بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده‌ی فنی مهندسی

گروه آموزشی مهندسی کامپیوتر

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد

در رشته‌ی مهندسی کامپیوتر گرایش معماری کامپیوتر

عنوان:

ارزیابی کیفیت تصویر مبتنی بر ROI با الگوریتم Reduce Reference

اساتید راهنما:

دکتر مهدی نوشیار

دکتر غلامرضا زارع فتین

استاد مشاور:

دکتر جواد جاویدان

پژوهشگر:

مجید خرمی

تابستان ۹۳

تعهدنامه‌ی اصالت اثر و رعایت حقوق دانشگاه

تمامی حقوق مادّی و معنوی مترتب بر نتایج، ابتکارات، اختراعات و نوآوری‌هایِ ناشی از انجام این پژوهش، متعلق به **دانشگاه محقق اردبیلی** می‌باشد. نقل مطلب از این اثر، با رعایت مقرّرات مربوطه و با ذکر نام دانشگاه محقق اردبیلی، نام استاد راهنما و دانشجو بلامانع است.

اینجانب مجیدخرمی دانش‌آموخته‌ی مقطع کارشناسی ارشد رشته‌ی مهندسی کامپیوتر گرایش معماری کامپیوتر دانشکده‌ی فنی و مهندسی دانشگاه محقق اردبیلی به شماره‌ی دانشجویی ۹۱۴۴۳۷۳۱۰۸ که در تاریخ ۹۳/۶/۱۷ از پایان‌نامه‌ی تحصیلی خود تحت عنوان ارزیابی کیفیت تصویر مبتنی بر ROI با الگوریتم Reduce Reference دفاع نموده‌ام، متعهد می‌شوم که:

۱) این پایان‌نامه را قبلاً برای دریافت هیچ‌گونه مدرک تحصیلی یا به عنوان هرگونه فعالیت پژوهشی در سایر دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی و پژوهشی داخل و خارج از کشور ارائه ننموده‌ام.
۲) مسئولیت صحّت و سقم تمامی مندرجات پایان‌نامه‌ی تحصیلی خود را بر عهده می‌گیرم.
۳) این پایان‌نامه، حاصل پژوهش انجام شده توسط اینجانب می‌باشد.
۴) در مواردی که از دستاوردهای علمی و پژوهشی دیگران استفاده نموده‌ام، مطابق ضوابط و مقرّرات مربوطه و با رعایت اصل امانتداری علمی، نام منبع مورد استفاده و سایر مشخصات آن را در متن و فهرست منابع و مآخذ ذکر نموده‌ام.
۵) چنانچه بعد از فراغت از تحصیل، قصد استفاده یا هر گونه بهره‌برداری اعم از نشر کتاب، ثبت اختراع و ... از این پایان‌نامه را داشته باشم، از حوزه‌ی معاونت پژوهشی و فنّاوری دانشگاه محقق اردبیلی، مجوزهای لازم را اخذ نمایم.
۶) در صورت ارائه‌ی مقاله‌ی مستخرج از این پایان‌نامه در همایش‌ها، کنفرانس‌ها، سمینارها، گردهمایی‌ها و انواع مجلات، نام دانشگاه محقق اردبیلی را در کنار نام نویسندگان (دانشجو و اساتید راهنما و مشاور) ذکر نمایم.
۷) چنانچه در هر مقطع زمانی، خلاف موارد فوق ثابت شود، عواقب ناشی از آن (منجمله ابطال مدرک تحصیلی، طرح شکایت توسط دانشگاه و ...) را می‌پذیرم و دانشگاه محقق اردبیلی را مجاز می‌دانم با اینجانب مطابق ضوابط و مقرّرات مربوطه رفتار نماید.

