بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه شهید باهنر کرمان
دانشکده فنی
گروه مهندسی برق

پایان نامه تحصیلی برای دریافت درجه کارشناسی ارشد مهندسی برق- مخابرات

بازیافت قسمتهای مخدوش و گمشده تصویر

استاد راهنما:
دکتر سعید سریزدی

استاد مشاور:
دکتر حسین نظام آبادی پور

مولف:
معصومه جهانگرد

دیماه ۱۳۸۷

دانشگاه شهید باهنر کرمان

این پایان نامه به عنوان یکی از شرایط احراز درجه کارشناسی ارشد به

گروه مهندسی برق
دانشکده فنی و مهندسی
دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچگونه مدرکی به عنوان فراغت از دوره مزبور شناخته نمی شود.

دانشجو:	معصومه جهانگرد
استاد راهنما:	دکتر سعید سریزدی
استاد مشاور:	دکتر حسین نظام آبادی پور
داور ۱:	دکتر سعید رضا صید نژاد
داور ۲:	دکتر احمد حکیمی
نماینده تحصیلات تکمیلی:	مهندس بحرالعلوم

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه شهید باهنر کرمان است.

تقدیم به:

گل زیبای زندگی ام

پسرم

محمد

تشکر و قدردانی:

با سپاس و قدردانی از زحمات و تلاشهای ارزنده جناب آقای دکتر سریزدی، استاد راهنما و جناب آقای دکتر نظام آبادی پور، استاد مشاور که اینجانب را در مراحل مختلف انجام پروژه یاری رساندند.

از همسر عزیزم که در امر تحصیل همواره مشوق و پشتیبان من بوده اند و مادر مهربانم که حق بزرگی بر گردن من دارند، کمال تشکر را دارم. انجام این پایان نامه بدون حمایتها و همراهیهای ایشان ممکن و میسر نبود.

این پایان نامه از پشتیبانی مالی مرکز تحقیقات مخابرات ایران در چهارچوب قرار داد شماره ۵۰۰/۹۸۹۴/ت مورخ ۸۶/۷/۳ بین دانشگاه شهید باهنر کرمان و آن مرکز محترم برخوردار بوده است.

چکیده

ترمیم تصویر، از مباحث مورد توجه در پردازش تصویر است که به معنای ترمیم قسمتهای مخدوش تصویر است. در ترمیم تصویر، قسمتهای نامطلوب و مخدوش تصویر، حذف و با تصویر مناسب جایگزین می گردد. این قسمتها می تواند خرابیهایی باشد که در تصویر ایجاد شده اند و نیز اشیایی که لازم است از تصویر حذف شوند.

در این پایان نامه، دو راهکار پیشنهادی برای ترمیم معرفی شده است. در روش اول، ترمیم تصویر کلا در حوزه تبدیل موجک انجام می شود. به این صورت که تصحیح در هر کدام از زیر باندها به صورت جداگانه انجام می شود و در نهایت تصویر ترمیم شده، با تبدیل معکوس موجک از ضرایب اصلاح شده، به دست می آید. در این پایان نامه از این روش با نام ترمیم در حوزه موجک یاد شده است. در روش پیشنهادی دوم، ترمیم در حوزه مکان و با استفاده از اطلاعات حوزه فرکانس انجام می شود. روش فوق با نام انتشار مبتنی بر موجک نام برده شده است. نتایج هر کدام از روشهای فوق در مقایسه با روش ترمیم هندسی آورده شده است. نتایج، کارایی مناسب هر دو روش را می رساند.

لغات کلیدی: بینایی ماشین، بازشناسی الگو، ترمیم تصویر، تبدیل موجک.

