بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده معدن، نفت و ژئوفیزیک

گروه اکتشاف معدن

کاربرد یک روش الگوریتمیک بر مبنای آنالیز تصویر برای شناسایی بافتی رخساره های محیط های رسوبی سنگ منشا و مخازن نفت و گاز: مطالعه موردی در خلیج فارس

نگارش: مسعود شکوری

اساتید راهنما :

منصور ضیایی

علی اکبر پویان

استاد مشاور:

سیما سهرابی

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

شهریور ۸۹

دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده معدن، نفت و ژئوفیزیک

گروه اکتشاف معدن

پایان نامه کارشناسی ارشد آقای .....

تحت عنوان:

در تاریخ ..... توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد مورد ارزیابی و با درجه ..... مورد پذیرش قرار گرفت.

اساتید راهنما	امضاء	اساتید مشاور	امضاء
منصور ضیایی		سیما سهرابی	
علی اکبر پویان			

اساتید داور	امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء
حمید آقاجانی		عرب احمدی	
بهزاد تخم چی			

تقدیر و تشکر

پس از حمد و سپاس الهی برخود لازم می دانم تا از زحمات بی دریغ اساتید راهنمای این پایان نامه، جناب آقای دکتر ضیایی و آقای دکتر پویان و بخصوص مشاور گرامی سرکار خانم مهندس سهرابی که در طول انجام این پایان نامه نهایت محبت، راهنمایی و دقت نظر را داشتند، کمال تشکر و قدردانی را داشته باشم.

همچنین از تمامی اساتید گرامی دانشکده معدن، نفت و ژئوفیزیک که در طول این دوره تحصیلی با مساعدت های علمی و اخلاقی خود، لطف شایانی به اینجانب داشتند و نیز دوستان عزیزم که به نحوی در انجام این پایان نامه مرا یاری دادند، تشکر و سپاس‌گزاری می نمایم.

در پایان از زحمات و توجهات کارکنان واحد پژوهش و توسعه شرکت نفت فلات قاره بخصوص جناب دکتر موسوی کمال تشکر و سپاسگزاری را داشته باشم.

این پایان نامه با حمایت علمی و مادی شرکت نفت فلات قاره انجام شده است.

دانشجو تأیید می نماید که مطالب مندرج دراین پـایان نامه نتیجه تحقیقات خودش می باشد و در صورت استفاده از نتایج دیگران مرجع آن را ذکر نموده است.

کلیه حقوق مادی مترتب از نتایج مطالعات ، آزمایشات و نوآوری ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد .

شهریور ۸۹

چکیده:

با توجه به این موضوع که ۹۰ درصد ذخایر نفتی در سنگ های کربناته قرار گرفته اند، شناسایی بافتی سنگ های کربناته یکی از مراحل ضروری و اجتناب ناپذیر برای اکتشافات نفتی در مخازن هیدروکربوری آهکی به شمار می رود. در روش های سنتی روال کار برای شناسایی بافتی سنگ ها بدین صورت می باشد که پس از نمونه برداری از اعماق مشخص در چاه، از نمونه های سنگی بدست آمده مقاطع نازک تهیه می شود. در مرحله بعد متخصصین سنگ شناسی مقاطع نازک را تک تک مورد بررسی قرار می دهند و نام گذاری می کنند که این کار بسیار وقت گیر و پرهزینه می باشد و به دلیل زمان بر بودن و سختی کار احتمال اشتباه انسانی بسیار بالا می باشد. به دلیل وقت گیر بودن این مرحله، هزینه های مربوط به نیروی انسانی متخصص بسیار بالا می باشد. استفاده از یک روش بر پایه کامپیوتر و روش های هوش مصنوعی می تواند مشکلات ناشی از زمان و هزینه را تا حد چشمگیری کاهش دهد و همچنین باعث سهولت در جابجایی داده های مورد نیاز در بین واحدهای مختلف یک سازمان شود.

