk dotyczą tylko skali szarości oraz luminacji. Okno statystyk obrazu zawiera również wykres oraz wartości histogramu barw znajdujących się na obrazie [1].



Rys. 11. Okno *statystyki*  
 Fig. 11. *Statistic* window

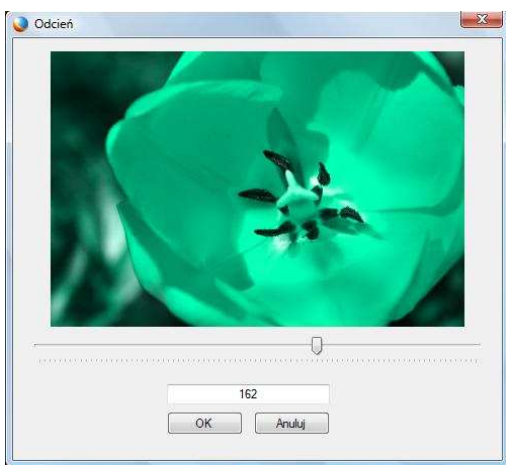
Za pomocą przycisku *eksportuj* możliwe jest zapisanie danych z przeprowadzonej analizy w pliku zewnętrznym o formacie *\*.csv* (ang. *Comma Separated Values*). Funkcja eksportu danych dostępna jest również z poziomu menu *plik-eEksportuj dane*, a także kontekstowego menu obrazkowego. W efekcie uruchomienia funkcji eksportu pojawia się okno, w którym dokonać można wyboru eksportowanych cech, gdyż nie zawsze wszystkie uzyskane z obrazu informacje są potrzebne w dalszym wykorzystaniu [3]. Wybór pożądanej cechy odbywa się na zasadzie zaznaczenia odpowiedniej danej. Plik zewnętrzny powstały w wyniku eksportu posiada nazwę analizowanego obrazu oraz rozszerzenie *\*.csv*. Plik wynikowy jest zapisywany w wybranej przez użytkownika lokalizacji. Dostępne są dwa rodzaje formatowania pliku. Jednym z nich jest *format raportu do druku*. Cechuje się on wierszowym ułożeniem danych. Drugim formatem jest *format danych do przetwarzania np. w programie STATISTICA*. Jego cechą charakterystyczną jest kolumnowe ułożenie danych, tak by plik był łatwo edytowalny, by można było w nim dodać kolejne wiersze. Od ilości i jakości wyeksportowanych danych zależą zbiory uczące przeznaczone do budowy *SSN*, dla których program jest dedykowany.

## 6. Menu *filtruj*

Menu *filtruj* (rys. 12) to zbiór funkcji do przetwarzania obrazu w celu nadania mu innych cech, bardziej przez użytkownika pożądanych. Wybierając z menu *odcień* (rys. 13), użytkownik ma wpływ na zmianę odcienia barwy występującej na zdjęciu.

