

Univerzita Jana Evangelisty Purkyně
v Ústí nad Labem
Přírodovědecká fakulta



Vliv předzpracování obrazu a augmentace dat
na segmentaci rentgenových snímků

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vypracoval: Milan Gittler

Vedoucí práce: RNDr. Jíří Škvára, Ph.D.

Studijní program: Aplikovaná informatika

ÚSTÍ NAD LABEM 2024

Namísto žlutých stránek vložte digitálně podepsané zadání kvalifikační práce poskytnuté vedoucím katedry.

Zadání musí zaujímat právě dvě strany.

Zadání je nutno vložit jako PDF pomocí některého nástroje, který umožňuje editaci dokumentů (se zachováním elektronického podpisu).

V Linuxe lze například použít příkaz `pdftk`.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v přiloženém seznamu literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona c. 121/2000 Sb., ve znění zákona c. 81/2005 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladu, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

V Ústí nad Labem dne 23. března 2024

Podpis:

Děkuji vedoucímu práce RNDr. Jiřímu Škvárovi, Ph.D.
za neocenitelné rady a pomoc při tvorbě diplomové práce.

Abstrakt:

Hlavním cílem této diplomové práce je seznámit čtenáře s

Klíčová slova: lorem, ipsum, dolor, sit, amet

IMPACT OF IMAGE PREPROCESSING AND DATA AUGMENTATION ON SEGMENTATION OF X-RAY IMAGES

Abstract:

lorem ipsum dolor sit amet

Keywords: lorem, ipsum, dolor, sit, amet

Obsah

Úvod	13
1. Přehled metod předzpracování obrazu	15
1.1. Klasické metody předzpracování obrazu	15
1.2. Neuronové sítě pro předzpracování obrazu	17
1.3. Obecné postupy augmentace dat	17
2. Ukázkové řešení úlohy intrusion detection	19
2.1. Popis úlohy	19
2.2. Načtení a transformace dat	19
2.3. Vizualizace dat	19
2.4. Tvorba modelů	19
2.5. Evaluace modelů	19
3. Zhodnocení	21
4. Závěr	23
A. Externí přílohy	31

Úvod

1. Přehled metod předzpracování obrazu

V této kapitole se zaměříme na představení klíčových metod předzpracování obrazu, které hrají zásadní roli v procesu analýzy a zpracování rentgenových snímků. Předzpracování obrazu představuje kritický krok v řadě aplikací strojového učení a počítačového vidění, neboť ovlivňuje kvalitu a efektivitu následné analýzy. Metody předzpracování obrazu mohou výrazně zlepšit kvalitu dat a zvýšit přesnost detekce objektů, segmentace obrazu či klasifikace. Specifický výběr těchto technik je klíčový pro zjištění přesnosti a efektivy moderních metod počítačového vidění, včetně strojového učení a hlubokého učení, které jsou stále častěji aplikovány na širokou škálu problémů v oblasti zpracování obrazu. Zejména v kontextu rentgenových snímků může předzpracování pomoci překonat některé běžné výzvy, jako je nízký kontrast, šum, nebo artefakty, které mohou snížit kvalitu obrazu a tím ovlivnit diagnózu nebo automatickou analýzu.[1]

1.1. Klasické metody předzpracování obrazu

Následující sekce se zabývá představením klasických metod a technik, které jsou využívány pro úpravu a zlepšení kvality obrazových dat před jejich dalším zpracováním. Budeme se tedy věnovat různým přístupům filtrace obrazu, metodám redukce šumu či zaostření obrazu a také technikám prahování a binarizace, které jsou fundamentální pro analýzu a interpretaci obrazových dat. Přestože se jedná o metody, které mohou být považovány za základní, jejich správná aplikace a kombinace mohou výrazně zlepšit výslednou kvalitu obrazu a přispět k efektivnějšímu rozpoznávání vzorů a objektů v obrazových datech. Podrobně prozkoumáme každou z těchto metod, přičemž budeme klást důraz na jejich význam pro přípravu dat k dalšímu zpracování.