در این مطالعه نرم افزاری بر پایه روش های شبکه عصبی و پردازش تصویر تهیه شد که با گرفتن یک تصویر میکروسکوپی دیجیتال به عنوان ورودی از سطح مقطع نازک با بزرگ نمایی ۲۵ برابر نوع سنگ کربناته را مشخص می کند. برای آموزش شبکه عصبی نرم افزار از ۴۰۰ مقطع نازک استفاده شد که از این تعداد مقطع نازک به تعداد مساوی(۱۰۰ عدد) مربوط به یکی از گروه های مادستون، وکستون، پکستون و گرینستون می باشد. همچنین از ۴۰۰ تصویر دیجیتالی دیگر از مقاطع نازک برای تست نرم افزار استفاده شد. با توجه به نتایج تست نرم افزار دقت نرم افزار برای شناسایی هر یک از گروه های مادستون، وکستون، پکستون و گرینستون به ترتیب برابر ۱۰۰، ۷۶، ۷۱ و ۸۷ درصد می باشد.

فهرست مطالب

۱- مقدمه ۱

۱-۱- مطالعات انجام شده پیشین ۱

۱-۲- ضرورت مطالعه ۲

۱-۳- هدف مطالعه ۲

۲- پردازش تصاویر دیجیتالی و شبکه عصبی ۴

۲-۱- پردازش تصویر ۴

۲-۱-۱- مقدمه ۴

۲-۱-۲- تصویر دیجیتال چیست؟ ۵

۲-۱-۳- تعریف پردازش تصاویر دیجیتال ۶

۲-۱-۴- کاربردهای پردازش تصاویر دیجیتال ۸

۲-۱-۴-۱- عکس برداری ۹

۲-۱-۴-۲- سنجش از دور ۱۰

۲-۱-۴-۳- تصویربرداری پزشکی ۱۰

۲-۱-۴-۴- مسائل امنیتی و قضایی ۱۱

۲-۱-۴-۵- حمل و نقل ۱۲

۲-۱-۴-۶- نظامی ۱۲

۲-۱-۵- نویز و فیلترهای حذف آن از تصویر ۱۳

۲-۱-۵-۱- انواع نویز ۱۳

۲-۱-۵-۲- فیلترهای کاهنده نویز ۱۴

۲-۲- شبکه های عصبی ۱۶

۲-۲-۱- مقدمه ۱۶

۲-۲-۲- نورون ۱۸

۲-۲-۳- شبکه عصبی چیست ۲۰

۲-۲-۴- ساختمان شبکه عصبی ۲۲

۲-۲-۵- کاربردهای شبکه عصبی ۲۴

۲-۲-۵-۱- تخمین تابع ۲۴
۲-۲-۵-۲- کلاس بندی ۲۵
۲-۲-۵-۳- حافظه شرکت پذیر ۲۵
۲-۲-۵-۴- بهینه سازی ۲۶
۲-۲-۵-۵- استخراج مشخصات و متراکم کردن اطلاعات ۲۶
۲-۲-۶- روشهای آموزش *۲۷*

۳- طبقه بندی سنگهای کربناتی ۳۰

۳-۱- مقدمه ۳۰
۳-۲- طبقه بندی گرابو ۳۵
۳-۳- طبقه بندی سنگهای آهکی فولک ۳۷
۳-۴- طبقه بندی دانهام ۴۰
۳-۴-۱- مقدمه *۴۰*
۳-۴-۲- خواص گل *۴۲*
۳-۴-۳- دانه های متکی و گل های متکی *۴۲*
۳-۴-۴- اتصال و چسبیده شدن *۴۳*
۳-۴-۵- طبقه بندی و نام گذاری *۴۳*
۳-۴-۵-۱- مادستون (Mudstone) ۴۵
۳-۴-۵-۲- وکستون (Wackestone) ۴۵
۳-۴-۵-۳- پکستون (Packstone) ۴۵
۳-۴-۵-۴- گرینستون (Grainstone) ۴۶
۳-۴-۵-۵- باندستون (Boundstone) ۴۶
۳-۴-۵-۶- کربنات های متبلور (Crystalline Carbonate) ۴۷
۳-۵- اصلاحات و طبقه بندی کربنات ها (EMBRY, A.F. AND KLOVAN J.E(1971) ۴۷

۴- محیط ها و رخساره های رسوبی کربناتی ۵۳

۴-۱- مقدمه ۵۳
۴-۲- انواع پلتفرم ۵۳

۴-۳- محیط های رسوبی کربناتی ۵۸
۴-۳-۱- محیط قاره ای *۶۰*
۴-۳-۲- محیط دریایی *۶۱*
۴-۳-۲-۱- سکوی درونی ۶۱
۴-۳-۲-۲- سکوی میانی ۶۴
۴-۳-۲-۳- سکوی بیرونی یا محیط حاشیه پلاتفرم ۶۶
۴-۳-۲-۴- دامنه پرشیب پلاتفرم ۷۱
۴-۳-۲-۵- حوضه های عمیق (Basin) ۷۲
۴-۳-۳- سراشیب کربناتی *۷۴*
۴-۴- رخساره های رسوبی کربناته ۷۵