فهرست

فصل لول: مقدمه ۱

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- اهداف پایان نامه ۴

۱-۳- سازمان پایان نامه ۴

فصل دوم: مروری بر کارهای گذشته ۵

۲-۱- مقدمه ۵

۲-۲- تئوری شانون ۸

۲-۳- ترمیم تصویر با استفاده از روش جستجو در تصویر ۸

۲-۴- ترمیم تصویر با استفاده از معادلات دیفرانسیل پاره ای ۱۱

۲-۵- ترمیم تصویر به روش تغییرات کل (TV) ۲۲

۲-۵-۱- ترمیم در تئوری بیز ۲۲

۲-۵-۲- ترمیم تصویر با استفاده از روش تغییرات و بر اساس مدل هندسی تصویر ۲۲

۲-۵-۳- ترمیم الاستیک ۲۵

۲-۵-۴- ترمیم تصویر توسط مدل مامفورد-شا ۲۵

۲-۵-۵- ترمیم تصویر به روش مامفورد-شا-اولر ۲۵

۲-۶- ترمیم تصویر به روش هندسی ۲۶

۲-۷- ترمیم ضرایب موجک ۲۹

۲-۸- جمع بندی ۳۲

فصل سوم: ترمیم تصویر با استفاده از اطلاعات فرکانسی ضرایب موجک ۳۴

۳-۱- مقدمه ۳۴

۳-۲- تبدیل موجک ۳۶

۳-۲-۱- تابع تبدیل موجک ۳۷

۳-۲-۲- تابع تبدیل معکوس موجک ۴۱

۳-۲-۳- تجزیه و ترمیم در سیگنالهای با بعد بالاتر ۴۲

۳-۳- ترمیم تصویر در حوزه موجک ۴۳

۳-۳-۱- ترمیم زیرباندهای تقریب و جزییات ۴۶

۳-۴- ترمیم تصویر با استفاده از اطلاعات فرکانسی حوزه موجک ۴۷
۳-۴-۱- تعیین جهت انتشار ۴۹
۳-۴-۲- میزان انتشار ۵۱
۳-۵ – جمع بندی و نتیجه گیری ۵۱
فصل چهارم: آزمایش ها و نتایج ۵۳
۴-۱- مقدمه ۵۳
۴-۲- نتایج ۵۳
۴-۲-۱- بهبود روش ترمیم در حوزه موجک ۶۸
۴-۲-۲- مقایسه تاثیر استفاده از موجکهای مادر مختلف در روش بازسازی به روش انتشار مبتنی بر موجک ۷۰
۴-۳ – جمع بندی و نتیجه گیری ۷۴
فصل پنجم:جمع بندی و پیشنهادات ۷۶
۵-۱ – جمع بندی ۷۶
۵-۲ – پیشنهادات ۷۷
مراجع ۷۹

۱-۱- مقدمه ۱
۱-۲- اهداف پایان نامه ۴
۱-۳- سازمان پایان نامه ۴
۲-۱- مقدمه ۵
۲-۲- تئوری شانون ۸
۲-۳- ترمیم با استفاده از روش جستجو در تصویر ۸
۲-۴- ترمیم تصویر با استفاده از معادلات دیفرانسیل پاره ای ۱۱
۲-۵- ترمیم تصویر به روش تغییرات کل (TV) ۲۲
۲-۵-۱- ترمیم در تئوری بیز ۲۲
۲-۵-۲- ترمیم تصویر با استفاده از روش تغییرات و بر اساس مدل هندسی تصویر ۲۲
۲-۵-۳- ترمیم الاستیک ۲۵
۲-۵-۴- ترمیم تصویر توسط مدل مامفورد-شا ۲۵
۲-۵-۵- ترمیم تصویر به روش مامفورد-شا-اولر ۲۵
۲-۶- ترمیم تصویر به روش هندسی ۲۶
۲-۷- ترمیم ضرایب موجک ۲۹
۲-۸- جمع بندی ۳۲
۳-۱- مقدمه ۳۴
۳-۲- تبدیل موجک ۳۶
۳-۲-۱- تابع تبدیل موجک ۳۷
۳-۲-۲- تابع تبدیل معکوس موجک ۴۱
۳-۲-۳- تجزیه و ترمیم در سیگنال های با بعد بالاتر ۴۲
۳-۳- ترمیم تصویر در حوزه موجک ۴۳
۳-۳-۱- ترمیم زیرباندهای تقریب و جزییات ۴۶
۳-۴- ترمیم تصویر با استفاده از اطلاعات فرکانسی حوزه موجک ۴۷
۳-۴-۱- تعیین جهت انتشار ۴۹
۳-۴-۲- میزان انتشار ۵۱
۳-۵ – جمع بندی و نتیجه گیری ۵۱
۴-۱- مقدمه ۵۳
۴-۲- نتایج ۵۳
۴-۲-۱- بهبود روش ترمیم تصویر در حوزه موجک ۶۸
۴-۲-۲- مقایسه تاثیر استفاده از موجک های مادر مختلف در ترمیم به روش انتشار مبتنی بر موجک ۷۰
۴-۳ – جمع بندی و نتیجه گیری ۷۴
۵-۱ – جمع بندی ۷۶
۵-۲ – پیشنهادات ۷۷
مراجع ۷۹

