

اللهُ أَكْبَرُ



پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد
در رشته مهندسی کامپیوتر گرایش نرم افزار

معرفی مدل های نویز در پردازش تصویر و راهکاری برای کاهش نویز با استفاده از منطق فازی

استاد راهنما:

دکتر سید مهدی میرحسینی

استاد مشاور:

دکتر همایون موتمنی

نگارش:

امیرحسین زاهدی تجربی

تأییدیه‌ی صحت و اصالت نتایج و مالکیت مادی و معنوی

با اسمه تعالی

این‌جانب /امیرحسین زاهدی‌تجربی به شماره دانشجویی ۹۵۵۲۲۷۰۰۱ دانشجوی رشته مهندسی کامپیوتر- نرم‌افزار مقطع تحصیلی کارشناسی/رشد تأیید می‌نمایم که کلیه‌ی نتایج این پایان‌نامه ارشد/رساله دکتری تحت عنوان معرفی مدل‌های نویز در پردازش تصویر و راهکاری برای کاهش نویز با استفاده از منطق فازی به استاد راهنمایی دکتر مهدی میرحسینی حاصل کار این‌جانب و بدون هرگونه دخل و تصرف است و موارد نسخه‌برداری شده از آثار دیگران را با ذکر کامل مشخصات منبع ذکر کرده‌ام. در صورت اثبات خلاف مندرجات فوق، به تشخیص دانشگاه مطابق با ضوابط و مقررات حاکم (قانون حمایت از حقوق مؤلفان و مصنفان و قانون ترجمه و تکثیر کتب و نشریات و آثار صوتی، ضوابط و مقررات آموزشی، پژوهشی و انصباطی ...) با این‌جانب رفتار خواهد شد و حق هرگونه اعتراض درخصوص احراق حقوق مکتسپ و تشخیص و تعیین تخلف و مجازات را از خویش سلب می‌نمایم. در ضمن، مسؤولیت هرگونه پاسخگویی به اشخاص اعم از حقیقی و حقوقی و مراجع ذی‌صلاح (اعم از اداری و قضایی) به عهده‌ی این‌جانب خواهد بود و دانشگاه هیچ‌گونه مسؤولیتی در این خصوص نخواهد داشت.

نام و نام خانوادگی

امیرحسین زاهدی‌تجربی

امضا و تاریخ

بسمه تعالی

موسسه آموزش عالی طبری

بخش تحصیلات تکمیلی

صورتجلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی

شماره دانشجویی: ۹۵۵۲۲۷۰۰۱

نام و نام خانوادگی دانشجو : امیرحسین زاهدی تجریشی

مقطع : کارشناسی ارشد

رشته تحصیلی : مهندسی کامپیوتر نرم افزار

تاریخ دفاع : ۳۱ تیر ۱۳۹۷

نیمسال دوم سال تحصیلی : ۹۶-۹۷

عنوان پایان نامه : معرفی مدل های نویز در پردازش تصویر و راهکاری برای کاهش نویز با استفاده از
منطق فازی

نمره پایان نامه (به عدد) :

نمره پایان نامه (به حروف) :

هیأت داوران :

استاد راهنما : دکتر سید مهدی میرحسینی

استاد مشاور: دکتر همایون موتمنی

استاد داور : دکتر رضا شاهوردی

نمره ارائه مقاله در فرصت پنج ماهه از تاریخ دفاع پایان نامه:

نمره نهایی به عدد و حروف:

نماينده تحصيلات تكميلي موسسه

مريم روشن ضمير

تقدیم به:

پدر عزیزم

که ارتقای مراتب تحصیلی فرزندش، اولویت اول زندگی اش بود.

مادر مهربانم

که صبورانه و بی دریغ در تمامی مراحل زندگی تشویق و حمایتم کرد.

مادر بزرگ نازنینم

و تمام نیک اندیشانی که عقل و منطق را پیشه خود نموده و جز رضای الهی و پیشرفت و سعادت جامعه، هدفی ندارند.

سپاسگزاری:

سپاسگزار خداوند بزرگ هستم که هر چه دارم از اوست،
و از استاد گرانقدر جناب دکتر میرحسینی که در طول این مدت با کمک‌های بی‌شائبه و مشاوره‌های سازنده ایشان بنده را در تصحیح و تکمیل این پایان‌نامه صمیمانه یاری کردند.

چکیده:

تصاویر دیجیتالی ممکن است به خاطر عواملی نظیر نقص در سنسورهای تصویربرداری، خطاهای انتقال، محیط غیرعادی بین صحنه و سیستم تصویربرداری (عواملی مانند پراکندگی تصادفی و جذب) و حافظه معیوب، دچار نویز شوند. برای رفع عیب و حذف نویز این موارد، تعداد بسیار عظیمی از تکنیک‌ها و روش‌ها پیشنهاد شده است، اما مهمترین نکته این است که به هنگام فرآیند حذف نویز، با حداقل افت در جزئیات مفید تصویر و حفظ قسمت‌های سالم آن مواجه شود. در بین تمام روش‌ها، روش فازی می‌تواند بهترین کارایی را داشته باشد. در این پژوهش سعی ما بر این است که یکی از معروف‌ترین فیلترهای کاهش نویز به نام فیلتر فازی میانگین وزن‌دار، با اضافه کردن پارامترهای جدید را بهبود دهیم.

فیلتر بهبود یافته شامل دو مرحله است. در مرحله اول، تمام پیکسل‌های تصویر برای تعیین پیکسل‌های نویزی پردازش می‌شوند. برای این کار، یک سیستم مبتنی بر قواعد فازی در نظر گرفته می‌شود، که یک درجه عضویت برای هر پیکسل برچسب‌گذاری می‌کند. درجه‌ی یک پیکسل یک عدد واقعی بین [۰۱] است که نشان دهنده این احتمال است که پیکسل مورد نظر نویزی در نظر گرفته نشود. در مرحله دوم، از یک سیستم مبتنی بر قواعد فازی دیگر استفاده می‌شود. در این مطالعه، فیلتر از خروجی سیستم فازی قبلی برای انجام بهبود فازی به روش وزن‌دار کردن همسایه‌های پیکسل مورد پردازش استفاده می‌کند.

واژه‌های کلیدی: منطق فازی، پردازش تصویر، کاهش نویز، نویز گاوی، نویز فلفل و نمک، فیلتر فازی میانگین وزن‌دار

فهرست مطالب

۱۳.....	فصل ۱
۱۴.....	۱-۱ مقدمه
۱۴.....	۱-۲ پژوهش‌های علمی انجام شده در ارتباط با پایان نامه
۱۶.....	۱-۳ فرضیات پژوهش
۱۶.....	۱-۴ سوالات پژوهش
۱۷.....	۱-۵ اهداف این پژوهش
۱۸.....	فصل ۲
۱۹.....	۲-۱ مقدمه
۱۹.....	۲-۲ تصویر دیجیتالی
۱۹.....	۲-۳ زمینه شکل‌گیری تصاویر دیجیتال
۲۴.....	۲-۴ نمایش تصویر رقمی
۲۵.....	۲-۵ مراحل اساسی پردازش تصویر
۲۹.....	۲-۶ کاربردهای پردازش تصاویر
۲۹.....	۲-۶-۱ صنعت
۳۰.....	۲-۶-۲ هواشناسی
۳۰.....	۲-۶-۳ شهرسازی
۳۰.....	۲-۶-۴ کشاورزی
۳۱.....	۲-۶-۵ علوم نظامی و امنیتی
۳۲.....	۲-۶-۶ نجوم و فضانوردی
۳۳.....	۲-۶-۷ پزشکی
۳۳.....	۲-۶-۸ فناوری‌های علمی

۳۳.....	۹-۶ باستانشناسی	۲
۳۴.....	۱۰-۶ تبلیغات	۲
۳۴.....	۱۱-۶ سینما	۲
۳۵.....	۱۲-۶ اقتصاد	۲
۳۵.....	۱۳-۶ روانشناسی	۲
۳۵.....	۱۴-۶ زمینشناسی	۲
۳۶.....	۲-۷ منطق فازی	۷
۳۶.....	۱-۷-۲ مجموعه‌های فازی و عملیات اساسی	۲
۳۸.....	۲-۷-۲ مجموعه‌های فازی و عملیات اساسی	۲
۳۹.....	۳-۷-۲ سیستم‌های فازی	۲
۴۲.....	۴-۷-۲ مدل‌های فازی ممدانی	۲
۴۳.....	۸-۲ پیشینه‌ی تحقیق	۲
۴۷.....	فصل ۳	
۴۸.....	۱-۳ مقدمه	۳
۴۸.....	۲-۳ مدل‌های نویز	۳
۴۹.....	۱-۲-۳ مدل نویز گاووسی	۳
۵۰.....	۲-۲-۳ نویز سفید	۳
۵۱.....	۳-۲-۳ نویز قهوه‌ای یا فرآکتال	۳
۵۲.....	۴-۲-۳ نویز ضربه یا نویز فلفل و نمک	۳
۵۴.....	۵-۲-۳ نویز تناوبی	۳
۵۴.....	۶-۲-۳ نویز کوانتمومی	۳
۵۵.....	۷-۲-۳ نویز ستاره	۳
۵۶.....	۸-۲-۳ نویز فوتون یا شلیک	۳

۵۶.....	۹-۲-۳ نویز پوآسون.....
۵۷.....	۱۰-۲-۳ نویز ساختاری
۵۹.....	۱۱-۲-۳ نویز گاما
۶۰.....	۱۲-۲-۳ نویز رایلی.....
۶۰.....	۳-۳ معرفی چند نمونه فیلتر کاهش نویز
۶۱.....	۱-۳-۳ فیلتر میانگین استاندارد.....
۶۱.....	۲-۳-۳ فیلتر وفقی
۶۲.....	۳-۳-۳ فیلتر هوشمند فازی تصویر برای حذف نویز
۶۳.....	۴-۳-۳ فیلتر میانگین مبتنی بر قواعد فازی
۶۳.....	۵-۳-۳ فیلتر هوشمند فازی جهت کاهش نویز گاووسی
۶۴.....	۶-۳-۳ فیلتر شی گرا برای کاهش نویز با استفاده از منطق فازی
۶۴.....	۷-۳-۳ کاهش نویز با فیلتر فازی تصویر
۶۶.....	۸-۳-۳ فیلتری برای کاهش نویز گاووسی در تصاویر بر مبنای قواعد فازی
۶۷.....	فصل ۴
۶۸.....	۱-۴ مقدمه
۶۸.....	۲-۴ معرفی روش پیشنهادی
۶۹.....	۳-۴ فیلتر فازی میانگین وزن دار
۷۰.....	۴-۴ روش کار فیلتر فازی پیشنهادی
۷۰.....	۱-۴-۴ بخش اول فیلتر: برآورد فازی فیلتر
۷۲.....	۲-۴-۴ بخش دوم فیلتر: بهبود فازی
۷۴.....	۵-۴ تستها و آزمایشها
۷۴.....	۱-۵-۴ آزمایش اول
۷۷.....	۲-۵-۴ آزمایش دوم

٧٩	فصل ٥
٨٠	١-٥ نتیجه‌گیری
٨٢	مراجع

فهرست اشکال

شکل ۱-۲ / عکس رقمی که در سال ۱۹۲۱	۲۰
شکل ۲-۲ / عکس رقمی که در سال ۱۹۲۲	۲۱
شکل ۳-۲ / عکس اصلاح نشده از جان پرشینگ.	۲۲
شکل ۴-۲ / مثال‌هایی از پردازش تصویر رقمی	۲۳
شکل ۵-۲ / قرارداد محورها مورد استفاده در نمایش تصویر رقمی	۲۵
شکل ۶-۲ / مراحل اساسی در پردازش تصویر رقمی	۲۶
شکل ۷-۲ / تابع عضویت گاوی	۳۷
شکل ۸-۲ / تابع عضویت ذوزنقه‌ای	۳۷
شکل ۹-۲ / تابع عضویت مثلثی	۳۷
شکل ۱۰-۲ / ساختار اصلی سیستم فازی خالص	۴۰
شکل ۱۱-۲ / ساختار اصلی سیستم فازی تاکاگی-سوگنو و کانگ	۴۰
شکل ۱۲-۲ / ساختار اصلی سیستم‌های فازی با فازی‌ساز و غیرفازی‌ساز	۴۱
شکل ۱-۳ / تابع چگالی احتمال نویز گاوی	۵۰
شکل ۲-۳ / گودال‌های تصویری در سلول‌های پیاز (۲۰ برابر بزرگ شده) از حرکت قهقهه‌ای	۵۱
شکل ۳-۳ / مقدار پیکسل مرکزی توسط نویز فلفل و نمک تخریب شده است	۵۲
شکل ۴-۳ / تابع چگالی احتمال نویز فلفل و نمک	۵۳
شکل ۵-۳ / نسبت سیگنال به نویز یکنواخت	۵۵
شکل ۶-۳ / تصویر لنا آغشته به نویز ستاره با واریانس $4^{..}$	۵۶
شکل ۷-۳ / تصویر خانه آغشته به نویز پوآسون-گاوی	۵۷
شکل ۸-۳ / نویز ساختاری (هنگامی که نویز بصورت دوره‌ای و غیر ثابت است) [۲۵]	۵۸
شکل ۹-۳ / نویز ساختاری	۵۹
شکل ۱۰-۳ / توزیع گاما	۵۹

..... ۵۹	شکل ۱۱-۳ / نویز گاما
..... ۶۰ شکل ۱۲-۳ / توزیع رایلی
..... ۶۰ شکل ۱۳-۳ / نویز رایلی
..... ۶۱ شکل ۱۴-۳ / اعمال فیلتر میانگین به تصویر نویزی
..... ۶۲ شکل ۱۵-۳ / اعمال فیلتر میانگین به تصویر نویزی
..... ۶۲ شکل ۱۶-۳ / اعمال فیلتر هوشمند فاز
..... ۶۳ شکل ۱۷-۳ / اعمال فیلتر فازی مبتنی بر قواعد فازی به تصویر نویزی
..... ۶۵ شکل ۱۸-۳ / اعمال فیلتر فازی مورد بحث به تصویر مرد عکاس
..... ۶۵ شکل ۱۹-۳ / جزئیات تصاویر از نتایج شکل ۳-۱۷
..... ۶۶ شکل ۲۰-۳ / تصویر ورودی با نویز افزایشی
..... ۷۲ شکل ۱-۴ / توابع عضویت مربوط به برآورده فازی فیلتر
..... ۷۳ شکل ۲-۴ / توابع عضویت مربوط به بهبود فازی
..... ۷۵ شکل ۳-۴ / تصاویر تست اصلی
..... ۷۶ شکل ۴-۴ / (الف) تصویر "عکاس" با نویز گاوسی
..... ۷۸ شکل ۴-۵ / نتایج اعمال فیلتر فازی هوشمند ارائه شده به تصویر نویزی

فهرست جداول

- جدول ۴-۱/ نتیجه تست فیلتر پیشنهادی روی تصویر تست "عکاس" ۷۵
- جدول ۴-۲/ نتیجه تست فیلتر پیشنهادی روی تصویر تست "لنا" ۷۷

فصل ١

كليات تحقيق

۱- مقدمه

در این مطالعه سعی ما بر این است تا انواع مدل‌های نویز را بررسی کنیم و با استفاده از منطق فازی، یکی از نویزهای شایع تصاویر دیجیتالی با نام نویز گاوی را کاهش دهیم. برای این منظور ما از یکی از کاربردی‌ترین فیلترهای کاهش نویز، یعنی فیلتر فازی میانگین وزن‌دار که توسعه یافته‌ی فیلتر میانگین است بهره جسته‌ایم و با منطق فازی سعی در بهبود کارایی این فیلتر کرده‌ایم.

اما با پیشرفت روزافزون دانش مخابرات نرخ تبادل اطلاعات به صورت چشم‌گیری افزایش یافته است. با در نظر گرفتن این نکته که حجم بالای از اطلاعاتی که کاربران به مبادله می‌پردازند به شکل تصویری می‌باشد، اهمیت پردازش تصویر مشخص می‌شود. به علاوه، در پردازش تصویر هدف بهبود کیفیت تصویر برای بیننده و یا آماده کردن تصویر برای استخراج اطلاعات نهفته در آن شامل ترکیب‌ها، خصوصیات و ساختارهای مشخص است.

برای هر دو کاربرد فوق افزایش کیفیت تصویر جهت بهبود خواص ظاهری تصویر و یا پر کردن جنبه‌ی خاصی از اطلاعات تصویر ضروری است. اما به خاطر طبیعت فیزیکی تصادفی موجود در سیستم‌های تصویربرداری، وجود نویز در تصویر امری اجتناب ناپذیر است. به عنوان مثال میزان روشنایی و دمای حسگرهای تصویربرداری از مهمترین موارد موثر در میزان نویز تصویر هستند. همچنین از آنجا که حسگرهای تصویر تعداد فوتون‌های دریافتی را می‌شمارند، تصاویر عموماً نویز شمارش فوتون دارند. به علاوه به دلایل مختلف در حین تبدیل تصویر از یک قالب به قالب دیگر مثل تصویر برداری، کپی کردن، اسکن کردن، دیجیتال کردن، انتقال در کانال، نمایش دادن، چاپ و یا فشرده‌سازی تصویر، همواره انواع گوناگونی نویز به تصویر افزوده می‌شود. یکی از نویزهای رایجی که در تصاویر ایجاد می‌شوند نویزهای گاوی هستند [۷و۸].

۲- پژوهش‌های علمی انجام شده در ارتباط با پایان نامه

بسیاری از توسعه‌های علمی که نیازمند فعالیت در زمینه حذف نویز در تصاویر است، باید به طور مداوم و یکنواخت به بررسی حوزه‌ی مربوط به نظریه حذف نویز توجه کنند. از طرفی دیگر، بسیاری از محققان به بررسی ادبی جنبه‌های علمی و نظری این پدیده پرداخته‌اند [۴].

اکثر نشانی‌های مربوط به نویز در سیستم‌های تصویری معمولاً به لحظه گرفتن عکس، کدنویسی، انتقال و مراحل پردازش تصویر مربوط می‌شود. نویز معمولاً در سیگنال‌های مربوط به صدا، تصویر و ویدیو ایجاد اختلال می‌کند. از همین‌رو برخی سوالات در ذهن محققان شکل می‌گیرد، نظری این که چه مقدار از سیگنال اصلی خراب شده است؟ چگونه می‌توان سیگنال را بازسازی کرد؟ کدام مدل نویز به تصویر خراب شده‌ی ما مربوط است؟

با این حال همیشه نیاز است تا به تقویت و افزایش آگاهی تئوری و عملی نگرانی‌های موجود در ارتباط با نویز در تصاویر دیجیتالی بپردازیم. نویز، سیگنال تصادفی است که موجب تخریب بخشی از اطلاعات تصویر می‌شود. تخریب تصویر رایج‌ترین آسیبی است که در پردازش تصویر وجود دارد. تصویر می‌تواند توسط انواع مختلفی از نویزها شامل نویز گاوسی، نویز پواسون، نویز اسپاک، نویز فلفل و نمک و بسیاری دیگر تخریب شود. علت ایجاد این نویزها می‌تواند در منبع نویز مجاور دستگاه‌های تصویر برداری باشد و یا محل ذخیره‌سازی معیوب و یا ممکن است اشتباه/نقص وسیله‌های تصویر برداری مانند دوربین‌ها، لنزها و فاصله کانونی ضعیف، پراکندگی و یا هر شرایط نامطلوبی که به بروز نویز کمک می‌کند باشد [۶۴].

در سال‌های اخیر، کاهش نویز تصاویر به عنوان یکی از قدیمی‌ترین حوزه‌های پردازش تصویر کماکان دارای اهمیّت است. روش‌های مؤثری برای کاهش نویز تصاویر مطرح شده است. هم‌چنین در بسیاری از مقالات از منطق فازی برای کاهش نویز در تصاویر استفاده شده است. برخی از فیلترهای فازی به جای استفاده از اطلاعات آماری از ویژگی‌های ساختاری درون تصاویر بهره جسته‌اند. با در نظر گرفتن این که عموم روش‌های فازی ارائه شده برای کاهش نویز تصاویر مربوط به نویزهای گاوسی می‌باشد، برای این منظور به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود.

فیلتر میانگین: این فیلتر یکی از فیلترهای استاندارد جعبه ابزار پردازش تصویر می‌باشد. این فیلتر در جهت کاهش نویز تصویر موثر است اما مشکلی که این نوع فیلتر دارد این است که پس از کاهش نویز تصویر تیره و تار می‌شود و از کیفیت اصلی تصویر می‌کاهد. مشکل عمدۀ‌ای که این نوع فیلترها دارند این است که اقدام به اصلاح هر دو نوع پیکسل نویزی و پیکسل‌های فاقد نویز می‌کنند، به عبارت دیگر تمام پیکسل‌های تصویر را فیلتر می‌کنند، بنابراین روی تمام پیکسل‌ها تاثیر می‌گذارند و حتی بر جایی که فاقد نویز است هم تاثیر می‌گذارد. درنتیجه تصویر تیره و تار می‌شود.

فیلتر هوشمند فازی جهت کاهش نویز گاوسی: این فیلتر توسط ماهیش و پراب هانجان در سال ۲۰۱۰ ارائه شد. این فیلتر برای کاهش نویز گاوسی بسیار مناسب می‌باشد. عملکرد فیلتر به گونه‌ای است که ابتدا مشتق فازی را به منظور کاهش حساسیت نسبت به تغییرات تصویر مانند لبه‌ها محاسبه می‌کند. سپس توابع عضویت را برای

فیلترینگ مورد نظر بدست می‌آورد. با چند بار اعمال این فیلتر می‌توان نویزهای تصویر را به شدت کاهش داد. توابع عضویت مورد نیاز برای سیستم فازی در هر بار تکرار فیلترینگ با توجه به سطح نویز باقیمانده در تصویر اقتباس می‌شوند [۶].

فیلتر هوشمند فازی تصویر برای حذف نویز: این فیلتر توسط چانگ لی و چاین هاسو در سال ۲۰۰۲ ارائه شد. این فیلتر شامل دو فرآیند تعیین عدد هوشمند فازی و فرآیند استنتاج فازی است. ویژگی کلی تصویر توسط عدد فازی نمایش داده می‌شود. این عدد طی الگوریتمی با استفاده از هیستوگرام تصویر بدست می‌آید و ویژگی‌های کلی درباره تصویر و نویز آن را در بر دارد. در فرآیند دوم با استفاده از عدد فازی بدست آمده در الگوریتم قبل به حذف نویز در تصویر می‌پردازیم. تعداد قواعد فازی و توابع عضویت فازی در این روش برای تصاویر مختلف با توجه به عدد فازی آن‌ها متفاوت می‌باشد [۶].

