بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه سمنان

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

پایان نامه کارشناسی ارشد برق مکاترونیک

بهبود روش قطعه بندی تصویر بر پایه تئوری گراف

دانشجو : مصطفی شریفی

استاد راهنما : دکتر کوروش کیانی

بهمن ۱۳۹۱

تقدیم به:

مادرم که دریائیست از مهر و محبت و پدرم، که استواری و استقامت را از او آموختم و آموزگارانی که برایم زندگی، بودن و انسان بودن را معنا کردند حال این برگ سبزی است تحفـه درویـش تقـدیم آنان....

تشکر و قدردانی :

خداوند را سپاس می گویم که به من فرصت داد تا عمر خود را در راه کسب علـم و دانـش طـی کنم و همواره استادانی دلسوز وفرزانه بر سر راهم قرار داد تا در این راه دراز و بی پایان راهنمای راهم باشند.

ازاستاد دلسوز و فرزانه وصبور جناب آقای دکتر کوروش کیانی کمال تشـکر وسـپاس را دارم کـه بدون شک این مقطع از زندگی را مدیون زحمات و راهنمایی های ایشان می باشم. همچنین از تمامی اساتید محترمی که در طی دوران تحصیل، به من درسـهای علمـی- تخصصـی و درسـهای انسـان وار زیستن آموختند، سپاس گذاری می کنم.

چکیده

در قطعه بندی تصویر هدف جدا سازی تصویر به نواحی مجزا و همگن است و در حالت ایده آل باید نتیجه بدست آمده با نواحی حاصل از قطعه بندی ذهن انسان منطبق باشد. در رابطه با قطعه بندی تصویر، الگوریتم های متعددی تا به امروز ارائه شده اند. از جمله این روشها می توان به روشهای مبتنی بر گراف اشاره کرد که روشهای مبتنی بر گراف برروی تصاویر با نواحی همگن نتایج مناسبی دارند.و علاوه بر آن اطلاعات مکانی و فضای ویژگی پیکسلها به طور همزمان برای قطعه بندی تصویر با یکدیگر ترکیب می شوند. چهارچوب کلی این روشها به این صورت است که هر پیکسل تصویر را به عنوان یک گره از گراف در نظر گرفته و وزن یال بین دو گره بر اساس یک معیار شباهت بین دو پیکسل متناظر با این دو گره در تصویر تعریف می شود و بخش بندی گراف ساخته شده بر اساس یک معیار خاص انجام می گیرد. یکی از مهمترین روشهای برش گراف روش برش نرمالیزه می باشد. این الگوریتم با استفاده از دومین بردار ویژه یک ماتریس ایجاد شده از گراف تصویر سعی در تقسیم تصویر به دو بخش دارد . ابتدا تصویر با استفاده از الگوریتم ذکر شده به دو بخش تقسیم می شود و سپس الگوریتم بر روی بخشها به صورت جداگانه اجرا می شود. بخش بندی بازگشتی کیفیت بخش بندی را کاهش میدهد. هدف این تحقیق آن بوده است که با تغییراتی درروش برش نرمالیزه و قطعه بندی اولیه دقت قطعه بندی و سرعت محاسبات را افزایش دهیم. برای قطعه بندی تصویر به چند قسمت با ساخت یک مجموعه تصویر مرجع با استفاده از پایگاه داده برکلی به مقایسه روش پیشنهادی با روش برش نرمالیزه می پردازیم نتایج حاصل در بیشتر موارد حاکی از برتری معیار پیشنهاد شده نسبت به معیار برش نرمالیزه دارد . همچنین با استفاده از الگوریتم بهبود یافته پیشنهادی، با تغییراتی در ایجاد گراف نواحی، رویکرد جدیدی در خوشه بندی تصاویر ارائه شده است که از تصاویر ماهواره ای جهت محک این رویکرد جدید استفاده شده است.

