

Počítačové videnie

Rekonštrukcia Rubikovej kocky

Michal Bubnár, Michal Hozza, Matej Kopernický

<https://github.com/mhozza/rubik>

Zadanie

- Zrekonštruovať Rubikovu kocku z fotografie



Zadanie

- ▶ Zrekonštruovať Rubikovu kocku z fotografie
- ▶ Získať 3D model kocky s farbami každého políčka na každej stene kocky



Postup práce

- ▶ Identifikovať pozíciu kocky na obrázku

Postup práce

- ▶ Identifikovať pozíciu kocky na obrázku
- ▶ Identifikovať pozíciu políčok na kocke

Postup práce

- ▶ Identifikovať pozíciu kocky na obrázku
- ▶ Identifikovať pozíciu políčok na kocke
- ▶ Priradiť políčka k stene kocky a správne ich zoradiť

Postup práce

- ▶ Identifikovať pozíciu kocky na obrázku
- ▶ Identifikovať pozíciu políčok na kocke
- ▶ Priradiť políčka k stene kocky a správne ich zoradiť
- ▶ Nájsť farbu každého políčka

Postup práce

- ▶ Identifikovať pozíciu kocky na obrázku
- ▶ Identifikovať pozíciu políček na kocke
- ▶ Priradiť políčka k stene kocky a správne ich zoradiť
- ▶ Nájsť farbu každého políčka
- ▶ Vizualizovať výsledok

Postup práce



Identifikácia kocky

- ▶ Hľadáme význačné charakteristiky kocky

Identifikácia kocky

- ▶ Hľadáme význačné charakteristiky kocky
- ▶ Prvý pokus – nájsť čiary medzi políčkami pomocou Houghovej transformácie

Identifikácia kocky

- ▶ Hľadáme význačné charakteristiky kocky
- ▶ Prvý pokus – nájsť čiary medzi políčkami pomocou Houghovej transformácie
- ▶ Bez úspechu

Identifikácia kocky

- ▶ Hľadáme význačné charakteristiky kocky
- ▶ Prvý pokus – nájsť čiary medzi políčkami pomocu Houghovej transformácie
- ▶ Bez úspechu
- ▶ Hľadanie políčok

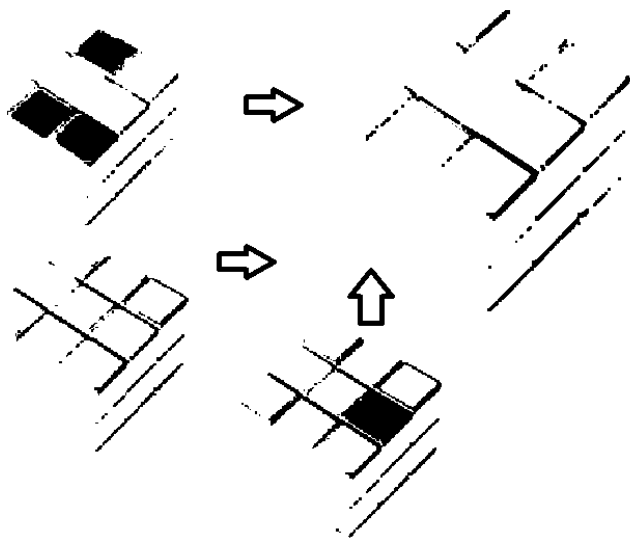
Identifikácia kocky

- ▶ Hľadáme význačné charakteristiky kocky
- ▶ Prvý pokus – nájsť čiary medzi políčkami pomocou Houghovej transformácie
- ▶ Bez úspechu
- ▶ Hľadanie políčok
- ▶ Nájdeme uzavreté oblasti na binárnom obrázku

Hľadanie hrán

- ▶ E = zjednotenie hrán zo všetkých farebných zložiek + erózia

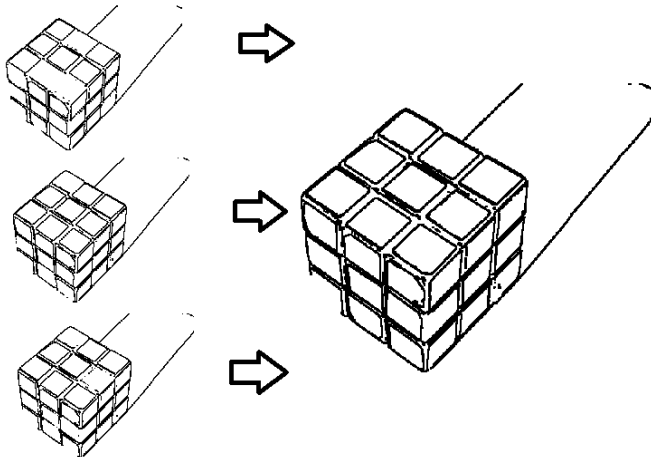
Hľadanie hrán



Hľadanie hrán

- ▶ E = zjednotenie hrán zo všetkých farebných zložiek + erózia
- ▶ C = prienik jednotlivých farebných zložiek + erózia