۳-۱ فرضیات پژوهش

۱. در این پایان‌نامه فرض بر این است که تصاویر با نویز گاوی تخریب شوند.
۲. در این مطالعه، به بررسی فیلترهای حذف نویز پرداخته و راهکاری برای کاهش نویز گاوی که یکی از رایج‌ترین نویز در تصاویر می‌باشد ارائه می‌دهیم.
۳. فیلترهای موجود را بر روی تصاویر استاندارد اعمال کرده و با استفاده از پارامترهای نسبت سیگنال به نویز^۱ و میانگین مربعات خط^۲ مورد ارزیابی قرار می‌دهیم.
۴. محاسبات عددی این پژوهش، با استفاده از نرم‌افزار متلب^۳ است.
۵. نتایج عددی حاصل از آزمایش‌ها حاکی از کارآمدی فیلتر پیشنهادی از نظر معیارهای کمی و کیفی می‌باشند.

۴-۱ سوالات پژوهش

۱. آیا می‌توان از طریق منطق فازی رویکرد مورد نظر را پیاده‌سازی کرد؟

^۱ PSNR

^۲ MSE

^۳ MATLAB

۲. آیا رویکرد ارائه شده مزینتی نسبت به دیگر رویکردهای موجود دارا است؟
۳. آیا رویکرد ارائه شده توانایی بسط و گسترش برای دیگر نویزهای موجود را نیز دارا می‌باشد؟

۱-۵ اهداف این پژوهش

۱. بررسی انواع نویزها در تصاویر دیجیتال
۲. مطالعه و بررسی منطق فازی در پردازش تصاویر دیجیتال
۳. بررسی فیلترهای رفع نویز شامل فیلترهای استاندارد و فیلترهای رفع نویز مبتنی بر منطق فازی
۴. تلاش برای ارائه یک رویکرد جدید برای کاهش نویز در تصاویر دیجیتال با بهره‌گیری از منطق فازی

از آنجا که پردازش تصویر شاخه‌ای گستردۀ از دانش رایانه به شمار می‌آید و به دلیل اینکه پژوهش ما مستقیماً با آن در ارتباط است، مطالعه و درک کلی پردازش تصویر امری ضروری بنظر می‌رسد. گام بعدی یافتن و ترجمه مراجع و مقالات مرتبط با موضوع کاهش نویز تصاویر با منطق فازی و آشنایی با فعالیتهای پیشین این حیطه و همچنین آشنایی با منطق فازی می‌باشد. در گام‌های بعدی سعی می‌شود تا با بررسی روش‌های گذشته به ارائه یک رویکرد جدید برای کاهش/حذف نویز در تصاویر دیجیتالی بر اساس منطق فازی ارائه شود.

در ادامه و در فصل دوم به معرفی کوتاه پردازش تصویر و تاریخچه‌ی آن خواهیم پرداخت. به چگونگی افزایش اهمیت مبحث پردازش تصویر در طول زمان اشاره خواهیم کرد. مراحل پردازش یک تصویر رقمی دیجیتالی را بررسی می‌کنیم و سپس به کاربردهای پردازش تصویر در زمینه‌های مختلف خواهیم پرداختیم. در ادامه‌ی این فصل کمی با منطق فازی آشنا می‌شویم و انواع مجموعه‌های فازی پرکاربرد را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

در فصل سوم به معرفی و بررسی انواع مدل‌های نویز خواهیم پرداختیم. همانطور که می‌دانید برای کار روی تصاویر و بروز بودن در زمینه پردازش تصویر، همیشه نیاز است تا دانش تئوری و عملی و نگرانی‌های موجود در ارتباط با نویز در تصاویر دیجیتالی را تقویت کنیم که دانستن مدل‌های نویز یکی از این موارد به شمار می‌آید.

در فصل چهار به معرفی فیلتر پیشنهادی خود که بهبود یافته فیلتر فازی میانگین وزن دار است می‌پردازیم. ایده اصلی فیلتر پیشنهادی تلاش برای تعیین پیکسل‌های خراب و کاهش سهمشان در پروسه‌ی بهبود می‌باشد. از این جهت، با توجه به دانسته‌های خود از پیکسل‌ها، بهبود فازی را انجام می‌دهیم. در ادامه این فصل به تفضیل راجع به کارایی فیلتر مطالعاتی خواهیم پرداخت.

فصل ۲

ادبیات و پیشینه‌ی تحقیق

۱-۲ مقدمه

در این فصل به معرفی مبحث پردازش تصویر و پیدا شدن آن می‌پردازیم. مراحل مورد نیاز برای پردازش یک تصویر دیجیتالی را بررسی می‌کنیم و در ادامه به معرفی مهمترین کاربردهای پردازش تصویر در زندگی امروزی خواهیم پرداخت. پس از پردازش تصویر وارد مبحث منطق فازی می‌شویم و به معرفی مهمترین مجموعه‌های فازی و عملیات اساسی روی این مجموعه‌ها می‌پردازیم و سپس سیستم‌های فازی را معرفی می‌کنیم و به بررسی نقاط قوت و ضعف هر کدام از این سیستم‌ها اشاره خواهیم کرد.

۲-۱ تصویر دیجیتالی

در ساده‌ترین حالت یک تصویر را می‌توان توسطتابع دو بعدی $f(x,y)$ نشان داد که در آن x و y را مختصات مکانی و مقدار f در هر نقطه را شدت روشنایی تصویر در آن نقطه می‌نامند. برای نمایش یک تصویر $N \times M$ از یک آرایه دو بعدی (ماتریس) که M سطر و N ستون دارد استفاده می‌کنیم. یک تصویر دیجیتالی از تعدادی عناصر محدود با مقدار و موقعیت مختلف تشکیل شده است. این عناصر، عنصر تصویر^۱ یا پیکسل^۲ نامیده می‌شوند.

مقدار هر عنصر از آرایه نشان دهنده شدت روشنایی تصویر در آن نقطه است. هر عنصر آرایه یک مقدار ۸ بیتی است که می‌تواند مقداری بین ۰ و ۲۵۵ داشته باشد. مقدار صفر نشان دهنده رنگ تیره (سیاه) و مقدار ۲۵۵ نشان دهنده رنگ روشن (سفید) است [۱].

۳-۱ زمینه شکل‌گیری تصاویر دیجیتال

علاقه به روش‌های پردازش تصویر دیجیتالی از دو محدوده‌ی کاربردی اصلی نشأت می‌گیرد که آن محدوده‌ها عبارت است از: بهبود اطلاعات تصویری به منظور تعبیر انسانی، و پردازش داده‌های صحنه برای ادراک ماشینی مستقل. یکی از اولین کاربردهای فون پردازش تصویر در دسته‌ی اول، بهبود عکس‌های دیجیتالی شده‌ی روزنامه

^۱ Element Picture

^۲ Pixel

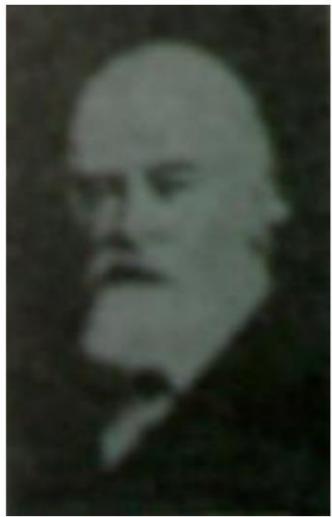
بود که از طریق کابل زیردریایی بین لندن و نیویورک منتقل می‌شد. استفاده از سامانه‌ی کابلی انتقال عکس بارتلین^۱ در ابتدای دهه‌ی ۱۹۲۰، زمان مورد نیاز برای انتقال یک عکس از عرض دریای آتلانتیک را از بیشتر از یک هفته، به کمتر از سه ساعت کاهش داد. تجهیزات مخصوصی، عکس‌ها را برای انتقال کابلی به صورت رمز درآورده و سپس آن‌ها را در محل دریافت بازسازی می‌کردند.

شکل ۱-۲ به این روش انتقال یافت و در یک چاپگر تلگراف که الگوی نیم‌تن را شبیه‌سازی می‌کرد، بازسازی شد. بعضی از مشکلات اولیه در مورد بهبود کیفیت دیداری این تصاویر اولیه، با انتخاب شیوه‌های چاپ و توزیع سطوح روشنایی مرتبط بود. روش چاپ مورد استفاده در شکل ۱-۲ تا پایان سال ۱۹۲۱ با روش دیگری که مبتنی بر تجدید چاپ عکس با استفاده از نوارهای سوراخ شده در پایانه‌ی تلگراف بود، جایگزین شد. شکل ۲-۲ یک تصویر حاصل از این روش را نشان می‌دهد. بهبود نسبت به شکل ۱-۲ هم در کیفیت تُنی و هم در تفکیک، آشکار است. سامانه‌های اولیه بارتلین قادر به رمزگاری تصویر با ۵ سطح روشنایی متفاوت بود. این توانایی در سال ۱۹۲۹ م. به ۱۵ سطح افزایش یافت. شکل نوع ۳-۲ تصویری را که می‌توان با استفاده از یک وسیله‌ی ۱۵ رنگ به دست آورده، نشان می‌دهد. در خلال این مدت، اختراع سامانه‌ی ظهور صفحه فیلم با استفاده از پرتوهای نوری مدوله شده با نوار عکس رمز شده، به مقدار زیادی فرآیند تجدید چاپ را بهبود داد.



شکل ۱-۲ / عکس رقمی که در سال ۱۹۲۱ از یک نوار رمز شده به وسیله‌ی یک چاپگر تلگرافی که دارای نوک‌های چاپ مخصوص بود، تهییه شد

^۱ Bartlane



شکل ۲-۲ / عکس رقمی که در سال ۱۹۶۲ از نواری که پس از دو بار عبور سیگنال‌ها از روی دریای آتلانتیک سوراخ شده بود، تولید شد. چند خط آشکار است

در طی ۳۵ سال بعد، روش‌های پردازش عکس‌های دیجیتالی انتقال یافته، بهبود یافت. با این حال توجه به مفاهیم پردازش تصویر تا زمان اختراع رایانه‌های بزرگ دیجیتالی و کاربرد آن‌ها در برنامه‌های فضایی به تأخیر افتاد. در سال ۱۹۶۴ در کالیفرنیا، کار روی استفاده از فنون رایانه‌ای برای بهبود تصاویر ارسالی کاوشگر فضایی شروع شد. در آن هنگام عکس‌های ماه ارسالی از رنجر^۱ به وسیله‌ی رایانه پردازش می‌شد تا انواع گوناگون نویز تصویر، ناشی از دوربین تلوزیونی کاوشگر را تصحیح کند. این فنون به عنوان مبنای روش‌های بهبود یافته‌ی ارتقا و بازیابی تصاویر حاصل از مأموریت‌های سیویر^۲ به ماه، مجموعه مأموریت‌های مارینر^۳ به مریخ، پروازهای سرنشین‌دار آپولو^۴ به ماه و غیره به کار رفت.

^۱ Ranger 7

^۲ Surveyor

^۳ Mariner

^۴ Apollo



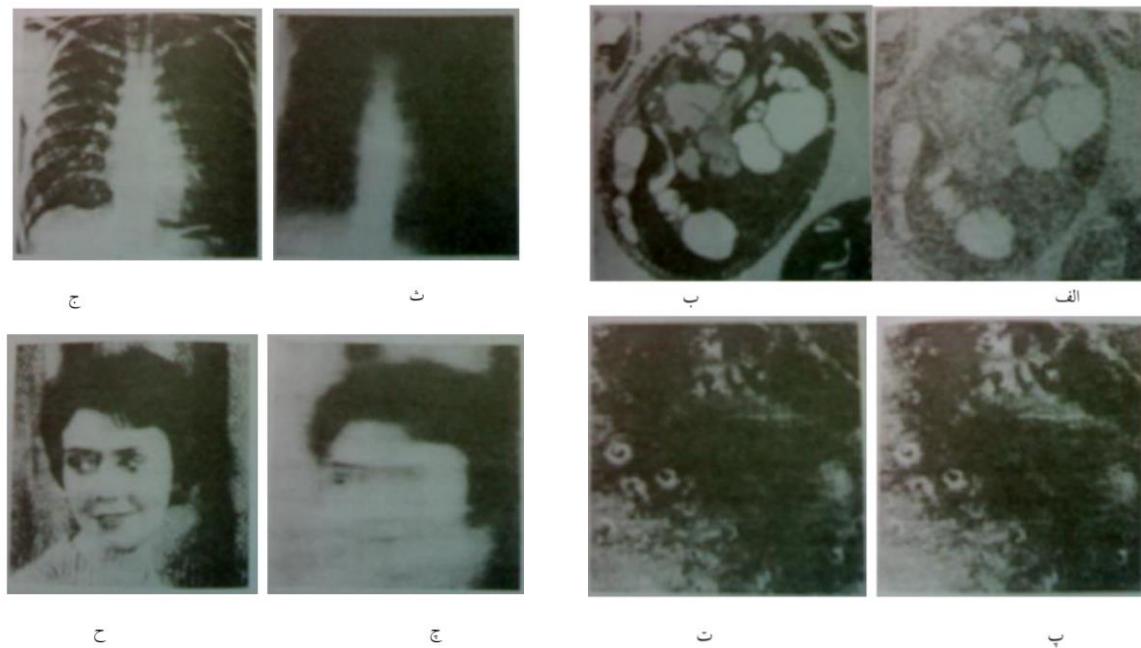
شکل ۲-۳ / عکس اصلاح نشده از جان پرشنینگ، که در سال ۱۹۲۹ با یک دستگاه ۱۵ رنگ از لندن به نیویورک انتقال یافت.

از سال ۱۹۶۴ تا کنون، موضوع پردازش تصویر، رشد فراوانی کرده است. علاوه بر برنامه‌ی تحقیقات فضایی، اکنون از فنون پردازش تصویر، در موارد متعددی استفاده می‌شود. گرچه اغلب این مسائل با هم نامرتبط هستند، اما عموماً نیازمند روش‌هایی هستند که قادر به ارتقای اطلاعات تصویری برای تعبیر و تصویر و تحلیل انسان باشد. برای نمونه در پژوهشی شیوه‌های رایانه‌ای تمایز^۱ تصویر را ارتقا می‌دهند یا این که برای تعبیر آسانتر تصاویر اشعه ایکس یا سایر تصاویر پژوهشی، سطوح شدت روشنایی را با رنگ، رمز می‌کنند.

متخصصان جغرافی نیز از این روش‌ها یا روش‌های مشابه برای مطالعه‌ی الگوهای آلودگی هوا که با تصویربرداری هوایی و ماهواره‌ای به دست آمده است، استفاده می‌کنند. روش‌های ارتقا و بازیابی تصویر برای پردازش تصاویر آسیبدیده‌ی اشیای غیرقابل بازیافت یا تصاویر آزمایش‌هایی که تکرار آن‌ها بسیار پرهزینه است، به کار می‌روند.

در باستان‌شناسی نیز روش‌های پردازش تصویر برای بازیابی عکس‌های مات شده‌ای که تنها باقیمانده‌ی آثار هنری نادر هستند، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در فیزیک و زمینه‌های مرتبط، فنون رایانه‌ای بارها تصاویر آزمایش‌های مربوط به موضوعاتی نظیر پلاسماهای پرانرژی و تصاویر ریزبینی الکترونی را ارتقا داده‌اند. کاربردهای موفق دیگری از پردازش تصویر را نیز می‌توان در نجوم، زیست‌شناسی، پژوهشی هسته‌ای، اجرای قانون، دفاع و صنعت بیان کرد.

^۱ Contrast



شکل ۲-۴/ مثال‌هایی از پردازش تصویر رقمی. ستون

سمت چپ: تصاویر رقمی اولیه. ستون سمت راست:

تصاویر پردازش شده

شکل ۲-۴ چند مثال نوعی از نتایج قابل حصول با فنون پردازش تصویر دیجیتالی را نشان می‌دهد. تصاویر اولیه در سمت چپ و تصاویر پردازش شده متناظر آن‌ها در سمت راست است. شکل ۲-۴ الف تصویر یک سلول است که نویز الکتریکی آن را شدیداً خراب کرده است. شکل ۲-۴ ب حاصل متوسط‌گیری از چند تصویر نویزدار را که روش متداولی برای کاهش نویز است، نشان می‌دهد. شکل ۲-۴ پ عکسی از سطح مریخ است که تداخل^۱، آن را در طی انتقال از کاوشگر فضایی به زمین خراب کرده است. همانطور که شکل ۲-۴ ت نشان می‌دهد، تداخل را که در این حالت به صورت مجموعه‌های از خطوط عمودی مشخص است، می‌توان تقریباً به طور کامل با پردازش رایانه‌ای برطرف کرد. اشکال ۲-۴ پ و چ بهبود ممکن را روی تصویر اشعه‌ی ایکس به وسیله‌ی ارتقای تمایز و لبه نشان می‌دهد. تصویر شکل ۲-۴ چ در خلال نورخوردگی به وسیله‌ی حرکت یکنواخت مات شد و تصویر شکل ۲-۴ ح پس از اجرای الگوریتم ماتزدایی به دست آمد.

این مثال‌ها نتایج پردازشی را نشان می‌دهد که برای بهبود تعبیر و دریافت انسانی اجرا شد. از موارد مهم دیگر در کاربرد فنون پردازش دیجیتالی همانطور که قبلًا ذکر شد، حل مسائل مربوط به درک ماشینی است. در این مورد، شیوه‌های استخراج اطلاعات از تصویر به طوری که برای پردازش رایانه‌ای مناسب باشد، مورد توجه قرار می‌گیرد.

^۱ interference

غالباً این اطلاعات، به ویژگی‌های دیداری که انسان‌ها برای تعبیر محتوای تصویر استفاده می‌کنند، شباهت کمی دارند. مثال‌هایی از نوع اطلاعات مورد استفاده در ادراک ماشینی عبارت است از: گشتاورهای آماری، ضرایب تبدیل فوریه و سنجه‌های فاصله‌ی چند بعدی.

مسائل نوعی در ادراک ماشینی که به طور مکرر از فنون پردازش تصویر بهره می‌گیرند، عبارت است از: تشخیص خودکار نویسه^۱، بینایی ماشینی برای ساخت و وارسی تولیدات صنعتی، تشخیص نظامی، پردازش خودکار اثر انگشت‌ها، نمایش تصاویر اشعه‌ی ایکس و نمونه‌های خونی، پردازش ماشینی تصاویر هوایی و ماهواره‌ای برای پیش‌بینی‌های هواشناسی و ارزیابی محصولات کشاورزی.

۴-۲ نمایش تصویر رقمی

عبارة تصویر تکرنگ^۲ یا به طور ساده، تصویر به یک تابع شدت روشنایی دو بعدی ($y, x \rightarrow f$) اشاره می‌کند، که x و y بیانگر مختصات مکانی است و مقدار f در هر نقطه (y, x) مناسب با روشنایی (یا سطح خاکستری^۳) تصویر در آن نقطه است. شکل ۵-۲ قرارداد محورها را نشان می‌دهد. گاهی دیدن تصویر به شکل پرسپکتیو که محور سوم آن روشنایی باشد، مفید است. اگر شکل ۵-۲ به این طریق دیده شود، به صورت مجموعه‌ای از قله‌های تیز در نواحی دارای تغییرات متعدد روشنایی و نواحی هموارتر یا ثابت در جاهایی که سطح روشنایی تغییرات کمی دارد یا ثابت است، دیده می‌شود. استفاده از قرارداد انتساب مقادیر نسبتاً بزرگتر به نواحی روشن‌تر، بلندی اجزای شکل را با روشنایی آن اجرا در تصویر مناسب می‌سازد.

تصویر رقمی، یک تابع تصویر $(y, x) \rightarrow f$ است که هم در مختصات مکانی و هم در روشنایی گسسته شده باشد. تصویر رقمی را می‌توان ماتریسی دو بعدی در نظر گرفت که هر زوج از اندیس‌های سط्रی و ستونی آن یک نقطه‌ی تصویر را مشخص می‌کند. عناصر چنین آرایه‌ی رقمی را عناصر تصویر^۴، عناصر عکس^۵، پیکسل‌ها یا پل‌ها^۶ می‌خوانند که دو نام آخر مخفف‌های متدال برای "عناصر عکس" است. گرچه ابعاد تصویر رقمی بسته به کاربرد

^۱ Character

^۲ Monochrome image

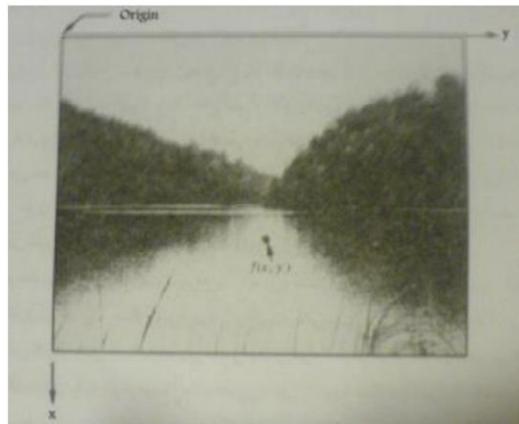
^۳ Gray level

^۴ Image element

^۵ Picture element

^۶ Pel

متغیر است ولی انتخاب آرایه‌های مربعی که ابعاد و تعداد سطوح خاکستری آن‌ها توان‌های صحیح ۲ باشد، فواید زیادی دارد. مثلاً یک اندازه‌ی نوعی که از نظر کیفی با تصویر تلوزیونی قابل مقایسه است، آرایه‌ی ۵۱۲*۵۱۲ با ۱۲۸ سطح خاکستری می‌باشد [۱].