نام ونام خانوادگی دانشجو: مجید خرمی

امضا

تاریخ

دانشکده‌ی فنی مهندسی

گروه آموزشی مهندسی کامپیوتر

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد

در رشته‌ی مهندسی کامپیوتر گرایش معماری کامپیوتر

عنوان:

ارزیابی کیفیت تصویر مبتنی بر ROI با الگوریتم Reduce Reference

پژوهشگر:

مجید خرمی

ارزیابی و تصویب شده‌ی کمیته‌ی داوران پایان‌نامه با درجه‌ی عالی

نام و نام خانوادگی	مرتبه‌ی علمی	سمت	امضاء
مهدی نوشیار	استادیار	استاد راهنما و رییس کمیته‌ی داوران	
غلامرضا زارع فتین	استادیار	استاد راهنما و رییس کمیته‌ی داوران	
جواد جاویدان	استادیار	استاد مشاور	
شهرام جمالی	دانشیار	داور	

شهریور-۹۳

تقدیم به:

پدر عزیز و مادر مهربانم

که در زندگی همواره مشوق من بوده اند

سپاسگزاری:

شکر شایان نثار ایزد منان که توفیق را رفیق راهم ساخت تا این پایان نامه را به پایان برسانم. از استادان فاضل و اندیشمند جناب آقای دکتر مهدی نوشیار و دکتر مهدی زارع فتین به عنوان استادان راهنما و جناب آقای دکتر جواد جاویدان به عنوان استاد مشاور که همواره نگارنده را مورد لطف و محبت خود قرار داده اند کمال تشکر را دارم.

نام خانوادگی دانشجو: خرمی نام: مجید

عنوان پایان‌نامه: ارزیابی کیفیت تصویر مبتنی بر ROI با الگوریتم Reduce Reference

استاد (اساتید) راهنما: دکتر مهدی نوشیار- دکتر غلامرضا زارع فتین
استاد (اساتید) مشاور: دکتر جواد جاویدان

مقطع تحصیلی: **کارشناسی ارشد** رشته: مهندسی کامپیوتر
گرایش: معماری کامپیوتر دانشگاه: **محقق اردبیلی**
دانشکده: فنی مهندسی تاریخ دفاع: ۹۳/۶/۱۷ تعداد صفحات: ۹۳

چکیده:
یکی از زمینه‌های تحقیقاتی با اهمیت در حوزه پردازش تصاویر، ارزیابی کیفیت تصویر می‌باشد. امکان کاهش کیفیت تصاویر هنگام انتقال، پردازش و فشرده‌سازی وجود دارد. تاکنون نظر انسان به‌عنوان قابل اعتمادترین روش برای ارزیابی کیفیت تصویرمی باشد اما این روش علاوه بر محدودیت‌هایی که دارد بسیار وقت‌گیر و هزینه‌بر می‌باشد. هدف الگوریتم‌های ارزیابی کیفیت تصویر، طراحی مدل محاسباتی است که مانند انسان، قادر به پیش بینی کیفیت تصویر به صورت خودکار باشد. روش مرجع کاهش‌یافته، یکی از روش‌های ارزیابی کیفیت تصویر است که در هنگام ارزیابی کیفیت، اطلاعات جزئی از تصویر مرجع را در اختیار دارد. پارامتر مهم در این روش انتخاب ویژگی‌های مناسب از تصویر مرجع است که توصیف مختصر و مناسبی از تصویر اصلی را فراهم کند. هدف الگوریتم پیشنهادی، توسعه استراتژی و بالا بردن دقت ارزیابی در کیفیت تصویر و سازگاری آن با نظر انسانی است. بر این اساس ابتدا تصویر را به ۲۵ بلوک تقسیم کردیم و سپس از هر بلوک، یک بلوک میانی ۱۶*۱۶ را بر اساس ناحیه مورد علاقه از تصویر استخراج کردیم. در ادامه با لبه، ویژگی‌های مهم تصویر را تشخیص دادیم و همین عملیات بر روی تصویر اعوجاجی صورت گرفته و در نهایت شباهت دو تصویر را محاسبه کردیم. این آزمایش روی پایگاه تصویر LIVE,CSIQ انجام شده است و نتایج نشان می‌دهد که این الگوریتم بر پایه خصوصیات سیستم بینایی انسان بوده و همبستگی بسیار خوبی با نظرات انسانی در ارتباط با کیفیت دارد.