۵- مواد و روش ۷۸

۵-۱- مقدمه ۷۸
۵-۲- تهیه مقاطع نازک ۷۸
۵-۳- تهیه عکس از مقاطع صیقلی ۸۰
۵-۴- پردازش تصویر ۸۲
۵-۴-۱- کاهش نویز *۸۳*
۵-۴-۲- استخراج مشخصات *۸۳*
۵-۴-۲-۱- درصد بیشترین تن خاکستری ۸۴
۵-۴-۲-۲- تعداد پیکسل های لبه در محیط های تیره ۸۶
۵-۴-۲-۳- تعداد پیکسل های لبه بین محیط های تیره و روشن(پیکسل های محیطی) ۸۷
۵-۴-۲-۴- تعداد محیط های روشن ۸۸
۵-۴-۲-۵- تعداد پیکسل های محیط های روشن ۸۸
۵-۴-۲-۶- تعداد محیط های روشن با بیشتر از ۱۵۰ پیکسل ۸۸
۵-۴-۲-۷- تعداد پیکسل های محیط های روشن با بیشتر از ۱۵۰ پیکسل ۸۹
۵-۵- نرمال سازی پارامترها ۸۹
۵-۶- شبکه عصبی ۹۰

۵-۶-۱- مدل شبکه عصبی ۹۱

۵-۶-۲- تابع فعال سازی برای هر نرون ۹۲

۵-۶-۳- تابع خطا و حداقل سازی ۹۳

۵-۶-۴- الگوریتم آموزش ۹۳

۵-۷- تهیه اینترفیس نرم افزار ۹۴

۵-۸- تست نرم افزار برای تخمین رده بندی دانهام مقاطع ۹۴

۵-۹- موقعیت جغرافیایی منطقه ۹۶

۵-۹-۱- حوضه خلیج فارس ۹۶

۵-۹-۲- زمین شناسی خلیج فارس ۹۷

۵-۹-۳- نوع رسوبات در خلیج فارس ۹۸

۵-۹-۴- فلات قاره و تقسیمات هیدروکربوری منطقه ۹۹

۵-۹-۵- موقعیت و تاریخچه میدان درود ۱۰۰

۵-۱۰- تعیین محیط رسوبی گذشته منطقه ۱۰۱

۶- نتیجه گیری و پیشنهاد ۱۰۲

۷- منابع ۱۰۴

۱- مقدمه

۱-۱- مطالعات انجام شده پیشین

مدت زمان زیادی از استفاده تکنیک های پردازش تصویر و شبکه های عصبی در علوم مختلف از جمله زمین شناسی نمی گذرد ولی در همین مدت کوتاه نیز کارهای زیادی صورت گرفته است. T. Basu و همکارانش از ترکیب داده های مغزه های حفاری و لاگ های پتروفیزیکی در شبکه عصبی خود استفاده کردند[21]. Hsein Cheng Chang و همکارانش قابلیت های شبکه های عصبی Back Propagation و Adaptive Resonance Theory و کوهونن را برای تفکیک کربنات های مناطق نفتی به روش دانهام و همچنین شناسایی تخلخل در تصاویر FMI مورداستفاده قرار دادند و همچنین از ترکیب های مختلف روش های هوش مصنوعی استفاده کردند و بر پایه اطلاعات لاگ های حفاری دقت روش ترکیبی آن ها ۸۷٪ بود[22] , [24] . R.Marmo و همکارانش نیز از ترکیب پردازش تصویر و شبکه های عصبی برای شناسایی کربنات ها استفاده کردند. نتایج بدست آمده از کار ایشان و همکارانش بسیار خوب بود و سنگ های کربناته را با دقت ۹۳٪ مورد شناسایی قرار داد[23]. Lianshuang Qi و Timothy R. Carr نیز از شبکه عصبی برای شناسایی رخساره های کربناته با استفاده از لاگ های حفاری استفاده کردند[25].

علاوه بر شناسایی بافتی کربنات ها در زمینه شناسایی کانی های مختلف نیز کارهایی صورت گرفته است. T. R. Mengko و همکارانش از تکنیک های پردازش تصویر برای شناسایی کوارتز، گارنت و بیوتیت در تصاویر میکروسکوپی استفاده کردند نتایج مطالعه ایشان و همکارانشان روشی مفید را برای جداسازی کانی ها بر روی تصاویر دیجیتالی نشان داد[26] .