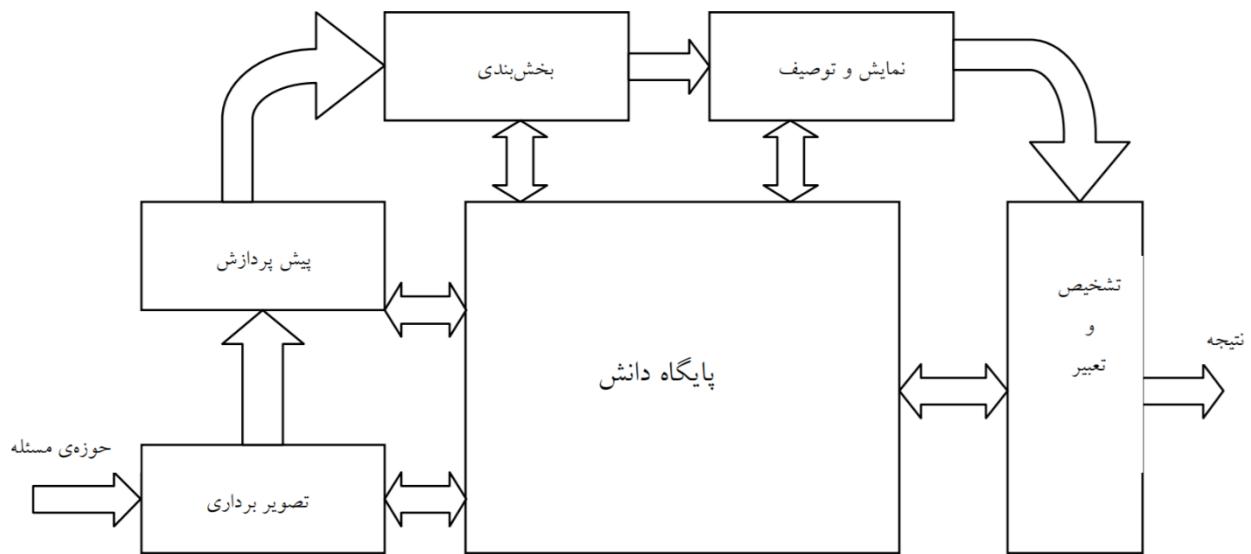
شکل ۲-۵/ قرارداد محورها مورد استفاده در نمایش تصویر رقمی

۲-۵ مراحل اساسی پردازش تصویر

پردازش تصویر رقمی محدوده‌ی وسیعی از سخت‌افزار، نرم‌افزار و مبانی نظری را در بر می‌گیرد. برای روشن ساختن موضوع این بخش از یک مثال پایه‌ای استفاده می‌کنیم. یک کاربرد که فهم آن بدون اطلاع قبلی از مفاهیم تصویربرداری نیز نسبتاً آسان است، استفاده از روش‌های پردازش تصویر برای خواندن آدرس روی بسته‌های پستی می‌باشد. همانطور که شکل ۲-۶ نشان می‌دهد، هدف کلی این فرآیند به دست آوردن خروجی‌ها از حوزه‌ی مسئله^۱ به وسیله‌ی پردازش تصویر است. حوزه‌ی مسئله در این مثال، بسته‌های پستی، و هدف خواندن آدرس روی هر بسته است. بنابراین خروجی مطلوب در اینجا، رشته‌ای از نویسه‌های حرفی-عددی^۲ است.

^۱ Problem domain

^۲ Alpha-numeric character



شکل ۲-۶/ مراحل اساسی در پردازش تصویر رقمنی

مرحله‌ی اول این فرآیند، تصویربرداری^۱ -یعنی به دست آوردن تصویر رقمی- است. انجام دادن چنین کاری نیازمند یک حسگر تصویربردار^۲ و قابلیت رقمی سازی سیگنال خروجی حسگر می‌باشد. حسگر ممکن است یک دوربین تلویزیونی تک رنگ یا رنگی باشد که در هر $\frac{1}{30}$ ثانیه تصویر کاملی از حوزه‌ی مسئله تولید می‌کند. همچنین حسگر تصویربردار ممکن است یک دوربین پیمایشگر خطی^۳ باشد که در هر پیمایش یک خط تصویر را مرور می‌کند. در این حالت با حرکت شیء از مقابل پیمایشگر خطی یک تصویر دو بعدی تولید می‌شود. اگر در ابتدا خروجی دوربین یا سایر حسگرهای تصویربردار به شکل رقمی نباشد، یک مبدل "آنالوگ به رقمی" آن را رقمی می‌کند. ماهیت حسگر و تصویری که تولید می‌کند، به نوع کاربرد بستگی دارد. بنابراین طبق این مثال خواندن آدرس بسته‌های پستی اغلب با استفاده از دوربین‌های پیمایشگر خطی انجام می‌شود.

پس از این‌که تصویر رقمی به دست آمد، مرحله‌ی بعدی پردازش آن است. وظیفه‌ی اصلی پیش-پردازش، بهبود تصویر به روش‌هایی است که امکان توفیق سایر پردازش‌ها را نیز افزایش دهد. در این مثال، پیش‌پردازش، به طور معمول به روش‌هایی برای ارتقای تمایز، حذف نویز و جداسازی آن نواحی که زمینه‌شان نشان‌دهنده‌ی احتمال وجود اطلاعات حرفی-عددی است، می‌پردازد.

^۱ Image acquisition

^۲ Imaging sensor

^۳ Line- Scan camera

مرحله‌ی بعدی به بخش‌بندی می‌پردازد. در تعریف وسیع، بخش‌بندی^۱ فرآیندی است که تصویر ورودی را به قسمت‌ها یا اجزای تشکیل‌دهنده‌اش تقسیم می‌کند. به طور کلی بخش‌بندی یکی از مشکلترین کارها در پردازش تصویر رقمی است. از طرفی، یک شیوه‌ی قوی تا حد زیادی فرآیند را به حل موفق مسأله‌ی مورد نظر نزدیک می‌کند. از طرف دیگر الگوریتم‌های ضعیف یا خطدار، تقریباً همیشه باعث خرابی اتفاقی^۲ می‌شوند. در تشخیص نویسه، نقش اصلی استخراج نویسه‌ها و کلمات مجزا از متن است.

خروجی مرحله معمولاً داده‌های پیکسلی خام است که یا مرز یک ناحیه یا تمام نقاط درون آن ناحیه را تشکیل می‌دهند. در هر دو حالت باید داده‌ها را به شکل مناسب برای پردازش رایانه‌ای تبدیل نمود. اولین تصمیمی که باید گرفته شود این است که آیا داده‌ها باید به صورت مرز یا به صورت یک ناحیه‌ی کامل نمایش داده شود. نمایش مرزی وقتی مفید است که مشخصات خارجی شکل نظیر گوشه‌ها یا خمیدگی‌ها مورد نظر باشد. نمایش ناحیه‌ای وقتی مفید است که خواص درونی بخش‌های تصویر نظیر بافت یا استخوان‌بندی شکل مورد توجه باشد. در هر حال در بعضی کاربردها هر دو نمایش به کار می‌رود. این وضعیت در کاربردهای تشخیص نویسه که اغلب نیازمند الگوریتم‌هایی بر اساس شکل مرز و نیز شکل استخوان‌بندی و سایر خواص درونی هستند، رخ می‌دهد.

انتخاب یک روش نمایش، تنها قسمتی از راه تبدیل داده‌های خام به شکل مناسب برای پردازش بعدی رایانه‌ای است. روشی نیز باید برای توصیف داده‌ها تعیین شود به طوری که ویژگی‌های مورد علاقه برجسته شوند. توصیف^۳، که انتخاب ویژگی^۴ نیز خوانده می‌شود، به استخراج ویژگی‌هایی که مقداری از اطلاعات کمی مورد نظر را به ما می‌دهند یا برای تشخیص گروهی از اشیا از گروه دیگر، اساسی هستند، می‌پردازد. از نظر تشخیص نویسه، توصیفگرهایی نظیر حفره‌ها (سوراخ‌ها) و شکاف‌ها ویژگی‌های مهمی است که کمک می‌کند تا بعضی حروف را از سایر آن‌ها تشخیص دهیم.

مرحله‌ی آخر شکل ۶-۲، شامل تشخیص و تعبیر است. تشخیص^۵ فرآیندی است که بر اساس اطلاعات حاصل از توصیفگرهای یک برچسب را به یک شیء منتبه می‌کند. تعبیر^۶ شامل انتساب معنا به یک مجموعه از اشیای

^۱ Segmentation

^۲ Eventual failure

^۳ Description

^۴ Feature selection

^۵ Recognition

^۶ Interpretation

تشخیص داده شده است. از نظر مثال کاربردی اخیر، شناسایی یک نویسه، به عنوان مثال حرف ^c، نیازمند مربوط نمودن توصیفگرهای آن نویسه با برچسب ^c است. فرآیند تعبیر می‌خواهد به هر مجموعه از چیزهای برچسب‌خورده معنایی را مرتبط کند. مثلاً یک رشته ۵ عددی-یا ۵ عدد، یک خط و ۴ عدد دیگر- را می‌توان به عنوان یک شناسه‌ی پستی^۱ تعبیر کرد.

تاکنون مطلبی درباره‌ی نیاز به دانش قبلی یا در مورد تعامل بین پایگاه دانش^۲ و واحدهای پردازش موجود در شکل ۶-۲ بیان نشده است. دانش درباره‌ی حوزه‌ی مسأله به شکل پایگاه داده‌ی دانش در درون سامانه‌ی پردازش تصویر، ذخیره می‌شود. این دانش ممکن است، تنها دانستن محل نواحی دارای جزئیات مورد علاقه باشد. بنابراین جستجوی مورد نیاز برای آن اطلاعات محدود می‌شود. پایگاه دانش ممکن است کاملاً پیچیده باشد، نظیر فهرست به هم مرتبط تمام نقايس اصلی ممکن در یک مسأله بازرگانی مواد یا یک پایگاه داده‌ی تصویری که حاوی تساوی ماهواره‌ای تفکیک بالا از یک منطقه در ارتباط با کاربردهای آشکارسازی تغییر^۳ باشد. پایگاه دانش علاوه بر هدایت عمل هر واحد پردازش، بر تعامل بین واحدها نیز نظارت می‌کند. شکل ۶-۲ این تفاوت را با استفاده از پیکان‌های دو سر بین واحدهای پردازش و پایگاه دانش و پیکان‌های یک سر که واحدهای پردازش را به هم پیوند می‌دهند، نشان می‌دهد. این نمودار نشان می‌دهد که ارتباط بین واحدهای پردازش اغلب بر اساس دانش قبلی در مورد نتیجه‌ی پردازش است. مثلاً برای این که ماشین نتیجه بگیرد که رشته‌ای از نویسه‌ها یک شناسه‌ی پستی است، باید دانشی به سامانه داده شود که بتواند محل این رشته را نسبت به سایر اجزای میدان آدرس تشخیص دهد. این پایگاه دانش نه تنها عمل هر واحد را هدایت می‌کند، بلکه به عملیات بازخورد^۴ بین واحدها نیز کمک می‌کند. برای نمونه، رشته‌ای از اعداد در محل صحیح اما دارای تنها چهار نویسه (که یکی از آن‌ها را نمی‌توان تشخیص داد) ممکن است باعث شود که واحد تعبیر در مورد اتصال دو نویسه شک کند. تقاضای بازخورد از طریق پایگاه دانش به بخش‌بندی برای "نگاه" مجدد مثالی از کاربرد دانش در پردازش تصویر است.

گرچه اکنون نمایش تصویر را مبسوط شرح نمی‌دهیم، اما باید بدانیم که نتایج پردازش تصویر ممکن است در خروجی هر یک از مراحل شکل ۶-۲ نظاره شوند. هم‌چنین یادآور می‌شویم که تمام کاربردهای پردازش تصویر به تعامل‌های پیچیده‌ی شکل ۶-۲ فراهم شده است، انجام می‌شود. در بعضی موارد، حتی هیچ یک از آن واحدها نیاز

¹ ZIP code

² Knowledge base

³ Change detection

⁴ Feed back

نیستند. مثلاً ارتقای تصویر برای تعییر دیداری انسانی به ندرت از مرحله‌ی پیش‌پردازش فراتر می‌رود. به طور کلی کارهای پردازشی که شامل تشخیص و تعییر است، به کاربردهایی از تحلیل تصویر مربوط می‌شوند که در آن‌ها هدف استخراج خودکار یا حتی نیمه خودکار اطلاعات از تصویر است. تشخیص، تنها یک مثال آن است [۱,۷,۸].

۶-۲ کاربردهای پردازش تصاویر

علیرغم اینکه پردازش تصویر رقمی دانش جدیدی است و سابقه‌ی آن به پس از اختراع رایانه‌های رقمی باز می‌گردد، این علم نوپا در چند دهه‌ی اخیر از هر دو جنبه‌ی نظری و عملی پیشرفت‌های چشم‌گیری داشته است. سرعت این پیشرفت به اندازه‌های بوده است که هم‌اکنون و پس از این مدت، به راحتی می‌توان رده‌ای پردازش تصویر را در بسیاری از علوم و صنایع مشاهده نمود. بعضی از کاربردهای پردازش تصویر در علوم و صنعت آنچنان وابسته هستند که بدون آن، اساساً قابل استفاده نمی‌باشند. یک نمونه از چنین کاربردهایی تشخیص تومور با استفاده از تصاویر تومورنگاری رایانه‌ای^۱ است. اگرچه ذکر تمامی کاربردهای پردازش تصویر رقمی دیجیتال در حوصله‌ی این نوشتار نمی‌باشد، اما نمونه‌هایی از کاربرد پردازش تصویر را در دنیای امروز، مانند: صنعت، هوافضایی، شهرسازی، کشاورزی، علوم نظامی و امنیتی، نجوم و فضانوردی، پزشکی، فناوری‌های علمی، باستان‌شناسی، تبلیغات، سینما، اقتصاد، روانشناسی و زمین‌شناسی را در ادامه مختصرآمیز بیان می‌کنیم [۳]:

۱-۶ صنعت

امروزه کمتر کارخانه‌ی پیشرفت‌های وجود دارد که بخشی از خط تولید آن توسط برنامه‌های هوشمند بینایی ماشین کنترل نشود. خطای بسیار کم، سرعت زیاد، هزینه‌ی نگهداری بسیار پایین، عدم نیاز به حضور اپراتور ۲۴ ساعته و خیلی مزایای دیگر باعث شده که صنایع و کارخانه‌ها به سرعت به سمت پردازش تصویر و بینایی ماشین روی بیاورند. دستگاهی ساخته شده که قادر است کیک‌های پخته را از کیک‌هایی که نیاز به پخت مجدد دارند، تشخیص دهد و آن‌ها را به صورت اتوماتیک به بسته‌بندی بفرستد و کیک‌هایی که نیاز به پخت دارند را دوباره برای پختن ارسال کند. یکی دیگر از دلایل استفاده از بینایی ماشین قابلیت دیدن و اندازه‌گیری محصولاتی است که دیدن یا اندازه‌گیری آن‌ها با چشم غیر مسلح غیر ممکن است. عناصر تشکیل دهنده‌ی یک سیستم بینایی ماشین، نرم‌افزار

^۱ CT-Scan

هوشمند بینایی است که ورودی خود را از دوربین‌های نصب شده در بخش‌های مختلف خط تولید می‌گیرد و بر اساس تصاویر دریافتی دستورات لازم برای کنترل ماشین‌های صنعتی را صادر می‌کند. پردازش تصویر در تشخیص دمای کوره‌هایی که هیچ وسیله‌ی مکانیکی و الکترونیکی تحمل دمای آن‌ها را ندارد، کاربرد دارد. دوربین‌های حرارتی می‌توانند مشکل بخشی از سازه‌ی مورد نظر را تشخیص دهند.

۲-۶-۲ هواشناسی

از آنجایی که در علم هواشناسی تشخیص و پیش‌بینی آب و هوا اکثرًا از طریق تصاویر هوایی و ماهواره‌ای انجام می‌گیرد، پردازش تصویر در این علم کاربرد زیادی دارد و دقت و سرعت پیش‌بینی آب و هوا و طوفان‌ها را بسیار بالا می‌برد. جبهه‌های پرشمار، کم فشار، گردبادها و گرداب‌های به وجود آمده در سطح کره زمین را می‌توان مشاهده کرد.

۳-۶-۲ شهرسازی

با مقایسه‌ی عکس‌های مختلف از سال‌های مختلف یک شهر می‌توان میزان گسترش و پیشرفت آن را مشاهده کرد. کاربرد دیگر پردازش تصویر می‌تواند در کنترل ترافیک باشد. با گرفتن عکس‌های هوایی از زمین، ترافیک هر قسمت از شهر مشخص می‌شود. قبل از ساختن یک شهر می‌توان آن را توسط کامپیوتر شبیه‌سازی کرد که به صورت دو بعدی از بالا و حتی به صورت سه بعدی از دیدهای مختلف، یک شهرک چطور ممکن است به نظر برسد. تصاویر ماهواره‌ای که از شهرها گرفته می‌شود، می‌تواند توسط فیلترهای مختلف پردازش تصویر فیلتر شود و اطلاعات مختلفی از آن استخراج شود. به طور مثال این که شهر در چه قسمت‌هایی دارای ساختمان‌ها، آب‌ها یا راه‌های بیشتری است و همین طور می‌توان جاده‌هایی که داخل یا خارج از شهر کشیده شده‌اند را تحلیل کرد.

۴-۶-۲ کشاورزی

این علم در بخش کشاورزی معمولاً در دو حالت کاربرد دارد. یکی در پردازش تصاویر گرفته شده از ارتفاعات بالا مثلاً از هوایپیما و دیگری در پردازش تصاویر نزدیک به زمین. در تصاویر دور به عنوان مثال می‌توان تقسیم‌بندی اراضی را تحلیل کرد. هم‌چنین می‌توان با مقایسه تصاویر دریافتی در زمان‌های متفاوت میزان صدمات احتمالی

وارد به محیط زیست را دید. به عنوان مثال می‌توان برنامه‌ای نوشت که با توجه به محل رودخانه‌ها و نوع خاک مناطق مختلف، به صورت اتوماتیک بهترین نقاط برای کشت محصولات مختلف را تعیین می‌کند. تصاویر نزدیک هم در ساخت ماشین‌های هرز چین اتوماتیک کاربرد دارد. امروزه ماشین‌های بسیار گران قیمت کشاورزی وجود دارند که می‌توانند علوفه‌های هرز را از گیاهان تشخیص بدنهند و به صورت خودکار آن‌ها را نابود کنند. برای مثال یکی از پروژه‌های جالب در بخش کشاورزی، تشخیص خودکار گل زعفران برای جداسازی پرچم قرمز رنگ آن بوده است. این پروژه توسط نرم‌افزار دیتکشن استیگما^۱ انجام گرفته است.

۵-۶ علوم نظامی و امنیتی

پردازش تصویر به خصوص بینایی هوشمند، کاربردهای بسیاری را در علوم نظامی و امنیتی دارند و این کاربرد برای دولت اکثر کشورها بسیار مهم است. به عنوان مثال موشک هدایت شونده‌ی خودکاری وجود دارد که می‌تواند روی در یک ساختمان قفل کند و حتی می‌تواند به درز بین در و دیوار آن ساختمان که حساس‌ترین جای ساختمان است به راحتی نفوذ کند. این موشک به صورت اتوماتیک این قسمت را شناسایی کرده و به سمت آن حمله می‌کند.

در مسائل امنیتی هم کاربرد پردازش تصویر کاملاً در زندگی ما مشهود است. دوربین‌هایی که به صورت اتوماتیک از ماشین‌هایی که تخلف رانندگی انجام می‌دهند عکس‌برداری می‌کند. از سیستم‌های امنیتی دیگر می‌توان سیستم تشخیص اثر انگشت اتوماتیک را نام برد. در لپ‌تاپ‌های جدید قابلیت فینگر پرینت^۲ به آن‌ها اضافه شده و می‌تواند صاحب لپ‌تاپ را توسط اثر انگشت شناسایی کند.

کد امنیتی دیگری که همیشه همراه انسان حمل می‌شود، چشم انسان است. دانشمندان ثابت کرده‌اند که الگوهای^۳ موجود در مردمک چشم هر انسان منحصر به فرد است و هیچ دو فردی در دنیا وجود ندارند که پترن‌هایی که در مردمک چشم آن‌ها وجود دارد دقیقاً مثل هم باشد. از همین روش برای شناخت افراد و سیستم‌های امنیتی استفاده می‌شود. در کل این خواص بیومتریک در انسان بسیار زیاد است. عرض و طول صورت، فاصله بین انگشتان

^۱ Detection Stigma

^۲ Finger Print

^۳ Pattern

دست، طول و عرض انگشت‌ها، فاصله‌ی بندها از یکدیگر و حتی خطهای کشیده شده کف دست و هزاران خاصیت دیگر، تماماً خصوصیاتی هستند که برای انسان‌ها منحصر به فرد هستند.

دوربین‌هایی وجود دارند که به صورت دید در شب، قادر هستند چیزهایی را که ما نمی‌بینیم، ببینند و پردازش کنند. اسلحه‌های خودکاری ساخته شده‌اند که به صورت اتوماتیک و دقیق نشانه‌گیری می‌کنند. پردازش تصویر همین‌طور با پردازش تصاویر گرفته شده از فاصله‌های دور هم می‌تواند در علوم نظامی و امنیتی کمک کند. به عنوان مثال دوربینی قادر است با سرعت بسیار زیاد یک توب را دنبال کند. این مسئله کاربرد بسیار زیادی در مسائل نظامی دارد.

۶-۶ نجوم و فضانوردی

ساخت دستگاه‌های اتوماتیک رصد آسمان و ثبت وقایع آسمانی به صورت خودکار از کاربردهای پردازش تصویر است که امروزه روی آن کار می‌شود. از پروژه‌های جدید در بخش نجوم که بخشی از آن توسط سیستم پردازش تصویر انجام می‌شود، تهیه‌ی نقشه‌ی سه‌بعدی از کل عالم کائنات است!

پردازش تصویر در فضانوردی هم کاربرد زیادی دارد. در تصاویر دور می‌توان سطح سیارات و همچنین سطح قمرها را اسکن کرده و اطلاعات بسیار ریزی از آن‌ها استخراج کنیم. کاربرد دیگر پردازش تصویر در فیلترکردن عکس‌هایی است که توسط تلسکوپ‌های فضایی مختلف از جمله هابل^۱، از فضا گرفته می‌شود.

کاربرد دیگر آن حذف گرد و خاک و جو سیاره‌ها از تصاویر به کمک تصویربرداری اشعه ایکس^۲ و ام‌آرآی^۳ به صورت همزمان و ترکیب این تصاویر است. در تصاویر نزدیک هم کاربرد دارد، از جمله هدایت مریخ نوردها، فرود فضایی‌ماهی بدون سرنشین و الصاق تجهیزات جدید به ایستگاه‌های فضایی به صورت خودکار.

از امکانات سایت گوگل، امکاناتی است به نام گوگل مارس^۴ که این برنامه دقیقاً مانند گوگل ارث^۵ عمل می‌کند با این تفاوت که گوگل ارث سطح زمین را در هر زمان که بخواهید و در هر نقطه‌ای از زمین و از ارتفاع‌های بسیار پائین هم نشان می‌دهد ولی گوگل مارس دقیقاً همین کار را برای سطح سیاره مریخ انجام می‌دهد.

^۱ Hubble Space Telescope

^۲ X-Ray

^۳ Magnetic Resonance Imaging

^۴ Google Mars

^۵ Google Earth

۷-۶ پزشکی

یکی از مهمترین کاربردهای پردازش تصویر در علم پزشکی است. در جایی که ما نیاز داریم تمام عکس‌ها با نهایت شفافیت و وضوح گرفته شوند زیرا دیدن تمام جزئیات لازم است. جراحی‌های ریز^۱ با ایجاد یک سوراخ کوچک و فقط دیدن محل جراحی توسط پزشک، از راه دور و توسط بازوهای رباتیک بسیار دقیق انجام می‌شوند.

