

PRZETWARZANIE OBRAZÓW W APLIKACJACH MEDYCZNYCH I PRZEMYSŁOWYCH

Zbigniew Bubliński, Zbigniew Mikrut, Piotr Pawlik: **Automatyczne wyznaczanie stref kolizji pojazdów** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

W niniejszym artykule przedstawiono metodę automatycznego wyznaczania stref kolizji pojazdów, bazującą na analizie filmów zarejestrowanych kamerą cyfrową na skrzyżowaniach z sygnalizacją świetlną. Widoczne na poszczególnych klatkach poruszające się pojazdy są wykrywane, a następnie zapamiętywane są ich trajektorie. Ślady pojazdów poruszających się w identycznym kierunku tworzą pewnego rodzaju „korytarze”, zaś przecięcia wspomnianych „korytarzy” (obszary wspólne) stanowią wystarczająco precyzyjną lokalizację stref kolizji. Artykuł zawiera szczegółowy opis opracowanego algorytmu oraz rezultaty uzyskane w trakcie analizy wybranych filmów.

Agnieszka Dąbrowska, Kazimierz Wiatr: **Implementacja procesu kwantyzacji w strukturach FPGA dla potrzeb kompresji obrazu** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

Kwantyzacja jest jednym z podstawowych metod kompresji stratnej. Jest ona stosowana w standardowych algorytmach kompresji obrazu nieruchomego (JPEG), jak również algorytmów kompresji obrazów ruchomych (MPEG, H.26x). W przypadku algorytmów kompresji obrazu, kwantyzacji poddawane są współczynniki otrzymane z dwuwymiarowej dyskretniej transformacji kosinusowej przeprowadzonej na blokach o rozmiarze 8×8 pikseli. W referacie przedstawiono podstawy procesu kwantyzacji w standardzie MPEG-2, z uwzględnieniem implementacji w układach FPGA (XCV200BG352 oraz XCV2P125FF1704).

Marcin Krupski, Andrzej Cader: **Możliwość wykorzystania struktur fraktalnych do modelowania krzywych w grafice komputerowej** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

Podstawowym narzędziem wykorzystywanym przy tworzeniu grafiki komputerowej są algorytmy generowania krzywych z wykorzystaniem interfejsu manualnego (np. myszka). Stosowane rutynowo w aplikacjach graficznych pozwalają tworzyć pomiędzy zadany-
mi punktami krzywe odtwarzające funkcje różnej klasy ciągłości,

najczęściej wielomiany (krzywe Beziera). W wielu zastosowaniach, szczególnie artystycznych, występuje potrzeba generowania linii niegładkiej – cieniowanej lub poszarpanej, jaką w grafice klasycznej tworzą proste narzędzia artystyczne. W pracy zaproponowano do tego celu algorytm oparty na krzywych fraktalnych, które z natury nie są liniami gładkimi i pozwalają uzyskiwać dużą różnorodność struktury rysowanej linii. W algorytmie tym wykorzystano dobrze znany obiekt fraktalny, jakim jest krzywa von Kocha, zmodyfikowany w oryginalny sposób.

Zbigniew Mikrut, Zbigniew Rudnicki: **Ekstrakcja cech z sekwencji cyfrowych obrazów tarcia ślizgowego** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

W artykule przedstawiono metody analizy obrazów mikroskopowych, powstających na powierzchni stalowej tarczy podczas tarcia ślizgowego próbek kompozytów PTFE. Analizowane obrazy mają ukierunkowaną strukturę. Przenoszony na powierzchnię stali materiał tworzy ciemne, cienkie smugi, a czasem powstają większe obiekty, mające charakter plam. Po wzięciu pod uwagę ukierunkowanej struktury obrazu zaproponowano obliczanie kilku cech, wyznaczanych na podstawie rzutu obrazu w kierunku ruchu (transformacja Radona). Do uwypuklenia lokalnych maksimów wykorzystano operację top-hat. Zarówno funkcje rzutów, jak i cały obraz binaryzowano za pomocą progów, wyznaczonych na podstawie miar statystycznych.

Adam Sędziwy: **Komputerowe wspomaganie diagnostyki w leczeniu powikłań stopy cukrzycowej** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

Niniejszy artykuł poświęcony jest komputerowej metodzie określania rozmiarów zmian skórnych u chorych z powikłaniami stopy cukrzycowej. Porównanie wielkości tych zmian w kolejnych fazach leczenia pozwala lekarzowi na określenie skuteczności i ocenę przebiegu podjętej terapii.

Łukasz Tomczak, Włodzimierz Mosorow: **Ocena stopnia jednorodności mieszaniny materiałów sypkich z wykorzystaniem technik przetwarzania obrazów** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

W niniejszym artykule przedstawiono metodę pomiaru homogeniczności mieszaniny materiałów sypkich. Powyższa metoda wykorzystuje techniki przetwarzania obrazów w celu automatycznego uzyskania tekstury mieszaniny, znajdującej się na przenośniku taśmowym, a następnie stosuje analizę głównych składowych do oce-

ny stopnia jej jednorodności. Prezentowaną metodę wykorzystano do analizy przykładowej sekwencji klatek przesuwającego się przenośnika taśmowego z mieszaniną dwóch materiałów sypkich, otrzymaną za pomocą kamery CCD.

Jacek Chodak, Zbigniew Mikrut: **Komputerowy interfejs dla osób o skrajnie ograniczonej mobilności** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

W pracy opisano aktualnie używane komputerowe interfejsy, przeznaczone dla osób o bardzo ograniczonej mobilności. Na podstawie analizy potrzeb oraz możliwości konkretnego użytkownika (chłopca, który może poruszać jedynie mięśniami twarzy) skonstruowano dwa rodzaje interfejsów, wykorzystujących jeden lub dwa joysticki poruszane brodą. Wykonano joystick dwustanowy (wykorzystujący mikroprzełączniki), który jest bardziej odporny na zakłócenia. Interfejsy testowano, badając możliwości użytkowania popularnych programów i gier.