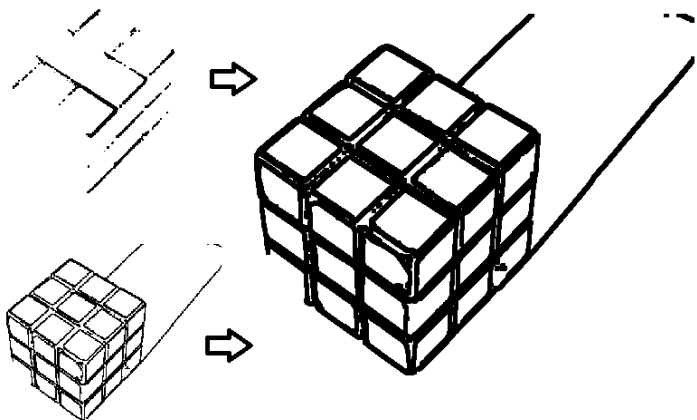
Hľadanie hrán



Hľadanie hrán

- ▶ E = zjednotenie hrán zo všetkých farebných zložiek + erózia
- ▶ C = prienik jednotlivých farebných zložiek + erózia
- ▶ $C \cup E$ = výsledný hranový obrázok

Hľadanie hrán



Hľadanie políček

- ▶ Chceme vyseparovať uzavreté oblasti

Hľadanie políčok

- ▶ Chceme vyseparovať uzavreté oblasti
- ▶ Použité množstvo kritérií

Hľadanie políček

- ▶ Chceme vyseparovať uzavreté oblasti
- ▶ Použité množstvo kritérií
 - Veľkosť oblasti

Hľadanie políčok

- ▶ Chceme vyseparovať uzavreté oblasti
- ▶ Použité množstvo kritérií
 - Veľkosť oblasti
 - Pozícia oblasti na obrázku

Hľadanie políček

- ▶ Chceme vyseparovať uzavreté oblasti
- ▶ Použité množstvo kritérií
 - Veľkosť oblasti
 - Pozícia oblasti na obrázku
 - Solidita oblasti

Hľadanie políčok

- ▶ Chceme vyseparovať uzavreté oblasti
- ▶ Použité množstvo kritérií
 - Veľkosť oblasti
 - Pozícia oblasti na obrázku
 - Solidita oblasti
 - Pomer hlavnej a vedľajšej osi opísanej elipsy

Hľadanie políčok

- ▶ Chceme vyseparovať uzavreté oblasti
- ▶ Použité množstvo kritérií
 - Veľkosť oblasti
 - Pozícia oblasti na obrázku
 - Solidita oblasti
 - Pomer hlavnej a vedľajšej osi opísanej elipsy
 - Eulerovo číslo oblasti

Hľadanie políčok

- ▶ Chceme vyseparovať uzavreté oblasti
- ▶ Použité množstvo kritérií
 - Veľkosť oblasti
 - Pozícia oblasti na obrázku
 - Solidita oblasti
 - Pomer hlavnej a vedľajšej osi opísanej elipsy
 - Eulerovo číslo oblasti
- ▶ Vylúčenie outlierov

Hľadanie políčok

- ▶ Chceme vyseparovať uzavreté oblasti
- ▶ Použité množstvo kritérií
 - Veľkosť oblasti
 - Pozícia oblasti na obrázku
 - Solidita oblasti
 - Pomer hlavnej a vedľajšej osi opísanej elipsy
 - Eulerovo číslo oblasti
- ▶ Vylúčenie outlierov
 - Vzdialenosť od najväčšieho zhluku

Hľadanie políčok

- ▶ Chceme vyseparovať uzavreté oblasti
- ▶ Použité množstvo kritérií
 - Veľkosť oblasti
 - Pozícia oblasti na obrázku
 - Solidita oblasti
 - Pomer hlavnej a vedľajšej osi opísanej elipsy
 - Eulerovo číslo oblasti
- ▶ Vylúčenie outlierov
 - Vzdialenosť od najväčšieho zhluku
 - Vzájomné porovnanie veľkostí oblastí