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

پردازش تصویر[1] یکی از زمینه های مهندسی و پردازش دیجیتال سیگنال است که کاربردهای زیادی در مباحث بینایی ماشین دارد. ترمیم تصویر[2]، از مباحث مورد توجه در پردازش تصویر است که به معنای بازسازی قسمت های مخدوش تصویر است. در ترمیم تصویر، قسمت های نامطلوب و مخدوش تصویر، حذف و با تصویر مناسب جایگزین می گردد. این قسمت ها می تواند خرابی هایی باشد که در تصویر ایجاد شده اند و نیز اشیایی که لازم است از تصویر حذف شوند.

واژه ترمیم تصویر، اصطلاحی است هنری که در بین نقاشان برای تعمیر نقاشی های مخدوش شده به کار می رود. این واژه در ابتدا بین هنرمندان ترمیم آثار باستانی در موزه ها به کار گرفته شد که نقاشی های قدیمی را به صورت دستی، ترمیم می کردند[Cha02]. در ابتدا از روی کل تصویر، مشخص می شود که چگونه ناحیه آسیب دیده پر شود. سپس خطوط ساختار ناحیه اطراف این محدوده را به داخل آن ادامه می دهند. بعد از آن نواحی مختلف رنگ آمیزی شده و پس از آن جزییات تصویر و بافتها اضافه می شوند [Bar07].

[1] - Image processing.
[2] - Inpainting.

امروزه این کار در مورد تصاویر و اغلب به صورت دیجیتالی و از طریق نرم افزارهای قوی انجام می شود و کاربردهای وسیعی در پردازش تصویر، ترمیم دیجیتال تصاویر، رفع انسدادها[1]، کد کردن ادراکی تصاویر، جایگزینی تصویر[2]، زوم کردن[3]، تغییر تفکیک پذیری[4]، رفع خطا[5] در انتقال اطلاعات و مانند آنها دارد.

طبیعتا هر روش ترمیم تصویر به هر نحوی به دخالت انسان احتیاج دارد. هر چه دخالت انسان بیشتر شود، نتیجه کار بهتر است. در حداقل دخالت انسان، لازم است که قسمت های مخدوش و نیز قسمت هایی که باید حذف و سپس جایگزین گردند، توسط انسان مشخص شوند [Ado04].

مساله اصلی در ترمیم تصویر این است که مفهوم کلی تصویر چیست و چگونه به نحو مناسبی قسمت های گم شده تصویر جایگزین شود. ریاضی دانان از لغت درون یابی تصویر[6] برای تکمیل قسمت های حذف شده تصویر استفاده می کنند. از نقطه نظر ریاضی، ترمیم تصویر یک مساله درون یابی است و به طورمستقیم با مسایل بینایی ماشین[7] و پردازش تصویر در ارتباط است.