PRZETWARZANIE I ANALIZA SYGNAŁÓW W SYSTEMACH IDENTYFIKACJI I STEROWANIA

Krzysztof Chrzanowski, Tomasz Raźniewski: **Symulacja komputerowa w szkoleniu operatorów kamer termowizyjnych** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

W artykule zaprezentowano komputerowy symulator do szkolenia operatorów obserwacyjnych kamer termowizyjnych. Symulator umożliwia generację obrazów termalnych wytwarzanych przez wiele realnych kamer termowizyjnych w symulowanych warunkach obserwacji. Wysoką wierność symulacji uzyskano poprzez wykorzystanie kilku mierzalnych parametrów kamer termowizyjnych jako danych wejściowych oraz wykorzystanie dokładnego modelu systemu obserwacji. Symulator jest wyposażony w funkcje zwiększające efektywność i szybkość procesu szkolenia dużych grup studentów.

Ewa Dudek-Dyduch, Jarosław Wąs: **Formalizacja automatów komórkowych w zagadnieniach symulacji dynamiki pieszych** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

Artykuł zawiera propozycję zmodyfikowanej formalizacji automatów komórkowych, która umożliwia zaproponowanie nowej klasy automatów, wychodzących poza klasyczną formułę, gdzie

stan danej komórki zależy jedynie od relacji lokalnych. Rozszerzona koncepcja automatu komórkowego umożliwia uwzględnianie relacji globalnych w procesie decyzyjnym. Omawiana klasa automatów ma zastosowanie w tworzeniu modeli dynamiki pieszych.

Maciej Garbacz: **Laboratoryjny robot mobilny Khepera II** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

W niniejszej pracy zaprezentowano opis stanowiska laboratoryjnego zbudowanego w Katedrze Automatyki AGH. Stanowisko składa się z robota mobilnego Khepera II połączonego łączem przewodowym z komputerem PC. Łącze to służy zarówno do komunikacji z komputerem, jak i do zasilania robota. Zbudowane stanowisko umożliwia testowanie algorytmów planowania trajektorii dla robotów mobilnych.

Przemysław Korohoda: **Dyskusja możliwości dostosowania opisu algorytmów filtracji adaptacyjnej do wybranej dyskretnej transformacji** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

W artykule przedstawiono możliwość przystosowania opisu powszechnie stosowanych algorytmów filtracji adaptacyjnej do wybranej, dostosowanej do danego typu sygnału, dyskretnej transformacji ortogonalnej. W typowo stosowanym opisie korzysta się z odpowiedzi impulsowej filtru wynikającej z częstotliwościowej interpretacji według teorii Fouriera, natomiast zaproponowany opis bazuje na teorii uogólnionego splotu kołowego. Wyprowadzone zależności zostały zilustrowane przykładowymi symulacjami dla transformacji Haara, Hadamarda, Hartleya i kosinusowej typu 3.

Przemysław Korohoda: **Projektowanie banków filtrów wyższych rzędów dla potrzeb transmultipleksacji** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

W artykule przedstawiono propozycję metody wyznaczania współczynników banków filtrów syntetyzujących i analizujących dla schematu transmultipleksacji. Wykorzystując macierzową interpretację splotu sygnału nadpróbkowanego, opracowano warunki gwarantujące idealne odtworzenie, gdy założona liczba współczynników każdego filtru jest większa niż poddana transmultipleksacji liczba sygnałów. Rozważania ogólne zilustrowano przykładem obliczeniowym dla trzech sygnałów oraz filtrów 5-elementowych.

Wojciech Kreft: **Model zużycia energii cieplnej przez budynek dla różnych strategii sterowania** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

Artykuł prezentuje zagadnienia związane z wyborem strategii sterowania lokalnego dla układu sieci centralnego ogrzewania w jednym z budynków AGH w Krakowie. Rozpatruje się realizację określonego stałego w czasie przepływu wody grzewczej oraz okresowego włączania i wyłączania przepływu o wartości możliwie maksymalnej. Obie strategie mają wady i zalety, a celem artykułu jest pokazanie ich.

Jacek Nowakowski, Daniel Kaczorowski: **Modelowanie środowiska 3D z danych pomiarowych** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

W artykule opisane zostały programy zbudowane w celu symulowania pracy skanera laserowego SICK. Symulator ten składa się z dwóch programów. Jeden generujący dane pomiarowe o odległościach przedmiotów. Drugi odbierając te dane, odtwarza położenie przeszkód w postaci obrazu 2D i 3D. Dodatkowo przedstawiony jest także program wizualizujący przestrzeń trójwymiarową, wykorzystujący grafikę 3D. Program ten obrazuje przepływ mieszaniny wody i oleju i może być stosowany w zagadnieniach tomografii procesowej. Trzecim programem wykorzystującym grafikę trójwymiarową jest wizualizacja procesu zalewania terasy zalewowej dorzecza Pilicy.

Krzysztof Przybyszewski, Krzysztof Łukasiak: **Symulacja procesu rozdrabniania ultradrobego dla niejednomodalnych rozkładów rozmiarowych ziaren** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

Do symulacji procesu rozdrabniania ultradrobnych ciał stałych, których ziarna zbudowane są z kryształów, aglomeratów bądź agregatów, będącego procesem stochastycznym mającym cechy fizykochemicznego procesu kolektywnego, można zastosować algorytmy oparte na metodach probabilistycznych, co zostało wykazane we wcześniejszych pracach [10, 9]. Przedstawiono w nich symulacje rozdrabniania w przypadku rozkładów rozmiarowych jednomodalnych. W niniejszej pracy przedstawiono zastosowanie ustalonego wcześniej algorytmu do modelowania materiałów o rozkładzie ziaren niejednorodnym. Zaproponowano także uzależnienie prawdopodobieństwa rozpadu ziarna od wielkości jego przekroju, co zwiększa zgodność uzyskanych wyników z wynikami eksperymentów rzeczywistych.