کلمات کلیدی: قطعه بندی تصویر، گراف، برش نرمالیزه، تغییر جای میانگین، مسئله مقادیر ویژه ، خوشه بندی تصویر

فهرست مطالب :

۱- مقدمه ای بر قطعه بندی تصاویر..... ۱

۱-۱ تعریف قطعه بندی تصویر..... ۲

۱-۲ قطعه بندی تصویراز لحاظ تعامل با کاربر..... ۳

۱-۳ تعمیم مسئله ی قطعه بندی..... ۴

۲- مروری بر روش های موجود قطعه بندی تصاویر..... ۶

۲-۱ الگوریتم های قطعه بندی..... ۷

۲-۲ مروری بر فضاهای رنگی RGB، HSI و L*a*b..... ۸

۲-۲-۱ فضای رنگ RGB ۸

۲-۲-۲ فضای رنگ HIS..... ۹

۲-۲-۳ فضای رنگ L*a*b..... ۹

۲-۳ روش های قطعه بندی تصاویر ۱۰

۲-۳-۱ آستانه گذاری..... ۱۰

۲-۳-۲ الگوریتم K-Mean ۱۱

۲-۳-۳ قطعه بندی تصویر به روش فازی..... ۱۲

۲-۳-۴ رشد ناحیه ۱۲

۲-۳-۵ روش آب پخشان ۱۳

۲-۳-۶ درخت چهارتایی ۱۴

۲-۴ قطعه بندی تصاویر بر پایه تئوری گراف..... ۱۵

۲-۴-۱تئوری گراف ۱۵

۲-۴-۲ تعاریف موجود در تئوری..... ۱۵

۲-۴-۳ ایده کلی و انواع الگوریتم های موجود قطعه بندی تصویر بر اساس تئوری گراف..... ۱۷

۲-۴-۳-۱ الگوریتم جریان ماکزیمم- برش می نیمم ۱۸

۲-۴-۳-۲ الگوریتم فوردفالکرسون ۱۹

۲-۴-۳-۳ الگوریتم های push-relabel ۲۱

۲-۴-۳-۴ مینمم درخت پوشا..... ۲۵

۲-۴-۳-۵ زنجیره مارکوف وقدم تصادفی..... ۲۶

۲-۴-۳-۶ دسته بندی طیفی گراف ۲۷

۳- روش پیشنهادی..... ۳۱

۳-۱ مروری بر روش برش نرمالیزه ۳۲

۳-۲ نواقص و معایب برش نرمالیزه..... ۳۳

۳-۳ استفاده از تغییر جای میانگین برای قطعه بندی اولیه ۳۵

۳-۴ خوشه‌بندی بر اساس چگالی..... ۳۵
۳-۴-۱ تخمین چگالی به روش پارامتریک ۳۵
۳-۴-۲ تخمین چگالی به روش غیر پارامتریک ۳۶
۳-۴-۳ روش تخمین چگالی کرنل ۳۷
۳-۴-۳-۱ کرنل..... ۳۷
۳-۴-۳-۲ تخمین کرنل..... ۳۷
۳-۴-۴ تخمین چگالی به روش پنجره پارزن ۳۸
۳-۵ الگوریتم خوشه بندی به روش تغییر جای میانگین..... ۴۰
۳-۶ ناحیه بندی تصویر بر اساس تغییر جای میانگین..... ۴۱
۳-۷ روش پیشنهادی ۴۶
۳-۷-۱ بهبود قطعه بندی تصویر..... ۴۶
۳-۷-۲ استفاده از قطعه بندی بهبود یافته در کلاسه بندی تصاویر ۴۸
۴- جمع بندی و نتایج..... ۵۰
۴-۱ مروری بر تحقیق انجام شده..... ۵۱
۴-۲ نتایج..... ۵۲
۴-۲-۱ نتایج قطعه بندی بهبود یافته تصاویر..... ۵۳

۴-۲-۲ نتایج رویکرد جدید کلاسه بندی تصاویر استفاده از قطعه بندی بهبود یافته ۶۱

۵- نتیجه گیری..... ۶۳

۵-۱ نتیجه گیری..... ۶۴

۵-۲ پیشنهادات ۶۴

فهرست منابع ۶۶

مقالات ۷۰

فهرست تصاویر :