انجام ترمیم تصویر به صورت دستی بسیار وقت گیر است. نتیجه نهایی کار نیز سلیقه ای است. هر طراح به سلیقه خود تصویر را ترمیم می کند. امروزه سعی شده این کار به صورت خودکار انجام شود یعنی دخالت انسان تا آنجا که ممکن است کم شود. برای این منظور باید روش های مناسبی برای دست یافتن به کارایی مناسب طراحی شود. این کار توسط انسان به سادگی انجام پذیر است. در واقع انسان همواره در تجربه دیداری خود با این مساله مواجه است. اشیاء اطراف ما همیشه واضح نیستند در حالی که دنیا را منظم تر و کامل تر از یک مجموعه نامرتب از قطعات منفصل می بینیم. مغز انسان قادر است فضاهای خالی تصویر را پر کند و مناطق مخفی کننده را حذف کند. به عنوان مثال، خانه ای را در نظر بگیرید که قسمت هایی از آن در پشت درختان و بوته ها مخفی شده است، مغز انسان قادر است شکل کلی خانه را در ذهن خود مجسم کند. انسان می تواند قسمت های حذف شده را درون یابی کند [Ado04].

---

[1] - Disocclusion.
[2] - Image replacement.
[3] - Zooming.
[4] - Resolution.
[5] - Error cancealment.
[6] - Image interpolation.
[7] - Machine vision.

ترمیم دیجیتال تصویر یکی از مباحث پردازش تصویر می باشد و سیستمی که این کار را انجام می دهد یک پردازشگر تصویر محسوب می شود. رویکردهای ترمیم تصاویر در یک دنباله ویدیویی با ترمیم تصویر صرف فرق می کند. در فریم شماره n از یک دنباله ویدیویی، محدوده مخدوش، با استفاده از اطلاعات مرز ناحیه حذف شده و نیز با استفاده از اطلاعات فریمهای همسایه درون یابی می شود. به این معنا که اطلاعات تغییرات زمانی و مکانی با هم در نظر گرفته می شود.

از روش های ترمیم تصویر، استفاده از معادلات دیفرانسیل پاره ای[1] (PDE) است. از معادلات دیفرانسیل پاره ای برای درون یابی در یک سطح n بعدی می توان استفاده کرد. روش های PDE به طور گسترده ای در کابردهایی نظیر ناحیه بندی[2] تصویر، ترمیم تصویر و فشرده سازی[3] استفاده می شوند. رشد قابل توجه معادلات دیفرانسیل پاره ای در پردازش تصویر، به خاطر قابلیت آن در کنترل خواص هندسی تصویر است. از این معادلات در برجسته کردن ویژگی های هندسی مطلوب تصویر استفاده می شود. ریاضیات در مباحث پردازش تصویر کاربرد وسیعی دارد. در روش های مبتنی بر تغییرات[4] یا انرژی، معادلات دیفرانسیل پاره ای غیرخطی ظاهر می شوند که به کمک آنها به روش کاهش گرادیان، کمینه محلی یا فرامحلی یافته می شود.

از روشهای موثر ترمیم تصویر، ترمیم هندسی می باشد. در این روش، مدلی برای برقراری اتصالات داده شده است. تصویر با مجموعه ای از خطوط تراز نمایش داده می شود و ناحیه ترمیم با اطلاعات مرزها از بیرونی تر قسمت تا درونی ترین قسمت در طول مسیر های تراز ترمیم می شود. این مسیرها، کوتاه ترین فاصله بین دو نقطه روی سطح هستند. روش فوق برای بازسازی مناطق با عرض زیاد جوابهای مناسبی به دست نمی دهد.

[1] - Partial Differential Equations.
[2] - Segmentation.
[3] - Compression.
[4] - Variational.

۱-۲- اهداف پایان نامه

هدف اصلی پایان نامه، ترمیم با استفاده از اطلاعات فرکانسی حوزه موجک است. ایده کلی روش از روش ترمیم هندسی گرفته شده است. در روش هندسی از اطلاعات حوزه مکان برای به دست اوردن خطوط واصل استفاده شده است. اما در روش پیشنهادی این پایان نامه، از اطلاعات حوزه فرکانس (تبدیل موجک) استفاده شده است. در روش پیشنهادی، بازسازی به روش هندسی برای بازسازی مناطق بزرگتر تعمیم یافته است.