Paweł Russek, Kazimierz Wiatr: **Perspektywy przyspieszenia obliczeń w instalacjach o wielkich mocach obliczeniowych za pomocą układów logiki rekonfigurowalnej** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

Autorzy prezentują znaną, lecz nie w pełni dotychczas wykorzystaną technikę przyspieszania obliczeń za pomocą układów logiki rekonfigurowanej w kontekście współczesnych możliwości masowego jej wykorzystania w wieloprocessorowych i wielowątkowych systemach o wielkich mocach obliczeniowych. W skrócie zaprezentowane są podstawowe pojęcia i techniki stosowane w tej technologii oraz przeprowadzone są rozważania nad możliwością szerokiego zastosowania powyższej techniki przy teraźniejszym stanie rozwoju półprzewodnikowych układów rekonfigurowalnych FPGA.

Dominik Sankowski, Krzysztof Strzecha, Michał Janicki: **Projekt aplikacji sterującej Thermowet** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

Thermowet jest aplikacją sterującą procesem wytapiania metali do celów pomiarowych kąta zwilżania powierzchni. Prowadzone w Katedrze Informatyki Stosowanej Politechniki Łódzkiej prace projektowe mają na celu wytworzenie dla tej aplikacji wydajnego, przygotowanego do zmian w zakresie funkcjonalności i niezawodnego szkieletu. Centralnym elementem projektu jest obiektowo zorientowany moduł synchronizacji i szeregowania zadań. Kolejnymi elementami są obiektowo zorientowane moduły akwizycji i przetwarzania obrazu oraz komunikacji szeregowej. Narzędziem zapewniającym pożądane cechy jakościowe oraz skalowalność rozwiązania są wzorce projektowe. Zastosowanie go wraz z technikami programowania obiektowo zorientowanego pozwala na uzyskanie projektowej warstwy abstrakcji grupującej funkcjonalność aplikacji.

Michał Turek: **Wykrywanie analogii zachowań obiektów z zastosowaniem w sterowaniu ich właściwościami** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

Celem artykułu jest zaproponowanie możliwości zastosowania rozwijanej przez autora techniki analizy obiektów z użyciem analogii przyczynowo-skutkowych w module monitorującym obiekty zewnętrzne, analizującym ich zachowanie i sterującym nimi. Niecodziennosc techniki polega na tym, że prowadzi ona (w sposób

automatyczny) zestawienia statystyczne informacji o monitorowanych obiektach i na tej podstawie umożliwia wykrycie przyczyn lub predykcję skutków obserwowanej serii stanów kolejnego podanego na wejściu obiektu. System monitorujący środowisko naturalne otrzymuje informacje o fizycznych obiektach, których stany w środowisku się zmieniają. Zmiany mogą być powodowane zarówno przez samą charakterystykę obiektu, jak i mogą powstawać w wyniku statystycznie poprawnej decyzji czynnika ludzkiego wobec fizycznego obiektu. Taka informacja może służyć za podstawę do poszukiwania sytuacji analogicznych występujących w przypadku innych, zadanych do rozważania obiektów i formułowania tez o tych obiektach płynących z ich analogicznego zachowania. Zdefiniowany zostanie specjalny format kodowania wiedzy, przechowujący informacje o zestawieniach analizowanych obiektów. Proces pozyskiwania i formatowania wiedzy jest przeprowadzany w pełni automatycznie, jednak proponowany format wiedzy nadal umożliwia ingerencję eksperta dziedzinowego (wiedza jest czytelna). Wiedza zbierana jest na podstawie dostarczonych sygnałów będących prostą informacją o konkretnym parametrze konkretnego monitorowanego obiektu oraz o chwilowej wartości tego parametru. Kolejny obiekt poddany analizie będzie konfrontowany z posiadaną wiedzą i w przypadku wykrycia sytuacji analogicznych, charakteryzujących obiekty rejestrowane w przeszłości, możliwa będzie predykcja konsekwencji stanów obiektu oraz ustalenie czynników, jakimi należy zadziałać na obiekt w celu wymuszenia jego właściwej konfiguracji w przyszłości.

Andrzej Tutaj: **Zastosowanie zmodyfikowanych wersji predyktora Smitha w rozproszonych układach regulacji** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

Artykuł traktuje o użyciu zmodyfikowanych wersji klasycznego predyktora Smitha w rozproszonych układach regulacji. Wprowadzone do predyktora modyfikacje mają na celu dostosowanie go do zmienności występujących w sieciach komunikacyjnych opóźnień i do przypadków gubienia pakietów. W artykule opisano kilka odmian predyktora, wskazując każdorazowo, dla jakich własności sieci dane odmiany mają zastosowanie. Działanie niektórych spośród opisanych układów regulacji zilustrowano wynikami symulacji. Na ich podstawie porównano jakość regulacji dla klasycznego predyktora oraz jego różnych odmian. Poruszono także problem stabilności otrzymanych układów.

Marek Zachara: **Analiza w czasie rzeczywistym ruchu kamery względem sceny na podstawie analizy wektorów ruchu** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

Prezentowany artykuł opisuje proces oceny ruchu kamery względem sceny. Analiza ta odbywa się na podstawie obliczonych wektorów ruchu dla poszczególnych, wybranych elementów sceny. Opisana została metoda wyboru obszarów, dla których liczone będą te wektory. Metoda pozwala na znalezienie obszarów o dużej różnorodności, co zmniejsza ilość błędnych dopasowań na kolejnych klatkach. Zaproponowano też wykorzystanie dużej ilości małych obszarów rozmieszczonych równomiernie na całej powierzchni obrazu do takiej analizy. Przedstawiono zalety takiego rozwiązania dla odtworzenia ruchu kamery. Przedstawiona została też dodatkowa metoda minimalizacji błędów opierająca się na porównaniach wektorów ruchu z wektorami najbliższych sąsiednich obszarów.

Jerzy Zalewicz: **Zastosowanie dyskretnej transformaty Laplace'a do modelowania przebiegu procesów przejściowych w przemyśle** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

Rzeczywiste przebiegi parametrów technologicznych związanych z transportem materiałów sypkich lub płynów mogą zostać opisane z wykorzystaniem dyskretnej transformaty Laplace'a. Szczególna uwaga zwrócona będzie nie tylko na łatwość opisu opóźnień fizycznych za pomocą powyższej transformaty, ale także na możliwość zastosowania do tego celu specjalistycznego oprogramowania MATLAB. Wyznaczono zarówno ciągłe, jak i dyskretne modele, opisujące przebiegi wielkości fizycznych z opóźnieniem i dokonano ich porównania.