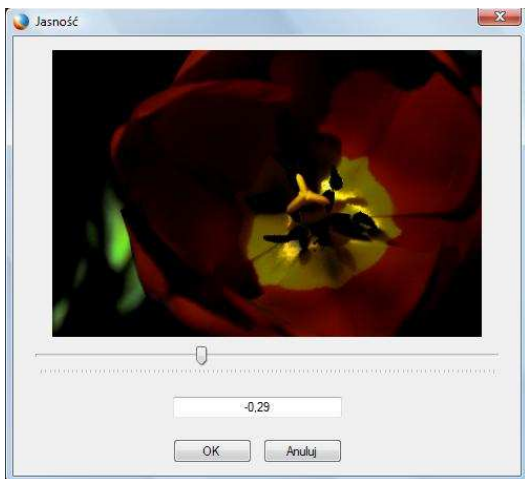


Rys. 12. Menu *filtruj*  
Fig. 12. Menu *filter*

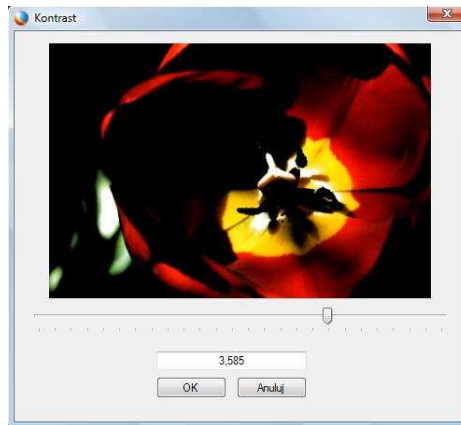


Rys. 13. Funkcja *odcień*  
Fig. 13. Function *tint*

Z kolei funkcja *jasność* (rys. 14) pozwala uwypuklić lub ukryć pewne szczegóły obrazu, które wzbogacą lub zubożą jego analizę. Używając funkcji *kontrast* (rys. 15) mamy możliwość odpowiedniego wyeksponowania interesujących użytkownika fragmentów obrazu [2].

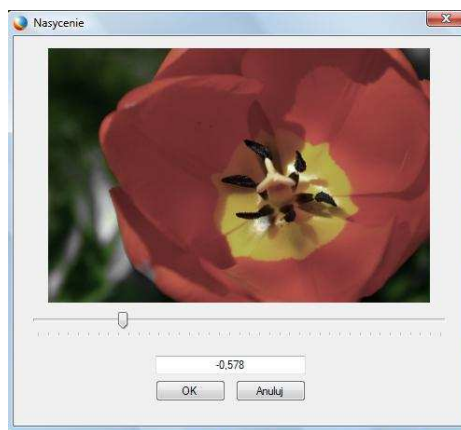


Rys. 14. Funkcja *jasność*  
Fig. 14. Function *brightness*

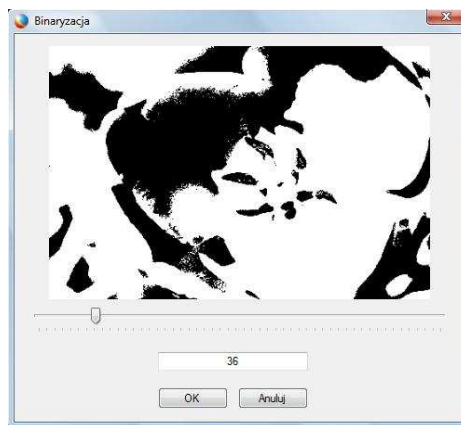


Rys. 15. Funkcja *kontrast*  
Fig. 15. Function *contrast*

*Nasycenie* (rys. 16), to korekta intensywności wyświetlanych barw, mająca istotne znaczenie w analizowaniu obrazu, gdzie głównym czynnikiem analizy jest kolor. *binaryzacja* (rys. 17) jest zamianą obrazu kolorowego lub w skali szarości na czarno-biały, gdzie rozróżniane są tylko dwa kolory czarny i biały.

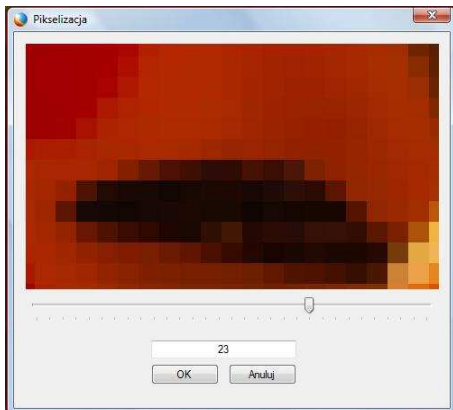


Rys. 16. Funkcja *nasycenie*  
Fig. 16. Function *saturation*



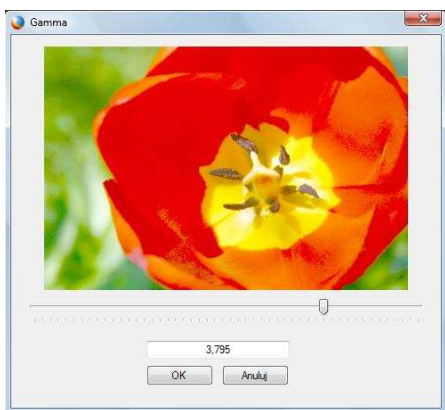
Rys. 17. Funkcja *binaryzacja*  
Fig. 17. Function *binaryzation*

Ilość pikseli białych i czarnych zależy od stopnia binaryzacji, który ustala użytkownik. Kolejną funkcją jest *pikselizacja* (rys. 18) zamieniająca zwykły obraz w piksele o bokach zdefiniowanych przez użytkownika. *pikselizacja* „zamazuje” obraz, sprawia że z punktu widzenia wzroku człowieka staje się on mniej wyraźny, natomiast z punktu widzenia komputerowej analizy pozwala to ekspozycję barw zamiast kształtów.