Hľadanie políčok



Zaradenie políčok

- Políčka chceme priradiť ku stene kocky a zoradiť ich v rámci steny

Zaradenie políčok

- ▶ Políčka chceme priradiť ku stene kocky a zoradiť ich v rámci steny
- ▶ Nájdeme rohy políčok (ľavý horný/dolný, pravý horný/dolný)

Zaradenie políčok

- ▶ Políčka chceme priradiť ku stene kocky a zoradiť ich v rámci steny
- ▶ Nájdeme rohy políčok (ľavý horný/dolný, pravý horný/dolný)
 - Line sweeping metóda s čiarami pod 45° uhlom

Zaradenie políčok

- ▶ Políčka chceme priradiť ku stene kocky a zoradiť ich v rámci steny
- ▶ Nájdeme rohy políčok (ľavý horný/dolný, pravý horný/dolný)
 - Line sweeping metóda s čiarami pod 45° uhlom
 - Optimalizácia počítaním skóre pre každý pixel obvodu

Zaradenie políčok



Zaradenie políčok

- ▶ Políčka chceme priradiť ku stene kocky a zoradiť ich v rámci steny
- ▶ Nájdeme rohy políčok (ľavý horný/dolný, pravý horný/dolný)
 - Line sweeping metóda s čiarami pod 45° uhlom
 - Optimalizácia počítaním skóre pre každý pixel obvodu
- ▶ Zo vzájomnej pozície rohov vieme získať sklony hrán políčok

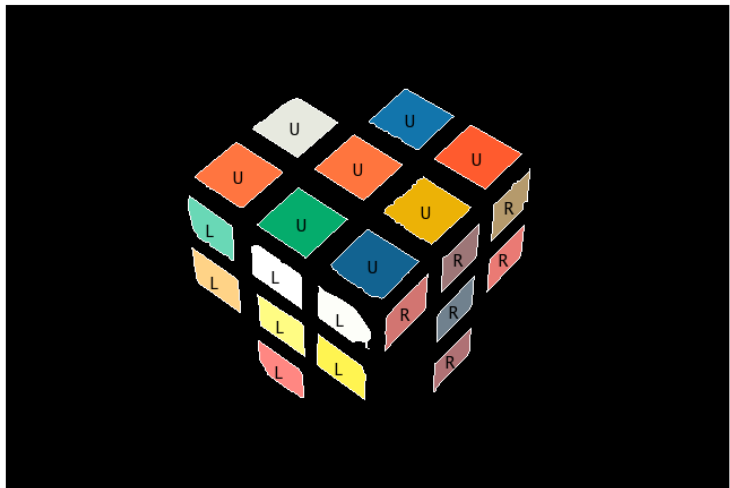
Zaradenie políčok

- ▶ Políčka chceme priradiť ku stene kocky a zoradiť ich v rámci steny
- ▶ Nájdeme rohy políčok (ľavý horný/dolný, pravý horný/dolný)
 - Line sweeping metóda s čiarami pod 45° uhlom
 - Optimalizácia počítaním skóre pre každý pixel obvodu
- ▶ Zo vzájomnej pozície rohov vieme získať sklony hrán políčok
- ▶ Kritérium pre priradenie k stene kocky

Zaradenie políčok

- ▶ Políčka chceme priradiť ku stene kocky a zoradiť ich v rámci steny
- ▶ Nájdeme rohy políčok (ľavý horný/dolný, pravý horný/dolný)
 - Line sweeping metóda s čiarami pod 45° uhlom
 - Optimalizácia počítaním skóre pre každý pixel obvodu
- ▶ Zo vzájomnej pozície rohov vieme získať sklony hrán políčok
- ▶ Kritérium pre priradenie k stene kocky
- ▶ Eliminácia zle zaradených políčok na základe vzájomnej polohy