ROZPOZNAWANIE INFORMACJI WIZYJNEJ

Robert Ambroziak, Joanna Sekulska-Nalewajko, Marek Matulski: **Analiza wymiaru fraktalnego okrzemek** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

W pracy przedstawiono zastosowanie analizy fraktalnej do szacowania wymiarów fraktalnych okrzemek, jednokomórkowych glonów. Testowaniu poddano pięć typów morfologicznych okrzemek oraz jeden typ glonów z rodzaju *Pediastrum* (zielenice). Porównanie wymiarów fraktalnych jako metoda analizy morfologicznej może służyć do identyfikacji i klasyfikacji organizmów. W przypadku te-

stowanych glonów wykazano różnice między wymiarami fraktalnymi okrzemek i zielenic oraz między okrzemkami o złożonej budowie a okrzemkami o budowie prostej.

Wojciech Bieniecki: **Analiza wymagań dla metod przetwarzania wstępnego obrazów w automatycznym rozpoznawaniu tekstu** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

W artykule przedstawiono przegląd zagadnień dotyczących algorytmów przetwarzania obrazów dla potrzeb automatycznego rozpoznawania tekstu. Uwagę skupiono na algorytmach przetwarzania wstępnego, których celem jest usunięcie błędów akwizycji obrazu oraz defektów samego obrazu. Błędy te uzależnione są od typu samego urządzenia, warunków jego pracy, a także zastosowanego formatu zapisu pliku obrazu. Część doświadczalna pracy polegała na przetestowaniu zdolności rozpoznawania strony tekstu programem FineReader.

Stanisław Fuksa, Witold Byrski: **Czteropunktowa metoda identyfikacji transformacji stereowizyjnej** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

Prezentujemy prostą relację geometryczną związaną z transformacjami stereowizyjnymi. Podajemy metodę kalibrowania – identyfikacji. Metoda identyfikacji oparta jest na pomiarze położenia na monitorze kamery pewnej ilości punktów i znajomości ich położenia rzeczywistych w zewnętrznym układzie współrzędnych. Omawiana relacja nazywana będzie transformacją „płaską” i może służyć, jak pokazano, do określenia przestrzennego położenia punktu na podstawie jego obrazów na monitorach dwóch kamer. Istotną cechą sposobu kalibracji, jest liniowość i niski wymiar układów równań określających współczynniki transformacji.

Ernest Jamro, Kazimierz Wiatr: **Implementacja w układach FPGA silnie zrównoleglonej operacji *Look-Up Table*** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

Niniejszy artykuł opisuje sprzętową realizację lokalnej transformacji *Look-Up Table* (LUT) stosowanej do wstępnego przetwarzania obrazu, np. wyrównywania histogramu dla sieci neuronowej. Aby sprostać wymaganiom czasowym, konieczne stało się silne zrównoleglenie wykonywania operacji LUT. Niestety algorytm LUT jest trudny do zrównoleglenia ze względu na konieczność sekwencyjnej zmiany zawartości pamięci LUT dla każdego fragmentu obrazu. W konsekwencji zrównoleglenie zostało zrealizowane w dwojaki sposób: zrównoleglenie wewnątrz pojedynczego modu-

łu LUT oraz równoległa praca poszczególnych modułów LUT podczas wykonywania operacji LUT sąsiadujących ze sobą fragmentów obrazu. W celu przyspieszenia projektowania całego systemu wykorzystano środowisko EDK firmy Xilinx, w którym zaprojektowano własne moduły.

Włodzimierz Mosorow, Tomasz Marek Kowalski: **Zastosowanie zredukowanego drzewa komponentów do klasyfikacji informacji zawartej w obrazie** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

Artykuł przedstawia wstępne wyniki analizy drzewa komponentów stosowanego do przetwarzania obrazów. Zaproponowano redukcję liczby komponentów zawartych w drzewie do pozostawienia takich, które odpowiadają najistotniejszym obszarom obrazu nazwanym przez autorów „najbardziej znaczącą” informacją obrazu, lub w celu usunięcia „najmniej znaczącej” informacji.

Zofia Stawska, Adam Jóźwik: **Klasyfikatory z gradacją błędów wykorzystujące sumę rang** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

W artykule została zaproponowana modyfikacja schematu podejmowania decyzji opartego na regule k najbliższych sąsiadów, polegająca na wprowadzeniu gradacji błędu. Stosowane do tej pory metody rozpoznawania obrazów pozwalają na ocenę jakości klasyfikacji jako funkcji prawdopodobieństwa mylnej decyzji. Prawdopodobieństwo to szacowane jest eksperymentalnie jako średni błąd klasyfikacji obiektów o znanej przynależności. Wprowadzenie gradacji błędów umożliwia oszacowanie prawdopodobieństwa mylnej decyzji w zależności od cech klasyfikowanego obiektu.

Sebastian Stoliński, Szymon Grabowski: **Eksperymentalne porównanie filtrów medianowych do usuwania szumów impulsowych z obrazów barwnych** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

Klasycznym narzędziem do usuwania szumu impulsowego z obrazów szarych jest filtr medianowy. Niestety, w przestrzeniach wektorowych nie istnieje naturalny porządek elementów, a zatem definicja mediany w odniesieniu do pikseli reprezentowanych np. w przestrzeni barw RGB musi być zmieniona. Pierwszym uogólnieniem filtru medianowego na przestrzenie wektorowe był filtr VMF (1990). W następnych latach pojawiło się wiele propozycji filtrów o niejednokrotnie wyższej jakości rekonstrukcji zaszumionego obrazu niż filtr VMF. W niniejszej pracy dokonujemy obszernego porównania algorytmów znanych z literatury przy różnym stopniu zaszumienia kilku obrazów, badając także wpływ metryki na jakość i szyb-

kość filtracji. Dodatkowo analizujemy skuteczność filtrów na tzw. mikroobrazkach, czyli małych fragmentach rzeczywistych obrazów. Nowym elementem w pracy jest wprowadzenie metryki kierunkowej jako kryterium podejmowania decyzji w istniejących już filtrach.