کلید واژه‌ها: الگوریتم مرجع کاهش‌یافته- ارزیابی کیفیت تصویر- گرادیان- ناحیه مورد علاقه تصویر

فهرست مطالب

شماره و عنوان مطالب **صفحه**

فصل اول: پیش‌گفتار

۱-۱-مقدمه..... ۲

۱-۲- کاربرد ارزیابی کیفیت تصویر..... ۲

۱-۳- دسته‌بندی ارزیابی کیفیت تصویر ۳

۱-۳-۱- اندازه‌گیری کیفیت تصویر مرجع کامل..... ۴

۱-۳-۱-۱- چرا MSE اشتباه است ؟ ۵

۱-۳-۲- اندازه‌گیری کیفیت تصویر بدون مرجع..... ۱۱

۱-۳-۳- اندازه‌گیری کیفیت تصویر با مرجع کاهش‌یافته ۱۲

۱-۴- هدف کلی و اندازه‌گیری کیفیت تصویر ۱۴

۱-۵- اعتبار سنجی از روش‌های ارزیابی ادراکی کیفیت..... ۱۵

۱-۵-۱- دیتابیس..... ۱۵

۱-۶- ساختار پایان‌نامه..... ۱۷

فصل دوم: مروری بر کارهای گذشته

۲-۱- مقدمه ۱۹

۲-۲- ویژگی‌های مرجع کاهش‌یافته ۱۹

۲-۳- تقسیم‌بندی الگوریتم مرجع کاهش‌یافته..... ۲۳

۲-۳-۱- الگوریتم‌های RR-IQA بر اساس سیستم بینایی انسان..... ۲۳

۲-۳-۱-۱- روش ارزیابی کیفیت تصویر و ویدیو بر اساس لبه..... ۲۳

۲-۳-۱-۲- ارزیابی بر اساس ساختار عدم تجانس..... ۲۶

۲-۳-۲-الگوریتم‌های RR-IQA بر اساس ویژگی‌های آماری..... ۲۷

۲-۳-۲-۱- روش تجزیه منفرد..... ۲۸

۲-۳-۲-۲- روش تحلیل مولفه اصلی (PCA) ۳۰
۲-۳-۲-۳-روش تبدیل موجک..... ۳۱
۲-۳-۲-۴- روش weibull ۳۴
۲-۳-۲-۵-روش الگوی باینری محلی ۳۵
۲-۳-۲-۶- روش مشتق Roberts..... ۳۷
۲-۳-۲-۷- روش اطلاعات بصری درست ۳۹
۲-۳-۲-۸- روش اختلاف آنتروپی ۴۱
۲-۳-۲-۹- روش DCT..... ۴۱
۲-۳-۳-الگوریتم‌های ارزیابی کیفیت ویدئوهای مرجع کاهش‌یافته ۴۲
۲-۳-۳-۱- روش هارمونیک محلی با در نظر گرفتن حرکت ۴۳
۲-۳-۳-۲-روش LHS..... ۴۴
۲-۳-۳-۳- روش فشرده سازی..... ۴۶
۲-۳-۳-۴-روشی بر پایه ماسک‌های مشترک مکانی و تخمین حرکات زمانی ۴۷
۲-۴- نتیجه‌گیری..... ۴۸

فصل سوم: ابزارها و روش‌های پیشنهادی

۳-۱- مقدمه ۵۰
۳-۲- ابزارهای پردازش تصویر ۵۰
۳-۲-۱- لبه یابی ۵۰
۳-۲-۱-۱- ماسک گرادیان قطب نما ۵۱
۳-۲-۱-۲- ماسک پرویت ۵۳
۳-۲-۱-۳- ماسک سوبل ۵۴
۳-۲-۲- شباهت ساختار تصویر ۵۵
۳-۲-۳- ناحیه مورد علاقه تصویر ۵۷
۳-۲-۴- تبدیل موجک در دو بعد ۵۸
۳-۳- الگوریتم‌های پیشنهادی ۶۰
۳-۳-۱- روش لبه و شباهت ساختار تصویر..... ۶۰

۳-۳-۲- روش بر پایه شباهت لبه..... ۶۲
۳-۳-۳- روش پیشنهادی در ناحیه مورد علاقه با استفاده ازگرادیان..... ۶۵
۳-۴- نتیجه گیری ۶۸

فصل چهارم: مقایسه با دیگر الگوریتم‌ها

۴-۱- مقدمه ۷۰
۴-۲- ارزیابی نتایج ۷۰
۴-۲-۱- نتایج روش لبه و شباهت ساختار تصویر..... ۷۰
۴-۲-۲-نتایج ارزیابی کیفیت تصویر با روش مرجع کاهش یافته بر پایه شباهت لبه ۷۳
۴-۲-۳- نتایج ارزیابی کیفیت تصویر با روش مرجع کاهش یافته در ناحیه مورد علاقه : با استفاده ازگرادیان ۷۷
۴-۲-۳-۱- دیتابیس LIVE ۷۷
۴-۲-۳-۲-دیتابیس CSIQ ۸۱
۴-۲-۳-۳- مزیت الگوریتم پیشنهادی ۸۴
۴-۳- نتیجه گیری ۸۴