۱-۲- ضرورت مطالعه

شناسایی محیط های رسوبی گذشته سنگ های کربناته یکی از مراحل ضروری و اجتناب ناپذیر برای اکتشافات نفتی به شمار می رود. در روش های سنتی روال کار برای شناسایی بافتی سنگ ها بدین صورت می باشد که پس از نمونه برداری از اعماق مشخص در چاه، از نمونه های سنگی بدست آمده مقاطع نازک تهیه می شود. در مرحله بعد متخصصین سنگ شناسی مقاطع نازک را تک تک مورد بررسی قرار می دهند و نام گذاری می کنند که این کار بسیار وقت گیر و پرهزینه می باشد و به دلیل زمان بر بودن و سختی کار احتمال اشتباه انسانی بسیار بالا می باشد. به دلیل وقت گیر بودن این مرحله، هزینه های مربوط به نیروی انسانی متخصص بسیار بالا می باشد. استفاده از یک روش سیستماتیک و بر پایه کامپیوتر و روش های هوش مصنوعی می تواند مشکلات ناشی از زمان و هزینه را تا حد چشمگیری کاهش دهد و همچنین باعث سهولت در جابجایی داده های مورد نیاز در بین واحدهای مختلف یک سازمان شود.

همانطور که در قسمت قبل اشاره شد تحقیقات زیادی بر روی شناسایی کربنات ها با استفاده از روش های پیشرفته انجام شده است و روش های مختلفی نیز در این زمینه مورد استفاده قرارگرفته است ولی با این حال مطالعات صورت گرفته اکثرا بر روی مقاطع بسیار تیپیک کربناته صورت گرفته است که عملا در کارهای عملی کاربردی ندارند و یا بیشتر مطالعات برای شناسایی رخساره های رسوبی بر پایه داده های پتروفیزیکی بوده است. در نتیجه مطالعه بر روی مقاطع نازک به عنوان یکی از مهمترین داده های مناطق نفتی برای شناسایی بافتی سنگ های کربناته ضروری به نظر می رسد.

۱-۳- هدف مطالعه

هدف از انجام این تحقیق ترکیب روش های پردازش تصویر و شبکه عصبی برای شناسایی بافتی کربنات ها می باشد که یکی از پارامترهای کلیدی برای تشخیص محیط رسوب گذاری است. در این

مطالعه سعی شده است برای تهیه نرم افزاری هوشمند به منظور شناسایی بافتی کربنات های حوضه خلیج فارس قدمی به جلو برداشته شود.