Filtrace a vylepšení obrazu

Filtrace a vylepšení obrazu jsou klíčové techniky v předzpracování obrazu, zaměřené na zlepšení vizuální kvality obrazových dat pro následné zpracování nebo analýzu. Cílem filtrace je odstranit nežádoucí artefakty, jako je šum, a zvýraznit důležité vlastnosti obrazu, například hrany. Vylepšení obrazu pak usiluje o zlepšení kontrastu, jasů a ostrosti, aby bylo zajištěno, že obrazová data jsou co nejvíce přístupná pro lidské vnímání nebo automatizované algoritmy. Jedním z klíčů k úspěšné filtraci a zlepšení obrazu je výběr vhodné metody a jejích parametrů, které musí být pečlivě nastaveny v závislosti na charakteristikách obrazových dat a konkrétním účelu zpracování.

Ekvalizace histogramu

Ekvalizace histogramu je fundamentální, ale mocná technika, která se používá pro zlepšení kontrastu v obrazových datech, zejména tam, kde původní obraz obsahuje špatně rozlišitelné detaily kvůli nedostatečnému rozsahu intenzit pixelů.

Cílem ekvalizace histogramu je aplikovat transformaci na původní histogram obrazu, $H(i)$, kde i představuje intenzitu pixelů v původním obrazu, tak, aby výsledný histogram měl uniformní rozložení. Tato transformace je založena na kumulativní distribuční funkci (CDF), $CDF(i)$, vypočítané z původního histogramu. $CDF(i)$ představuje součet pravděpodobností všech intenzit pixelů od nejnižší hodnoty až po intenzitu i a slouží jako mapovací funkce pro přiřazení nových intenzit pixelů ve výsledném obraze. Matematicky lze CDF definovat jako $CDF(j) = \sum_{i=0}^j P(i)$, kde $P(j)$ je pravděpodobnost výskytu intenzity j v původním obrazu, což se obvykle určí normalizací histogramu na celkový počet pixelů v obraze. Nová intenzita pixelu i' pro každý pixel s původní intenzitou i ve výsledném obraze je poté určena pomocí normalizované CDF, což zajišťuje, že všechny intenzity jsou rovnoměrně zastoupeny:

$$i' = (L - 1) \cdot CDF(i) \quad (1.1)$$

kde: L = je počet možných úrovní intenzity pixelů (např. $L = 256$ pro 8bitové obrazy)

Tímto způsobem transformace zvýší kontrast obrazu tak, že "roztáhne" rozložení intenzit pixelů přes celý dostupný rozsah, což zvýrazní detaily a zlepší vizuální vnímání obrazu. Ekvalizace histogramu tak přináší výrazné zlepšení v oblastech s nízkým kontrastem a umožňuje lepší vizualizaci detailů, což je zásadní pro dalšího zpracování obrazu. [2] [3]

Algoritmus 1 Ekvalizace histogramu

- 1: **Vstup:** Původní obraz Img
 - 2: **Výstup:** Obraz s ekvalizovaným histogramem Img_{eq}
 - 3: Vypočítejte histogram H z Img
 - 4: Vypočítejte kumulativní histogram CH z H
 - 5: Normalizujte CH na rozsah intenzit pixelů obrazu
 - 6: **for** každý pixel p v Img **do**
 - 7: Nastavte $Img_{eq}[p]$ na hodnotu odpovídající $CH[Img[p]]$
 - 8: **end for**
 - 9: **return** Img_{eq}
-