۸-۶ فناوری‌های علمی

پردازش تصویر در افزایش سرعت پیشرفت‌های علمی تأثیر فوق العاده داشته است. اولین و مشخص‌ترین تأثیر آن را می‌توان در علم عکاسی یا هنر دید. شکار لحظه‌های شگفت‌آوری که در کسری از ثانیه اتفاق می‌افتد، بالا بردن وضوح عکس‌های گرفته شده و ایجاد افکت‌های خیره کننده، از دستاوردهای پردازش تصویر است.

همچنین در توسعه‌ی تکنولوژی پیشرفت‌های جی‌پی‌اس^۲ کمک زیادی داشته و تهییه نقشه‌های سه‌بعدی از جاده‌ها در تمام نقاط جهان، از کاربردهای دیگر آن است. با به وجود آمدن این علم، مسابقات ربات‌های فوتوبالیست به صورت جدی دنبال شد. این علم در پیشرفت علوم پایه‌ی فیزیک، شیمی و مخصوصاً تحقیقات فیزیکی و مکانیکی، کمک فراوانی کرده است. به عنوان مثال وسیله‌ای برای حمل و نقل کالاها در مسیرهای صعب‌العبور ساخته شده است. قبل از ساخت آن، رفتار چهارپایان در حالت‌های مختلف توسط کامپیوتر تحلیل و عیناً به دستگاه آموزش داده شده است. در کل پردازش تصاویر به علت سرعت زیاد آن، در ساخت وسایل مکانیکی پر سرعت، کاربرد زیادی دارد. وسیله‌ای وجود دارد که قادر است، توبی که با سرعت بسیار زیاد به سمت پائین می‌آید را مهار کند.

۹-۶ باستان‌شناسی

در علم باستان‌شناسی تن‌ها مدارک باقی‌مانده از دوران باستان، دست نوشته‌ها، نقاشی‌ها و غارنگاری‌های قدیمی است. تهییه تصاویر از بنای‌های گذشته و بازسازی مجازی این بنای‌های تاریخی یکی از کاربردهای پردازش تصویر در این علم است. همچنین می‌توان نقاشی‌ها و غارنگاری‌ها را مورد پردازش دقیق قرار داد و شکل آن‌ها را همان طور که در ابتدا بوده‌اند، شبیه‌سازی کرد. حتی می‌توان مکان‌های باستانی را از زوایایی که تصاویر مستندی از آن‌ها

^۱ Microsurgery

^۲ Global Positioning Systems

وجود ندارد، شبیه‌سازی کرد. امروزه یکی از پژوهش‌های پر سر و صدای بازسازی بناهای باستانی، بازسازی شهر روم باستان توسط دانشمندان ایتالیایی است. هم اکنون توریستها با زدن عینک‌های مخصوص می‌توانند در خیابان‌های شهر روم باستان قدم بزنند.

۱۰-۶-۲ تبلیغات

از مقایسه‌ی تبلیغات دهه‌ی ۷۰ و ۸۰ میلادی با تبلیغات امروزی می‌توان تأثیر تکنولوژی را در تبلیغات کاملاً درک کرد. تغییر شکل تبلیغات از اشکال مربع و زاویدار به شکل‌های دایره‌ای، تغییر رنگ تبلیغات و هزاران تغییر دیگر. یکی از مهمترین فاکتورهای فروش و دلایل بالا رفتن یا پایین آمدن فروش، شکل و نحوه‌ی بسته‌بندی کالاست. پردازش تصویر می‌تواند به ما کمک کند تا قبل از تولید یک بسته‌بندی آن را شبیه‌سازی کنیم. با ادغام کردن علم الگوریتم ژنتیک با پردازش تصویر می‌توان برنامه‌ای را نوشت که به صورت اتوماتیک به ساختن بسته‌بندی‌های مختلف پردازد و آن‌هایی که از نظر کاربران زیباتر و جالب‌تر به نظر خواهند آمد را به ما معرفی نماید.

۱۱-۶-۲ سینما

اولین علمی که پردازش تصویر در آن مورد استفاده قرار گرفت، هنر و سینما بود. یکی از تکنولوژی‌های برتر دنیا موشن کپچر^۱ است که در آن یک کاراکتر انیمیشنی قادر است حرکات دست انسان را تقلید کند. امروزه این سیستم جهت ساخت فیلم‌ها و بازی‌های کامپیوترا مورد استفاده قرار می‌گیرد. در پردازش تصویر قابلیتی به نام هیستوگرام^۲ وجود دارد که با آن قادرند تصاویر را شفاف یا تیره‌تر کرده و یا هر تغییر مورد نیاز دیگری را روی تصاویر با توجه به منحنی‌ها و نمودارهای هیستوگرام بدهنند. در سینما برای اینکه تصویری شفاف به نظر آید، با استفاده از یک کره‌ی نقره‌ای رنگ، تصاویر اطراف دوربین را هم ثبت می‌کنند. بنابراین تصویر نسبت به محیط اطراف خود شفافیت غیر قابل تصویری پیدا می‌کند.

^۱ Motion Capture

^۲ Histogram

۱۲-۶ اقتصاد

در دنیای امروز تمام نوآوری‌ها، به نوعی مستقیم یا غیر مستقیم باعث تغییراتی در اقتصاد گروهی از کشورها و یا کل دنیا می‌شوند. پردازش تصویر هم، به صورت مستقیم و غیر مستقیم در اقتصاد تأثیرگذار است. در تبلیغات، سیاست، فضانوردی، کشاورزی، شهرسازی، سینما، پژوهشی و علوم نظامی می‌تواند تأثیر غیر مستقیمی در اقتصاد کشورها داشته باشد. همچنانی از تأثیر مستقیم آن در اقتصاد، می‌توان به وجود شعبه‌های بانک بدون کارمند اشاره کرد. این شعبه‌ها قادرند به صورت خودکار سریال چک‌ها و قبوض پرداختی را بخوانند، نوع اسکناس‌ها را تشخیص دهند و تا حد زیادی از کارهای یک بانک عادی را انجام دهند.

۱۳-۶ روانشناسی

بحث تاثیر رنگ در روحیه‌ی انسان اهمیت بسیار زیادی دارد به طوری که در روانشناسی گرایشی به نام روانشناسی رنگ وجود دارد. در این علم در مورد رنگ‌ها و تأثیر هر یک بر روح و جسم انسان صحبت می‌شود. به عنوان مثال رنگ قرمز بیشتر تأثیر را در چشم انسان دارد. در حالی که رنگ سبز بیشترین تأثیر را در مغز انسان دارد.

همچنانی رنگ آبی باعث ایجاد حس آرامش و اطمینان در انسان می‌شود. به همین دلیل در سخنرانی‌های اکثر سیاستمداران دنیا از پرده آبی رنگ در پشت سر آن‌ها استفاده می‌شود. با پردازش تصویر می‌توان به راحتی تصاویر ثابت و متحرک را ویرایش کرد. به طور مثال رنگ آبی را برای ایجاد حس اطمینان یا رنگ سبز را برای حس زیبایی و قرمز را برای ایجاد هیجان در تصاویر پررنگ‌تر کرد.

۱۴-۶ زمین‌شناسی

با پردازش تصویر می‌توان کانی‌های مختلف را از روی رنگ و اندازه آن‌ها شناسایی و دسته‌بندی کرد. همچنانی در زمین‌شناسی برای پی‌بردن به مواد تشکیل‌دهنده کانی‌ها از روش پرتونگاری^۱ استفاده می‌کنند و پردازش تصویر در این بخش می‌تواند سرعت و دقیقت این روش را بسیار بالا ببرد. کاربرد دیگر آن این است که دانشمندان با مقایسه کردن ارتفاع آب در سال‌های مختلف، در واقع روند تندر شدن یا کند شدن کاهش آب در سطح زمین را مورد بررسی قرار می‌دهند [۱ و ۳].

^۱ tomography

۷-۲ منطق فازی

منطق فازی، یک منطق چند ارزشی است که امکان درجه‌بندی مقادیر را برای کار با ارزش‌های مورد استفاده در یک سیستم فراهم می‌کند. زمانی از منطق کریسپ^۱ (ارسطوی) استفاده می‌شود که فاکتور ما در سیستم تنها دو مقدار ۰ یا ۱ (درست^۲ یا غلط^۳) باشد؛ درحالی که منطق فازی این امکان را فراهم می‌کند تا بتوانید برای فاکتور خود، مقادیری بین ۰ تا ۱ نیز اختیار کنید. در منطق ارسطوی یک دسته‌بندی درست و نادرست وجود دارد، تمام گزاره‌ها درست یا نادرست هستند. بنابراین جمله "هوا سرد است"، در مدل ارسطوی اساساً یک گزاره نمی‌باشد، چرا که مقدار سرد بودن برای افراد مختلف متفاوت است و این جمله اساساً همیشه درست یا همیشه نادرست نیست [۲]. منطق فازی کمک می‌کند تا با تقلید از توانایی‌های خود تا حد ممکن پاسخ دقیق‌تری را برای مسائلی که با آن‌ها مواجه می‌شوید، پیدا کنید. در حقیقت، منطق فازی از روش تصمیم‌گیری انسان^۴ یا تصمیم‌گیری انعطاف‌پذیر برای کار با داده‌های نادقيق برای تصمیم‌گیری استفاده می‌کند. منطق فازی معتقد است که ابهام در ماهیت علم است باید به دنبال ساختن مدل‌هایی بود که ابهام را به عنوان بخشی از سیستم مدل کنند [۹].

۱-۷-۲ مجموعه‌های فازی و عملیات اساسی

ریاضیات فازی به تنها‌یی زمینه گستردگی بوده که در آن اصول ریاضی با جایگزینی مجموعه‌های فازی به جای مجموعه‌های ریاضیات کلاسیک گسترش پیدا کرده است. در این راه تمامی شاخه‌های ریاضیات کلاسیک به شکل فازی تبدیل می‌گردند. شاخه‌هایی نظیر تئوری اندازه‌گیری فازی، توپولوژی فازی، جبر فازی، تجزیه و تحلیل فازی وغیره [۲].

بنیاد منطق فازی بر شالوده نظریه‌ی مجموعه‌های فازی^۵ استوار است. این نظریه تعمیمی از نظریه کلاسیک مجموعه‌ها در علم ریاضیات است. در تئوری کلاسیک مجموعه‌ها، یک عنصر، یا عضو مجموعه است یا نیست. در حقیقت عضویت عناصر از یک الگوی صفر و یک (باینری) تبعیت می‌کند. اما تئوری مجموعه‌های فازی این مفهوم را بسط می‌دهد و عضویت درجه‌بندی شده را مطرح می‌کند. به این ترتیب که یک عنصر می‌تواند تا درجاتی و نه

^۱ Crisp

^۲ True

^۳ False

^۴ Human thinking

^۵ Fuzzy sets

کاملاً عضو یک مجموعه باشد. مثلًا این جمله که "آقای الف به اندازه هفتاد درصد عضو جامعه بزرگسالان است" از دید تئوری مجموعه‌های فازی صحیح است. در این تئوری، عضویت اعضای مجموعه از طریق تابع تعلق مشخص می‌شود [۲].

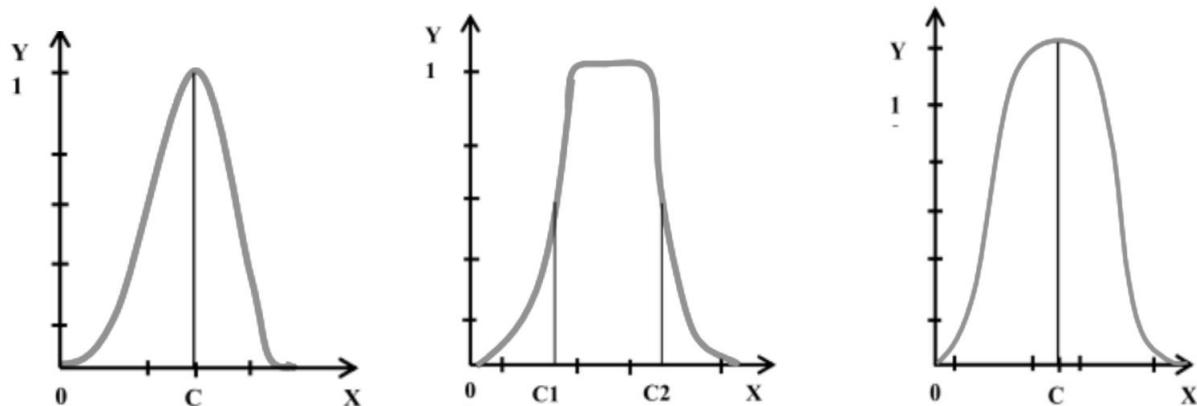
تعریف ۱-۲: یک مجموعه فازی A در فضای جهانی U به وسیله یک تابع $\mu_A(x)$ که مقادیری در بازه‌ی $[0, 1]$ اختیار می‌کند، مشخص می‌شود (x اعضای مجموعه A را مشخص می‌کند).

یک مجموعه فازی A در U را می‌توان با یک مجموعه از زوج‌های مرتب x و مقدار تعلق آن به صورت رابطه ۱-۲) نمایش داد.

$$A = \{(x, \mu_A(x)) \mid x \in U\} \quad (1-2)$$

تابع عضویت: نمایش گرافیکی از میزان مشارکت هر ورودی است. توابع عضویت مختلفی وجود دارد، سه مورد از توابع پرکاربرد بر طبق شکل‌های (۷-۲) الی (۹-۲) عبارت است از [۹]:

۱. توابع عضویت مثلثی^۱
۲. توابع عضویت ذوزنقه‌ای^۲
۳. توابع عضویت گاوسی^۳



شکل ۷-۲/۱-۹/ تابع عضویت ذوزنقه‌ای شکل ۷-۲/۱-۹/ تابع عضویت گاوسی

^۱ Membership Function

^۲ Triangular

^۳ Trapezoidal

^۴ Gaussian

دو نکته‌ی مهم را در مورد مجموعه‌های فازی می‌توان استنباط کرد:

(۱) خواص و ویژگی‌هایی که یک مجموعه فازی برای مشخص کردن عضوها استفاده می‌کند، معمولاً فازی هستند. به عنوان مثال "اعداد نزدیک به صفر" یک توصیف دقیق نمی‌باشد، بنابراین می‌توان از توابع تعلق مختلف برای توصیف یک مشخصه‌ی یکسان استفاده کرد. با این حال توابع تعلق، خودشان فازی نیستند، بلکه توابع ریاضی دقیق می‌باشند [۲].

(۲) با وجود انتخاب‌های متعددی که برای توابع تعلق وجود دارد، چگونه می‌توان یکی را از بین سایرین انتخاب نمود؟ بطور کلی دو راه حل برای تعیین یک تابع تعلق وجود دارد. اولین راه حل استفاده از دانش انسان خبره است. بدین معنی که از انسان خبره بخواهیم در حوزه دانش و تحصص خود توابع تعلق مناسب را مشخص نماید. در راه حل دوم از مجموعه‌های جمع‌آوری‌شده برای تعیین توابع تعلق استفاده می‌شود. به طور مشخص، ابتدا ساختار توابع را تعیین کرده، آنگاه پارامترهای توابع تعلق بر اساس داده‌های جمع‌آوری شده به طور دقیق تنظیم می‌شود [۲].

۲-۷-۲ مجموعه‌های فازی و عملیات اساسی

در این بخش عملیات اساسی بر روی مجموعه‌های فازی بیان می‌گردد. فرض کنید A و B مجموعه‌های فازی هستند که در یک مجموعه جهانی یکسان تعریف شده‌اند. معادل بودن، زیرمجموعه بودن، اجتماع و اشتراک آن‌ها به صورت زیر تعریف می‌گردد [۱۰]:

تعریف ۲-۲: دو مجموعه‌ی A و B معادل^۱ هستند اگر و فقط اگر برای تمامی مقادیر $x \in U$ $\mu_A(x) = \mu_B(x)$ باشد.

تعریف ۲-۳: مجموعه‌ی A زیر مجموعه‌ی B است اگر و فقط اگر برای تمامی مقادیر $x \in U$ $\mu_A(x) \leq \mu_B(x)$ باشد.

تعریف ۴-۲: اجتماع^۲ A و B یک مجموعه‌ی فازی در U است که با $A \cup B$ نشان داده شده و تابع تعلق آن به صورت رابطه (۲-۲) تعریف می‌شود:

^۱ Equal

^۲ Union

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max [\mu_A(x), \mu_B(x)] \quad (2-2)$$

تعريف ۲-۵: اشتراک^۱ A و B یک مجموعه فازی $A \cap B$ در U است با تابع تعلقی که در رابطه (۳-۲) آمده است.

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min [\mu_A(x), \mu_B(x)] \quad (3-2)$$

۳-۷-۲ سیستم‌های فازی

سیستم‌های فازی، سیستم‌های مبتنی بر دانش یا قواعد می‌باشند. قلب یک سیستم فازی یک پایگاه دانش بوده که از قواعد اگر-آنگاه فازی تشکیل شده است. نقطه‌ی شروع ساخت یک سیستم فازی به دست آوردن مجموعه‌ای از قواعد اگر-آنگاه فازی از دانش افراد خبره یا دانش حوزه‌ی مورد بررسی می‌باشد. مرحله بعدی ترکیب این قواعد در یک سیستم واحد است. سیستم‌های فازی مختلف از اصول و روش‌های متفاوتی برای ترکیب این قواعد استفاده می‌کنند. بنابراین سؤال اساسی این است، چه نوع سیستم‌های فازی معمولاً استفاده می‌شود؟

در کتب و مقالات معمولاً از سه نوع سیستم فازی صحبت به میان می‌آید:

(۱) سیستم‌های فازی خالص

(۲) سیستم‌های فازی تاکاگی - سوگنو و کانگ^۲

(۳) سیستم‌های با فازی‌ساز^۳ و غیر فازی‌ساز^۴

ساختار اصلی یک سیستم فازی خالص در شکل (۱۰-۲) نشان داده شده است. پایگاه قواعد فازی مجموعه‌ای از قواعد اگر-آنگاه فازی را نشان می‌دهد. موتور استنتاج فازی^۵ این قواعد را به یک نگاشت از مجموعه‌های فازی در فضای ورودی به مجموعه‌های فازی در فضای خروجی بر اساس اصول منطق فازی ترکیب می‌کند [۱۰].

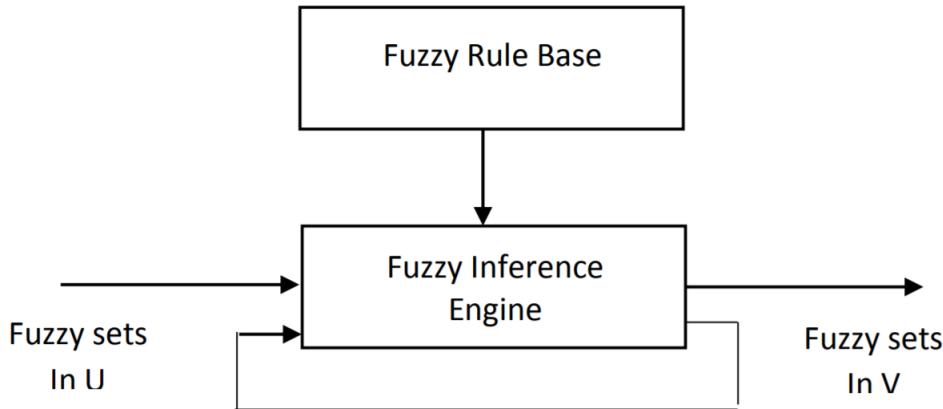
^۱ Intersection

^۲ (TSK): Takagi-Sugeno-kang

^۳ Fuzzifier

^۴ Defuzzifier

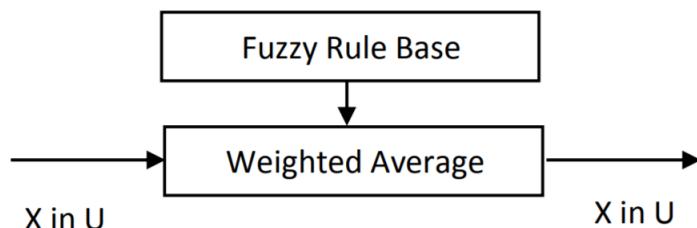
^۵ Fuzzy inference engine



شکل ۱۰-۲ / ساختار اصلی سیستم فازی خالص [۲]

مشکل اصلی در رابطه با سیستم‌های فازی خالص این است که ورودی‌ها و خروجی‌های آن مجموعه‌های فازی می‌باشند (واژه‌هایی در زبان طبیعی). در حالی که در سیستم‌های مهندسی، ورودی‌ها و خروجی‌ها، متغیرهایی با مقادیر حقیقی می‌باشند. برای حل این مشکل، تاکاگی-سوگنو و کانگ نوع دیگری از سیستم‌های فازی را معرفی کرده‌اند که ورودی‌ها و خروجی‌های آن متغیرهایی با مقادیر واقعی هستند. سیستم تاکاگی-سوگنو و کانگ از قواعدی به صورت زیر استفاده می‌کند:

اگر سرعت اتومبیل X بالاست آنگاه نیروی وارد بر پدال گاز برابر است با $CY = CX$ که C یک عدد ثابت می‌باشد. بخش آنگاه قاعده‌ی فازی از یک عبارت توصیفی با مقادیر زبانی به یک رابطه‌ی ریاضی ساده تبدیل شده است این متغیر، ترکیب قواعد فازی را ساده‌تر می‌سازد. در حقیقت سیستم فازی تاکاگی-سوگنو-کانگ یک میانگین وزنی از مقادیر بخش‌های آنگاه قواعد می‌باشد. ساختار اصلی سیستم فازی تاکاگی-سوگنو و کانگ در شکل ۱۱-۲ نشان داده شده است [۱۰].

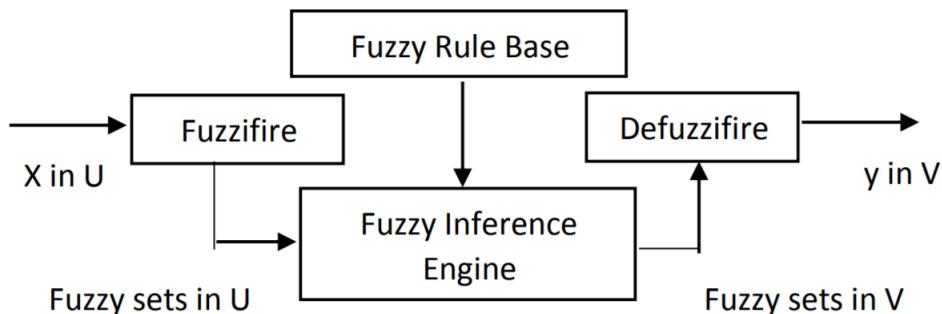


شکل ۱۱-۲ / ساختار اصلی سیستم فازی تاکاگی-سوگنو و کانگ [۲]

مشکلات عمده سیستم فازی تاکاگی-سوگنو و کانگ عبارت است از:

- ۱) بخش آنگاه قاعده یک فرمول ریاضی بوده و بنابراین چارچوبی را برای نمایش دانش بشری فراهم نمی‌کند.
- ۲) این سیستم دست ما را برای اعمال اصول مختلف منطق فازی باز نمی‌گذارد و در نتیجه انعطاف‌پذیری سیستم‌های فازی در این ساختار وجود ندارد.