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و بحث

۵-۱- نتیجه گیری ۸۶
۵-۲- پیشنهاد کارهای آتی ۸۷
فهرست منابع و مآخذ ۸۸
واژه نامه ۹۱

فهرست جدول‌ها

شماره و عنوان جدول **صفحه**

جدول ۲-۱ : نتایج مقدار تجزیه مفرد (میانگین برای ۵ تصویر) ۲۹

جدول ۲-۲ : نتایج تحلیل مولفه اصلی ۳۱

جدول ۲-۳: نتایج الگوریتم تجزیه موجک LCC ۳۴

جدول ۲-۴: نتایج الگوریتم تجزیه موجک SROCC ۳۴

جدول ۴-۱ : ضریب همبستگی اسپیرمن الگوریتم لبه و شباهت ساختار تصویر ۷۰

جدول ۴-۲ : ضریب همبستگی خطی الگوریتم لبه و شباهت ساختار تصویر ۷۱

جدول ۴-۳ : ضریب همبستگی اسپیرمن بر پایه شباهت لبه ۷۳

جدول ۴-۴ : ضریب همبستگی خطی بر پایه شباهت لبه ۷۳

جدول ۴-۵ : ضریب همبستگی اسپیرمن در ناحیه مورد علاقه برای دیتابیس LIVE ۷۷

جدول ۴-۶ : ضریب همبستگی خطی در ناحیه مورد علاقه برای دیتابیس LIVE ۷۸

جدول ۴-۷ : ضریب همبستگی اسپیرمن در ناحیه مورد علاقه برای دیتابیس CSIQ ۸۱

جدول ۴-۸ : ضریب همبستگی خطی در ناحیه مورد علاقه برای دیتابیس CSIQ ۸۱

فهرست شکل‌ها

شماره و عنوان شکل **صفحه**

شکل ۱ – ۱: تصویر انیشتین که با چندین نوع اعوجاج..... ۷

شکل ۱ – ۲: خطایی از MSE و قانون lp برای درک ارزیابی تصویر..... ۸

شکل ۱ – ۳: خطایی از MSE و قانون lp برای درک ارزیابی تصویر با اضافه کردن خطا..... ۹

شکل ۱ – ۴: خطایی از MSE و قانون lp برای درک ارزیابی تصویر با اضافه کردن ثابت عددی مثبت ۱۰

شکل ۱ – ۵: خطایی از MSE و قانون lp برای درک ارزیابی تصویر با اضافه کردن نویز سفید گوسی مستقل ۱۱

شکل ۱ – ۶: قالب کلی روش مرجع کاهش یافته ۱۲

شکل ۱ – ۷: تصاویر دیتابیسLIVE ۱۶

شکل ۱ – ۸: تصاویر دیتابیس CSIQ ۱۷

شکل ۲ – ۱: قالب کلی برای توسعه سیستم ارزیابی کیفیت تصویر مرجع کاهش‌یافته ۲۰

شکل ۲ – ۲: ارتباط بین نرخ ویژگی‌های مرجع کاهش‌یافته و دقت ارزیابی ۲۱

شکل ۲ – ۳: مثالی برای ارزیابی کیفیت تصویر ۲۲

شکل ۲ – ۴: ماسک سوبل ۳*۳ ..... ۲۴

شکل ۲ – ۵: انتخاب بلوک از تصویر اصلی ۲۴

شکل ۲ – ۶ : الگوریتم ساختار عدم تجانس ۲۶

شکل ۲ – ۷: نتایج الگوریتم با تعداد بلوک‌های استفاده شده ۲۹

شکل ۲ – ۸: مقایسه تفاوت ضرایب هیستوگرام تصویر اول(مرجع) و تصویر دوم jpeg2000 ..... ۳۲

