

Projekt aplikacji mobilnej umożliwiającej umieszczenie wirtualnej grafiki w rzeczywistym położeniu

Podstawy przetwarzania obrazów

Michał Aniserowicz

5 stycznia 2014

Streszczenie

Celem artykułu jest opisanie zbioru koncepcji, które posłużą do implementacji algorytmu sztucznej inteligencji grającego w grę Scrabble w języku polskim. W artykule zostały przeanalizowane i porównane dane zawarte w dwóch głównych słownikach wyrazów do gier dla języka polskiego, przedstawione dane statystyczne ułatwiające wprowadzanie heurystyk do algorytmu, a także opisane metody niezbędne do wyznaczania wszystkich możliwych kombinacji ruchów w danej turze. Autor omawia również podział rozgrywki na fazy gry i przybliża podejście, które pozwala uzyskiwać najlepsze wyniki na każdym etapie rozgrywki.

- pomnożenie wartości komórek maski przez wartości odpowiednich pikseli,
- zsumowanie wartości wszystkich komórek maski
- podzielenie wyniku przez współczynnik normalizujący

3. Wartość współczynnika normalizującego równa sumie wartości komórek maski gwarantuje wartość wyniku mieszczącą się w przedziale dopuszczalnych wartości piksela (np. 0-255)

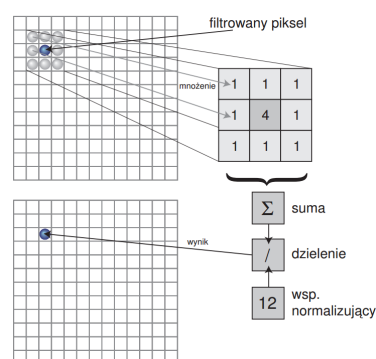
Wstęp

1 Splot macierzy obrazów

1. Określenie:

- macierzy (maski) filtru
- współczynnika normalizującego (najczęściej równego sumie wartości komórek maski)

2. Obliczenie wartości każdego piksela obrazu poprzez:



Rysunek 1: Operacja splotu. Źródło: TODO

1.1 Przykład - rozmycie Gaussa

- Wartość piksela maleje wraz z odległością od środka
- Jest to filtr uśredniający
- Pozwala wygładzić obraz (redukując szum, ale tracąc detale)

$$\begin{matrix} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \\ (a) \end{matrix} \quad \begin{matrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 2 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 4 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 8 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 4 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 2 & 1 & 1 \end{bmatrix} \\ (b) \end{matrix}$$

Rysunek 2: Maski: (a) 3x3; (b) 5x5.



(a)



(b)

Rysunek 3: Przykładowy rezultat: (a) przed; (b) po.

2 Detekcja krawędzi

1. Zastosowanie operatorów dyskretnego różniczkowania w celu aproksymacji pochodnych kierunkowych intensywności obrazu (gradientów) w kilku kierunkach
2. Operatory różnią się liczbą i rodzajem masek



(a)



(b)

Rysunek 4: Przykładowy rezultat: (a) przed; (b) po.

2.1 Krzyż Roberta

- Jeden z najwcześniejszych algorytmów wykrywania krawędzi
- Zaproponowany w 1963 r. przez Lawrence'a G. Roberta
- Wynikowy obraz otrzymuje się poprzez obliczenie różnic modułów wartości odpowiadających sobie pikseli z obrazów powstałych przez zastosowanie masek
- Zaleta: mała złożoność obliczeniowa

- Wada: mała odporność na szum

$$\begin{matrix} \begin{bmatrix} 0 & +1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} +1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \\ \text{(a)} & \text{(b)} \end{matrix}$$

Rysunek 5: Maski: (a) 45°; (b) 135°.

$$\begin{matrix} \begin{bmatrix} -1 & 0 & +1 \\ -2 & 0 & +2 \\ -1 & 0 & +1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} 0 & +1 & +2 \\ -1 & 0 & +1 \\ -2 & -1 & 0 \end{bmatrix} \\ \text{(a)} & \text{(b)} \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} \begin{bmatrix} +1 & +2 & +1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} +2 & +1 & 0 \\ +1 & 0 & -1 \\ 0 & -1 & -2 \end{bmatrix} \\ \text{(c)} & \text{(d)} \end{matrix}$$