تصویر ۲-۱ : فضای رنگ RGB به صورت گسترده..... ۸

تصویر ۲-۲: مدل رنگ HSI ۹

تصویر ۲-۳ : مدل رنگ L*A*B ۱۰

تصویر ۲-۴ : قطعه بندی تصویر به روش آستانه گذاری a) تصویر اصلی، b) هیستوگرام تصویر، c) آستانه از ۲۲۵-۲۵۵، d) آستانه ۲۲۵-۱۵۵ ..... ۱۱

تصویر ۲-۵ : تصویر ۲-۵ : قطعه بندی تصویر به روش رشد ناحیه A) تصویر اصلی، B) درج نقاط راهنما، C) تصویر قطعه بندی شده ۱۳

تصویر ۲-۸ : قطعه بندی تصویر به روش رشد ناحیه a) گراف اصلی قبل از اعمال برش، b) گراف بعد از عملیات برش..... ۱۸

تصویر ۲-۹ : مراحل اجرای الگوریتم فورد فالکرسن ۲۱

تصویر ۲-۱۰: مراحل ایجاد یک برش در یک گراف به کمک اضافه کردن دو نود SOURCE و SINK از چپ به راست -نودها- ساخت گراف بر اساس شباهت نودها – اضافه کردن دو نود اضافه- اتصال سایر نودها به نودهای اضافه- ایجاد برش در گراف ۲۴

تصویر ۲-۱۱: مینیمم برش باعث ایجاد دسته هایی از نودهای ایزوله می شود ۲۵

تصویر ۲-۱۲: تصویر ۲-۱۲ : قطعه بندی تصویر به روش رشد ناحیه A) ایجاد مینیمم درخت پوشا، B) قطع ضعیف ترین یال و تقسیم درخت به دو بخش..... ۲۶

تصویر ۲-۱۳: مراحل اجرای الگوریتم مارکوف کلاسترینگ بر روی گراف عملیات از چپ به راست.. ۲۶

تصویر ۳-۱: خوشه بندی بر اساس چگالی ۳۶

تصویر ۳-۲: تابع چگالی احتمال برای پنج داده به ازای از راست به چپ H= 0.2 H=0.5 H=1 ۴۰

تصویر ۳-۳ : مراحل اجرای الگوریتم تغییر جای میانگین ۴۱

تصویر ۳-۴ : انتقال پیکسلهای تصویر به فضای ویژگی L*U*V ۴۲

تصویر ۳-۵ : تصویر ۳-۵: a) تصویر اصلی b) تصویر قطعه بندیشده به کمک تغییر جای میانگین c) برچسب گذاری ناحیه ها d) ایجاد گراف بر اساس ناحیه ها e) قطعه بندی بر اساس الگوریتم برش نرمالیزه ۴۴

تصویر ۳-۶: ماتریس مجاورتی گراف ساخته شده بر اساس نواحی ۴۴

تصویر ۳-۷: نمایی از اضافه کردن سه نود به چهار ناحیه انتخابی ۴۵

تصویر ۳-۸:نمایی ازماتریس مجاورتی بعد از اضافه کردن سه نود به هر ناحیه ۴۵

تصویر ۳-۹ : تصویر ۳-۹: a) تصویر اصلی کوه ، b) قطعه بندی تصویر به کمک تغییر جای میانگین با پارامترهای M=2000 و $\boldsymbol{h_s}$ = 8 و$\boldsymbol{h_r}$=6 که ابرها جزء یک ناحیه مطرح نشده اند..... ۴۷

تصویر ۳-۱۰: تصویر ۳-۱۰: a) تصویر اصلی ، b) قطعه بندی تصویر به کمک الگوریتم synergetic Image Segmentation ، c) قطعه بندی تصویر به کمک تغییر جای میانگین..... ۴۸

تصویر ۴-۱ : از سمت چپ به راست تصویر اصلی- تصویر قطعه بندی شده مرجع – تصویر قطعه بندی شده به روش پیشنهادی ـ تصویر قطعه بندی شده به روش $\boldsymbol{Ncut}$. سایز تصاویر از شماره یک تا بیست وپنج ۱۶۰×۲۴۰ می با شد و از شماره بیست وشش تا بیست و هشت ۲۴۰×۱۶۰ می باشد.پارامتر M= ۵۰ و $\boldsymbol{h_s} = ۸$ و$\boldsymbol{h_r} =$ ۶ می باشد..... ۵۸