۲- پردازش تصاویر دیجیتالی و شبکه عصبی

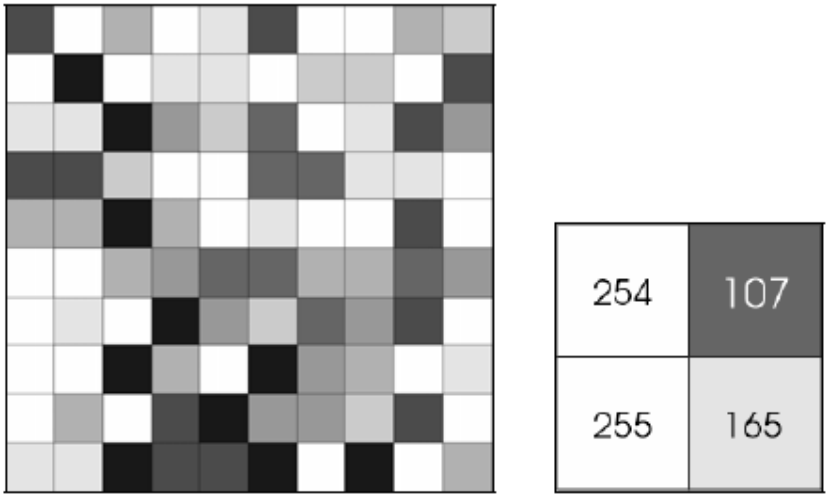
۲-۱- پردازش تصویر

۲-۱-۱- مقدمه

سیستم بینایی مهمترین نعمتی است که خداوند به انسان عطا کرده است. در میان حواس پنجگانه انسان، بینایی مهمترین ابزار کسب اطلاعات از محیط پیرامون می باشد. تجزیه و تحلیل داده هایی که به صورت تصاویر سیاه و سفید و یا رنگی هستند بهترین منابع اطلاعاتی می باشند که اطلاعات مورد نیاز برای کنترل کیفیت و فرایند را فراهم می آورد. تلاش های زیادی صورت می گیرد تا با استفاده از سیگنال های مناسب تصویری از داخل اشیا که نور مرئی به داخل آن نفوذ نمی کند تهیه شود تا دید و شناخت بهتری نسبت به آن مجموعه بدست آید. به عنوان مثال استفاده از اشعه ایکس یا گاما، امواج فراصوت و امواج الکترو مغناطیس نمونه ای از تلاش انسان برای ایجاد تصویر مرئی از داخل بدن انسان، درون زمین وسنگ ها و یا اعماق فضاست که نتیجه نهایی آن ماشینی است که توانایی ایجاد تصویر مرئی را دارد. همانطور که گفته شد تصویر بهترین منبع اطلاعاتی برای درک جهان اطراف می باشد و از این رو نسبت به صوت و سایر منابع کسب اطلاعات شامل داده ها و اطلاعات بیشتری می باشد. به همین خاطر در اکثر مواقع تحلیل و استخراج داده های یک تصویر بسیار زمان گیر می باشد. امروزه با پیشرفت پردازنده ها و رایانه ها بسیاری از کارها از جمله تجزیه و تحلیل تصاویر به آنها سپرده شده است. [1]

۲-۱-۲- تصویر دیجیتال چیست؟

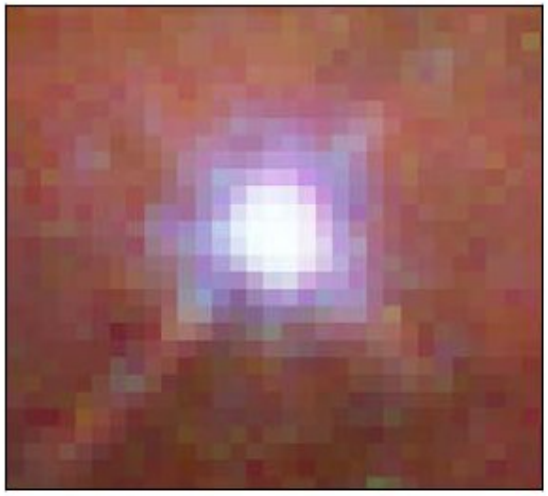
یک تصویر آرایه یا ماتریسی از پیکسل های مربعی (اجزا تصویر) است که در سطرها و ستونهای ماتریس چیده شده اند. در یک تصویر ۸ بیتی با تن خاکستری[1] هر جز تصویر یک شدت نور بین محدوده ۰ تا ۲۵۵ به خود می گیرد. یک تصویر با تن خاکستری همان چیزی است که در میان عامه مردم با عنوان تصویر سیاه و سفید شناخته می شود در حالی که اینگونه نیست و این تصاویر از شدت روشنایی های مختلف رنگ خاکستری تشکیل شده اند.[2]



شکل ۲-۱: شمایی از پیکسل های یک شکل [2]

همانطور که گفته شده یک تصویر خاکستری ۸ بیتی معمولی دارای ۲۵۶ رنگ است. یک تصویر رنگی معمولی دارای ۲۴ بیت (۸×۸×۸ بیت) می باشد که معادل ۲۵۶×۲۵۶×۲۵۶ رنگ است که چیزی در حدود ۱۶ میلیون رنگ می شود.

[1] **Gray Scale**



شکل ۲-۲: یک تصویر True color حاصل از سه تصویر خاکستری رنگی شده با رنگ های قرمز، سبز و آبی [2]

در حالت کلی دو گروه از تصاویر دیجیتال وجود دارند. وکتورهای گرافیکی که به آنها لاین آرت[1] نیز می گویند و تصاویر بیت مپ[2] که آنها را با نام تصاویر رستر[3] نیز می شناسیم.