برای حل این مشکلات نوع سومی از سیستم‌های فازی یعنی سیستم‌های فازی با فازی‌سازها و غیرفازی‌سازها معرفی شد. به منظور استفاده از سیستم‌های فازی خالص در سیستم‌های مهندسی، یک روش ساده، اضافه کردن یک فازی‌ساز در ورودی است که متغیرهایی با مقادیر حقیقی را به یک مجموعه فازی تبدیل کرده و یک غیرفازی‌ساز که یک مجموعه فازی را به یک متغیر با مقدار حقیقی در خروجی تبدیل می‌کند. نتیجه یک سیستم فازی با فازی‌ساز و غیرفازی‌ساز بوده که در شکل (۱۲-۲) نشان داده شده است. این سیستم فازی، معایب سیستم فازی خالص و سیستم فازی تاکاگی-سوگنو و کانگ را می‌پوشاند [۱۰].



شکل ۱۲-۲ / ساختار اصلی سیستم‌های فازی با فازی‌ساز و غیرفازی‌ساز [۱۲]

ساختار پایه سیستم‌های استنتاج فازی از سه بخش مفهومی تشکیل می‌شود. بخش اول قواعد هستند که شامل گزینشی از قواعد فازی می‌باشد. بخش دوم پایگاه داده است که توابع عضویت مورد استفاده در قواعد فازی در قالب آن تعریف می‌شود و در نهایت بخش سوم ساز و کار استنتاج است که روال استنتاج توسط آن و به کمک قواعد و حقایق موجود برای رسیدن به یک خروجی معقول انجام می‌پذیرد.

ورودی‌های سیستم‌های استنتاج فازی می‌تواند در قالب مجموعه‌های معمولی یا فازی باشد اما خروجی آن همواره به صورت مجموعه‌های فازی است. گاهی نیاز به خروجی این سیستم‌ها در قالب مجموعه‌های معمولی وجود دارد بنابراین نیاز به روالی تحت عنوان غیرفازی‌سازی جهت استخراج بهترین مقادیر غیرفازی از یک مجموعه فازی وجود دارد. یک سیستم استنتاج فازی با ورودی و خروجی غیرفازی در واقع یک نگاشت غیرخطی از ورودی به خروجی را پیاده‌سازی می‌کند. این عمل نگاشت از طریق قواعد "اگر-آنگاه" فازی انجام می‌شود. هریک از این

قواعد رفتار محلی این عملیات نگاشت را تشریح می‌کنند در واقع قسمت فرض هر قاعده یک ناحیه فازی در فضای ورودی و قسمت نتیجه آن یک ناحیه فازی در فضای خروجی را تعیین می‌نماید.

۴-۷-۲ مدل‌های فازی ممدادانی

روش استنتاج فازی ممدادانی رایج‌ترین و از جمله اولین تئوری‌های فازی مربوط به سیستم‌های کنترلی می‌باشد. این روش در سال ۱۹۷۵ توسط ابراهیم ممدادانی در راستای کنترل یک ماشین بخار ابداع شد. در استنتاج ممدادانی توابع عضویت خروجی مجموعه‌های فازی باید غیرفازی گردد. این روش کارایی فرایند غیرفازی‌سازی را افزایش می‌دهد زیرا به شدت محاسبات مورد نیاز را کاهش می‌دهد. برای تعیین نحوه عملکرد یک سیستم استنتاج فازی باید به هریک از عملگرهای یاد شده یکتابع نسبت دهیم. در این راستا داریم:

- عملگر AND (معمولًاً نرم- T): برای محاسبه درجه کمال یک قاعده با AND در قسمت مقدم
- عملگر OR (معمولًاً نرم- S): برای محاسبه درجه کمال یک قاعده با OR در قسمت مقدم
- عملگر دلالت^۱ (معمولًاً نرم- T): برای محاسبه توابع عضویت قسمت نتیجه قواعد بر مبنای درجه کمال به دست آمده
- عملگر تجمیع^۲ (معمولًاً نرم- S): برای تجمیع توابع عضویت نتیجه و تولید تابع عضویت خروجی
- عملگر غیرفازی‌سازی: برای تبدیل تابع عضویت خروجی به یک مقدار غیرفازی استفاده می‌شود

از نظر مفهومی مدلسازی فازی در دو مرحله وابسته به هم انجام می‌شود. مرحله اول تشخیص ساختار سطح^۳ است که شامل مراحل ۱ الی ۴ می‌باشد:

- (۱) انتخاب متغیرهای مرتبط ورودی-خرجی
- (۲) انتخاب نوع سیستم استنتاج فازی
- (۳) تعیین تعداد اصطلاحات زبان شناختی مرتبط با هر متغیر ورودی و خروجی
- (۴) طراحی مجموعه‌های از قواعد اگر-آنگاه فازی

^۱ Implication Operator

^۲ Aggregate Operator

^۳ Surface Structure

در انجام مراحل یاد شده تنها بر دانش خود از سیستم هدف تکیه خواهیم داشت. این دانش از طریق دریافت اطلاعات از افراد متخصص و آشنا با سیستم هدف و یا انجام آزمایش و خطا تکمیل می‌شود. پس از مرحله اول از مدل‌سازی فازی، قواعد توصیف کننده‌ی رفتار سیستم هدف با اصطلاحات زبان شناختی کم و بیش فراهم آمده‌اند. معنای این اصطلاحات زبان شناختی در مرحله دوم تعیین می‌شود. از این مرحله تحت عنوان شناسایی ساختار عمقی^۱ یاد می‌شود که طی آن توابع عضویت هریک از اصطلاحات زبان شناختی تعیین می‌شود. این مرحله شامل گام‌های ۱ الی ۳ می‌باشد:

- ۱) انتخاب یک خانواده مناسب از توابع عضویت پارامتری
- ۲) استفاده از تخصص افراد متخصص در ارتباط با سیستم هدف برای تعیین پارامترهای توابع عضویت
- ۳) تنظیم پارامترهای توابع عضویت

گام‌های اول و دوم منوط به در دسترس بودن افراد متخصص و گام سوم منوط به وجود داده ورودی-خروجی مطلوب می‌باشد [۱۰].

۸-۲ پیشینه‌ی تحقیق

با پیشرفت روزافزون دانش مخابرات نرخ تبادل اطلاعات به صورت چشم‌گیری افزایش یافته است. با در نظر گرفتن این نکته که حجم بالایی از اطلاعاتی که کاربران به مبادله می‌پردازنده به شکل تصویری می‌باشد، اهمیت پردازش تصویر مشخص می‌شود. به علاوه، در پردازش تصویر هدف بهبود کیفیت تصویر برای بیننده و یا آماده کردن تصویر برای استخراج اطلاعات نهفته در آن شامل ترکیب‌ها، خصوصیات و ساختارهای مشخص است.

برای هر دو کاربرد فوق افزایش کیفیت تصویر جهت بهبود خواص ظاهری تصویر و یا پر کردن جنبه‌ی خاصی از اطلاعات تصویر ضروری است. اما به خاطر طبیعت فیزیکی تصادفی موجود در سیستم‌های تصویربرداری، وجود نویز در تصویر امری اجتناب ناپذیر است. به عنوان مثال میزان روشنایی و دمای حسگرهای تصویربرداری از مهمترین موارد موثر در میزان نویز تصویر هستند. همچنین از آنجا که حسگرهای تصویر تعداد فوتون‌های دریافتی را می‌شمارند، تصاویر عموماً نویز شمارش فوتون دارند. به علاوه به دلایل مختلف در حین تبدیل تصویر از یک قالب به قالب دیگر مثل تصویر برداری، کپی کردن، اسکن کردن، دیجیتال کردن، انتقال در کانال، نمایش دادن،

^۱ Deep Structure

چاپ و یا فشرده‌سازی تصویر، همواره انواع گوناگونی نویز به تصویر افزوده می‌شود. یکی از نویزهای رایجی که در تصاویر ایجاد می‌شوند نویزهای گاوی هستند [۷۸].

حضور نویز از لحاظ ظاهری آزار دهنده است و به علاوه انجام پردازش‌های گوناگون تصویر مانند بخشندی، تشخیص و تفسیر را با مشکل مواجه می‌کند. بنابراین افزایش کیفیت تصویر و حذف نویزهای ایجاد شده در تصویر یک مرحله اساسی قبل از هر عملیات پردازشی است. اما نکته مهم در طول روند حذف نویز این است که تصویر اصلی و به خصوص جزئیات آن تا حد امکان آسیبی نبیند و ساختار تصویر اصلی حفظ شود. بر این اساس روش‌های مختلفی برای حذف نویز مطرح شده است.

از این‌رو، برای کاهش نویز در تصاویر دیجیتال سیاه و سفید فیلترهای متنوعی پیشنهاد شده است. فیلترهای استاندارد جعبه ابزار پردازش تصویر از جمله فیلترهای میانگین، ماکریم، مینیم، فیلترهای وفقی و فیلتر وینر فیلترهای موثری در جهت کاهش نویز در تصاویر هستند اما گاهی بسته به تصویر و یا نوع و میزان نویز موجود در تصویر پس از فیلترینگ تصویر تیره و تار می‌شود و تصویر کیفیت اصلی خود را پیدا نمی‌کند. بنابراین برای کاهش نویز در تصاویر به فیلترهای مبتنی بر منطق فازی روی آورده شده است. سیستم‌های منطق فازی سال ۱۹۶۵ توسط پروفسور لطفی زاده ارائه شد [۶].

منطق فازی با مجموعه‌های فازی و روابط منطقی برای مدل سازی با مسئله‌های استدلال انسان در جهان واقعی سروکار دارد. مجموعه فازی، برخلاف مجموعه‌های معمولی، همه عناصر مجموعه جهانی را شامل می‌شوند اما با درجه‌های عضویت مختلف در فاصله [۰۱]، در صورتی که مجموعه معمولی به صورتی نوشته می‌شود که درجه عضویت اعضای آن برابر ۱ برای اعضا یکی که شامل آن مجموعه هستند و سایر اعضای مجموعه جهانی درجه صفر دارند. منطق فازی در زمینه پردازش تصاویر دیجیتال کاربردهای وسیعی پیدا کرده است.

بسیاری از توسعه‌های علمی که نیازمند فعالیت در زمینه حذف نویز در تصاویر است، باید به طور مداوم و یکنواخت به بررسی حوزه‌ی مربوط به نظریه حذف نویز توجه کنند. از طرفی دیگر، بسیاری از محققان به بررسی ادبی جنبه‌های علمی و نظری این پدیده پرداخته‌اند [۴].

اکثر نشانی‌های مربوط به نویز در سیستم‌های تصویری معمولاً به لحظه گرفتن عکس، کدنویسی، انتقال و مراحل پردازش تصویر مربوط می‌شود. نویز معمولاً در سیگنال‌های مربوط به صدا، تصویر و ویدیو ایجاد اختلال می‌کند. از همین‌رو برخی سوالات در ذهن محققان شکل می‌گیرد، نظیر این که چه مقدار از سیگنال اصلی خراب شده است؟ چگونه می‌توان سیگنال را بازسازی کرد؟ کدام مدل نویز به تصویر خراب شده‌ی ما مربوط است؟

با این حال همیشه نیاز است تا به تقویت و افزایش آگاهی تئوری و عملی نگرانی‌های موجود در ارتباط با نویز در تصاویر دیجیتالی بپردازیم. نویز، سیگنال تصادفی است که موجب تخریب بخشی از اطلاعات تصویر می‌شود. تخریب تصویر رایج‌ترین آسیبی است که در پردازش تصویر وجود دارد. تصویر می‌تواند توسط انواع مختلفی از نویزها شامل نویز گاوی، نویز پوآسون، نویز اسپاک، نویز فلفل و نمک و بسیاری دیگر تخریب شود. علت ایجاد این نویزها می‌تواند در منبع نویز مجاور دستگاه‌های تصویر برداری باشد و یا محل ذخیره‌سازی معیوب و یا ممکن است اشتباہ/نقص وسیله‌های تصویر برداری مانند دوربین‌ها، لنزها و فاصله کانونی ضعیف، پراکندگی و یا هر شرایط نامطلوبی که به بروز نویز کمک می‌کند باشد [۴۰].

در سال‌های اخیر، کاهش نویز تصاویر به عنوان یکی از قدیمی‌ترین حوزه‌های پردازش تصویر کماکان دارای اهمیت است. روش‌های مؤثری برای کاهش نویز تصاویر مطرح شده است. همچنین در بسیاری از مقالات از منطق فازی برای کاهش نویز در تصاویر استفاده شده است. برخی از فیلترهای فازی به جای استفاده از اطلاعات آماری از ویژگی‌های ساختاری درون تصاویر بهره جسته‌اند. با در نظر گرفتن این که عموم روش‌های فازی ارائه شده برای کاهش نویز تصاویر مربوط به نویزهای گاوی می‌باشد، برای این منظور به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود.

فیلتر میانگین: این فیلتر یکی از فیلترهای استاندارد جعبه ابزار پردازش تصویر می‌باشد. این فیلتر در جهت کاهش نویز تصویر موثر است اما مشکلی که این نوع فیلتر دارد این است که پس از کاهش نویز تصویر تیره و تار می‌شود و از کیفیت اصلی تصویر می‌کاهد. مشکل عمدahای که این نوع فیلترها دارند این است که اقدام به اصلاح هر دو نوع پیکسل نویزی و پیکسل‌های فاقد نویز می‌کنند، به عبارت دیگر تمام پیکسل‌های تصویر را فیلتر می‌کنند، بنابراین روی تمام پیکسل‌ها تاثیر می‌گذارند و حتی بر جایی که فاقد نویز است هم تاثیر می‌گذارد. درنتیجه تصویر تیره و تار می‌شود.

فیلتر هوشمند فازی جهت کاهش نویز گاوی: این فیلتر توسط ماهیش و پراب هانجان در سال ۲۰۱۰ ارائه شد. این فیلتر برای کاهش نویز گاوی بسیار مناسب می‌باشد. عملکرد فیلتر به گونه‌ای است که ابتدا مشتق فازی را به منظور کاهش حساسیت نسبت به تغییرات تصویر مانند لبه‌ها محاسبه می‌کند. سپس توابع عضویت را برای فیلترینگ مورد نظر بدست می‌آورد. با چند بار اعمال این فیلتر می‌توان نویزهای تصویر را به شدت کاهش داد. توابع عضویت مورد نیاز برای سیستم فازی در هر بار تکرار فیلترینگ با توجه به سطح نویز باقیمانده در تصویر اقتباس می‌شوند [۶].

فیلتر هوشمند فازی تصویر برای حذف نویز: این فیلتر توسط چانگ لی و چاین هاسو در سال ۲۰۰۲ ارائه شد. این فیلتر شامل دو فرآیند تعیین عدد هوشمند فازی و فرآیند استنتاج فازی است. ویژگی کلی تصویر توسط عدد فازی نمایش داده می‌شود. این عدد طی الگوریتمی با استفاده از هیستوگرام تصویر بدست می‌آید و ویژگی‌های کلی درباره تصویر و نویز آن را در بر دارد. در فرآیند دوم با استفاده از عدد فازی بدست آمده در الگوریتم قبل به حذف نویز در تصویر می‌پردازیم. تعداد قواعد فازی و توابع عضویت فازی در این روش برای تصاویر مختلف با توجه به عدد فازی آن‌ها متفاوت می‌باشد [۶].

فصل ٣

روش تحقیق

۱-۳ مقدمه

بسیاری از توسعه‌های علمی که نیازمند فعالیت در زمینه حذف نویز در تصاویر است، باید به طور مداوم و یکنواخت به بررسی حوزه‌ی مربوط به نظریه حذف نویز توجه کند. از طرفی دیگر، بسیاری از محققان به بررسی ادبی جنبه‌های علمی و نظری این پدیده پرداخته‌اند. اکثر نشانی‌های مربوط به نویز در سیستم‌های تصویری معمولاً به لحظه گرفتن عکس، کدنویسی، انتقال و مراحل پردازش تصویر مربوط می‌شود. نویز معمولاً در سیگنال‌های مربوط به صدا، تصویر و ویدیو ایجاد اختلال می‌کند. از همین‌رو برخی سوالات در ذهن محققان شکل می‌گیرد، نظیر اینکه چه مقدار از سیگنال اصلی خراب شده است؟ چگونه می‌توان سیگنال را بازسازی کرد؟ کدام مدل نویز به تصویر خراب شده‌ی ما مربوط است؟ در این فصل، به معرفی مدل‌های نویز پرداخته و سپس فیلترهایی را برای حذف آن‌ها معرفی می‌کنیم.

۲-۳ مدل‌های نویز

با توجه به سوالات مطرح شده در بالا، همیشه نیاز است تا به تقویت و افزایش آگاهی تئوری و عملی نگرانی‌های موجود در ارتباط با نویز در تصاویر دیجیتالی بپردازیم. در این مطالعه، تلاش بر این است تا با بررسی مدل‌های نویز، راه حلی برای این مشکلات را دهید.

ابتدا با بررسی انواع نویز و نقش آن در تخریب تصاویر آغاز می‌کنیم: نویز، سیگنال تصادفی است که موجب تخریب بخشی از اطلاعات تصویر می‌شود. تخریب تصویر رایج‌ترین آسیبی است که در پردازش تصویر وجود دارد. تصویر می‌تواند توسط انواع مختلفی از نویزها شامل نویز گاووسی، نویز پوآسون، نویز اسپاک، نویز فلفل و نمک و بسیاری ضعیف، پراکندگی و یا هر شرایط نامطلوبی که به بروز نویز کمک می‌کند باشد. این مسئله مطالعه دقیق و عمیق روی مدل‌های نویز را برای کاهش و حذف نویز از تصاویر، ضروری می‌کند. مطالعه روی مدل‌های نویز منجر به انتخاب مناسب سیستم رفع نویز خواهد شد.

نویز اطلاعات ناخواسته را در تصاویر دیجیتال ایجاد می‌کند/می‌نویسد. نویز باعث اثراتی ناخواسته در تصاویر مانند مصنوعات^۱، لبه‌های غیر واقعی، خطوط ناشناخته، گوشه‌ها، اشیای تار و آشفتگی صحنه‌ی پس‌زمینه خواهد شد. برای کاهش این اثرات نامطلوب و پردازش بیشتر آن‌ها، یادگیری مدل‌های نویز ضروری بنظر می‌رسد. نویز دیجیتال ممکن است از انواع مختلفی از منابع همانند سنسورهای دستگاه بارجفت‌شده^۲ و نیمرسانای اکسید فلزی مکمل (سیماس^۳) نام برد. در برخی موارد از تابع نقطه گستر^۴ و تابع انتقال مدولاسیون^۵ برای استفاده به موقع، آنالیز کامل و کمی مدل‌های نویز استفاده می‌شود. از تابع چگالی احتمال^۶ یا هیستوگرام نیز برای طراحی و مشخص کردن مدل‌های نویز استفاده می‌شود. در این قسمت ما روی مدل‌های نویز، نوع و دسته‌بندی آن‌ها در تصاویر دیجیتال بحث خواهیم کرد [۱۱].

۱-۲-۳ مدل نویز گاووسی

مدل نویز گاووسی، نویز الکترونیکی نیز نامیده می‌شود زیرا در تقویت‌کننده‌ها یا آشکارسازها ایجاد می‌شود. دلیل وجودی نویز گاووسی ناشی از منابع طبیعی مثل ارتعاشات حرارتی اتم‌ها و ماهیت گسسته تابش اجسام گرم است. نویز گاووسی معمولاً مقادیر خاکستری در تصاویر دیجیتالی را مختل می‌کند. به همین جهت است که مشخصات مدل نویز گاووسی اساساً با توجه به مقادیر خاکستری توسط تابع چگالی احتمال آن یا هیستوگرام نرمال طراحی شده است. نتیجه این می‌شود که:

$$P(g) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(g - \mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (1-3)$$

که در آن G مقدار خاکستری، σ انحراف معیار و μ میانگین است. به طور کلی مدل ریاضی نویز گاووسی، تقریب درستی از سناریوهای جهان واقعی را نشان می‌دهد. در این مدل نویز، مقدار میانگین برابر با صفر است، واریانس

^۱ artifacts

^۲ CCD

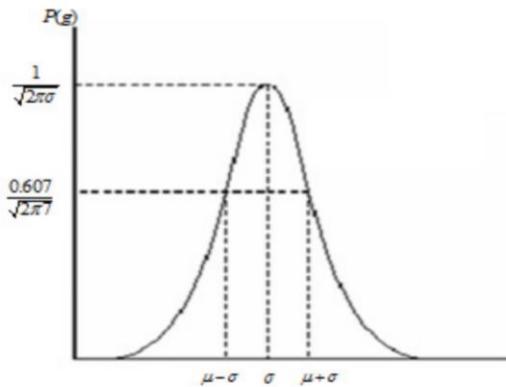
^۳ CMOS

^۴ PSF

^۵ MTF

^۶ PDF

۰ و ۱ می باشد و ۲۵۶ سطح خاکستری با توجه بهتابع چگالی احتمال آن در نظر گرفته شده که در شکل ۱-۳ نمایش داده شده است.



شکل ۱-۱/ تابع چگالی احتمال نویز گاووسی

با توجه به معادل تصادفی، شکل منحنی نویز گاووسی نرمال شده شبیه به شکل زنگ درآمده است. تابع چگالی احتمال این مدل نویز نشان‌دهنده‌ی این است که ۹۰٪ تا ۷۰٪ مقادیر پیکس نویز تخریب شده در تصویر مابین $\mu - \sigma$ و $\mu + \sigma$ قرار دارد. شکل هیستوگرام نیز تقریبا در طیف دامنه مشابه قرار می‌گیرد.

۲-۲-۳ نویز سفید

نویزها اساسا با قدرت‌شان دسته‌بندی می‌شوند. طیف قدرت نویز در نویز سفید ثابت است. این قدرت نویز را می‌توان با تابع چگالی طیف قدرت نویز معادل دانست. جمله‌ی "نویز گاووسی اغلب همان نویز سفید است" نادرست می‌باشد.