شکل ۲ – ۹: قالب کلی الگوریتم وانگ ۳۲

شکل ۲ – ۱۰: زیر باندهای انتخاب شده برای استخراج ویژگی ۳۳

شکل ۲ – ۱۱: روند کلی الگوریتم براساس توزیع weibull ۳۵

شکل ۲ – ۱۲: نحوه‌ی اجرا LBP ۳۶

شکل ۲ – ۱۳: نمودار LOG با استفاده از گرادیان تصویر ۳۷

شکل ۲ – ۱۴ : روند کلی الگوریتم با اطلاعات بصری ۳۹

شکل ۲ – ۱۵: ماسک‌های استفاده شده در روش اطلاعات بصری ۴۰

شکل ۲ – ۱۶: قالب کلی روش DCT ۴۱
شکل ۲ – ۱۷: نمودار ضرایب DCT پس از تبدیل موجک ۴۲
شکل ۲ – ۱۸: نحوه انتخاب بلوک به روش اول در الگوریتم هارمونیک ویدئو ۴۴
شکل ۲ – ۱۹: نحوه انتخاب بلوک به روش دوم در الگوریتم هارمونیک ویدئو ۴۵
شکل ۲ – ۲۰: نحوه انتخاب بلوک به روش سوم در الگوریتم هارمونیک ویدئو ۴۶
شکل ۲ – ۲۱: قالب کلی الگوریتم ارزیابی کیفیت ویدئو فشرده شده ۴۷
شکل ۳ – ۱ :ماسک گرادیان قطب نما ۵۱
شکل ۳ – ۲: تولید گرادیان بر روی تصویر Bike از دیتابیس LIVE ۵۲
شکل ۳ – ۳: ماسک پرویت ۵۳
شکل ۳ – ۴ : اعمال گرادیان با استفاده از فیلتر پرویت با استفاده از جهت‌های افقی و عمودی ۵۳
شکل ۳ – ۵: ماسک سوبل ۵۴
شکل ۳ – ۶ : اعمال گرادیان با استفاده از فیلتر سوبل با استفاده از جهت‌های افقی و عمودی ۵۴
شکل ۳ – ۷ : قالب کلی برای اندازه گیری ساختار اطلاعاتی ۵۵
شکل ۳ – ۸ : روش ناحیه مورد علاقه ۵۷
شکل ۳ – ۹ : بانک فیلتر تحلیل تبدیل موجک دو بعدی ۶۰
شکل ۳ – ۱۰: تجزیه تصویر با stearable pyramid ۶۰
شکل ۳ – ۱۱: نحوه انتخاب بلوک برای استخراج ویژگی ۶۲
شکل ۳ – ۱۲: فیلترهای استفاده شده در ۴ جهت افقی و عمودی و ۲ جهت قطری ۶۳
شکل ۳ – ۱۳: اجرای الگوریتم روی یک بلوک ۶۳
شکل ۳ – ۱۴: فلوچارت کلی الگوریتم ۶۵
شکل ۳ – ۱۵: نحوه انتخاب بلوک برای استخراج ویژگی ۶۶
شکل ۴ – ۱ : نمودار ضریب همبستگی برای الگوریتم لبه و شباهت ساختار تصویر ۷۲
شکل ۴ – ۲ : نمودار ضریب همبستگی برای الگوریتم بر پایه شباهت لبه ۷۴
شکل ۴ – ۳ : نمودار ضریب همبستگی اعوجاج‌ها برای الگوریتم بر پایه شباهت لبه ۷۵
شکل ۴ – ۴ : نمودار خطی اعوجاج‌ها بعد از اعمال تابع لجیستیک برای الگوریتم بر پایه شباهت ۷۶
شکل ۴ – ۵ : نمودار ضریب همبستگی برای الگوریتم ناحیه مورد علاقه در دیتابیس LIVE ۷۹
شکل ۴ – ۶ : نمودار خطی اعوجاج‌ها بعد از اعمال تابع لجیستیک برای الگوریتم ناحیه مورد علاقه در دیتابیس LIVE ۸۰

شکل ۴ – ۷ : نمودار ضریب همبستگی برای الگوریتم ناحیه مورد علاقه در دیتابیس CSIQ ۸۲
شکل ۴ – ۸ : نمودار خطی اعوجاج‌ها بعد از اعمال تابع لجیستیک برای الگوریتم ناحیه مورد علاقه در دیتابیس CSIQ ...۸۳