تصویر ۴-۲ : مقایسه خروجی الگوریتم [37] و روش پیشنهادی ـ از سمت چپ تصویر اصلی – تصویر تقسیم شده به روش منبع [37]– تصویر قطعه بندی شده به روش الگوریتم پیشنهادی ۶۰

تصویر ۴-۳ : تصویر اصلی منطقه Golden Bridge سانفرانسیسکو ۶۱

تصویر ۴-۴ : خوشه بندی به روشهای : a) روش CNBC سه خوشه و b) چهار خوشه [۳۹]، c) روش OPCE چهار خوشه [۴۰]، d) روش شبکه عصبی [۴۱] سه خوشه..... ۶۲

تصویر ۴-۳ : شکل ۴-۵ : نتایج روش پیشنهادی : a) سه خوشه ، b) چهار خوشه..... ۶۲

فهرست جداول :

جدول۲-۱ : مقایسه پیچیدگی (Order) الگوریتمهای برش گراف مورد بحث..... ۳۰

جدول ۴-۱: مقایسه الگوریتم Ncut و الگوریتم پیشنهادی از لحاظ زمانی. تصاویر مربوطه در جدول ۴-۲ ارائه شده اند..... ۵۳

فصل اول :

۱- مقدمه ای بر قطعه بندی تصاویر

۱-۱ تعریف قطعه بندی تصویر

قطعه بندی تصویر[1] عبارت است ازجدا کردن مجموعه پیکسل های تصویر به نـواحی مجزایـی کـه نسبت به مجموعه ای از ویژگی ها (شدت روشنایی ، بافت و رنگ) یکسان هستند یا اینکه همبسـتگی زیادی دارند. [1] به عبارت دیگر، قطعه بندی تصویر به معنای تقسیم یک تصویر به نواحی تشـکیل دهنده آن می باشد. نواحی نباید هیچ اشتراکی با یکدیگر داشته باشند و مجموع آن ها تصویر اولیه را تشکیل دهد. قطعه بندی تصاویر اولین قدم و یکی از اصلی ترین بخش های یک سیسـتم مبتنـی بـر بینایی ماشین وپردازش تصویر است. در این مرحله تصویر به نواحی تشکیل دهنده آن تفکیک مـی شود. در سال ۱۹۶۵ عملگر روبرت[2] که یک اپراتور لبه یاب است ، برای پیدا کردن لبه بـین دو ناحیـه ی مختلف یک تصویر طراحی شد. از آن زمان تا کنون الگوریتم های بسیاری برای حـل ایـن مسـئله دشوار ارائه شده اند. با این حال هنوز روشی مناسب برای قطعه بندی ایده آل تصاویر ارائه نشده است. [2]

قطعه بندی تصویر کاربرد گسترده ای در بینایی ماشین، سنجش از دور، شناسایی هدف و تحلیـل تصاویر پزشکی دارد. در بسیاری ازتحقیقات پزشکی و کاربردهای کلنیکی از قبیل تعیین حجم عضو یا غده ی مورد مطالعه، تجسم و تحلیل ساختارهای آناتومیکی ، ادغام اجزا ء مختلف اطلاعات و تثبیت ، نگاشت عملکردی مغز و قطعه بندی زیر ساختارهای مغز ، قطعه بندی تصویر به عنوان اولین مرحله ی پیش پردازش مطرح است.[3] .

قطعه بندی تصویر قبل از اجرای عملیات سطح بـالاتر نظیـر تشـخیص چهـره ، تشـخیص شـیء، بازیابی تصویر و ... اجرا شده و می تواند نتیجه نهایی را تحت تاثیر قرار دهد. هدف نهایی یک سیسـتم خودکار قطعه بندی تصویر، تقلید از سیستم بینایی انسان در افراز معنی دار تصویر است. اما انسان می تواند مدل اشیاء مختلف را تصور کند و به کمک این تصویر مناظر پیش روی خود را به صورت سلسـه مراتبی ناحیه کند. تقلید از چنین سیستم پیچیده ای مشـکل اسـت. تاریخچـه قطعـه بنـدی تصـاویر دیجیتال توسط رایانه به بیش از چهل سال پیش بر میگردد. [2] .

