

Charakterystyka proponowanej pracy doktorskiej:

Zastosowanie dyskretnego, ortogonalnego operatora Hurwitza-Radona w kompresji i dekompresji konturów obrazów czarno-białych

Opis zagadnienia

W wielu dziedzinach współczesnej nauki (informatyka, elektronika, ekonomia, medycyna, matematyka) istotnym zagadnieniem jest zapis obrazu za pomocą minimalnej ilości informacji, która pozwoli na odtworzenie pierwotnego obrazu w sposób zadowalający użytkownika. Jest to zagadnienie kompresji i dekompresji obrazu. Jeżeli obraz musi być odtworzony dokładnie, to kompresja jest wtedy bezstratna; natomiast jeżeli dozwolone są pewne zniekształcenia obrazu (np. szczegóły mało widoczne dla ludzkiego oka), to kompresja może być stratna.

Metody kompresji stratnej posiadają małą złożoność obliczeniową i pozwalają na wysoki stopień kompresji, jednak ze względu na brak możliwości dokładnego odtworzenia danych nie mogą być użyte w wielu przypadkach. Natomiast metody kompresji bezstratnej często nie nadają się do wykorzystania z powodu dużej złożoności obliczeniowej lub niewystarczającego rzędu kompresji. Wspomniane metody kompresji stratnej nie mogą być użyte w wielu dziedzinach (np. w medycynie, gdzie informacja musi być odtworzona bardzo dokładnie), natomiast metody bezstratne są w wielu przypadkach zbyt wolne lub nie zapewniają zadowalającego rzędu kompresji.

W przypadku operatora HR każda krzywa (litera, kontur obiektu, krawędź obrazu) jest skompresowana do pewnej ilości punktów (węzły- punkty charakterystyczne wybrane przez eksperta). Punkty kompresji będą punktami, w których lokalnie występuje wartość największa lub najmniejsza oraz punkty leżące pomiędzy minimum i maksimum lokalnym. Dzięki tym węzłom możliwa będzie dekompresja, czyli odtworzenie krzywej. W przypadku metody HR węzły będą punktami charakterystycznymi leżącymi na pewnej krzywej w \mathbb{R}^2 . Można sformułować znany problem: czy możliwe jest odtworzenie dowolnego punktu leżącego na krzywej, jeżeli znana jest tylko pewna ilość punktów tej krzywej? Założenie: dana jest skończona ilość punktów $(x_i, y_i) \in \mathbb{R}^2$ oraz istnieje możliwość rozdzielenia zbioru węzłów Ω na podzbiory B_i tak, iż w każdym podzbiórze punkty (x_i, y_i) mają albo stały krok argumentu x , albo stały krok wartości y . Pytanie: czy możliwe jest odtworzenie danej krzywej opisanej zbiorem węzłów $\Omega = B_1 \cup B_2 \cup \dots \cup B_m$?

Metoda HR pozwala na dekompresję punktów z bardzo dużą dokładnością (kompresja bezstratna) i szybkie działanie w czasie rzeczywistym. Ponadto w grafice rastrowej występuje ogólny problem z przekształceniami geometrycznymi obiektu (przesunięcie, obrót, skalowanie mapy bitowej- powiększenie lub pomniejszenie). W przypadku operatora HR wystarczy przekształcić tylko węzły i odtworzyć obiekt po przekształceniu. Metoda HR pozwala na bieżące modelowanie konturu przez użytkownika przy komputerze i kreowanie obiektów w czasie rzeczywistym oraz uzupełnienie i korygowanie (poprawę) konturu obiektu. Dobór węzłów w taki sposób, iż posiadają stały krok argumentu albo wartości powoduje, że węzły „dobrze” opisują

Cel:

Celem pracy jest opracowanie metody kompresji i bezstratnej rekonstrukcji konturów obrazów czarno-białych.

Problem:

Dana jest klasa obrazów typu kontur o wymiarach $N \times N$ pikseli. Znane są własności formalizmu rodziny macierzy Hurwitza-Radona. Dla danego obrazu znana jest skończona ilość węzłów $(x_i, y_i) \in \mathbb{R}^2$: węzły mają stały krok argumentu x lub stały krok wartości y oraz węzły ustalone są w minimum i maksimum lokalnym (jeżeli argumenty x są równoodległe, to ekstremum dotyczy wartości y , natomiast jeżeli stały krok posiadają wartości y , to ekstremum dotyczy argumentów x) oraz w co najmniej jednym punkcie leżącym pomiędzy ekstremami (w połowie odcinka). Czy możliwe jest odtworzenie obrazu opisanego danym zbiorem węzłów metodą o złożoności obliczeniowej $O(N^2)$?

Teza:

Rodzina macierzy Hurwitza-Radona o wymiarach 2×2 , 4×4 i 8×8 może zostać wykorzystana do budowy ortogonalnego, dyskretnego, macierzowego operatora, który to operator znajduje zastosowanie w bezstratnej i efektywnej obliczeniowo metodzie kompresji i rekonstrukcji konturów obrazów czarno-białych.

Spis treści

Spis oznaczeń

1. Wstęp

- 1.1. Metody rekonstrukcji konturu
- 1.2. Metody kompresji stratnej i bezstratnej
- 1.3. Metody rekonstrukcji obrazu tomograficznego
- 1.4. Przedmiot badań
- 1.5. Cel i zakres pracy
 - 1.5.1. Teza pracy
 - 1.5.2. Problem pracy

2. Opis metody HR

- 2.1. Baza ortogonalna
- 2.2. Budowa operatora HR i operatora odwrotnego
- 2.3. Metoda HR
 - 2.3.1. Własności metody HR
 - 2.3.2. Dokładność metody HR i przykłady oszacowań błędów
 - 2.3.3. Złożoność obliczeniowa metody HR
- 2.4. Przykłady obliczeń z zastosowaniem metody HR

3. Metoda HR w przestrzeni 3D

- 3.1. Rekonstrukcja obrazu 3D złożonego z konturów poziomych
- 3.2. Rekonstrukcja obrazu 3D za pomocą podwójnego operatora średniego
- 3.3. Zastosowanie metody HR w projektowaniu implantów kości

4. Metodyka konstruowania metod HR

- 4.1. Budowa operatora uśrednionego na podstawie trzech operatorów HR
- 4.2. Budowa operatora uśrednionego na podstawie dowolnej ilości operatorów HR

5. Zastosowanie metody HR w tomografii komputerowej

- 5.1. Obrazy tomograficzne
- 5.2. Metody rekonstrukcji obrazu tomograficznego