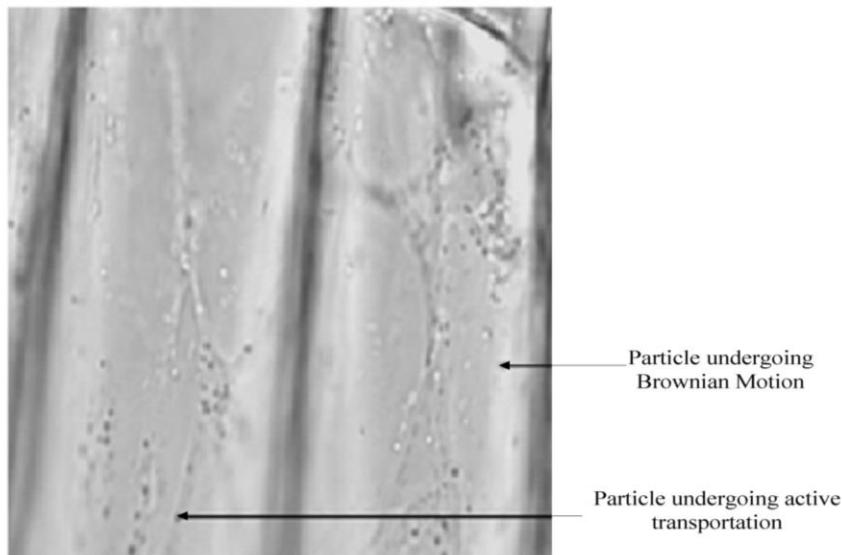
با این حال می‌توان گفت ویژگی‌های نویز گاووسی بر حالت سفید^۱ نیز دلالت دارد. محدوده‌ی کلی قدرت نویز از $-\infty$ تا $+\infty$ موجود است که نویز سفید در همین دامنه فرکانس قرار می‌گیرد. این بدان معنی است که قدرت در نویز سفید بینهایت می‌باشد. و این واقعیت بطور کامل صحیح است زیرا نور منتشر شده از خورشید دارای همه‌ی مولفه‌های فرکانس است.

^۱ the white sense

در نویز سفید، همبستگی ممکن نیست زیرا هر مقدار پیکسل با پیکسل‌های همسایه خود متفاوت است. به همین دلیل است که همبستگی خودکار صفر می‌باشد. بنابراین آن مقدار پیکسل تصویری توسط نویز سفید به طور معمول مثبت تخریب می‌شود.

۳-۲-۳ نویز قهوه‌ای یا فراکتال

نویز قهوه‌ای نام‌های مختلفی از جمله نویز نویز صورتی، نویز لرزان یا نویز $f/1$ دارد. در نویز قهوه‌ای، تراکم طیف قدرت متناسب است با مربع فرکانس بیش از یک اکتاو $i.e.$ (تصویر) به یک چهارم بخش کاهش می‌یابد (۶ دسی‌بل در هر اکتاو). علت نویز قهوه‌ای ناشی از حرکت قهوه‌ای است. حرکت قهوه‌ای به علت حرکت تصادفی ذرات معلق در سیال می‌باشد. نویز قهوه‌ای همان طور که در شکل ۲-۳ نشان داده شده است می‌تواند از نویز سفید ایجاد شود.



شکل ۲-۳ / گودال‌های تصویری در سلول‌های پیاز (۲۰ برابر بزرگ شده) از حرکت قهوه‌ای

اگرچه طیف قدرت نویز فراکتال، به طور مداوم به دلیل افزایش فرکانس تجزیه می‌شود. نویز فراکتال تقریباً در همه‌جا منحصر به فرد است. یک حرکت قهوه‌ای کسری از نظر ریاضی نشان‌دهنده‌ی میانگین فرآیند گاوی صفر (B_H) است که به ترتیب در معادله (۲-۳) و (۳-۳) نشان داده شده است.

$$B_H(0) = 0 \quad (2-3)$$

و انتظار می‌رود که مقدار حرکت قهقهه‌ای کسری از رابطه زیر محاسبه شود:

$$E\{|B_H(t) - B_H(t-\Delta)|^2\} = \sigma^2 |\Delta|^{2H} \quad (3-3)$$

۴-۲-۳ نویز ضربه یا نویز فلفل و نمک

به این نویز از بین برندهای داده^۱ نیز گفته می‌شود زیرا آمار مقدار داده اصلی را دچار تغییر می‌کند و از بین می‌برد. همچنین این نویز به فلفل و نمک مشهور است. با این حال تنها برخی از مقدارهای پیکسل در تصویر دچار تغییر می‌شود و تصویر به طور کامل از بین نمی‌رود. اگرچه این احتمال نیز وجود دارد برخی از پیکسل‌های همسایه تغییر نکرده باشد.

این نویز در هنگام انتقال داده‌ها بیشتر دیده می‌شود. مقدار پیکسل‌های تصویر با مقدار پیکسل‌های خراب که حداقل ممکن برای یک پیکسل است، جایگزین می‌شود که در این اعداد در انتقال با ۸ بیت به ترتیب ۲۵۵ و صفر می‌باشد.

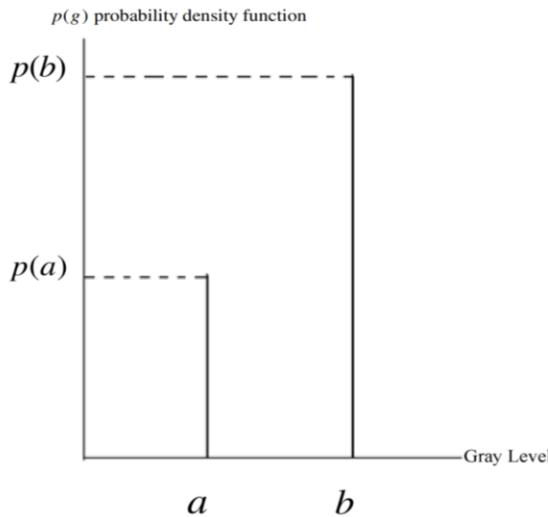
اجازه دهد یک ماتریس ۳×۳ از یک تصویر را که در شکل ۳-۳ نشان داده شده است، در نظر بگیریم. فرض می‌کنیم پیکسل مرکزی توسط نویز فلفل و نمک تخریب شده باشد. بنابر این مقدار پیکسل مرکزی یعنی ۲۱۲ در این مثال با مقدار صفر جایگزین خواهد شد. در این ارتباط می‌توان بگوییم که این نویز، پیکسل‌های تخریب شده را با پیکسل تاریک یا روشن تعویض می‌کند. بنابراین در نویز فلفل و نمک، به تدریج مقدار پیکسل‌های تاریک در مناطق روشن ظاهر می‌شود و بلعکس.

254	207	210	254	207	210
97	212	32	97	0	32
62	106	20	62	106	20

شکل ۳-۳ / مقدار پیکسل مرکزی توسط نویز فلفل و نمک تخریب شده است

^۱ data drop noise

ظهور پیکسل های تخریب شده در تصاویر به علت اشتباهات در تبدیل آنالوگ به دیجیتال و خطاهای انتقال بیت است. درصد برآوردهای نویز، مستقیماً از معیارهای پیکسل تعیین می شود.تابع چگالی احتمال این نویز در رابطه (۴-۳) تعریف شده، و در شکل ۴-۳ نشان داده شده است.



شکل ۴-۳ / تابع چگالی احتمال نویز فلفل و نمک

$$P(g) = \begin{cases} Pa & \text{for } g = a \\ Pb & \text{for } g = b \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4-3)$$

شکل ۴-۳ تابع چگالی احتمال نویز فلفل و نمک را نشان می دهد زمانی که میانگین صفر و واریانس ۰.۵ باشد. در اینجا ما دو پاره خط را مشاهده می کنیم، اولی برای منطقه روشن (که در آن سطح خاکستری کمتر است) که منطقه a نامیده می شود و دیگری که منطقه تاریک است (که سطح خاکستری بیشتر است) و منطقه b نامیده می شود. ما به وضوح مشاهده می کنیم که مقدار تابع چگالی احتمال به ترتیب در منطقه a و b ، مینیمم و ماقزیمم می باشد. نویز فلفل و نمک به طور کلی می تواند به وسیله ناکارآمدی عناصر پیکسل در سنسورهای دوربین، مشکلات ذخیره سازی در فضای حافظه، اشتباهات در فرآیند دیجیتال سازی و...، تصاویر دیجیتالی را تخریب کند.

۲-۵ نویز تناوبی

این نویز از تداخلات الکترونیکی، به ویژه در سیگنال قدرت در هنگام گرفتن تصویر تولید می‌شود. این نویز دارای ویژگی‌های خاصی مانند وابستگی‌های فضایی و سینوسی در طبیعت با چند برابر فرکانس خاص است. این نویز به صورت نقاط متصل در دامنه فرکانس ظاهر می‌شود. همچنین این نویز می‌تواند به راحتی توسط فیلتر رد باند باریک^۱ یا فیلتر شکاف^۲ از بین برود.

۲-۶ نویز کوانتمومی

پیدایش نویز کوانتمومی در دامنه فرآیند کوانتیزاسیون واقع شده است. به طور کلی به دلیل تبدیلات سیگنال آنالوگ به دیجیتال ایجاد می‌شود. در این مدل نویز، نسبت سیگنال به نویز^۳ با حداقل و حداقل پیکسل محدود شده است که به ترتیب P_{min} و P_{max} نمایش می‌دهیم. نسبت سیگنال به نویز به این صورت است که:

$$SNR_{dB} = 20 \log_{10} (P_{max} - P_{min}) / \sigma_n \quad (5-3)$$

جایی که n ، انحراف معیار نویز می‌باشد. هنگامی که ورودی موج سینوسی کامل است، نسبت سیگنال به نویز می‌شود:

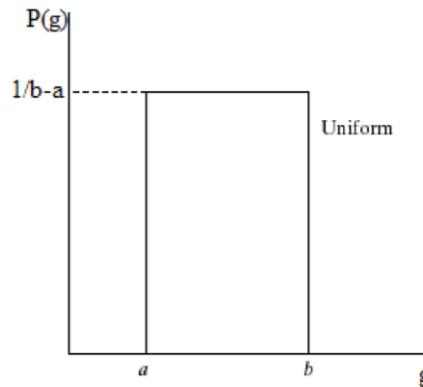
$$SNR = 6n + 1.76 \text{ dB} \quad (6-3)$$

که n تعداد بیت‌ها است. نوسان کوانتمومی توزیع یکنواختی را دنبال می‌کند. به همین دلیل است که به آن لقب نویز یکنواخت داده شده است. نسبت سیگنال به نویز آن در شکل ۵-۳ و در رابطه^۴ (۷-۳) نشان داده شده است.

^۱ Narrow Band Reject

^۲ notch

^۳ SNR



شکل ۳-۵/ نسبت سیگنال به نویز یکنواخت

$$P(g) = \begin{cases} \frac{1}{b-a} & \text{if } a \leq g \leq b \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (V-3)$$

که دارای میانگین $\mu = \frac{a+b}{2}$ و واریانس $\sigma^2 = \frac{(b-a)^2}{12}$ است.

۷-۲-۳ نویز ستاره

نویز ستاره از نوع افزایشی^۱ است. این نویز معمولاً در سیستم‌های منسجم تصویربرداری مانند لیزر، رادار، اکوستیک و ... دیده می‌شود. نویز ستاره می‌تواند به مانند نویز گاوی در تصاویر به طور مشابه وجود داشته باشد.تابع چگالی احتمال آن از توزیع گاما پیروی می‌کند که در شکل ۳-۶ نمایش داده شده و معادله‌ی آن در قسمت ۳-۴ آورده شده است.

$$F(g) = \frac{g^{\alpha-1} e^{-\frac{g}{a}}}{\alpha - 1! a^\alpha} \quad (A-3)$$

^۱ Multiplication



شکل ۳-۶/ تصویر لبنا آغشته به نویز ستاره با واریانس ۰،۰۴

۸-۲-۳ نویز فوتون یا شلیک

این نویز به علت ماهیت آماری امواج الکترومغناطیسی مانند اشعه ایکس، نور مرئی و اشعه گاما ظاهر می‌شود. منابع اشعه ایکس و اشعه گاما تعداد فتوнаها را در واحد زمان انتشار می‌دهند. در سیستم‌های تصویر برداری پزشکی اشعه‌های ایکس و گاما از طریق منابعشان به بدن بیماران تابش (ترزیق^۱) می‌شود. این منابع دارای نوسانات تصادفی فوتون هستند. نتیجه در تصویر دارای فضا و زمان تصادفی جمع می‌شود. این نویز همچنین به عنوان نویز کوانتمی (فوتون) یا نویز شلیک نیز شهرت دارد. این نویز از توزیع پواسون پیروی می‌کند:

$$P(f_{(pi)}) = k = \frac{\lambda^k i e^{-\lambda}}{k!} \quad (9-3)$$

۹-۲-۳ نویز پواسون

در این بخش به بررسی مدل پیشنهادی برای از بین بردن نویز پواسون-گاوی خواهیم پرداخت که در تصویرسازی تشدید مغناطیسی^۲ ایجاد شده‌اند. نویز پواسون-گاوی در شکل ۷-۳ نشان داده شده است. در مطالعات، دو مدل

^۱ Injected

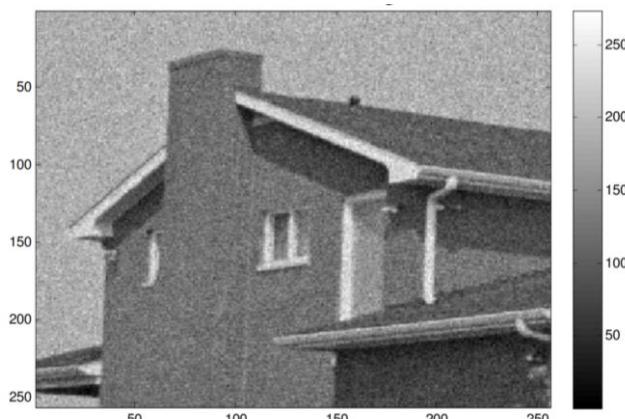
^۲ MRI

فوق العاده معرفی خواهد شد که به طور مشترک مدل پوآسون-گاووسی نامیده می‌شود. این دو مدل نویز کیفیت سیگنال دریافت کننده ام آر آی را در شرایط ظاهر بصری و قدرتی مشخص می‌کنند.

برخلاف بالاترین کیفیت پردازش ام آر آی، مدل فوق مجموعه‌ای از پارامترهای تصویر تست خراب شده توسط نویز پوآسون-گاووسی را توصیف می‌کند. مدل نویز پوآسون-گاووسی می‌تواند به روش زیر نشان داده شود:

$$Z(j, k) = \alpha * P_\alpha(j, k) + N_\alpha(j, k) \quad (10-3)$$

جایی که مدل توزیع پوآسون (P_α) با توزیع گاووسی (n_α) همراه است. تخمین توزیع پوآسون با استفاده از میانگین (μ) در سطح معین $0 < \alpha <$ و توزیع گاووسی در سطح معین $0 > \alpha$ با استفاده از میانگین ($\mu_{\alpha 1}$) و واریانس ($\sigma^2_{\alpha 2}$) محاسبه شده است. برای ارزیابی $\mu_{\alpha 1}$ ، تصویر نویز پوآسون به صورت جزئی به زمینه تصویر اصلی آغشته (اضافه) شده بود. پس همه‌ی این‌ها برای گرفتن یک تصویر نویزی ($Z(j, k)$ از مدل پوآسون-گاووسی بر اساس [۳۷و۳۸] است.



شکل ۱۰-۳/ تصویر خانه آغشته به نویز پوآسون-گاووسی

۱۰-۲-۳ نویز ساختاری

نویز ساختاری بصورت دوره‌ای، ثابت یا غیر ثابت و نامتناوب در طبیعت یافت می‌شود. اگر این نویز ثابت باشد، دامنه، فرکانس و فاز ثابت خواهد داشت. نویز ساختاری ناشی از تداخل میان قطعات الکترونیکی می‌باشد [۳۹]. این نویز در کanal ارتباطی در دو بخش ارائه می‌شود، نویز بدون ساختار (u) و نویز ساختاری (s). نویز ساختاری

همچنین به نویز پایین رتبه^۱ نیز شهرت دارد. در یک فرآیند، بهتر است (بیشتر واقع بینانه است) مدل نویز را در فضایی با ابعاد کمتر در نظر بگیریم.

علاوه بر این، این مدل در سیستم فیزیکی در داخل فضای اندازه‌گیری کامل رتبه^۲ ترسیم می‌شود. بنابر این می‌توان نتیجه گرفت که در فضای اندازه‌گیری، نویز حاصله دارای پایین رتبه و ساختاری وابسته به سیستم فیزیکی است. مدل نویز ساختاری در معادله (۱۱-۳) و (۱۲-۳) نشان داده شده است.

$$y_{(n)} = x_{(n,m)} + v_{(n)} \quad (11-3)$$

$$y_{(n)} = H_{(n,m)} * \theta_{(m)} + S_{(n,t)} * \phi_{(t)} + v_{(n)} \quad (12-3)$$

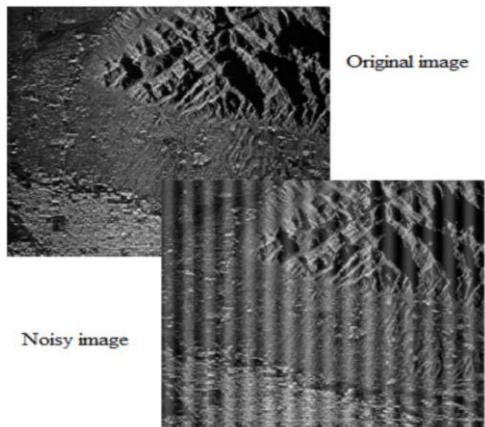
جایی که n ردیف، m ستون‌ها، y تصویر دریافت شده، H تابع انتقال سیستم خطی، S زیر مجموعه، t رنک در زیر مجموعه، φ فرآیند اساسی محرک در سیستم خطی (S)، θ پارامتر سیگنال مجموعه شرایط اولیه یا محرک، سیستم خطی H برای تولید سیگنال اصلی x در شرایط n بردار تصادفی نویز مورد استفاده قرار می‌گیرد ($v_{(n)}$).



شکل ۳-۱/ نویز ساختاری (هنگامی که نویز بصورت دوره‌ای و غیر ثابت است) [۲۵]

^۱ Low rank

^۲ Full rank



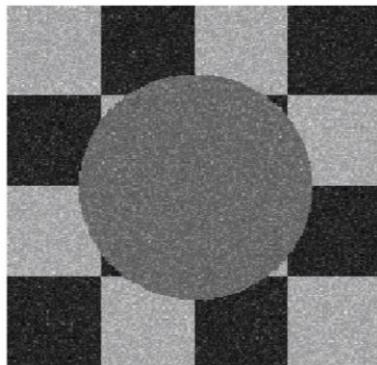
شکل ۳-۹ / نویز ساختاری

۱۱-۲-۳ نویز گاما

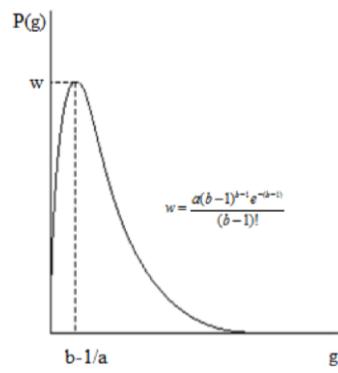
نویز گاما به طور کلی در تصاویر مبتنی بر لیزر دیده می‌شود. این نویز از توزیع گاما پیروی می‌کند که در شکل ۱۰-۳ به عنوان نشان داده شده است.

$$P(g) = \begin{cases} \frac{a^b g^{b-1} e^{-ag}}{(b-1)!} & \text{for } g \geq 0 \\ 0 & \text{for } g < 0 \end{cases} \quad (13-3)$$

جایی که میانگین: $\mu = \frac{b}{a}$ و واریانس: $\sigma^2 = \frac{b}{a^2}$ به ترتیب داده شده است.



شکل ۱۱-۳ / نویز گاما



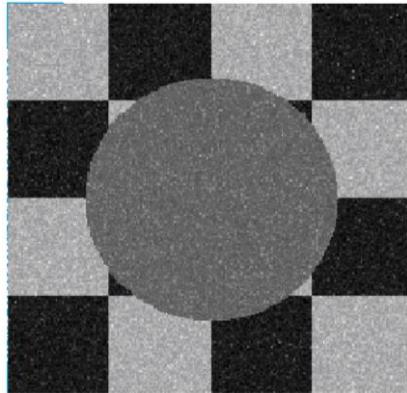
شکل ۱۰-۳ / توزیع گاما

۱۲-۳ نویز رایلی

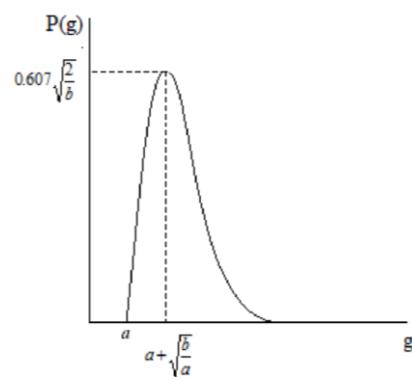
نویز رایلی در تصاویر محدوده رادار دیده می‌شود. در این نویز،تابع چگالی احتمال ارائه شده است.

$$P(g) = \begin{cases} \frac{2}{b}(g-a)e^{-\frac{(g-a)^2}{b}} & \text{for } g \geq a \\ 0 & \text{for } g < a \end{cases} \quad (14-3)$$

جایی که میانگین: $\mu = a + \sqrt{\frac{\pi b}{4}}$ واریانس: $\sigma^2 = \frac{b(4-\pi)}{4}$ ترتیب داده شده است [۱۱].



شکل ۱۳-۳ / نویز رایلی



شکل ۱۲-۳ / توزیع رایلی

۱۳-۳ معرفی چند نمونه فیلتر کاهش نویز

همانطور که گفته شد، نویز یک عامل ناخواسته در تصاویر می‌باشد که همواره سعی در کاهش و حذف آن از تصاویر را داریم. فیلترهای استاندارد پردازش تصویر از مشکلات زیادی برخوردارند مثلاً فیلتر میانگین بر روی تمام پیکسل‌های تصویر عمل می‌کند و تمام آن‌ها را ترمیم می‌کند و توجه به بود یا نبود نویز ندارد. از این رو فیلترهای هوشمند فازی طراحی شده‌اند به گونه‌ای که در جایی که نویز وجود دارد با شدت بیشتر به اصلاح می‌پردازند و مکان‌هایی هم که فاقد نویز هستند هیچ تغییری نمی‌کنند. در ادامه به معرفی دو نوع فیلتر استاندار میانگین و فیلتر ورقی می‌پردازیم و همچنین چند روش هوشمند کاهش نویز را بررسی می‌کنیم.