2.2 Prewitt

- Zaproponowany w 1966 r. przez Judith M. Prewitt
- Zbiór 8 masek (0°- krawędzie pionowe, 90°- poziome)
- Wystarczy obliczyć splot z 4 macierzami ($M_{\alpha+180^\circ} = -M_\alpha$)
- Lepsza skuteczność, ale większa złożoność obliczeniowa

$$\begin{matrix} \begin{bmatrix} -1 & 0 & +1 \\ -1 & 0 & +1 \\ -1 & 0 & +1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} 0 & +1 & +1 \\ -1 & 0 & +1 \\ -1 & -1 & 0 \end{bmatrix} \\ \text{(a)} & \text{(b)} \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} \begin{bmatrix} +1 & +1 & +1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} +1 & +1 & 0 \\ +1 & 0 & -1 \\ 0 & -1 & -1 \end{bmatrix} \\ \text{(c)} & \text{(d)} \end{matrix}$$

Rysunek 6: Maski: (a) 0°; (b) 45°; (c) 90°; (d) 135°.

2.3 Sobel

1. Zaproponowany w 1968 r. przez Irwina Sobela
2. Od operatora Prewitt różni się jedynie wagami komórek masek (1, 2, 1)
3. Lepsze wygładzenie obrazu

Rysunek 7: Maski: (a) 0°; (b) 45°; (c) 90°; (d) 135°.

2.4 Scharr

- Zaproponowany w 2000 r. przez Hanno Scharra
- Od operatorów Prewitt i Sobela różni się jedynie wagami komórek masek (3, 10, 3)
- Lepiej wykrywa kierunek krawędzi

$$\begin{matrix} \begin{bmatrix} -3 & 0 & +3 \\ -10 & 0 & +10 \\ -3 & 0 & +3 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} 0 & +3 & +10 \\ -3 & 0 & +3 \\ -10 & -3 & 0 \end{bmatrix} \\ \text{(a)} & \text{(b)} \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} \begin{bmatrix} +3 & +10 & +3 \\ 0 & 0 & 0 \\ -3 & -10 & -3 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} +10 & +3 & 0 \\ +3 & 0 & -3 \\ 0 & -3 & -10 \end{bmatrix} \\ \text{(c)} & \text{(d)} \end{matrix}$$

Rysunek 8: Maski: (a) 0°; (b) 45°; (c) 90°; (d) 135°.

2.5 Porównanie

3 Canny

- Autor: John F. Canny, 1986
- Cele:

- dobra detekcja – wykrycie jak największej liczby rzeczywistych krawędzi
- dobra lokalizacja – oznaczenie danej krawędzi jak najbliżej jej rzeczywistego położenia
- minimalna odpowiedź – oznaczenie danej krawędzi tylko raz, brak krawędzi powstałych w wyniku zakłóceń

Kroki algorytmu:

1. Wygładzenie obrazu
2. Obliczenie modułu gradientu obrazu
3. Usunięcie niemaksymalnych pikseli
4. Progowanie z histerezą

3.1 Wygładzenie obrazu

- Wygładzenie obrazu filtrem Gaussa
- Odchylenie standardowe filtru (σ) - parametr metody
- Im większe σ , tym mniej fałszywych krawędzi
- Cel: redukcja szumu

3.2 Obliczenie gradientu

1. Ponowne filtrowanie obrazu (Krzyż Roberta / Prewitt / Sobel / Scharr)
2. Cel: znalezienie potencjalnych krawędzi
3. Należy zapamiętać kierunek gradientu
4. Kierunek wyznacza się z dokładnością do 45° (pion, poziom, skosy)

3.3 Usunięcie zbędnych pikseli

1. Porównanie każdego pikela z dwoma pikselami sąsiednimi
2. Piksele sąsiednie wyznaczane na podstawie informacji o kierunku gradientu
3. Jeśli jasność piksela nie jest większa od jasności obu sąsiadów, piksel ten jest zerowany
4. Cel: uzyskanie linii o grubości 1px
5. Pozostaje pozbyć się zbyt ciemnych krawędzi