Adaptivní ekvalizace histogramu

Adaptivní ekvalizace histogramu (AHE) představuje pokročilou metodu ekvalizace, která se snaží zlepšit kontrast obrazu lokálně, na rozdíl od globálního přístupu klasické ekvalizace histogramu. AHE algoritmus rozdělí původní obraz na malé, překrývající se bloky, nazývané dlaždice (tiles), a na každou z nich aplikuje ekvalizaci histogramu nezávisle. Tímto způsobem dokáže lépe zachytit lokální kontrastní charakteristiky obrazu a zvýraznit detaily v jednotlivých oblastech. Při překryvu

dlaždic se výsledné intenzity pixelů na okrajích vypočítají jako vážený průměr z odpovídajících intenzit získaných z každé příslušné dlaždice, což zajišťuje hladký přechod mezi dlaždicemi. [4]

Adaptivní ekvalizace histogramu s omezením kontrastu

Adaptivní ekvalizace histogramu s omezením kontrastu (CLAHE) byla vyvinuta s cílem předejít problémům spojeným s přílišným zvýrazněním šumu v homogenních oblastech obrazu, které nastává při použití AHE.

Základní myšlenka CLAHE spočívá v rozdělení obrazu na malé, kontextově závislé bloky a aplikování ekvalizace histogramu na každý z těchto bloků. Aby se zabránilo nežádoucímu efektu nadměrného zvýšení kontrastu, aplikuje se na histogram každého bloku proces „osekání“ (clipping), kdy hodnoty histogramu přesahující předem definovaný limit jsou sníženy na tento limit a přebytečné hodnoty jsou rovnoměrně rozděleny mezi ostatní úrovně intenzity. To vede k vytvoření vyváženějšího rozložení intenzit v obrazu a zajišťuje, že zvýšení kontrastu nevede k nežádoucímu zvýraznění šumu.

Jedním z klíčových aspektů CLAHE je výběr „clip limitu“, což je parametr, který omezuje míru zvýšení kontrastu. Tento limit se obvykle definuje jako násobek průměrné hodnoty histogramu a jeho správné nastavení je zásadní pro dosažení optimálního výsledku. [4]

Filtry pro zvýraznění ostroty

Redukce šumu

Prahování a binarizace

1.2. Neuronové sítě pro předzpracování obrazu

Přehled a principy

1.3. Obecné postupy augmentace dat

2. Ukázkové řešení úlohy intrusion detection

2.1. Popis úlohy

2.2. Načtení a transformace dat

2.3. Vizualizace dat

2.4. Tvorba modelů

2.5. Evaluace modelů

3. Zhodnocení

4. Závěr

Seznam použitých zdrojů

1. BASAVAPRASAD, Benchamardimath; RAVINDRA, Hegadi. A STUDY ON THE IMPORTANCE OF IMAGE PROCESSING AND ITS APLICATIONS. *International Journal of Research in Engineering and Technology* [online]. 2014, **03**(15), 155–160 [cit. 2024-03-16]. ISSN 23217308. Dostupné z DOI: 10.15623/ijret.2014.0315029.
2. KRIG, Scott. *Computer Vision Metrics*. 1. vyd. California: Apress Berkeley, 2014. ISBN 978-1-4302-5930-5. Dostupné z DOI: 10.1007/978-1-4302-5930-5.
3. *Computer Vision for X-Ray Testing: Imaging, Systems, Image Databases, and Algorithms*. 1. vyd. Cham: Springer International Publishing, 2015. ISBN 978-3-319-20747-6. Dostupné z DOI: 10.1007/978-3-319-20747-6.
4. Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization. In: *Graphics Gems IV*. 1st Edition. San Francisco: Academic Press, 1994, s. 474–485. ISBN 978-0-12-336155-4.

Seznam obrázků

Sazba zdrojových kódů

A. Externí přílohy

Struktura repozitáře je následující:

BostonHousing	vypracovaná regresní úloha a data set Boston Housing
IrisFlowers	vypracovaná klasifikační úloha a data set Iris flowers
Obrázky	adresář s obrázky, které jsou zobrazeny v repozitáři
IntrusionDetection.rar	vypracovaná úloha Intrusion detection s data sety v souboru rar
README.md	jednoduchý popis repozitáře