Mirosław Jabłoński, Jaromir Przybyło, Paweł Wołoszyn: **Automatyczna segmentacja twarzy dla potrzeb interfejsu człowiek-komputer** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

Skuteczna detekcja i lokalizacja twarzy jest podstawowym wymaganiem dla wizyjnych interfejsów człowiek-komputer opartych na analizie mimiki twarzy. Istniejące metody poszukiwania twarzy, wykorzystujące segmentację, wymagają stosowania dodatkowej analizy w rzeczywistych warunkach akwizycji obrazów. W niniejszej pracy przedstawiono metodę segmentacji twarzy opartą na analizie kolorów, połączoną z automatyczną kalibracją parametrów algorytmu. Kalibracja bazuje na aktywnym oświetleniu. Opracowana metoda kalibracji pozwala na zwiększenie skuteczności segmentacji twarzy.

Roman Vorobel, Magdalena Stobińska: **Adaptacyjna metoda poprawy kontrastu obrazu** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

Zrealizowano i zaprezentowano adaptacyjną metodę poprawy kontrastu obrazu w procesie jego rekonstrukcji. Zaobserwowano efekt utworzenia artefaktów w postaci wzmacniania szumu w przetwarzanym obrazie oraz powstawania charakterystycznej aureoli na krawędziach obiektów o wysokim kontraście. Zaproponowano nowe podejście do wyliczania kontrastu lokalnego, którego adaptacyjne wzmacnianie przyczynia się do redukcji powstałych artefaktów.

TOMOGRAFIA PROCESOWA

Krzysztof Grudzień, Andrzej Romanowski: **Określenie dynamiki przepływu grawitacyjnego przy wykorzystaniu jednopłaszczyznowego czujnika tomograficznego** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

W artykule zostały przedstawione wstępne rezultaty prac nad badaniem dynamiki przepływu grawitacyjnego przy wykorzystaniu pojemnościowej tomografii procesowej. W przeprowadzonych eksperymentach zostały użyte dwa materiały o różnych właściwościach fizykochemicznych: ryż i plastik. Zaproponowana statystyczna analiza danych dotyczyła zrekonstruowanych obrazów tomograficznych. Wartości pikseli w każdym z obrazów tomograficznych

mają charakter losowy, dlatego też zastosowano metody analizy szeregów czasowych, które są oparte na teorii procesów stochastycznych. W artykule użyte zostały estymatory podstawowych parametrów statystycznych, mianowicie autokorelacji i wariancji do badania przepływu grawitacyjnego w oparciu o jedną płaszczyznę czujnika. Odpowiednia interpretacja zmian koncentracji materiału podczas opróżniania hopera umożliwiła zbadanie dynamiki zjawiska. W przyszłości wyniki posłużą do lepszej kontroli i monitorowania przepływu grawitacyjnego. Zaproponowane statystyczna analiza oraz zbudowane stanowisko eksperymentalne pozwala oszacować prędkość propagacji komina przy opróżnianiu hopera dla różnych otworów wylotowych i na różnych wysokościach.

Andrzej Romanowski Krzysztof Grudzień: **Zestawienie metod rekonstrukcji obrazów i modelowania przestrzennego 2D dla tomografii procesowej** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

Artykuł zawiera zestawienie metod rekonstrukcji obrazów oraz wyników badań prowadzonych nad zastosowaniem zaawansowanych technik statystycznych do analizy danych tomograficznych. Przedstawione zostało porównanie rezultatów działania szeregu popularnych algorytmów rekonstrukcji, takich jak: *Linear Back Projection* (LBP) czy *Simultaneous Iterative Reconstruction Technique* (SIRT) oraz metody modelowania przestrzennego *Markov random field* (Mrf). Ta ostatnia metoda pozwala na uzyskanie stabilnego rozwiązania problemu odwrotnego związanego z tzw. efektem miękkiego pola, występującym w tomografii elektrycznej. W artykule została zamieszczona dyskusja na temat zalet i wad proponowanego rozwiązania w porównaniu z klasycznymi metodami rekonstrukcji obrazów tomografii pojemnościowej. Porównanie metod zostało dokonane na bazie pomiarów statycznych wykonanych dla materiałów stosowanych w przemyśle.

Radosław Wajman, Robert Banasiak, Łukasz Mazurkiewicz: **Proces rekonstrukcji obrazu dla horikografii pojemnościowej** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

Przyszłość tomografii procesowej jest ściśle ukierunkowana na trójwymiarowe wizualizowanie zachodzących procesów. Tradycyjne obrazy przekrojów poprzecznych w wielu przypadkach są zastępowane obrazami całej badanej przestrzeni. Celem niniejszego artykułu jest zaprezentowanie możliwości trójwymiarowej wizualizacji oraz wyników numerycznych obliczeń zagadnienia prostego dla 3D tomografii pojemnościowej – ECH (horikografii). Autorzy pragną poka-

zać uniwersalne narzędzie do generowania trójwymiarowej siatki elementów skończonych dla różnych geometrii czujników ECH. Uzyskane wyniki symulacji 3D zostaną porównane z wynikami otrzymanymi z rzeczywistego systemu tomografii pojemnościowej. Przeprowadzony zostanie również proces rekonstrukcji 3D.

Jarosław Włodarczyk, Włodzimierz Mosorow, Sławomir Lewandowski: **Algorytmy rekonstrukcji obrazów w dualnym systemie tomograficznym** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

W wielu przypadkach systemy tomograficzne zawierające pojedynczy zespół sensorów pomiarowych nie są wystarczające do wyznaczenia wszystkich ważnych charakterystyk badanych przepływów. Obecnie coraz częściej wykorzystywane są systemy tomograficzne zawierające dwa niezależne układy sensorów pomiarowych. Najlepszym tego przykładem jest połączenie tomografii gamma z tomografią pojemnościową. Rozwiązanie to pozwala uzyskać dobre parametry zarówno rozdzielczości chwilowej, jak i przestrzennej. Artykuł prezentuje przegląd algorytmów rekonstrukcji obrazów wykorzystujących dane z dualnego systemu tomograficznego, będącego połączeniem tomografów pojemnościowego i gamma.