۲-۱-۳- تعریف پردازش تصاویر دیجیتال

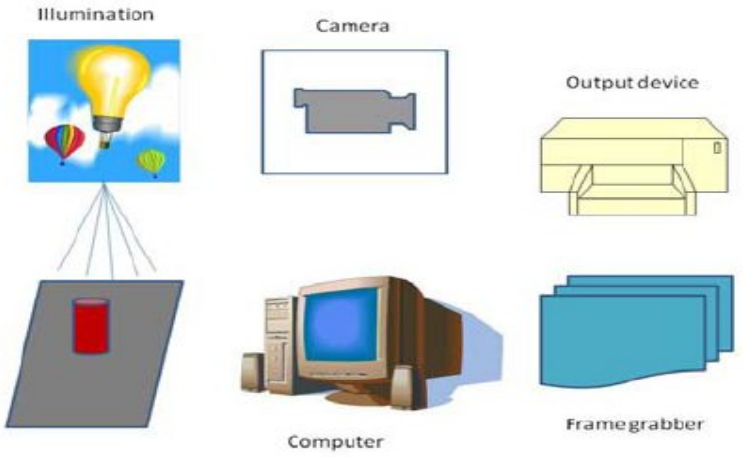
یک تصویر معمولا به صورت یک تابع دوبعدی مانند $f(x,y)$ تعریف می شود که در آن x و y موقعیت مکانی نقطه مورد نظر و مقدار f شدت روشنایی یا تن خاکستری نقطه مورد نظر می باشد. زمانی که مقادیر x، y و f در بازه مقادیر گسسته باشد تصویر حاصل را یک تصویر رقومی یا دیجیتال[4] می نامند. در مورد پردازش تصویر تعاریف زیادی ارایه شده است که در حالت کلی می توان گفت عبارت

---

[1] **Line Art**
[2] **Bitmap**
[3] **Raster**
[4] **Digital Image**

پردازش تصاویر دیجیتال، فرایند پردازش روی یک تصویر دو بعدی بکمک یک رایانه دیجیتال می باشد. در حالت کلی تر این تعریف را می توان به پردازش دیجیتالی هر داده دوبعدی نسبت داد.[3]

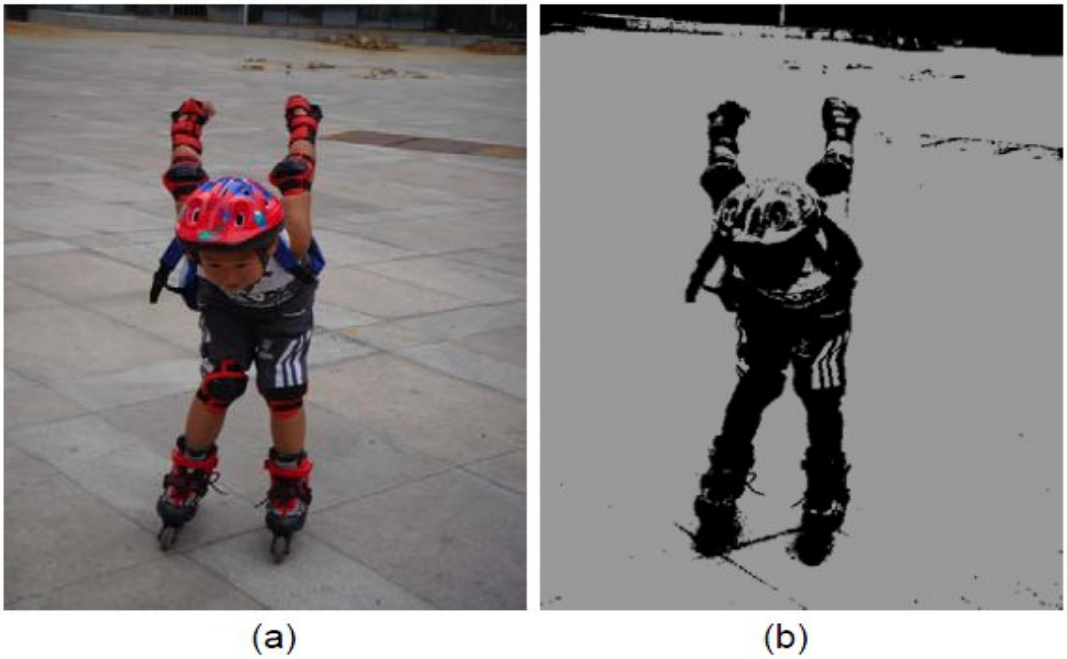
یک سیستم پردازش تصویر معمولا شامل یک منبع نورانی است که محیط را روشن می کند، یک سیستم سنسوری(مانند یک دوربین دیجیتال)، یک سیستم برداشت فریم برای جمع آوری عکس و یک کامپیوتر برای ذخیره سازی نرم افزارهای مورد نیاز برای کار بر روی تصاویر می باشد. معمولا استفاده از یک ابزار خروجی مانند یک نمایشگر کامپیوتر یا یک پرینتر نیز می تواند مفید باشد. شکل۱-۳ یک سیستم پردازش تصویر را نمایش می دهد.[4]