۱-۳- سازمان پایان نامه

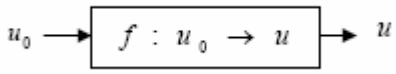
ساختار این پایان نامه به این صورت است که در فصل دوم مروری بر کارهای گذشته آورده شده است. در فصل سوم کلیات روش پیشنهادی ترمیم تصویر با استفاده از اطلاعات تبدیل موجک آورده شده است. در نهایت در فصل چهارم نتایج و در فصل پنجم جمع بندی و نتیجه گیری آورده شده است.

فصل دوم

اصول اولیه ترمیم تصویر

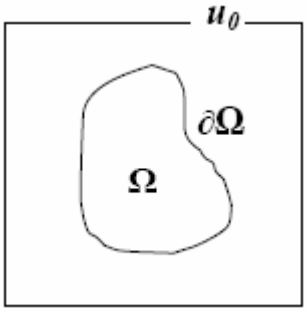
۲-۱- مقدمه

ترمیم کننده تصویر یک پردازشگر دیجیتال است که قسمت های مخدوش یا نامطلوب تصویر را حذف و با قسمت های مناسب جایگزین می کند. یک پردازشگر که کار ترمیم تصویر را انجام می دهد، می تواند به صورت یک تبدیل خطی یا غیر خطی در نظر گرفته شود. در شکل ۲-۱ یک پردازشگر دیجیتال نشان داده شده است. در این سیستم تصویر مخدوش u_0 به سیستم وارد شده و تحت عملگر f قرار می گیرد که در نتیجه آن تصویر تکمیل شده u حاصل می شود.



شکل ۲-۱- تبدیل f تصویر u_0 را به تصویر u ارتقا می دهد.

مجموعه پیکسل هایی از تصویر u_0 که باید درون نگاری شوند با Ω نشان می دهیم. $\partial\Omega$ نیز مرز این محدوده است (مطابق شکل ۲-۲).



شکل ۲-۲- مجموعه Ω قسمتی از تصویر است که باید درون نگاری شود. $\partial\Omega$ مرز این ناحیه است.

در ترمیم تصویر، برای ترمیم اطلاعات محدوده Ω از اطلاعات نقاط مرزی مجموعه $\partial\Omega$ استفاده می شود و در بعضی روش ها ترمیم از نقاط مرزی شروع می شود. یک شبه کد ساده برای ترمیم تصویر در شکل ۲-۳ آورده شده است.

۱- محدوده Ω به صورت دستی در تصویر مشخص می شود.

۲- ناحیه مرزی $\partial\Omega$ تعیین می شود.

۳- برای تمام پیکسل های $(X,Y) \in \Omega$،

۳-۱- پیکسل $(X,Y) \in \Omega$ بر اساس اطلاعات ناحیه $\partial\Omega$ و مقادیر سایر پیکسل های تصویر در خارج ناحیه Ω ترمیم می شود.

۴- پایان.

شکل ۲-۳- یک شبه کد ساده برای ترمیم تصویر [Ado04].

کل محدوده تصویر را با D نشان می دهیم، که ناحیه ای محدود در R^2 است. در اثر عواملی مثل مخفی شدن یک شیء پشت شیء دیگر یا گم شدن بسته[1] های داده در جریان ارسال اطلاعات، زیر مجموعه Ω از تصویر گم شده یا در دسترس نیست. هدف از ترمیم تصویر، دست یافتن به تصویر ایده آل u در کل ناحیه D فقط با داشتن اطلاعات $u_0|_{D\setminus\Omega}$ است. u_0 تصویری است که اطلاعات زیر مجموعه داده Ω آن مخدوش است. کیفیت تصویر حاصل از ترمیم تصویر، سلیقه ای است.

[1] - Packet.

در یک تقسیم بندی کلی، روش های ترمیم تصویر به ۵ گروه اصلی تقسیم می شوند. این روش ها عبارتند از: روش های جستجو در تصویر و جایگزینی نواحی مخدوش با قسمت های سالم تصویر، روش های مبتنی بر معادلات دیفرانسیل پاره ای، روش تغییرات کل، روش های هندسی و روش های ترمیم ضرایب فرکانسی.