Sławomir Lewandowski, Włodzimierz Mosorow, Jarosław Włodarczyk: **Analiza zniekształceń obrazów w tomografii gamma** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

Tomografia gamma jest jedną z powszechnie stosowanych bezinwazyjnych technik monitorowania procesów przemysłowych. Tomografia komputerowa jest systemem obrazowania pośredniego. Oznacza to, że obraz nie jest uzyskiwany bezpośrednio, lecz na drodze obliczeń numerycznych zwanych ogólnie rekonstrukcją obrazu. Niniejszy artykuł przedstawia analizę zniekształceń powstających w rekonstruowanych obrazach i ich zależność od rozmieszczenia źródeł i detektorów tomografu.

SIECI NEURONOWE

Joanna Grabska-Chrzastowska, Wiesław Libuszowski, Waldemar Tomalak: **Weryfikacja użyteczności neuronowych klasyfikatorów wyników badań spirometrycznych** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

Badanie spirometryczne jest jednym z najpowszechniej wykonywanych badań diagnostycznych w chorobach układu oddechowego. W przypadku astmy i przewlekłej obturacyjnej choroby płuc

stanowi istotny element w procesie stawiania diagnozy. Zależności pomiędzy przepływem wydechowym i objętością wydychanego powietrza podczas manewru forsownego wydechu pozwalają na ewentualne stwierdzenie nieprawidłowości w układzie oddechowym. Niniejsza praca ma na celu weryfikację dotychczas stworzonych modeli neuronowych poprzez ocenę działania klasyfikatora neuronowego na nowej grupie danych i sprawdzenia czułości i swoistości wybranej metody klasyfikacji. Dodatkowo, do analiz i porównań zastosowano model oparty na metodzie *k*-NN (*k-nearest neighbours*). Okazało się, że we wszystkich modelach po wprowadzeniu nowych danych pogorszyła się wartość parametru swoistości, a co za tym idzie, również jakość klasyfikacji, ale polepszyła się czułość metod.

Marcin Kolibabka, Andrzej Cader: **Intuicyjne metody wstępnego kształtowania wag w jednokierunkowych sieciach perceptronowych** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

Uczenie sieci perceptronowych jest procesem, na którego prędkość i skuteczność ma wpływ wiele czynników. Optymalizacja dowolnego z parametrów uczenia pozwala na przyspieszenie i zwiększenie skuteczności uczenia. W metodzie wstecznej propagacji błędów jednym z takich parametrów są wartości początkowe wag. W artykule proponujemy graficzny interfejs pozwalający na wstępne ustawienie wag na podstawie doświadczenia i intuicji operatora oraz zasad, które są przydatne przy ustawianiu początkowych wag.

Aleksander Kubiak, Zbigniew Mikrut: **Ocena jakości nasion rzepaku z wykorzystaniem sztucznego nosa i sieci neuronowych** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

W pracy przedstawiono system umożliwiający ocenę jakości nasion rzepaku z wykorzystaniem elektronicznego nosa wyposażonego w matrycę 32 sensorów wykonanych z przewodzących polimerów. Sygnały generowane przez sensory stanowiły dane wejściowe do sieci neuronowej typu backpropagation. Zmiany zapachu nasion rzepaku, spowodowane zmianą wilgotności przekraczającą dopuszczalny limit 6%, rozpoznawane były już po 24 godzinach.

Jakub Poskrobko, Andrzej Cader: **Możliwość redukcji zachowań nieregularnych w systemach wieloagentowych** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

Systemy wieloagentowe mogą być utożsamiane ze złożonym iteracyjnym układem dynamicznym. Układ taki przeważnie wyka-

zuje niepożądaną tendencję do zachowania chaotycznego. W artykule przedstawiono algorytm pozwalający na redukcję nieregularności oraz optymalizację pracy systemu wieloagentowego.

Danuta Rutkowska: **Sieci rozmyto-neuronowe do klasyfikacji: architektury typu RBF i MLP – system NEFCLASS** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

Tematem artykułu są systemy rozmyto-neuronowe w zastosowaniu do klasyfikacji. W szczególności rozważa się systemy o architekturze sieciowej typu RBF oraz system NEFCLASS, który został zbudowany zgodnie z ideą rozmytego wielowarstwowego perceptronu MLP (*multi-layer perceptron*). W artykule dokonuje się porównania obu typów sieci rozmyto-neuronowych, wskazując na ich wspólne cechy oraz różnice. Proponuje się ogólną architekturę sieciową, która reprezentuje system rozmyty i może być interpretowana zarówno jako rozmyty perceptron, jak i sieć typu RBF.

INFORMATYKA W ZARZĄDZANIU

Ewa Dudek-Dyduch, Tadeusz Dyduch: **Synchronizacja wzajemnie uwarunkowanych cyklicznych procesów produkcyjnych** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

Artykuł dotyczy modelowania, analizy i sterowania dyskretnym procesem produkcyjnym o cyklicznym charakterze i skomplikowanych ograniczeniach kolejnościowo-czasowych. Celem było przedstawienie metody sterowania opartej na wprowadzonym przez autorów pojęciu harmonogramu wzorcowego. Rozważanym w artykule cyklicznym procesem jest proces wytwarzania koksu w baterii koksowniczej w hucie. W pierwszej części artykułu opisany został sam proces wytwórczy. W drugiej sformułowano model matematyczny zakładający stałe czasy obsługi. Część trzecia dotyczy procesu, w którym uwzględniono losowe fluktuacje czasów wykonywania poszczególnych czynności. Przedstawiono w niej analizę procesu oraz zaprezentowano algorytm sterowania, w oparciu o koncepcję tzw. harmonogramu wzorcowego.