شکل ۲-۳: اجزای یک سیستم پردازش تصویر [4]

هدف اصلی از پردازش تصاویر دیجیتال اینست که انسان را در بدست آوردن اطلاعات بیشتر از تصاویر و همچنین تولید تصاویر با کیفیت بالاتر توانمند سازد. به علاوه بر خلاف سیستم بینایی انسان که می تواند خود را با شرایط محیطی گوناگون وفق دهد و اطلاعات مفید را ثبت کند سیستم های تصویر برداری ماشینی و سنسورها بطور خورکار نسبت به تصویربرداری بامعنی و دارای اطلاعات مفید ناتوان هستند. به عنوان مثال یک سیستم تصویر برداری بطور اتوماتیک و بدون استفاده از الگوریتم های کامپیوتری نمی تواند بین یک انسان و پس زمینه ای که در آن قرار دارد تفاوت ایجاد کند. شکل ۱-۴ یک مثال خوب در این مورد را نمایش می دهد که در آن توسط یک الگوریتم (K-means) بین یک

شی و پس زمینه تفاوت ایجاد کرده ایم و این عمل توسط پرداش تصویر صورت گرفته است. از این مثال می توان برای قضاوت در مورد اهمیت و نیاز پردازش تصویر استفاده کرد. [4]



شکل ۲-۴: جداسازی تصویر یک انسان از پس زمینه با استفاده از تکنیک های پردازش تصویر[4]

پردازش تصویر به طور مستقیم با تصاویر سروکار دارد که این تصاویر از تعداد زیادی نقطه رنگی تشکیل شده اند. این نقاط رنگی تصویر پیکسل نامیده می شوند. هر پیکسل دارای سه مقدار موقعیت افقی (X) در تصویر، موقعیت عمودی (Y) در تصویر و شدت یا تن حاکستری است. دو مقدار اول موقعیت پیکسل در تصویر و مقدار سوم رنگ یا تن خاکستری پیکسل را مشخص می کنند. البته تصاویر رنگی نسبت به تصاویر خاکستری دارای اطلاعات ابعادی بیشتری در پیکسل هایشان هستند.[2]

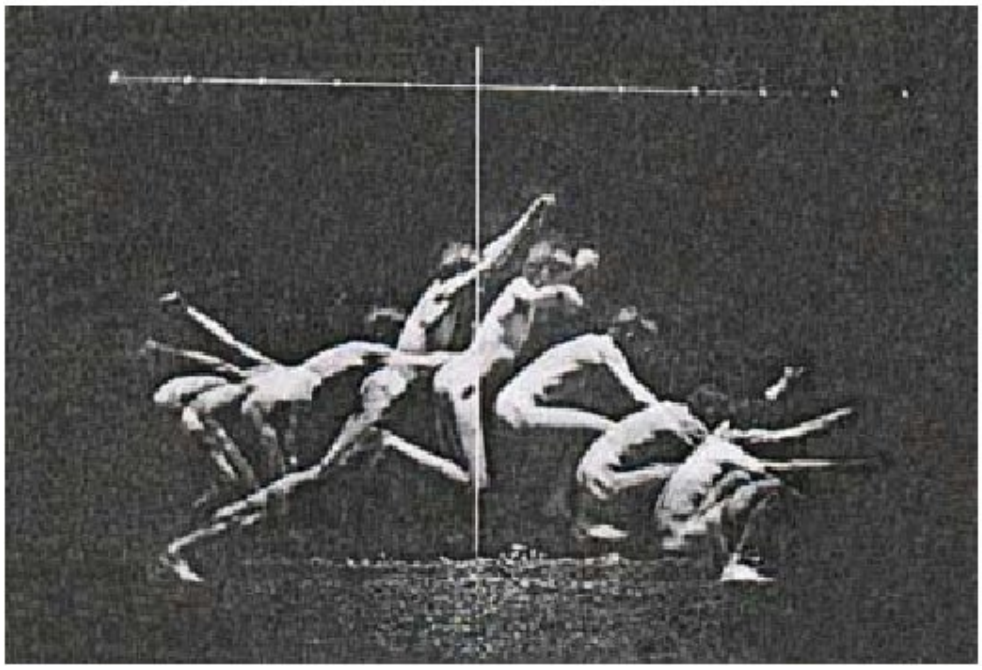
۲-۱-۴- کاربردهای پردازش تصاویر دیجیتال

کاربردهای پردازش تصاویر دیجیتالی بسیار گسترده می باشد و در اینجا نمی توان به طور کامل تمامی کاربردهای آنرا پوشش داد. در حالت کلی زمینه هایی که از تکنیک های پردازش تصویر