در ترمیم ساختاری تصویر، ۴ مساله راهنمای ما هستند: الف: کل تصویر مشخص می کند که مناطق خالی Ω چگونه پر شوند. ب: کانتورهایی که به مرزها رسیده اند به داخل این مناطق ادامه می یابند. ج: مناطق مختلف داخل ناحیه خالی، رنگ مشابه با مرزهای خود دارند. د: جزییات تصویر باید اضافه شوند.

انتشار: روش های ترمیم تصویر از انتشار[1] برای پر کردن نواحی خالی استفاده می کنند. روش های مختلفی برای انتشار وجود دارد که هر کدام برای موارد خاصی مناسبند. بعضی برای نواحی کوچکتر و بعضی برای نواحی بزرگتر و در موارد مختلف تصویر مثل بافت یا ویژگی های هندسی متنوع استفاده می شوند. یک روش متداول انتشار، بر اساس تابع انرژی اولر مطابق رابطه زیر می باشد [Tau07].

$$E(u) = \int_{x\in\Omega} |\nabla u|^2 \, dx \qquad (۱-۲)$$

برای حداقل کردن این تابع به روش جستجوی گرادیان نزولی، رابطه زیر بکار می رود. λ پارامتر شتاب است که سرعت همگرایی الگوریتم را تعیین می کند.

$$u^{n+1} = u^n + \lambda \frac{\partial u^n}{\partial t} \qquad (۲-۲)$$

در حالت گسسته تابع انرژی و مشتق های جزئی مطابق روابط ۲-۳ و ۲-۴ نوشته می شوند.

$$E(u) = \sum_{x\in\Omega} (u(x+1) - u(x))^2 \qquad (۳-۲)$$

$$\frac{\partial u(x)}{\partial t} = \frac{\partial E(u)}{\partial u(x)} = -2[u(x-1) - 2u(x) + u(x+1)] \qquad (۴-۲)$$

در ادامه ایده های ریاضی پیش زمینه آورده شده است. در ابتدا، در بخش ۲-۲ تئوری شانون آورده شده است. پس از آن در بخش های بعد روش های جستجو، روش های مبتنی بر معادلات دیفرانسیل پاره ای، روش تغییرات، روش های هندسی و روش ترمیم ضرایب فرکانسی توضیح داده شده است.

[1] - Diffusion.

۲-۲- تئوری شانون

درون یابی یکی از مباحث کلاسیک در تئوری تقریب، آنالیز عددی و پردازش تصویر است. با وجود تنوع نتایج، بر طبق تئوری شانون[1] تنها یک جواب است که بیشتر تشخیص داده می شود.

تئوری شانون [Opp97]: اگر سیگنال $u(t)$ با پهنای باند محدود در $(-\omega,\omega)$ داشته باشیم، آنگاه،

$$u(t)=\sum_{n=-\infty}^{\infty}u(n\frac{\pi}{\omega})\sin c(\frac{\omega}{\pi}t-n) \qquad (۵-۲)$$

این رابطه به این معنی است اگر سیگنال $u(t)$ (با انرژی محدود) فاقد فرکانس های بالا باشد، آنگاه می تواند دقیقا از روی نمونه هایش که با نرخ نایکوییست $\frac{\omega}{\pi}$ نمونه برداری شده است، درون یابی شود.