[1] Image segmentation

[2] Robert

ویژگی های یک ناحیه بندی خوب تصویر را می توان به صورت زیر بیان نمود:

- هر ناحیه باید نسبت به ویژگی های مورد نظر نظیر روشنایی یا رنگ یکنواخت و همگن[1] باشد.
- هر ناحیه در ویژگی همگنی، باید نسبت به نواحی همسایه بیشترین تفاوت ممکن را داشته باشد.
- ناحیه نباید دارای پیچیدگی زیاد و حفره ها باشد.
- مرزهای هر ناحیه تا حد امکان باید ساده ، بدون شکست و کاملاً مشخص باشد.

.[2]

۱-۲ قطعه بندی تصویراز لحاظ تعامل با کاربر

قطعه بندی تصویر را می توان در دو دسته قطعه بندی با سرپرست[2] و قطعه بندی بدون سرپرست بررسی نمود. در قطعه بندی با سرپرست هدف الگوریتم پیدا کردن یک ناحیه با ویژگی های خاص در تصویر در دست بررسی می باشد، بطور مثال می توان از پیدا کردن لب در تصاویر چهره، تشخیص نواحی پوست از سایر نواحی در تصویر، پیدا کردن تومورها در بافت های بدن و ... نام برد. اما در قطعه بندی بدون سرپرست هدف از قطعه بندی پیدا کردن ناحیه ای خاص در تصویر نمی باشد، بلکه هدف صرفاً جدا کردن نواحی مختلف تصویر بر اساس ویژگی های این نواحی از یکدیگر می باشد بطوریکه، تعداد نواحی استخراج شده حداقل بوده و هر ناحیه تا حد امکان از نظر ویژگی های مربوط به آن (روشنایی، رنگ، بافت[3] و ...) همگن باشد. در روش قطعه بندی بدون سرپرست، کاربر هیچ تعاملی و نظارتی در پیشبرد قطعه بندی نداشته و تصاویر به صورت خودکار طی الگوریتم هایی به نواحی تشکیل دهنده تفکیک می شوند. درکاربرد هایی نظیربازیابی و ایندکس گذاری چند رسانه ای که سرعت انجام عملیات مهم است می توان از این روش استفاده نمود. در روش قطعه بندی با

[1] Homogeneous

[2] Supervised Segmentation

[3] texture

سرپرست، تعاملات کاربر تاثیر زیادی در نتیجه قطعه بندی دارد بدین ترتیب که کاربر نقاطی از تصویر را به عنوان شی و پس زمینه انتخاب کرده وبا انتخاب این نقاط، فرآیند قطعه بندی شروع میشود. [4]

تعریف دقیق تر قطعه بندی را با توجه به ویژگی های اشاره شده می توان به صورت زیر فرمول بندی نمود ، فرض کنید I نمایانگر تصویر مورد نظر و H معیار همگنی باشد به عنوان مثال H را می توان کمتر بودن واریانس روشنایی پیکسل های درون ناحیه از یک حد آستانه[1] در نظر گرفت در این صورت قطعه بندی عبارت است جدا سازی تصویر به N ناحیه $R_n, (n = 1,2, \dots, N)$ به نحوی که :

۱) $\forall n \neq m , R_n \cap R_m = \emptyset$ و $U_{n=1}^{N} R_n = 1$ (۱-۱)

۲) $\forall n , \quad H(R_n) = True$ (۲-۱)

۳) $\forall R_n$ adjacent to $R_m , H(R_n \cup R_m) = False$ (۳-۱)

۱-۳ تعمیم مسئله ی قطعه بندی

اگر یک تصویر دو بعدی ثابت را با f(x,y) نمایش دهیم، تعمیم این تصویر دو بعدی به سه بعدی ثابت، متناظر است با f(x,y)→ f(x,y,z) و تصویر دو بعدی متحرک به صورت زیر خواهد بود:

f(x,y) → f(x,y ,t) با ترکیب دو تعریف بالا خواهیم داشت : f(x,y) → f(x,y,z,t) به این ترتیب تعمیم تصاویر خاکستری به تصاویر رنگی متحرک یا تصاویر چند طیفی به صورت زیر قابل بیان می باشد.