استفاده می کنند را می توان به تصویربرداری، زمین شناسی و سنجش از دور، عکس برداری پزشکی، مسائل امنیتی و قضایی، حمل ونقل و مسائل نظامی تقسیم بندی کرد ولی کاربردهای پردازش تصویر تنها محدود به اینها نمی باشد.[4]

۲-۱-۴-۱- عکس برداری

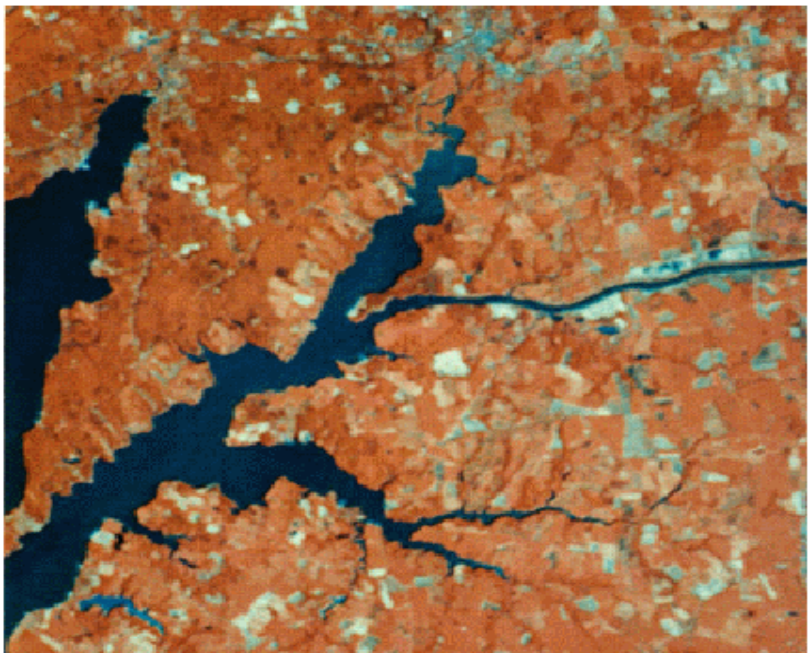
عکس برداری ثبت آنچه که توسط عکاس مشاهده می شود بر روی عکس می باشد و امروزه چه بصورت حرفه ای و چه بصورت تفننی در تمام جوامع علاقه مندانی دارد. برای مثال هنرمندان بوسیله عکس هایی که از طبیعت و اشیا ساخته شده توسط انسان می گیرند احساسات خود را بیان می کنند و یا دانشمندان عکس برداری را برای مطالعه رفتار حرکتی انسان یا سایر موجودات بکار می برند (شکل۱-۵).



شکل ۲-۵: مطالعه بر روی حرکت انسان توسط Eakins Thomas. [4]

۲-۱-۴-۲- سنجش از دور

پردازش تصویر، سنجش از دور را قادر می سازد تا اطلاعات مختلفی را از تصاویر ماهواره ای گردآوری کند. معمولا الگوریتم ها و تکنیک هایی که برای استخراج اطلاعات بکار می روند به پارامترهای زیادی از جمله پرتوهای الکترومغناطیس و نوع سنجنده بستگی دارند(شکل۱-۶).



شکل ۲-۶: نمونه ای از یک تصویر ماهواره ای مورد استفاده در سنجش از دور(تصویر گرفته شده توسط NASA)

۲-۱-۴-۳- تصویربرداری پزشکی

پردازش تصویر در ساخت و بهبود تصاویر تهیه شده از بدن انسان بسیار کاربرد دارد. این تصاویر بوسیله متخصصان مربوطه آنالیز و پردازش می شوند. پردازش سیگنال و تصویر در دستگاه های مختلف پزشکی از جمله التراسونیک، اشعه ایکس، سی تی اسکن و MRI بسیار زیاد است. در شکل۱-۷ مثال هایی از این سیستم ها آورده شده است.