فهرست علائم اختصاری

Difference Mean Opinion Score	DMOS
Discrete Cosine Transform	DCT
Full Reference	FR
Gaussian Scale Mixture	GSM
Generalized Gaussian Density	GGD
Human Visual System	HVS
Joint Photographic Experts Group	JPEG
Image Quality Assessment	IQA
Mean Opnion Score	MOS
No Reference	NR
Peak Signal-to-Noise Ratio	PSNR
Reduce Reference	RR

فصل اول:

پیش‌گفتار

۱-۱- مقدمه

تصویر از نخستین وسایل ارتباطی میان انسان‌ها بوده است. انسان، از هزاران سال پیش می‌دانسته که می‌تواند به کمک تصویر، بسیاری از مفاهیم را به نحو بهتری منتقل کند، مفاهیمی که واژه‌هایی برای آن‌ها وجود نداشته و اگر داشته به‌اندازه کافی رسا نبوده‌اند. قدیمی‌ترین خط‌ها، تصاویری بوده که انسان‌ها برای ارسال پیام و بیان مقاصد و اهداف و نظرات، یا بیان عواطف و احساسات خود، بر دیواره‌های غارها، تنه‌ی درختان، یا سنگ‌ها حک نموده‌اند.

ضرب‌المثل "یک تصویر با ارزش‌تر از هزار کلمه است" اشاره به این مفهوم است که ایده‌های پیچیده را می‌توان تنها با یک تصویر واحد انتقال داد، یعنی می‌توان مقدار زیادی از داده‌ها را به‌سرعت در آن واحد دریافت کرد. سال‌های اولیه قرن ۲۱ شاهد رشد فوق‌العاده‌ای در استفاده از تصاویر دیجیتال برای بیان و ارتباط اطلاعاتی بود. تشخیص کیفیت در تصاویر و تعیین میزان افت کیفیت تصویر یکی از نکات کلیدی در ارزیابی بسیاری از روش‌های مطرح در پردازش‌تصویر نظیر فشرده‌سازی[۱]، حذف نویز[۲]، نهان-نگاری[۳] است. ارزیابی کیفیت تصویر نه‌تنها به‌عنوان معیاری جهت میزان مقبولیت یک تصویر مورد استفاده قرار می‌گیرد بلکه می‌تواند کارایی و مقبولیت بسیاری از الگوریتم‌های مرتبط با تصویر را نیز بیان کند. (بویک و همکارانش، ۲۰۰۵)

انسان به‌عنوان قابل اعتمادترین روش برای ارزیابی کیفیت تصویر است اما این روش علاوه بر محدودیت‌هایی که دارد بسیار زمان‌بر و پرهزینه است و اگر بخواهیم به‌طور کمی و از طریق محاسبه و کامپیوتر دو تصویر را باهم مقایسه کنیم باید پارامترهای مختلف سیستم بینایی انسان را در دیدن و مقایسه، در نظر بگیریم. در این فصل ابتدا توضیح اجمالی درباره کاربرد و اهمیت ارزیابی کیفیت تصویر بیان می‌کنیم و در ادامه به معرفی روش‌های ارزیابی کیفیت تصویر خواهیم پرداخت.

۱-۲- کاربرد ارزیابی کیفیت تصویر

- ارزیابی کیفیت تصویر می‌تواند برای نظارت کیفیت تصویر در سیستم‌های کنترل کیفیت به کار برده شود. به‌عنوان مثال یک سیستم تهیه کننده تصویر می‌تواند از یک معیار کیفیت برای نظارت استفاده کند و برای بدست آوردن بهترین اطلاعات تصویر به‌صورت خودکار خود را تنظیم نماید. یک سرور شبکه ویدئویی می‌تواند کیفیتی از انتقال ویدئوهای دیجیتال در یک شبکه را برای کنترل و

[1] compression
[2] denoising
[3] watermarking

تخصیص منابع جریان بررسی کند. در سال‌های اخیر، با توجه به رشد عظیم منابع ویدئویی اینترنتی، این برنامه بسیار حائز اهمیت است.