۳-۳-۱ فیلتر میانگین استاندارد

این فیلتر یکی از فیلترهای استاندارد جعبه ابزار پردازش تصویر می‌باشد. همان‌طور که در شکل ۱۴-۳ مشاهده می‌شود این فیلتر در جهت کاهش نویز تصویر موثر است اما مشکلی که این نوع فیلتر دارد این است که پس از کاهش نویز تصویر تیره و تار می‌شود و از کیفیت اصلی تصویر می‌کاهد. مشکل عمدۀ ای که این نوع فیلترها دارند این است که اقدام به اصلاح هر دو نوع پیکسل نویزی و پیکسل‌های فاقد نویز می‌کنند، به عبارت دیگر تمام پیکسل‌های تصویر را فیلتر می‌کنند، بنابراین روی تمام پیکسل‌ها تاثیر می‌گذارند و حتی بر جایی که فاقد نویز است هم تاثیر می‌گذارد. درنتیجه تصویر تیره و تار می‌شود [۷].



شکل ۱۴-۳ / اعمال فیلتر میانگین به تصویر نویزی. (الف) تصویر آغشته به نویز فلفل نمکی (ب) تصویر پس از اعمال فیلتر میانگین

۳-۳-۲ فیلتر وفقی

در برخی موارد باید از فیلترهایی استفاده نمود که قابلیت انطباق با خصوصیات نواحی مختلف تصویر را دارا باشند. فیلتر وفقی از این دسته فیلترها می‌باشد، که با توجه به میزان نویز نواحی مختلف تصویر عملیات فیلترینگ صورت می‌پذیرد . شکل ۱۵-۳ نتیجه حاصل از اعمال این فیلتر به تصویر نویزی را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود این تصویر حاصل بلور کمتری نسبت به فیلتر میانگین دارد [۷].



شکل ۳-۱۵ / اعمال فیلتر میانگین به تصویر نویزی. (الف) تصویر آغشته به نویز فلفل نمکی (ب) تصویر پس از اعمال فیلتر و فقی

۳-۳-۳ فیلتر هوشمند فازی تصویر برای حذف نویز

این فیلتر توسط چانگ لی و چاین هاسو در سال ۲۰۰۲ ارائه شد. این فیلتر شامل دو فرآیند تعیین عدد هوشمند فازی و فرآیند استنتاج فازی است. ویژگی کلی تصویر توسط عدد فازی نمایش داده می‌شود. این عدد طی الگوریتمی با استفاده از هیستوگرام تصویر بدست می‌آید و ویژگی‌های کلی درباره تصویر و نویز آن را در بر دارد. در فرآیند دوم با استفاده از عدد فازی بدست آمده در الگوریتم قبل به حذف نویز در تصویر می‌پردازیم. تعداد قواعد فازی و توابع عضویت فازی در این روش برای تصاویر مختلف با توجه به عدد فازی آن‌ها متفاوت می‌باشد. شکل ۱۶-۳ نتیجه اعمال این فیلتر هوشمند فازی را به تصویر آشته به نویز نشان می‌دهد. مشاهده می‌کنیم که فیلتر پیشنهادی نسبت به فیلتر میانگین در حذف نویز موثرتر خواهد بود [۱۲].



شكل ٣-١٦/ اعمال فیلتر هوشمند فازی . الف) تصویر اصلی بدون نویز ب) تصویر خراب با نویز فلکل نمکی ج) اعمال فیلتر صیانگین د) اعمال فیلتر هوشمند فازی

۴-۳-۴ فیلتر میانگین مبتنی بر قواعد فازی

این فیلتر توسط سانگ در سال ۲۰۱۱ ارائه شد. الگوریتم فیلتر هوشمند میانگین مبتنی بر قواعد فازی شامل دو مرحله است. در مرحله اول تست می‌کند که آیا پیکسل مرکزی در پنجره تصویر سالم است یا نه. پیکسل وسط اگر در محدوده خارج از ترتیب خود قرار گرفته باشد ممکن است گاویست باشد. در مرحله دوم توسط روش آستانه‌سازی نرم آشکارسازی نیز وجود نویز گاویست در وسط پنجره بررسی می‌شود. اگر از هر دو مرحله نتیجه بگیریم که پیکسل مرکزی یک نویز گاویست است، پیکسل مرکزی توسط پیکسل‌های میانی در پنجره جایگزین می‌شود. شکل ۳-۱۷ نتایج اعمال فیلتر میانگین و فیلتر هوشمند میانگین به تصویر نویزی را نشان می‌دهد. همان‌طور که می‌بینیم نتایج حاصل از اعمال فیلتر هوشمند به تصویر نویزی موثرتر از اعمال فیلتر میانگین می‌باشد [۱۳].



شکل ۳-۱۷ / اعمال فیلتر فازی مبتنی بر قواعد فازی به تصویر نویزی
الف) تصویر سالم ب) تصویر نویزی ج) نتیجه اعمال فیلتر میانگین د) نتیجه
اعمال فیلتر هوشمند فازی

۴-۳-۵ فیلتر هوشمند فازی جهت کاهش نویز گاویست

این فیلتر توسط ماهیش و پراب هانجان در سال ۲۰۱۰ ارائه شد. این فیلتر برای کاهش نویز گاویست بسیار مناسب می‌باشد. عملکرد فیلتر به گونه‌ای است که ابتدا مشتق فازی را به منظور کاهش حساسیت نسبت به تغییرات تصویر مانند لبه‌ها محاسبه می‌کند. سپس توابع عضویت را برای فیلترینگ مورد نظر بدست می‌آورد. با چند بار

اعمال این فیلتر می‌توان نویزهای تصویر را به شدت کاهش داد. توابع عضویت مورد نیاز برای سیستم فازی در هر بار تکرار فیلترینگ با توجه به سطح نویز باقیمانده در تصویر اقتباس می‌شوند [۱۴].

۳-۳-۶ فیلتر شئ گرا برای کاهش نویز با استفاده از منطق فازی

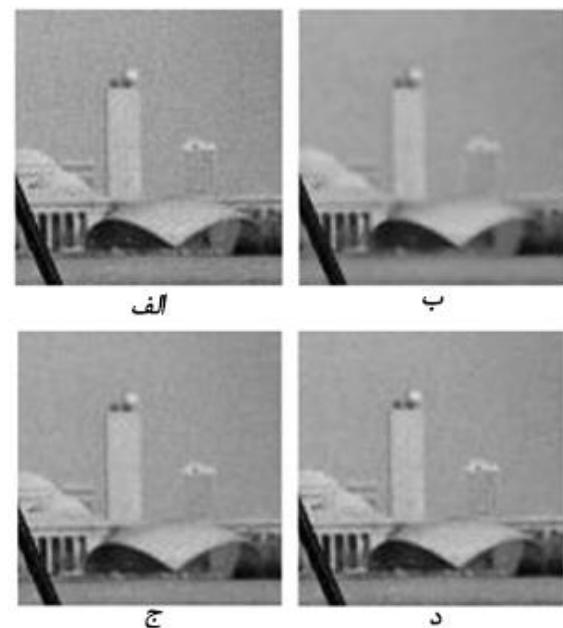
این فیلتر توسط ردی در سال ۲۰۱۱ ارائه شد. اساس کار این فیلتر نیز مشابه فیلتر قبل می‌باشد. به این صورت که به منظور تشخیص تغییرات ناشی از نویز از تغییرات ذاتی تصویر مانند لبه‌ها از یک مرحله محاسبه مشتق فازی استفاده می‌کند. اگر یک پنجره 3×3 را درنظر بگیریم برای محاسبه مشتق در جهات مختلف از تفاضل مقدار پیکسل مرکزی با سایر پیکسل‌ها در جهات مختلف استفاده می‌کنیم. با استفاده از این مشتقات فازی می‌توان به انجام عملیات فیلترینگ پرداخت [۱۵].

۳-۳-۷ کاهش نویز با فیلتر فازی تصویر

این فیلتر توسط دیمیتری ون‌دویل و همکارانش در سال ۲۰۰۳ ارائه شد است. فیلتر پیشنهادی شامل دو مرحله است: مرحله اول محاسبه یک مشتق فازی برای هشت جهت مختلف، و مرحله دوم استفاده از این خصوصیات برای انجام ترمیم فازی با وزن دار کردن مقدار بخشی از پیکسل همسایه. هر دو مرحله بر اساس قوانین فازی و از تابع عضویت استفاده می‌کنند. فیلتر می‌تواند به طور موثر نویز سنگین را کاهش دهد. همان‌طور که در شکل ۳-۱۸ مشاهده می‌کنید، فیلتر پیشنهادی موثرتر از بقیه‌ی فیلترها عمل می‌کند [۱۶].



شکل ۳-۱۸ / اعمال فیلتر فازی مورد بحث به تصویر "مرد عکاس" (الف) تصویر عکاس با نویز گاوی افزایشی $\sigma = 5$ (ب) تصویر پس از فیلتر وینر (ج) بعد از اعمال فیلتر فازی میانگین (د) بعد از اعمال فیلتر پیشنهادی



شکل ۳-۱۹ / جزئیات تصاویر از نتایج شکل ۱۷-۳

۳-۳-۸ فیلتری برای کاهش نویز گاووسی در تصاویر بر مبنای قواعد فازی

این فیلتر توسط هری کریشنان و ویسواناتان در سال ۲۰۱۳ ارائه شده است. در میان تمام مفاهیم غیر خطی برای مقابله با نویز گاووسی، رویکردِ بر مبنای قواعد فازی یکی از مهمترین‌ها است زیرا می‌توان با استفاده از استدلال و منطق اطلاعات ناقص و مبهم را مشخص نمود. در مطالعه، آن‌ها یک متدهای جدید را برای کاهش تصاویر آلوده به نویز گاووسی ارائه کرده‌اند که با استفاده از قواعد فازی بتوانند از توابع عضویت نیز استفاده کنند. در این مقاله، از مفهوم مشتق فازی نیز برای بهبود فازی استفاده شده است. روش آن‌ها برای اکثر تکنیک‌های پردازش تصویر ورودی بهتری را فراهم می‌کند و علاوه بر این کنتراست تصویر را نیز افزایش می‌دهد و دارای جزئیات قابل قبولی است و لبه‌ها تصویر را به خوبی تیز و نمایان می‌کند [۱۷].



شکل ۳-۳-۸/ تصویر ورودی با نویز افزایشی و تصاویر خروجی با روش‌های مختلف فیلترینگ (الف) تصویر اصلی (ب) تصویر با نویز گاووسی ۲۰٪ (ج) پس از اعمال فیلتر میانگین (د) پس از اعمال فیلتر مدیان (ه) پس از اعمال فیلتر میانگین غیر محلی (ی) پس از اعمال فیلتر پیشنهادی فازی

فصل ۴

روش پیشنهادی و ارزیابی نتایج

۱-۴ مقدمه

در این فصل به معرفی فیلتر فازی میانگین وزن دار که یکی از فیلترهای موثر در کاهش نویز است، خواهیم پرداخت و روش پیشنهادی خودمان در این مطالعه را که بهبود یافته این فیلتر است معرفی خواهیم کرد. همچنین با مزایای فیلتر معرفی بیشتر آشنا می شویم و آن را با فیلترهای فازی دیگر مقایسه خواهیم کرد.

۲-۴ معرفی روش پیشنهادی

همانطور که گفته شد نویز گاووسی یکی از شایع‌ترین نویزها در تصاویر دیجیتالی می‌باشد. در زمینه حذف نویز گاووسی اما، فیلتر میانگین استاندارد^۱، تکنیک فیلترینگ غیرخطی سنتی محسوب می‌شود. هرچند که فیلتر میانگین استاندارد برای حفظ جزئیات تصویر مناسب نبوده و علاوه بر این در سطوح بالایی از خرابی، ضعیف عمل می‌کند. برای غلبه بر این محدودیتها در طول این سال‌ها، تعدادی اصلاحیه برای این فیلتر پیشنهاد شده است.

در سال‌های اخیر، رویکرد فیلترینگ تک مرحله‌ای به یک فیلترینگ دو محله‌ای تکامل یافته است. مرحله اول شامل آشکارسازی فیلترهای معیوب شده توسط نویز می‌باشد و مرحله دوم شامل فرآیندهای مورد نیاز برای حذف این نویزها است. برتری فیلترهای دو مرحله‌ای نسبت به رویکرد تک مرحله‌ای در [۲۶] نشان داده شده است.

فیلترهای فازی معمولاً ساده و کاملاً موثر هستند. صرف نظر از برنامه‌های کاربردی در پردازش تصویر، اخیراً علاقه به استفاده از فیلترهای فازی برای رفع مشکلات پردازش سیگنال‌های عمومی نیز وجود دارد [۲۷ و ۲۸].

روش ارائه شده‌ی ما در این پژوهش، فیلتر فازی جدیدی برای کاهش نویز تصاویر خراب شده با نویز گاووسی است. فیلتر شامل دو مرحله می‌باشد. در مرحله اول، تمام پیکسل‌های تصویر برای تعیین پیکسل‌های نویزی پردازش می‌شوند. برای این کار، یک سیستم مبتنی بر قواعد فازی در نظر گرفته شده است تا یک درجه برای هر پیکسل در نظر بگیریم. درجه‌ی یک پیکسل یک عدد واقعی بین [۰ و ۱] است که نشان دهنده این احتمال است که پیکسل مورد نظر تا چه حدی می‌تواند یک پیکسل نویزی در نظر گرفته شود. در مرحله دوم، از یک سیستم مبتنی بر قواعد فازی دیگر استفاده می‌شود. در این مرحله ما از خروجی سیستم فازی قبلی برای انجام بهبود فازی با استفاده

^۱ (SM) : standard median filter

از وزن دار کردن سهام^۱ هر یک از همسایه‌های پیکسل مورد نظر استفاده می‌کند. همچنین نتایج تجربی برای نمایش امکان‌پذیری فیلتر پیشنهادی بدست آمده است.

هدف از ترمیم یک تصویر، بازسازی نتایج تخریب شده‌ی تصویر از طریق اشتباهات سیستمی و اعمال نویزها و غیره است. دو راه برای رسیدن به چنین هدفی وجود دارد. اولین راه حل این است که مدل خراب شده تصویر که توسط عوامل مختلفی نظیر حرکت، خرابی‌های سیستمی و نویزهای گاوی ایجاد شده، و دارای مدل‌های آماری ناشناخته هستند را با استفاده از پردازش معکوس سعی در بازگرداندن تصویر تخریب شده کنیم. و راه حل دوم که بهبود تصویر نامیده می‌شود، به این معنی است که یک فیلتر دیجیتالی ساخته شود تا نویز تصویر حذف و نتایج تصاویر تخریب شده بهبود یابد و بازگردانی شود.

فیلتر کردن نویز را می‌توان از طریق جایگزینی مقدار سطح-خاکستری هر پیکسل در تصویر با یک مقدار جدید بسته به محیط محلی در نظر گرفت. در حالت مطلوب، الگوریتم فیلتر باید از پیکسلی به پیکسل دیگر بر اساس زمینه محلی متفاوت باشد. ما برای رسیدن به این هدف از یک روش فازی استفاده می‌کنیم. تکنیک‌های فازی قبلانیز در زمینه‌های مختلف پردازش تصویر (نظیر فیلترینگ، درونیابی و ریخت‌شناسی)، و کاربردهای علمی (نظیر پردازش تصاویر صنعتی، پزشکی و...) بکار گرفته شده است. همان‌طور که گفته شد، در حال حاضر نیز چندین و چند فیلتر فازی برای کاهش نویز تصاویر توسعه پیدا کرده است، نظیر فیلتری که به عنوان *FIREfilter* شناخته می‌شود^[۱۹]، فیلتر فازی میانگین وزن دار^[۲۰]، و فیلتر مبتنی بر کنترل فازی تکراری^[۲۱] و... . اکثر این تکنیک‌های فازی برای مقابله و کاهش نویزهای سنگین همانند نویز گاوی توسعه پیدا کرده‌اند.

۳-۴ فیلتر فازی میانگین وزن دار

فیلتر فازی میانگین وزن دار^۲ [۲۹] یک توسعه از فیلتر میانگین وزن دار است. ایده اصلی این فیلتر آن است که وزن‌ها باید دارای مقادیر بین [۰۱] و [۰۰] باشند، نه اینکه فقط ۰ یا ۱ باشد، و وزن‌ها نباید به مقدار آستانه بستگی داشته باشد، بلکه باید از طریق قوانین فازی میانگین تعیین شوند. فیلتر فازی میانگین وزن دار مقدار سطح خاکستری پیکسل (r, θ) را با میانگین وزن دار مقادیر سطح خاکستری در همسایه آن پیکسل جایگزین می‌کند.

^۱ Contributions

^۲ (FWM) : Fuzzy Weighted Median Filters

انتخاب وزن‌ها بر اساس تفاوت‌های مقدار سطح خاکستری است. اگر این تفاوت بیش از یک آستانه خاص باشد، وزن w_{ij} برابر با 0 تعریف می‌شود و در غیر این صورت w_{ij} برابر با 1 خواهد بود.

۴-۴ روش کار فیلتر فازی پیشنهادی

ایده اصلی فیلتر فازی میانگین وزن‌دار خوب است، اما از پارامترهای کافی استفاده نمی‌کند. در رویکرد ما، فیلتر فازی میانگین وزن‌دار را با درنظرگرفتن دیگر پارامترهای مهم با توجه به سیستم مبتنی بر قواعد فازی گسترش می‌دهیم. در رویکرد ما، وزن‌ها در محدوده $[0 \dots 1]$ مقداردهی می‌شوند، و به مقدار آستانگی بستگی ندارند و از طریق قوانین فازی میانگین تعیین خواهند شد. رویکرد پیشنهادی دارای دو مرحله است و هر کدام از آن‌ها از یک سیستم مبتنی بر قوانین فازی استفاده می‌کنند. ما سعی داریم تشخیص دهیم که آیا یک پیکسل دارای نویز است یا خیر. برای این منظور، از یک سیستم مبتنی بر قواعد فازی بهره می‌گیریم تا درجه‌ی هر پیکسل را در تصویر تشخیص دهیم. درجه یک عدد واقعی در محدوده $[0 \dots 1]$ است. اگر درجه‌ی یک پیکسل برابر با 1 باشد، فرض بر این است که آن پیکسل خراب نشده است و اگر کمتر از 1 باشد، فرض بر این خواهد بود که آن پیکسل نویزی است. هرچه درجه پیکسل به 0 نزدیکتر باشد، آن پیکسل بیشتر به عنوان پیکسل نویزی در نظر گرفته خواهد شد. پس از اتمام این مرحله، یک ماتریس درجه‌دار هم سایز با تصویر تخریب شده طراحی می‌کنیم. ما از این ماتریس در مرحله بعد که مرحله بهبود فازی نام دارد، با وزن‌دار کردن همسایه‌ی پیکسل مورد نظر، استفاده خواهیم کرد. در ادامه، ما این دو بخش را با جزئیات بیشتری مورد بررسی قرار خواهیم داد [۵].

۴-۴-۱ بخش اول فیلتر: برآورد فازی فیلتر

در این بخش می‌خواهیم تعیین کنیم که آیا پیکسل مورد نظر خراب شده است یا خیر. برای این منظور معیارهای زیر را تعریف می‌کنیم:

- (۱) اگر پیکسلی به شدت نویزی باشد، در پیکسل‌های همسایه‌ی خود مقدار سطح خاکستری مشابه‌ای وجود نخواهد داشت. بنابراین تفاوت حداقل سطح خاکستری آن پیکسل با 8 پیکسل همسایه‌اش بسیار زیاد خواهد بود. به طور معکوس، اگر حداقل سطح خاکستری پیکسل مورد نظر و پیکسل‌های همسایه‌اش کم باشد، فرض بر این

است که آن پیکسل در طبقه‌بندی پیکسل نویزی قرار نمی‌گیرد. از این جهت ما تفاوت حداقل سطح خاکستری را به عنوان اولین پارامتر مبتنی بر سیستم فازی معرفی می‌کنیم:

$$dif = \min |f(x, y) - f(x', y')| \quad (1-4)$$

جایی که (x', y') پیکسل همسایه پیکسل (x, y) می‌باشد.

(۲) اگر پیکسلی، پیکسل‌های مشابه زیادی در همسایگی خود داشته باشد، فرض بر این خواهد بود که آن پیکسل بدون آسیب است، بنابراین می‌توانیم از پارامتر تعداد پیکسل‌های مشابه برای یک پیکسل فرض شده و برای ۸ همسایه‌اش به عنوان یک پارامتر مهم در تشخیص سلامت یا خرابی یک پیکسل استفاده کرد. برای این منظور، تعداد پیکسل‌ها در محدوده ۸ پیکسل همسایه را که تفاوت سطح خاکستری آن‌ها با پیکسل مرکزی کمتر از آستانه‌ی از پیش تعریف شده است را تعیین می‌کنیم. ما از این عدد به عنوان پارامتر دوم سیستم مبتنی بر قواعد فازی خود استفاده می‌کنیم.