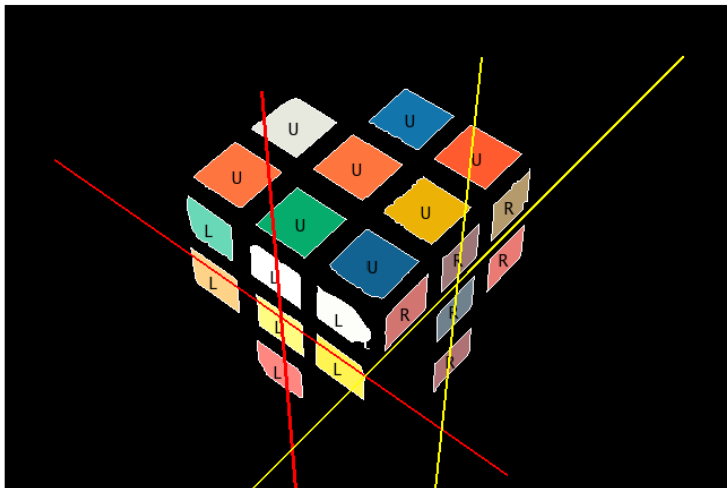
Zaradenie políčok



Chýbajúce políčka

- Nájďme osi bočných strán kocky z hrán políčok

Chýbajúce políčka



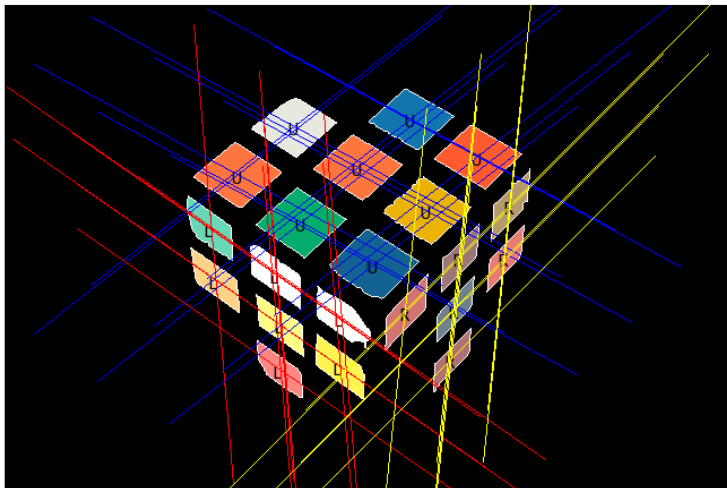
Chýbajúce políčka

- ▶ Nájďme osi bočných strán kocky z hrán políčok
- ▶ Cez centroidy políčok vedieme osi a získame mriežku

Chýbajúce políčka

- ▶ Nájdeme osi bočných strán kocky z hrán políčok
- ▶ Cez centroidy políčok vedieme osi a získame mriežku
- ▶ Pre hornú stenu použijeme osi bočných s kompenzáciou perspektívy

Chýbajúce políčka



Chýbajúce políčka

- ▶ Priesečníky vedených osí sa stretnú v centroidoch políčok

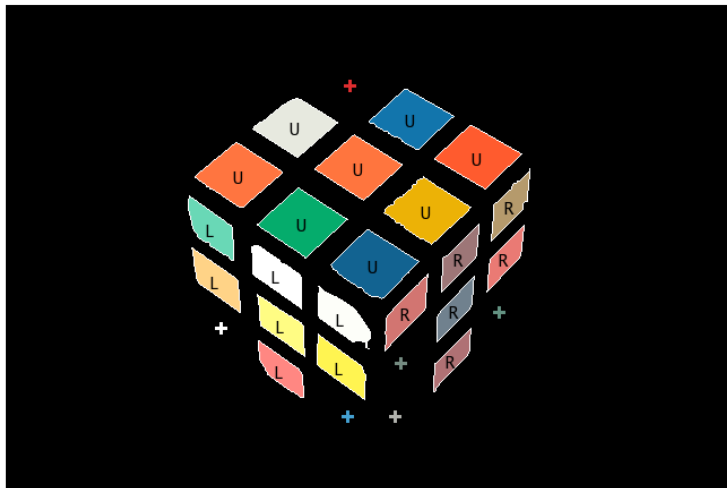
Chýbajúce políčka

- ▶ Priesečníky vedených osí sa stretnú v centroidoch políčok
- ▶ Priesečníky príliš vzdialené od známych políčok predstavujú chýbajúce

Chýbajúce políčka

- ▶ Priesečníky vedených osí sa stretnú v centroidoch políčok
- ▶ Priesečníky príliš vzdialené od známych políčok predstavujú chýbajúce
- ▶ Nájdeme zhluky pomocou k-means

Chýbajúce políčka



Zoradenie políčok

- ▶ Pre vizualizáciu potrebujeme poznať aj poradie políčok v rámci steny

Zoradenie políček

- ▶ Pre vizualizáciu potrebujeme poznať aj poradie políček v rámci steny
- ▶ Line sweeping pod uhlom osí pre získanie stĺpcov

Zoradenie políček

- ▶ Pre vizualizáciu potrebujeme poznať aj poradie políček v rámci steny
- ▶ Line sweeping pod uhlom osí pre získanie stĺpcov
- ▶ Políčka v stĺpci zoradíme podľa súradníc

Zoradenie políčok