- ارزیابی کیفیت تصویر می‌تواند در benchmark سیستم‌های پردازش تصویر و الگوریتم‌ها به کار برده شود. برای مثال، اگر یک تعدادی از تصویرهای نویز زدایی شده و الگوریتم‌های بازسازی برای بالا بردن کیفیت از تصویرهای گرفته توسط دوربین‌های دیجیتال موجود باشند سپس معیار کیفیت می‌تواند گسترش پیدا کند. با تعیین کردن این معیارها می‌توان بهترین نتایج کیفیت را فراهم کرد.
- ارزیابی کیفیت تصویر می‌تواند در سیستم‌های پردازش تصویر و سیستم‌های انتقال برای بهینه کردن سیستم‌ها و تنظیم پارامترها جاسازی شوند. برای مثال، در سیستم‌های ارتباط بصری، اندازه‌گیری کیفیت تصویر می‌تواند در طراحی بهینه‌ای از پیش فیلترکردن و الگوریتم‌های تخصیص بیت از رمزنگاری و بهینه‌سازی بازسازی، خطاهای پنهان و الگوریتم بعد فیلتر از رمزگشایی کمک کند.

۱-۳- دسته‌بندی ارزیابی کیفیت تصویر

ارزیابی کیفیت تصویر به ۲ دسته تقسیم می‌شود:

۱- **ارزیابی ذهنی**[1]، در این روش انسان قابل اعتمادترین وسیله برای ارزیابی کیفیت تصویر است. اندازه-گیری کیفیت ذهنی نیازمند سرویسی از تعدادی انسان است که به تصاویر نگاه کنند و بر اساس کیفیت به آن نمره دهند. میانگین نمره نظرات[2] به‌عنوان نمره نهایی برای تصویر مورد نظر لحاظ می‌شود، اما این روش بسیار زمان‌بر و پرهزینه است.

۲- **ارزیابی عینی**[3]، در این روش هدف طراحی مدل محاسباتی است که می‌تواند کیفیت تصویر ادراکی را با دقت و به‌صورت خودکار پیش‌بینی[4] کند. ما در اینجا واژه " پیش‌بینی" را به کار بردیم زیرا اندازه-گیری عددی از کیفیتی که الگوریتم فراهم می‌کند بیهوده است مگر اینکه آن‌ها همبستگی بسیار خوبی با چشم عینی انسان داشته باشند؛ به عبارت دیگر، الگوریتم باید کیفیتی از تصویر را پیش‌بینی کند که میانگین مشاهدات انسان آن را گزارش کند. (بویک و همکارانش،۲۰۰۵)

[1] subjective
[2] MOS (Mean Opinion score)
[3] Objective
[4] predict

این طراحی و انتخابی از روش‌های ارزیابی کیفیت تصویر، اغلب ارتباطی بین دقت و پیچیدگی و متکی بودن روی سناریو برنامه ایجاد می‌کند. برای مثال اگر سیستم عینی وجود داشته باشد که بتواند به‌طور کامل تمام جنبه‌هایی از سیستم بینایی انسان HVS[1] را که شامل ساختن اطلاعاتی از محیط باشد را شبیه‌سازی کند، در این صورت قادر به پیش‌بینی دقیق از ارزیابی کیفیت تصویر خواهد بود. به‌هرحال آگاهی ما از HVS و مدل ما از محیط محدود است. ما اطلاعات‌مان را در این حوزه افزایش می‌دهیم و سپس انتظار داریم که سیستم ارزیابی کیفیت تصویر بسیار نزدیک به کارایی انسان شود و توسعه پیدا کند. ممکن است آینده سیستم ارزیابی کیفیت تصویر بر اساس اطلاعات اعوجاج باشد که نیاز به پیاده-سازی پیچیده دارد، بنابراین برای گنجاندن در الگوریتم‌های پردازش تصویر و سیستم‌ها دچار مشکل می-شویم. هنوز، این امکان وجود دارد که یک راه‌حل ظریفی که کارایی برتری را با سادگی و مراحل پردازشی راحت فراهم کند ارائه خواهد شد. تاریخچه، روش‌هایی برای ارزیابی کیفیت تصویر عمدتا بر پایه اندازه گیری ریاضیات ساده مانند **میانگین مربعات خطا**[2] بوده است، این عمدتا به دلیل ضعف از آگاهی در مورد HVS و ساختار و آماری از تصویر طبیعی است که این نیز به علت تحلیل و محاسبات ساده‌ای از این اندازه‌گیری است که آن‌ها را در زمینه‌ای از طراحی بهینه می‌کند.