3.4 Progowanie z histerezą

1. Określenie dwóch progów: T_1 , T_2
2. T_1 , T_2 – parametry metody
3. Zaakceptowanie krawędzi, dla których moduł gradientu jest $\geq T_2$
4. Usunięcie krawędzi, dla których moduł gradientu jest $\leq T_1$
5. Rekurencyjne usunięcie krawędzi, dla których moduł gradientu jest $\leq T_2$, i które nie przylegają do już zaakceptowanej krawędzi
6. Cel: usunięcie ciemnych krawędzi przy zachowaniu ciemnych fragmentów jasnych krawędzi

3.5 Przykładowe rezultaty

4 Podsumowanie

- Wykrywanie krawędzi (a także wiele innych operacji) sprowadza się do zastosowania dyskretnego splotu macierzy

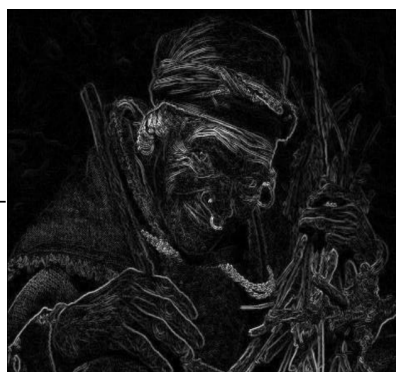
- Algorytmy zaproponowane w latach 60., czy 80. są nadal stosowane
- Operator Sobela i algorytm Canny'ego to obecnie najpopularniejsze metody wykrywania krawędzi

Literatura

- [1] *Filtracja obrazów rastrowych* [online], Steć P., <http://www.uz.zgora.pl/~pstec/files/filtracja.pdf> [dostęp: styczeń 2013].
- [2] *Wykrywanie cech w obrazach cyfrowych* [online], Bołdak C., <http://aragorn.pb.bialystok.pl/~boldak/DIP/CPO-W04-v01-50pr.pdf> [dostęp: styczeń 2013].
- [3] *Study and Comparison of Various Image Edge Detection Techniques* [online], Maini R., Aggarwal H., <http://wwwmath.tau.ac.il/~turkel/notes/Maini.pdf> [dostęp: styczeń 2013].
- [4] *Komputerowa analiza i przetwarzanie obrazów*, Tadeusiewicz R., Korohoda P., Kraków, Wydawnictwo Fundacji Postępu Telekomunikacji, 1997, 83-86476-15-X.



(a)



(b)



(c)



(d)

Rysunek 9: Przykładowy rezultat: (a) 5 przed; (b) Roberts; (c) Prewitt; (d) Sobel.



(a)

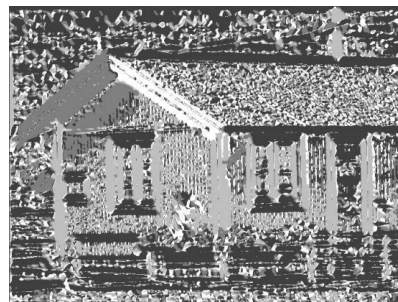


(b)

Rysunek 10: Przykładowy rezultat ($\sigma = 3$):
(a) przed; (b) po.

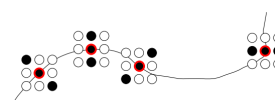


(a)



(b)

Rysunek 11: Przykładowy rezultat: (a) Potencjalne krawędzie (b) Kierunek gradientu (ten sam odcień szarości przypisany krawędzom o tym samym nachyleniu)



Rysunek 12: Przykład. Źródło: TODO



Rysunek 13: Przykładowy rezultat.



(a)



(b)



(c)



(d)

Rysunek 14: Przykładowe rezultaty: (a) przed; (b) $\sigma = 3, T_1 = 75, T_2 = 125$; (c) $\sigma = 1, T_1 = 75, T_2 = 125$; (d) $\sigma = 3, T_1 = 25, T_2 = 75$.