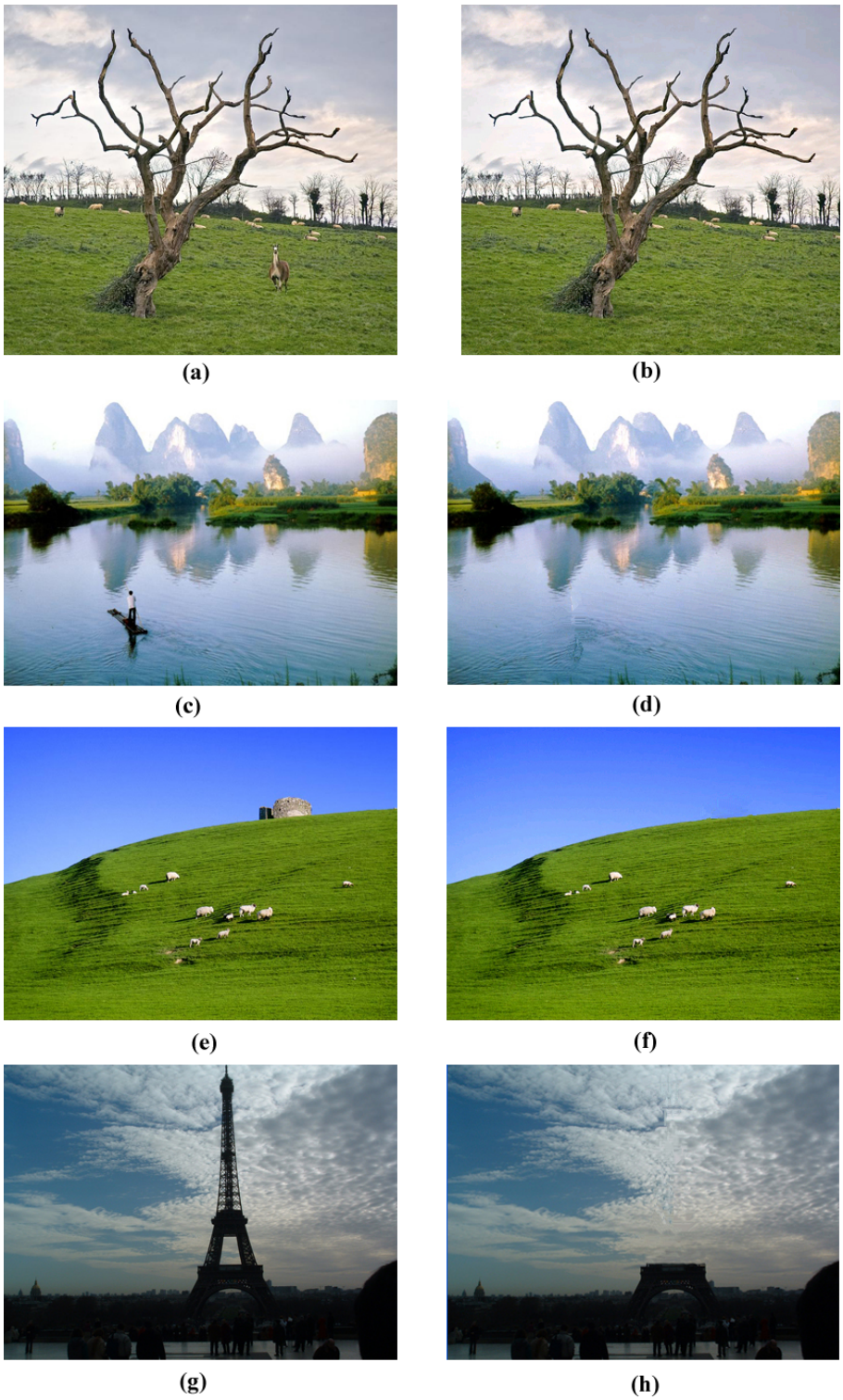
البته در سیگنال های واقعی، نمونه ای که شرایط این تئوری را داشته باشد، کم یافت می شود. یکی از عوامل مهم این است که اغلب سیگنال ها شامل فرکانس های بالا می باشند. تصاویر نیز معمولا شامل لبه ها هستند که فرکانس های بالا تولید می کنند. مساله مهم دیگر در این است که در اغلب سیگنال های حقیقی، نمونه ها نویزی هستند و در جریان اخذ سیگنال یا انتقال آن، مخدوش شده اند. در ترمیم تصویر، تئوری شانون باید با دقت مدل شود. دو روش با قدرت برای این کار روش تغییرات[2] و تئوری بیز[3] هستند. در بخش های بعد مروری بر معادلات PDE و کاربرد آنها درترمیم تصویرو روش تغییرات آورده شده است.