Lidia Dutkiewicz, Edyta Kucharska: **Algorytmy wyznaczania dróg transportu w problemie szeregowania zadań z zasobami zależnymi od stanu** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

Celem artykułu jest przedstawienie algorytmów wyznaczających drogi transportu maszyn w specyficznym problemie szeregowania zadań, należącym do klasy problemów NP-trudnych. Cha-

rakterystyczną cechą tego problemu jest fakt, że zasoby, niezbędne do realizacji zadań, są zmienne i ich dostępność zależy od aktualnego stanu systemu. W modelu tego zagadnienia uwzględniona jest możliwość oczekiwania maszyn na udostępnienie zasobu. W artykule opisano i zdefiniowano najkrótszą oraz najszybszą drogę transportową.

Bogusław Filipowicz, Joanna Kwiecień: **Zarządzanie siecią wielkopowierzchniowych sklepów samoobsługowych** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

W pracy zaprezentowano problem zarządzania siecią sklepów wielkopowierzchniowych. Przedstawiono program pozwalający zminimalizować koszty funkcjonowania sieci sklepów na drodze symulacji, obejmującej przybywanie klientów, sprzedaż towarów, dostawy towarów do sklepów oraz transport towarów pomiędzy poszczególnymi sklepami. Minimalizacja kosztów funkcjonowania sieci wykonywana jest poprzez optymalizację procesu dostaw lub optymalizację przesunięć towarów między sklepami. Przedstawiono również wyniki uzyskane za pomocą opracowanych algorytmów optymalizacji.

Kamil Kuliberda, Jacek Wiślicki: **Architektura gridu bazodanowego – Data Grid** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

Artykuł prezentuje nowe podejście do konstrukcji, budowy oraz implementacji rozproszonego schematu przetwarzania danych o charakterze *Grid Computing* dla rozwiązań bazodanowych opartych o teorię podejścia stosowego do baz danych i aktualizowalne perspektywy. Omówione zostały podstawowe mechanizmy pozwalające na przezroczysty dostęp do danych (informacji biznesowych), została sprecyzowana ich budowa i problematyka realizacji.

Jakub Janiak, Zbigniew A. Nowacki: **Zintegrowane środowisko programowania niskopoziomowego ASMEdit** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

Artykuł podejmuje problematykę procesu projektowania i programowania przy użyciu języków assemblerowych. Autorzy przedstawiają podejście klasyczne polegające na wykorzystaniu standardowych narzędzi oraz konfrontują je z możliwościami, jakie oferuje napisana przez nich na platformie Microsoft .NET aplikacja ASMEdit, będąca zintegrowanym pakietem do programowania niskopoziomowego.

Zdzisława Rowińska, Roman Krzeszewski: **Problem gospodarki remontowej w systemie komputerowym** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

W artykule przedstawiono możliwości usprawnienia zarządzania gospodarką remontową i materiałową przedsiębiorstwa w oparciu o nowoczesne systemy komputerowe wspomagające zarządzanie. W rzeczywistej działalności eksploatacyjnej i remontowej komputery mogą być stosowane z powodzeniem do planowania obsługi eksploatacyjnej, kontroli finansowej obsługi, sterowania zapasami części wymiennych, zbierania i analizy danych o charakterze uszkodzeń, zastosowania badań operacyjnych do modelowania zagadnień obsługi eksploatacyjnej. Nowoczesne zarządzanie obsługą eksploatacyjną to o wiele więcej niż dokonywanie napraw i konserwacji sprzętu. Perspektywa widzenia działalności eksploatacyjnej musi zostać rozszerzona w kierunku długookresowych aspektów działania całkowitego systemu obsługi klienta.

Tomasz Serafiński, Edgar Głowacki: **Śledzenie zmian w oprogramowaniu wywoływanych pojawieniem się nowego wymagania** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

Oprogramowanie komputerów musi spełniać szereg wymagań użytkownika. Niestety wymagania te zmieniają się wraz z czasem. Zapewnienie możliwości przewidzenia zakresu zmiany w oprogramowaniu, w zależności od pojawiającego się wymagania, prowadzi do optymalizacji procesu wytwórczego. To z kolei zapewnia możliwość szybszego i bardziej efektywnego wprowadzania zmiany w oprogramowaniu, co jest miarą efektywności procesu wytwórczego. Dzięki temu projekt informatyczny jako przedsięwzięcie biznesowe może zwiększać swoją konkurencyjność na rynku.

Paweł Skrzyński: **Predykcja stóp procentowych na pieniężnym rynku międzybankowym oraz rynku kredytowym z wykorzystaniem sieci neuronowych** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

Stopy procentowe rynku międzybankowego związane są zarówno z podstawowymi stopami banku centralnego (w szczególności ze stopą referencyjną), jak i ze stopami kredytowymi tych banków. Wyznacza je zarówno polityka banku centralnego, jak i rynek. Ich znajomość posłużyć może do podejmowania racjonalnych decyzji o alokacji zarówno przez banki komercyjne, jak i podmioty gospodarcze: przedsiębiorstwa czy też gospodarstwa domowe. Metody sztucznej inteligencji są jednym z narzędzi wyznaczania ich poziomu i mogą stanowić uzupełnienie innych metod predykcji

tych wielkości. Artykuł przedstawia podejście oparte o sieci neuronowe. Wykorzystane zostały różne metody uczenia: metoda gradientów sprzężonych wraz z tradycyjną metodą wstecznej propagacji błędów oraz strategia ewolucyjna. W każdym przypadku na wejście sieci podawane są cztery wartości przeszłe (stopa WIBOR lub kredytowa): $t-6$, $t-3$, $t-1$, t i predykcja jest robiona dla wartości $t+1$ (wyjście sieci). W dalszych eksperymentach wejście sieci jest zwiększane poprzez podawanie dodatkowych wskaźników ekonomicznych skorelowanych ze zmienną, dla której robiona jest predykcja. Podejście takie ma poprawić jakość wyników. Uzyskane wyniki zostaną omówione i zinterpretowane.