هدف روش ارزیابی کیفیت تصویر این است که در سطح قابل قیاسی با میانگین مشاهدات انسانی انجام شود و بر ضعف‌هایی از MSE غلبه کند. در حقیقت، بسیاری از اندازه‌گیری‌های کیفیت تصویر در طول چند دهه گذشته ارائه شده است. گرچه دسته‌بندی همه‌ی این روش‌ها به دسته‌های واضح دشوار است اما بر این اساس ارزیابی کیفیت عینی به ۳ دسته تقسیم می‌شود: ۱- اندازه‌گیری کیفیت تصویر مرجع کامل[3] ۲- اندازه‌گیری کیفیت تصویر بدون مرجع[4] ۳- اندازه‌گیری کیفیت تصویر مرجع کاهش-یافته[5]

۱-۳-۱- اندازه‌گیری کیفیت تصویر مرجع کامل

اولین معیار برای دسته‌بندی ارزیابی کیفیت تصویر عینی موجود بودن تصویر مرجع است که بدون اعوجاج یا کیفیت عالی در نظر گرفته می‌شود و ممکن است به‌عنوان یک مرجع در ارزیابی کیفیت تصویر اعوجاج یافته استفاده شود. بسیاری از اندازه‌گیری‌های کیفیت عینی ارائه شده در ادبیات، فرض شده است

[1] Human visual System
[2] Mean Square Error
[3] Full Reference
[4] No Reference
[5] Reduce Reference

که مرجع تصویر، مرجع بدون تخریب و به‌طور کامل در دسترس است. اگرچه "کیفیت تصویر" غالبا برای دلایل تاریخی استفاده می‌شود، اصطلاح دقیق برای این نوع از معیار، شباهت تصویر و یا وفاداری (صحت) اندازه‌گیری یا ارزیابی کیفیت تصویر مرجع کامل است، از جمله این روش‌ها می‌توان روش میانگین مربعات خطا (MSE) را نام برد که برای مدت‌های طولانی به کار برده شده است اما این روش همبستگی بسیار ضعیفی دارد دلیل آن در بخش‌های بعدی توضیح داده شده است.

۱-۳-۱-۱- چرا MSE اشتباه است؟

شاید ساده‌ترین و قدیمی‌ترین روش برای ارزیابی کیفیت تصویر عینی MSE باشد (و متاسفانه، هنوز بیشتر استفاده می‌شود). ما با تعریف MSE و اندازه کیفیت بر اساس آن شروع خواهیم کرد، ما نیز شرح خواهیم داد که چرا مانند یک ابزار ضعیف در سیستم ارزیابی کیفیت با وجود فراوانی استفاده می‌شود. (بویک و همکارانش،۲۰۰۲)

قرار دهید $x=\{x_i \mid i=1|2,\ldots,N\}$ و $y=\{y_i \mid i=1|,\ldots,N\}$ که نشان دهنده‌ی مقایسه ۲ تصویر است با این شرط که N تعداد نمونه‌هایی از تصویر X_i ,Y_i (پیکسل) و شدتی از نمونه i ام در تصویرx,y است. توجه کنید که این شاخص‌های مرتب برای موقعیت‌های مکانی یا رابطه بین پیکسل‌ها به حساب نمی‌آیند، بلکه، ترتیب آن‌ها یک بردار یک‌بعدی است. از آنجا که MSE را می‌توان دقیقا با استفاده از این نمایش، یک‌بعدی تعریف کرد. واضح است که MSE از هر موقعیت اطلاعاتی در تصویر درست استفاده نمی‌کند که ممکن است در اندازه‌گیری کیفیت تصویر با ارزش باشد؛ اما دلیل مهم‌تر دیگری برای انتقاد از MSE وجود دارد. فرض کنید که x یک تصویر مرجع[1] (اورجینال) با کیفیت بالا است و y تصویر تخریب که کیفیت آن باید ارزیابی شود. سپس MSE و نسبت نقطه اوج سیگنال به نرخ نویز[2]، به صورت زیر تعریف می‌شوند:

$$MSE=\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(x_i-y_i)^2 \qquad (۱-۱)$$

$$PSNR=10\log_{10}\frac{L^2}{MSE} \qquad (۱-۲)$$

[1] Reference Image
[2] PSNR (Peak Signal - to- Noise Ratio)