f(x,y) → f(x,y,z,t)

دو نکته قابل توجه در این راستا عبارتند از: وقتی یک تصویر دو بعدی به یک تصویر سه بعدی تعمیم پیدا می کند یعنی f(x,y) → f(x,y,t) پیکسل اصلی با یک ووکسل سه بعدی جایگزین می شود.در مورد f(x,y) → f(x,y,t) و f(x,y) → f(x,y,z,t) تصویر تعمیم داده شده می تواند در فضای (x,y,z) یا در زمان ناحیه بندی شود..[2] .

[1] Threshold

در ادامه، مطالب پایان نامه به شرح زیر بیان می شود:

در فصل دوم با مروری بر کارهای گذشته، انواع روشهای قطعه بندی تصویر را مورد بررسی قرار می گیرد وروشهای مبنتی بر گراف را شرح داده می شود و خصوصیات این روشها را مورد بررسی قرار می گیرد. در فصل سوم به بحث و بررسی نواقص روش برش نرمالیزه پرداخته و بعد از بررسی چند راه حل برای روش برش نرمالیزه، ناحیه بندی اولیه توسط روش تغییر جای میانگین را توضیح داده می شود و نحوه استفاده از تشخیص لبه به همراه تغییر جای میانگین توضیح داده شده و الگوریتم پیشنهادی را ارائه می شود. همچنین با استفاده از روش بهبود یافته در قطعه بندی تصویر، با انجام تغییراتی در نحوه ساخت گراف در الگوریتم پیشنهادی به رویکردی جدید در خوشه بندی تصاویر پرداخته می شود. در فصل چهارم الگوریتم پیشنهادی جهت قطعه بندی بر روی مجموعه از تصاویر که از پایگاه داده برکلی استخراج شده اند اعمال می شود و نتایج حاصل با روش برش نرمالیزه مقایسه می گردد. همچنین با استفاده از تصاویر ماهواره ای رویکرد جدید پیشنهادی را در خوشه بندی تصاویر محک زده و با چند روش دیگر مقایسه می شود. در پایان جمع بندی، نتیجه گیری و همچنین پیشنهاداتی برای ادامه کار ارائه می شود.

فصل دوم:

۲- مروری بر روش های موجود قطعه بندی تصاویر

۲-۱ الگوریتم های قطعه بندی

الگوریتم های قطعه بندی در مراجع مختلف را می توان به صورت زیر دسته بندی نمود:

- آستانه گذاری
- گسترش ناحیه
- روش kmeans
- روشهای فازی
- تبدیل آب پخشان
- روشهای مبتنی برگراف
- قطعه بندی تصویر به کمک مینیمم درخت پوشا
- قطعه بندی تعاملی با استفاده از درختان تقسیم باینری
- قطعه بندی تصویر به کمک الگوریتم مارکوف کلاسترینگ

در گذشته ای نچندان دور به دلیل محدودیت سخت افـزاری و ابتـدایی بـودن حسـگر هـای تصـویر، استفاده از تصاویر رنگـی بسـیار محـدود بـوده اسـت. امـا بـا پیشـرفت تکنولـوژی و افـزایش سـرعت پردازشگرها، استفاده از تصاویر رنگی به دلیل ظرفیت اطلاعاتی بالای این تصاویر گسترش زیادی پیـدا کرده است. از آنجایی که این تصاویر حجم بالایی از اطلاعـات را در خـود جـای داده انـد تشـخیص و تفکیک اطلاعات مهم و استفاده بهینه از آنها از اهمیت بالایی بر خوردار است. از طرفی الگوریتم هـای پردازش این تصاویر باید تا حد امکان سرعت بالایی داشته باشند تا بتوانند حجم بالای اطلاعات مربوط به اینگونه تصاویر را در مدت زمان قابل قبول پردازش کنند. [5]

.