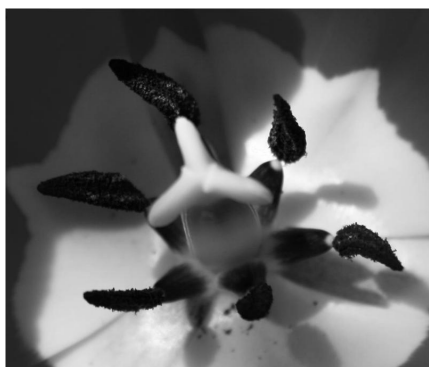
Rys. 18. Funkcja pikselizacja  
Fig. 18. Function pikselization

Korekta gamma (rys. 19) to funkcja redukująca tzw. zaszumienia powstałe w wyniku np. skanowania obrazu, poprzez redukcję nadmiernego kontrastu obrazu wejściowego. Zadaniem funkcji *uśrednij* jest zmiana wartości sąsiadujących ze sobą na obrazie pikseli, po zastosowaniu tej funkcji obraz staje się bardziej „miękki”, a barwy przechodzą bardziej płynnie. *zamaż* i *wyostrz* to funkcje sobie przeciwstawne. Zamazywanie obrazu powoduje efekt nieostrości, zamazania szczegółów, natomiast efektem wyostrenia jest dokładniejsze oddzielanie się barw i krawędzi obrazu.



Rys. 19. Funkcja gamma  
Fig. 19. Function gamma

Skala szarości (rys. 20) zamienia obraz kolorowy w monochromatyczny, potocznie zwany czarno-białym. Takie przekształcenie często jest przydatne, gdy użytkownikowi bardziej zależy na analizie kształtów niż na barwach. Z kolei *negatyw* (rys. 21) jest odwróceniem barw z pozytywu. Taki efekt pozwala na zmianę kolorów, ich nasycenia i występowania, a co za tym idzie zmienia się charakterystyka obrazu.

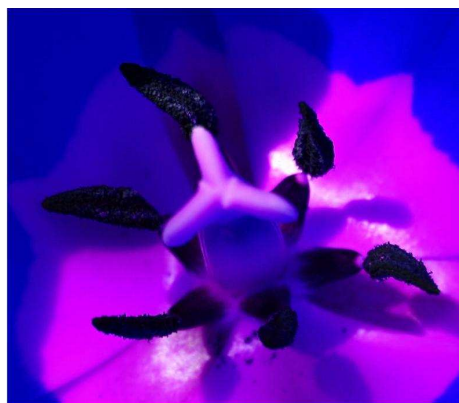
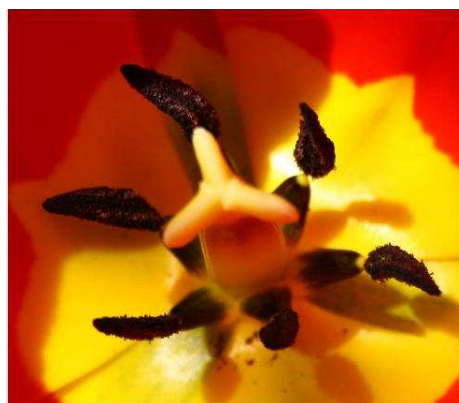


Rys. 20. Skala szarości  
Fig. 20. Gray scale



Rys. 21. Funkcja negatyw  
Fig. 21. Function negative

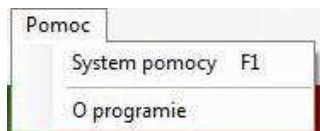
Zmiana charakterystyki kolorów może pozwolić na wydobycie istotnych szczegółów obrazu, dlatego też w aplikacji dostępna jest funkcja *zamień kanały kolorów* (rys. 22), powodująca zamianę koloru czerwonego zielonym, zielonego niebieskim, niebieskiego czerwonym. Ostatnimi funkcjami są: *zostaw kolor* lub *usuń kolor*. W każdej z tych opcji użytkownik ma wybór, którą z barw palety RGB chce pozostawić lub usunąć. Funkcja ta pozwala na dostosowanie obrazu do potrzeb analizy, dodając lub eliminując żądany kolor.