Paweł Skrzyński, Michał Turek: **Generowanie kodu oraz wykonywalnych aplikacji z modelu w UML 2.0** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

Od momentu zatwierdzenia w 1997 roku pierwszego standardu języka UML (*Unified Modelling Language*) następuje stały wzrost jego popularności. Został on powszechnie zaakceptowany przez przemysł komputerowy, stając się z czasem najbardziej popularnym językiem używanym do modelowania. Początkowo używany był we wcześniejszych etapach pracy nad projektem, gdyż modelowanie szczegółowego zachowania systemu stwarzało problemy – z jednej strony sam język nie dostarczał pełnych mechanizmów, z drugiej nie było narzędzi CASE mających możliwość generowanie bardziej zaawansowanego kodu na podstawie modelu w UML. W związku z tym, często zdarzało się, że w rzeczywistych projektach istniała duża rozbieżność pomiędzy projektem, którym był model w UML, a fizyczną implementacją w jakimś języku. Wprowadzenie wersji 2.0 języka oraz nowoczesne narzędzie CASE firmy Telelogic-Tau G2 pozwalają na pokonanie tego problemu. Możliwe jest nie tylko generowanie bogatego kodu, który może być uzupełniany przez programistów, ale i wykonywalnych aplikacji. Dodatkowo jest możliwość symulowania poprawności modelu już na etapie projektowania, co pozwala zaoszczędzić koszty wytwarzania oprogramowania oraz skrócić czas jego wytwarzania. Artykuł prezentuje możliwości płynnego przejścia od modelu w UML, poprzez kod w C++ do wykonywalnej aplikacji z użyciem narzędzia CASE Telelogic Tau G2.

Wojciech Janicki: **Jakość bazy danych** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

Tematem artykułu jest pojęcie jakości bazy danych rozumianej jako jakość zgromadzonych w bazie danych. W artykule omówione są podstawowe cechy, jakimi można zdefiniować i na podstawie

których określić jakość bazy danych. W artykule znajduje się próba odpowiedzi na pytanie, czy jakość bazy danych może być zła, oraz omówienie przyczyn i czynników powodujących ocenianie bazy jako bazy o niskiej jakości. Została również podjęta próba wskazania kierunków działań mających na celu podnoszenie jakości bazy. Na zakończenie omówiony został wpływ jakości bazy danych na działanie organizacji wykorzystującej daną bazę oraz skutki jej złej jakości.

Jacek Wiślicki, Kamil Kuliberda: **Metabaza dla optymalizacji kosztowej zapytań w obiektowych bazach danych opartych o SBA** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

Artykuł koncentruje się na strukturze metabazy (metamodelu) wykorzystywanej przez optymalizator zapytań bazujący na modelu kosztów projektowany dla obiektowych baz danych opartych o koncepcję SBA (*Stack-Based Approach* – podejście stosowe). We wprowadzeniu w skrócie omówione zostają podstawowe założenia SBA i języka SBQL (*Stack-Based Query Language*) oraz podstawy wspomnianego optymalizatora. Główna część artykułu dotyczy aspektów implementacyjnych metabazy, stanowiącej źródło informacji wykorzystywanych podczas optymalizacji przez model kosztów.

INFORMATYKA W EDUKACJI

Krzysztof Przybyszewski: **Tutoriale i тренаżery umiejętności w nauczaniu zdalnym** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

Skrypty elektroniczne są najmniejszą i najważniejszą jednostką zasobów systemu zdalnego nauczania. Mogą występować jako jednostki samodzielne (pełnią wtedy rolę tutoriali) lub też mogą być osadzone w większych strukturach (np. mogą obejmować swoim zakresem jeden przedmiot w ramach cyklu kształcenia). Dwa elementy: baza umiejętności, w której zgromadzone są problemy i ćwiczenia, oraz baza ewaluacji, w której zgromadzone są algorytmy oceny poprawności wykonania poleceń, decydują, w jakim stopniu realizowane jest dydaktyczne sprzężenie zwrotne oraz jaki jest poziom automatyzacji procesu nauczania realizowanego przez skrypt – decydują o inteligencji skryptu. W przypadku, kiedy część ćwiczeniowo-sprawdzająca (baza umiejętności) dominuje w skrypcie, możemy nazwać go тренаżerem umiejętności. W opracowaniu przedstawiono strukturę тренаżerów umiejętności zaprojektowa-

nych przez pracowników Zakładu Metod Przetwarzania Informacji Wyższej Szkoły Humanistyczno-Ekonomicznej w Łodzi oraz projekt dalszych prac w przedstawionym temacie.

Robert Wielgat, Marek Gorgoń: **Nauczanie technik multimedialnych w środowisku MATLAB 6.5 z wykorzystaniem aplikacji TMT** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

W artykule opisano oryginalną koncepcję nauczania technik multimedialnych w oparciu o środowisko Matlab 6.5. Do realizacji koncepcji stworzono program TMT, który jest obecnie wykorzystywany do celów dydaktycznych w Państwowej Wyższej Szkole Zawodowej w Tarnowie. W artykule przedstawiono zasady użytkowania oraz strukturę programu. Zawarto również opis rozbudowy programu oraz perspektywiczne plany rozwoju.

Konrad Grzanek, Rafał Grzybowski: **Metody przechowywania danych w systemie rozpoznawania wzorców projektowych w oprogramowaniu** • Automatyka 2005, t. 9, z. 3

Ocena jakości jest jednym z kluczowych zagadnień warunkujących sukces projektu programistycznego. Wśród wielu metod służących ocenie wyróżniamy statyczną analizę kodu źródłowego dokonywaną w trakcie implementacji i rozwoju systemu. W wyniku tego rodzaju analizy wyłaniane są wskaźniki wykorzystywane w procesie oceny jakości. Wskaźniki te opisują złożoność oprogramowania, która ma swoje źródło zarówno w modularnej strukturze oprogramowania, jak i w szczegółach implementacji. Rozpoznawanie wystąpień egzemplarzy wzorców projektowych jest jedną z najważniejszych metod oceny jakości struktury oraz złożoności oprogramowania. Stworzenie efektywnego mechanizmu automatyzującego rozpoznawanie wzorców projektowych wymaga zastosowania wydajnej warstwy realizującej zarządzanie i wyszukiwanie danych. Niniejsza praca opisuje wymagania stawiane tego rodzaju rozwiązaniom programistycznym oraz prezentuje wyniki analiz związanych z przetwarzaniem rozległych zbiorów danych przy użyciu kilku systemów zarządzania danymi należących do grupy oprogramowania Open Source.