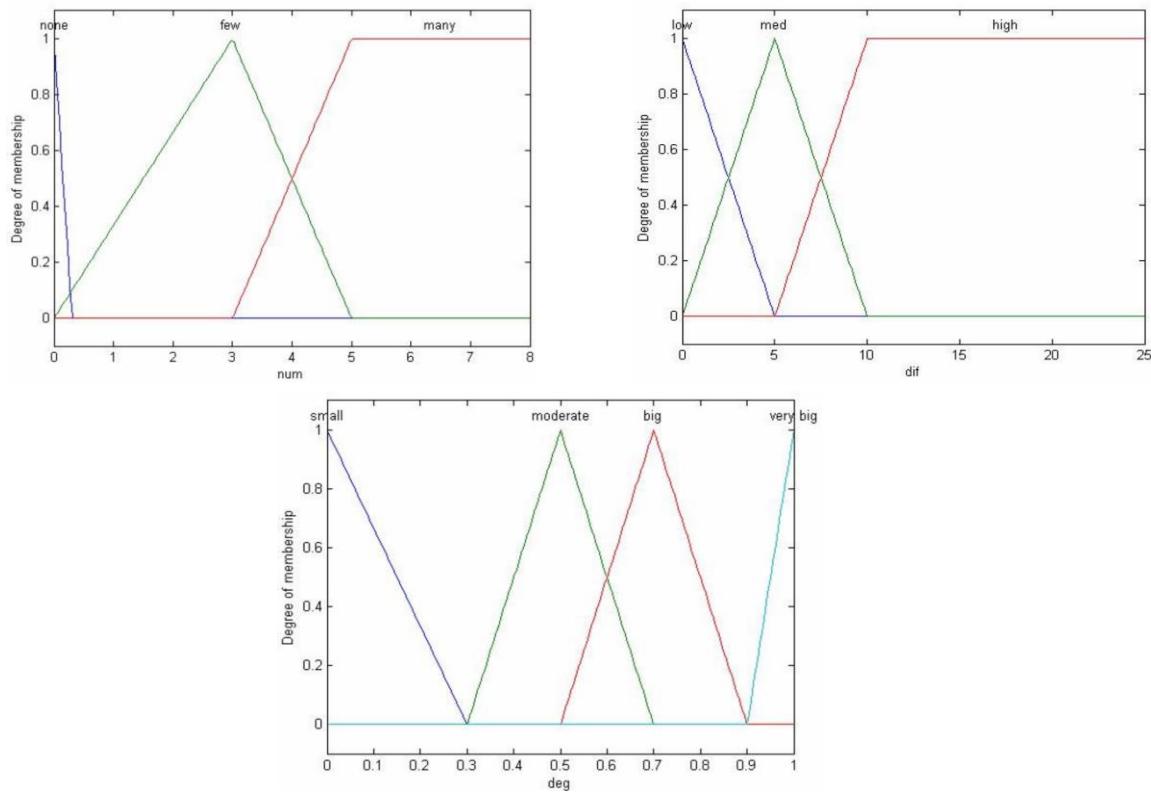
$$\text{Num}^1 = \{ (x', y') \mid (x', y') \in N_8(x, y) \& |f(x, y) - f(x', y')| < \text{آستانه} \} \quad (2-4)$$

در این پژوهش ما مقدار آستانه را برابر با ۸ در نظر می‌گیریم. خروجی سیستم فازی یک درجه وابسته به هر پیکسل است که یک عدد حقیقی بین [۰-۱] می‌باشد. این درجه‌ای است که یک پیکسل به عنوان پیکسلی بدون آسیب در نظر گرفته می‌شود. توابع عضویت فازی در شکل ۴-۱ نمایش داده شده است. قوانین سیستم فازی اول ما (برآورد فیلتر فازی) به شرح زیر است:

1. If (dif is low) and (num is none) then (deg is moderate)
2. If (dif is low) and (num is few) then (deg is big)
3. If (dif is low) and (num is many) then (deg is very big)
4. If (dif is med) and (num is none) then (deg is small)
5. If (dif is med) and (num is few) then (deg is moderate)
6. If (dif is med) and (num is many) then (deg is big)
7. If (dif is high) and (num is none) then (deg is small)
8. If (dif is high) and (num is few) then (deg is moderate)
9. If (dif is high) and (num is many) then (deg is moderate)

^۱ Number Of Similar

برای پیاده‌سازی این قوانین از موتور استنتاج ممداñی^۱، حداکثر فازفیر^۲ و غیرفازی‌ساز مرکز ثقل^۳ استفاده شده است.



شکل ۴-۱/ توابع عضویت مربوط به برآورد فازی فیلتر

۴-۴-۲- بخش دوم فیلتر: بهبود فازی

در این مرحله، میانگین وزنی فازی محاسبه خواهد شد. وزن‌های هر پیکسل در همسایگی پیکسل مرکزی، توسط تکنیک بهبود فازی بدست می‌آید. برای این کار، ما معیار زیر را در نظر خواهیم گرفت:

اگر تفاوت مقدار سطح خاکستری زیاد باشد، وزن کوچک $w_{ij}(k,l)$ باید به پیکسل اعمال شود تا سهم آن در پروسه‌ی میانگین‌گیری کاهش یابد. از این رو ما تفاوت مقدار سطح خاکستری را به عنوان اولین پارامتر بهبود فازی خود استفاده کرده‌ایم:

$$diff = |f(x,y) - f(x-k, y-l)| \quad (3-4)$$

^۱ Mamdani inference

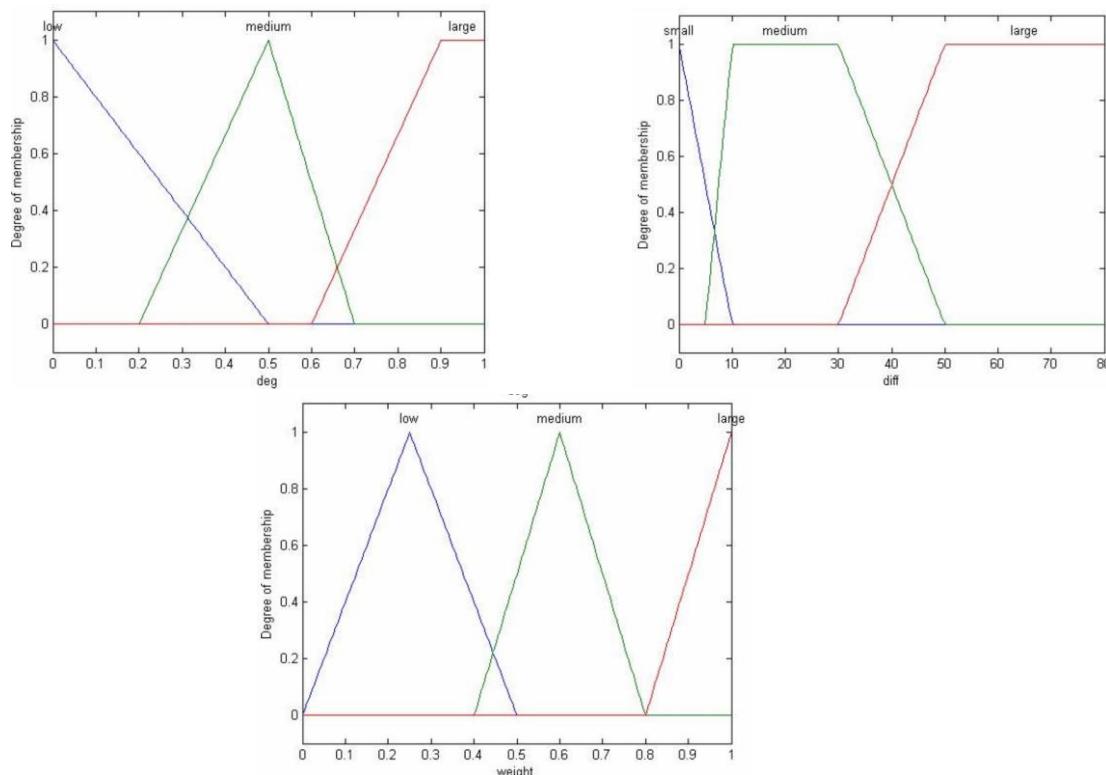
^۲ fuzzifier

^۳ centroid defuzzifier

پارامتر دوم همان خروجی سیستم مبتنی بر قواعد فازی قبلی است که نشان دهنده‌ی درجه‌ای است که یک پیکسل تا چه حد به عنوان پیکسل نویزی در نظر گرفته می‌شود. خروجی بهبود فازی، وزن یک پیکسل در پروسه میانگین‌گیری است. توابع عضویت فازی در شکل ۴-۲ نشان داده شده است. قواعد سیستم فازی دوم (بهبود فازی) به شرح زیر است:

1. If (diff is small) and (deg is low) then (weight is medium)
2. If (diff is small) and (deg is medium) then (weight is medium)
3. If (diff is small) and (deg is large) then (weight is large)
4. If (diff is medium) and (deg is low) then (weight is low)
5. If (diff is medium) and (deg is medium) then (weight is medium)
6. If (diff is medium) and (deg is large) then (weight is large)
7. If (diff is large) and (deg is low) then (weight is low)
8. If (diff is large) and (deg is medium) then (weight is low)
9. If (diff is large) and (deg is large) then (weight is medium)

ما از یک ماسک 3×3 برای فرآیند پردازش استفاده می‌کنیم. در هر مکان از ماسک، وزن پیکسل‌ها با استفاده از سیستم مبتنی بر قواعد فازی دوم تعیین می‌شود، و میانگین‌گیری وزن‌دار نیز برای تعیین مقدار جدید پیکسل مرکزی محاسبه می‌شود. سپس ماسک منتقل شده و مراحل دوباره در مکان جدید تکرار می‌شود.



شکل ۴-۲/ توابع عضویت مربوط به بهبود فازی

۴-۵ تست‌ها و آزمایش‌ها

فیلتر پیشنهاد شده روی تصاویر تست خاکستری مقیاس ($L=255$ -ابیتی) آگشته به نویز گاووسی در سطوح مختلف، اعمال شده است. این روش ما را به مقایسه و ارزیابی تصویر فیلتر شده در برابر تصویر اصلی قادر می‌سازد. شکل ۳-۴ دو تصویر تست نمونه را نشان می‌دهد.

۱-۵-۴ آزمایش اول

تصویر شکل ۴-۴ (الف) همان تصویر شکل ۳-۴ (الف) است که به وسیله نویز گاووسی با $\mu=0$ و $\sigma^2=100$ تخریب شده است. تصاویر شکل ۴-۴ (ب)، (ج)، (د) و (ه) به ترتیب نتایج استفاده از فیلترهای میانگین، وینر^۱ تطبیقی (با ماسک 3×3)، وینر تطبیقی (با ماسک 5×5) و فیلتر فازی پیشنهادی بر روی تصویر خراب شده می‌باشد.

ما همچنین فیلتر فازی خود را با چندین تکنیک فیلتری دیگر مقایسه کردہ‌ایم؛ فیلتر میانگین، فیلتر وینر تطبیقی، فیلتر میان فازی^۲ [۲۲]، میانگین فازی تطبیقی وزن دار^۳ [۲۰]، فیلتر فازی تکرارشونده^۴، فیلتر فازی تکرارشونده‌ی اصلاح شده^۵، فیلتر فازی تکراری گسترش یافته^۶ [۲۱]، و فیلتر مشتق فازی تخمین‌زده شده^۷. جدول ۴-۱ نتایج بدست آمده را به طور خلاصه نشان می‌دهد.

^۱ Wiener

^۲ Fuzzy median

^۳ (AWFM) : adaptive weighted fuzzy mean

^۴ (IFC) : iterative fuzzy filter

^۵ (MIFC) : modified iterative fuzzy filter

^۶ (EIFC) : extended iterative fuzzy filter

^۷ (FDE) : fuzzy derivative estimation filter



الف

ب

شكل ٤-٣/ تصاویر تست اصلی، (الف) عکاس، ب) لینا

جدول ٤-١/ نتیجه تست فیلتر پیشنهادی روی تصویر تست "عکاس"

	MSE		
	Cameraman		
	$\sigma=5$	$\sigma=10$	$\sigma=20$
Noise image	24.9	97.0	371
Mean filter(3×3)	170	178	213
Adaptive wiener filter (3×3)	42.4	56.2	112
Adaptive wiener filter (5×5)	66.8	79.6	126
FM	16.8	56.4	151
AWFM1	189	215	342
AWFM2	123	132	175
IFC	49.2	80.6	173
MIFC	49.2	80.6	170
EIFC	49.2	80.6	171
FDE	18.6	51.2	124
Proposed filter	14.7	30.6	62.7



الف



ب



ج



د



هـ

شکل ۴-۴ / (الف) تصویر "عکاس" با نویز گاووسی ($\sigma=10$) ب) بعد از فیلتر میانگین ج) بعد از اعمال فیلتر وینر تطبیقی (۳در۳) د) بعد از اعمال فیلتر وینر تطبیقی (۵در۵) هـ) بعد از فیلتر فازی پیشنهادی وینر تطبیقی (۷در۷)

۴-۵-۲ آزمایش دوم

در این بخش، فیلتر پیشنهادی خود را با فیلترهای پیشنهاد شده در [۲۴] مقایسه می‌کنیم. برای این منظور، ما عکس شکل ۳-۴ (ب) را با نویز گاووسی با اطلاعات $\mu = 0$ و $\sigma^2 = 400$ تخریب کردیم. سپس برخی از فیلترهای ذکر شده را همراه با فیلتر پیشنهادی خود به تصویر خراب اعمال کردیم. جدول ۲ خلاصه نتایج بدستآمده از اعمال فیلتر پیشنهاد شده و مقادیر میانگین فیلترهای FWM (پیشنهادی در [۲۳]), EPS (پیشنهادی در [۲۴]) با دو اندازه مختلف 5×5 و 7×7 ، فیلتر افروزنی^۱ (پیشنهادی در [۲۵]) با دو اندازه مختلف 3×3 و 5×5 ، و FPF روی تصویر تست می‌باشد.

جدول ۴-۲/ نتیجه تست فیلتر پیشنهادی روی تصویر تست "لنا"

	MSE
Lena	
Median 3×3	111.1
Median 5×5	127.1
FWM	113.4
EPS 5×5	87.61
EPS 7×7	98.67
ENHANCE 3×3	96.12
ENHANCE 5×5	102.4
FPF	86.45
Proposed filter	65.1636

^۱ ENHANCE



الف

ب



ج

د

شکل ۴-۵/ نتایج اعمال فیلتر فازی هوشمند ارائه شده به تصویر نویزی
الف) تصویر خراب شده با نویز گاوی ب) اعمال فیلتر میانگین ج) اعمال فیلتر
فازی وفقی د) اعمال فیلتر فازی پیشنهادی

فصل ۵

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

۱-۵ نتیجه‌گیری

در این مطالعه، در فصل دوم به معرفی کوتاه پردازش تصویر و تاریخچه‌ی آن پرداخت، و به چگونگی افزایش اهمیت مبحث پردازش تصویر در طول زمان اشاره گردید. مراحل پردازش یک تصویر رقمی دیجیتالی را بررسی کردیم و دیدم که برای پردازش یک تصویر باید محدوده‌ی وسیعی از سخت‌افزار، نرم‌افزار و مبانی نظری را مورد استفاده قرار دهیم. در ادامه به کاربردهای پردازش تصویر در زمینه‌های مختلف پرداختیم. آن‌طور که مشخص است امروزه پردازش تصویر، گستره‌ی وسیعی از امور مختلف را در بر می‌گیرد. در ادامه‌ی این فصل به معرفی منطق فازی پرداختیم. انواع مجموعه‌های فازی پرکاربرد را مورد بررسی قرار دادیم و با معایب سیستم‌های فازی قدیمی آشنا شدیم.

در فصل سوم به معرفی و بررسی مدل‌های نویز پرداختیم. همانطور که گفته شد برای کار روی تصاویر و بروز بودن در زمینه پردازش تصویر، همیشه نیاز است تا به تقویت و افزایش آگاهی تئوری و عملی و دانستن نگرانی‌های موجود در ارتباط با نویز در تصاویر دیجیتالی بپردازیم که دانست راجع به مدل‌های نویز یکی از این موارد است. در فصل چهار به معرفی فیلتر پیشنهادی خود که بهبود یافته فیلتر فازی میانگین وزن دار است پرداختیم. ایده اصلی فیلتر پیشنهادی تلاش برای تعیین پیکسل‌های خراب و کاهش سهمشان در پروسه‌ی بهبود می‌باشد. از این جهت، با توجه به دانسته‌های خود از پیکسل‌ها، بهبود فازی انجام می‌شود.

چند آزمایش در مورد اثربخشی رویکرد فیلتر پیشنهادی ترتیب دادیم. فیلتر فازی روش پیشنهادی قادر است تا کاملاً با فن‌آوری‌های پیشرفته کاهش نویز رقابت کند. اندازه‌گیری عددی مثل MSE و مشاهدات عینی نتایج قانع کننده‌ای را نشان می‌دهد.

پیشنهادات آتی:

- ۱- در این مطالعه از یک آستانه ثابت برای پی بردن به تعداد پیکسل‌های مشابه استفاده شد. می‌توان برای تعیین مقدار آستانه به صورت پویا و برای دستیابی به نتایج بهتر تحقیق کرد.
- ۲- می‌توان فیلتر پیشنهادی در این مطالعه را روی دیگر نویزهای معرفی شده نظیر نویز فلفل و نمک و سایر نویزها استفاده کرد و نتایج را بررسی نمود.

مراجع

مراجع

- [۱] پرسمن. اس؛ ر، ترجمه جعفر نژاد قمی. ع، عامل محابی. الف: مهندسی نرم‌افزار، ویراست ۷. دانش نگار، تهران، صص: ۴۲۷-۴۲۴.
- [۲] لی، وانگ؛ ترجمه تشنه لب، م، صفارپور، ن، افیونی، د: سیستم‌های فازی و کنترل فازی. ویراست ۴. دانشگاه صنعتی خواجه نصیر طوسی، تهران، صص: ۱۴۵-۱۳۸۶.
- [۳] غفارزاده، هما؛ دسته‌بندی زیردریایی‌ها با استفاده از سیستم‌های فازی، دانشگاه اراک، اسفند ۱۳۸۸
- [4] Boyat A. K, & Joshi B. J; "A Review paper: noise models in digital image processing," An International Journal (SIPIJ) Vol.6, No.2, 2015.
- [5] Vahdat Nejad H, & Pourreza H.R; "A Novel Fuzzy Technique for Image Noise Reduction," World Academy of Science, Engineering and Technology 21. pp 134-139, 2006.
- [6] Zadeh L.A; "Fuzzy sets," Information and Control 8, pp 338-353, 1965.
- [7] Gonzalez R. C, & Woods R. E; "Digital Image Processing," second ed, Prentice Hall, Englewood, Cliffs, NJ, 2002.
- [8] Bovick A; "Handbook of Image and Video processing," Academic press, New York, 2000.
- [9] Kumar V, & Yadav S; "Project Management Efficiency-A Fuzzy Logic Approach," International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT), ISSN: 2249-8958, 2012.
- [10] Foley, & Marcus, & McGrory J; "The Application of Fuzzy Logic in Determining Linguistic Rules and Associative Membership Functions for the Control of a Manufacturing Process," Dublin Institute of Technology, winter 2011.
- [11] Boyat A. & Joshi B; "A review paper: noise models in digital image processing ", Signal & Image Processing: An International Journal (SIPIJ) Vol.6, No.2, April 2015.
- [12] Chang -Shing Lee, Chin-Yuan Hsu & Yau-Hwang Kuo; "Intelligent Fuzzy Image Filter for Impulse Noise Removal," IEEE Trans. 0-7803-7280-8, 2002.
- [13] Singh M; "Fuzzy Rule based Median Filter for Gray-scale Images," Journal of Information Hiding and Multimedia Signal Processing. Volume 2, Number 2, Pp 109-122, April 2011.
- [14] Mahesh t r, prabhanjan s, m vinayababu "Noise reduction by using fuzzy image filtering" Journal of Theoretical and Applied Information Technology, Islamabad PAKISTAN. Vol.15. No.2. pp 115-129. 31st May 2010.
- [15] Jayamanmadharao, Rao C, & Reddy K; "implementation of object oriented approach for noise reduction using fuzzy logic," International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST). Vol. 3 No. 3. Pp 1899-1905. March 2011.
- [16] Van De Ville D, & Nachtegael M, & Van der Weken D; "Noise Reduction by Fuzzy Image Filtering", IEEE transactions on fuzzy systems, vol. 11, no. 4, august 2003.
- [17] Krishnan H, & Viswanathan R;"A New Concept of Reduction of Gaussian Noise in Images Based on Fuzzy Logic", Mathematical Sciences, Vol. 7, 2013, no. 12, 595 – 602, 2013.

- [18] Liu P, & Li H; “*Fuzzy techniques in image restoration research*,” A survey, International Journal of Computational Cognition, Volume 2, pp 131–149, June 2004.
- [19] Russo F; “*Fire operators for image processing*,” Fuzzy Sets Syst., vol. 103, no. 2, pp. 265–275, 1999.
- [20] Lee C, & Kuo Y; “*Fuzzy Techniques in Image Processing*,” New York: Springer-Verlag, vol. 52, Studies in Fuzziness and Soft Computing, ch. Adaptive fuzzy filter and its application to image enhancement, pp. 172–193, 2000.
- [21] Farbiz F, & Menhaj M. B; “*Fuzzy Techniques in Image Processing*.” New York: Springer-Verlag, vol. 52, Studies in Fuzziness and Soft Computing, ch. A fuzzy logic control based approach for image filtering, pp. 194–221, 2000.
- [22] Arakawa K; “*Median filter based on fuzzy rules and its application to image restoration*,” Fuzzy Sets Syst., pp. 3–13, 1996.
- [23] Taguchi A; “*A design method of fuzzy weighted median filters*,” In Proc. Third IEEE Int. Conf Image Processing, vol. 1, p.423-426, 1996.
- [24] Muneyasu M, & Wada Y, & Hinamoto T, “*Edge-preserving smoothing by adaptive nonlinear filters based on fuzzy control laws*,” In Proc. Third IEEE Int. Conf Image Processing, Vol.1. pp. 785-788, 1996.
- [25] Ahmad F, & Das S; “*Removal of High-Density Salt-and-Pepper Noise in Images With an Iterative Adaptive Fuzzy Filter Using Alpha-Trimmed Mean*,” IEEE transactions on fuzzy systems, vol. 22, no. 5, October 2014.
- [26] Sun T, & Neuvo Y; “*Detail-preserving median based filters in image processing*,” Pattern Recognit. Lett, vol. 15, pp. 341–347, 1994.
- [27] Zhang H, Zhong H, & Dang C; “*Delay-dependent decentralized H_∞ filtering for discrete-time nonlinear interconnected systems with timevarying delay based on the TS fuzzy model*,” IEEE Trans. Fuzzy Syst., vol. 20, no. 3, pp. 431–443, Jun. 2012.
- [28] Li X. J, & Yang G.H; “*Switching-type H_∞ filter design for TS fuzzy systems with unknown or partially unknown membership functions*,” IEEE Trans. Fuzzy Syst., vol. 21, no. 2, pp. 385–392, Apr. 2013.
- [29] Arakawa K; “*Fuzzy rule-based image processing with optimization, Fuzzy techniques in image processing*,” Springer-Verlag, 2000.

Abstract

Digital images may be contaminated by noise due to factors such as imperfections in imaging sensors, channel transmission errors, nonideal medium between the scene and the imaging system (factors such as random scattering and absorption), and faulty memory locations in hardware. For most image processing and analysis applications, it is highly desirable to remove impulse noise from the images. It is desired that while removing impulse noise from the image, there is a minimal loss of the useful image detail in the process.

For most image processing and analysis applications, it is highly desirable to remove impulse noise from the images. It is desired that while removing impulse noise from the image, there is a minimal loss of the useful image detail in the process.

The approach consists of two stages. In the first stage, all the pixels of image are processed for determining noisy pixels. For this, a fuzzy rule based system associates a degree to each pixel. The degree of a pixel is a real number in the range [0,1], which denotes a probability that the pixel is not considered as a noisy pixel. In the second stage, another fuzzy rule based system is employed. It uses the output of the previous fuzzy system to perform fuzzy smoothing by weighting the contributions of neighboring pixel values.

Keywords: fuzzy logic, image processing, noise reduction, Gaussian noise, pepper and salt noise, Fuzzy Weighted Median Filters



Tabari University of Babol, Iran

NOISE MODELS IN DIGITAL IMAGE PROCESSING AND REDUCING NOISE BY USING FUZZY LOGIC

Supervisor :

Dr. Seyed Mehdi Mirhosseini

Advisor:

Dr. Homayoun Motameni

By:

AmirHossein Zahedi Tajrishi

July 2018