Rys. 22. Funkcja zamień kanały kolorów  
Fig. 22. Function replace color channels

## 7. Menu Pomoc

Menu *pomoc* (rys. 23) to charakterystyczna część każdej aplikacji. Klikając *system pomocy* otwiera się osobne okno, w którym zawarty jest opis programu oraz ilustracja efektów działania kolejnych metody i funkcji *o programie* (rys. 24) to funkcja uruchamiająca okna, w którym zawarte zostały podstawowe dane na temat aplikacji *PiAO*.



Rys. 23. Menu *pomoc*  
Fig. 23. Menu *help*



Rys. 24. Okno *o programie*  
Fig. 24. Window *about program*

W czasie projektowania oraz wytwarzania oprogramowania szczególna uwaga została zwrócona na intuicyjność oraz łatwość obsługi oprogramowania. Dlatego też *PiAO* zostało wyposażone w liczne skróty klawiszowe ułatwiające pracę. W celu szybszej obsługi programu utworzono również menu obrazkowe, na którym pod postaciami ikon znalazły się najczęściej używane funkcje programu.

### *AForge.NET*

W *PiAO* użyto pomocniczej biblioteki, której elementy wykorzystano w funkcjach związanych z przetwarzaniem oraz analizą obrazów. *AForge.NET* jest biblioteką bezpłatną opartą na licencji *GNU LGPL (Lesser General Public License)*.

## *MS Chart*

Biblioteka służąca to wytwarzania wykresów w środowisku *MS Windows*, dedykowana językowi *C#*. Pozwala na wykorzystanie dowolnie przygotowanych danych w programie. Współpracuje z programami wykorzystującymi środowisko uruchomieniowe *Framework .NET 3.5*.

## 7. Podsumowanie

W pracy przedstawiono system informatyczny *PiAO*, służący do przetwarzania oraz analizy obrazów, którego zadaniem jest generowanie zbiorów uczących przeznaczonych do budowy modeli sztucznych sieci neuronowych. System *PiAO* cechuje się uniwersalnością, można go stosować nie tylko w problemach związanych z inżynierią rolniczą. Program został wyposażony w wiele funkcji spotykanych w programach komercyjnych. Jego zaletą są niewygórowane wymagania systemowe oraz możliwość jego uruchamiania na platformach sprzętowych wyposażonych w system operacyjny *Windows*.

## 8. Wnioski

1. System informatyczny *PiAO* spełnia nowoczesne wymagania programowania. Wytworzone oprogramowanie jest zgodne z założeniami projektowymi i spełnia kryteria postawione w inżynierii oprogramowania.
2. Systemu *PiAO* jest funkcjonalnym systemem informatycznym, w szczególności przydatnym jako instrument wspierający procesy analizy obrazów cyfrowych oraz wspomagający eksport pozyskanych danych empirycznych do postaci adekwatnej dla dalszego przetwarzania w pakiecie *STATISTICA*.

## 9. Literatura

- [1] Doros M.: Przetwarzanie. wyd. 6. Warszawa. Wyższa Szkoła Informatyki Stosowanej i Zarządzania, 2006.
- [2] Jankowski M.: Elementy grafiki komputerowej. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 2006.
- [3] Liberty J.: *C#*. Programowanie. Helion, 2005.
- [4] Lis M.: *C#*. Praktyczny kurs. Helion, 2008.
- [5] Owczarz-Dadan A.: ABC fotografii cyfrowej i obróbki zdjęć. Helion, 2006.
- [6] Rychlicki-Kicior K.: *C#*. Tworzenie aplikacji graficznych w .NET 3.0. Helion 2007.
- [7] Tadeusiewicz R., Flasiński M.: Rozpoznawanie obrazów. Warszawa, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, 1991.
- [8] Tadeusiewicz R., Korohoda P.: Komputerowa analiza i przetwarzanie obrazów, Kraków. Wydawnictwo Fundacji Postępu Telekomunikacji, 1997.