۲-۳- ترمیم با استفاده از روش جستجو در تصویر

مرجع [Li06] یک قسمت از ناحیه ترمیم، با جستجوی قسمت های همسایه و سالم تصویر که بیشترین شباهت را به این تکه دارد، تکمیل می شود. این روش خاصیت خطی بودن و بافت تصویر را

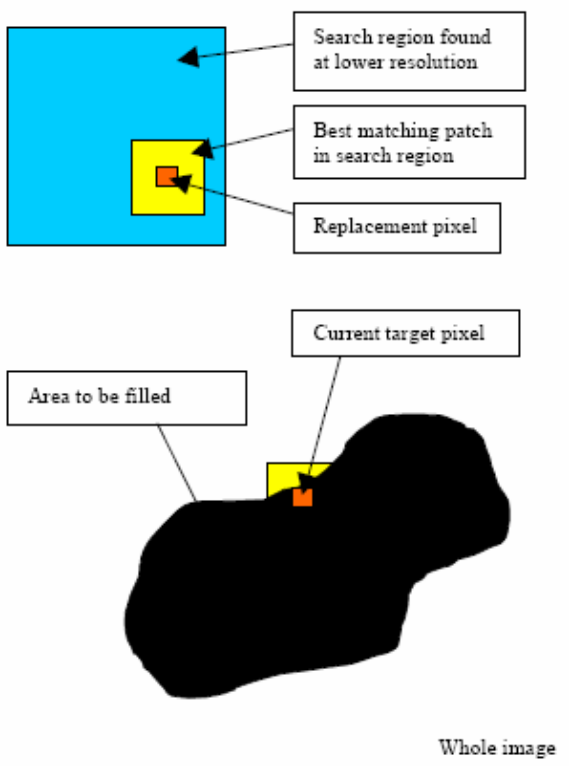
[1] - Shannon's theorem.
[2] - Variational.
[3] - Bayesian.

حفظ می کند. برای مقایسه تکه ها از مجموع تفاضل پیکسل ها استفاده شده است. روش فوق در گونه ای خاص از تصاویر نتایج قابل قبولی می دهد [Lin06].



شکل ۲-۴. تصاویر دورن نگاری شده در مرجع [Lin06].

در مرجع [Cao03] نواحی برای پیدا کردن بیشترین شباهت جستجو شده و با آنالیز تصویر در مقیاس های مختلف درجه تفکیک، ویژگی ها و بافت های مشابه در هر جای تصویر با سرعت قابل قبولی پیدا می شوند. در این روش از پیکسل هایی از سایر نواحی مشابه به ناحیه، برای درون نگاری آن ناحیه استفاده می شود و از روش کاهش درجه تفکیک برای جستجو استفاده می کند. یک ویژگی ادراک انسان این است که با کاهش درجه تفکیک هم می تواند درک کلی از تصویر داشته باشد. در ابتدا درجه تفکیک تصویر با مضربی از دو کاهش می یابد. فرایند جستجو از پیکسل های خارجی تر شروع می شود. در این درجه از تفکیک، کل تصویر برای پیدا کردن پیدا کردن چند ناحیه مشابه جستجو می شود. این مجموعه برای نواحی جهت شروع جستجو در درجه تفکیک بالاتر استفاده می شود و ناحیه مناسب جهت جایگزینی انتخاب می شود. معیار شباهت به صورت حاصل جمع مقادیر خاکستری بلوک در نظر گرفته می شود. پیکسل در محل برابر با موقعیت بسته برای جایگذاری پیکسلی که باید ترمیم شود استفاده می شود. با استفاده از این روش جستجوی همه جانبه به نواحی خاصی محدود می شود.



شکل ۲-۵: روش درون نگاری در مرجع. نواحی جهت جستجوی مشابه ترین قسمت، از طریق جستجوی تصویر در درجه تفکیکهای پایین تر یافته می شود [Cao03].

شکل ۲-۶. از راست به چپ: تصویر اولیه، ماسک کردن نواحی جهت ترمیم، تصویر درون نگاری شده [Cao03].

۲-۴- ترمیم تصویر با استفاده از معادلات دیفرانسیل پاره ای

یکی از روش های ترمیم تصویر، استفاده از معادلات دیفرانسیل پاره ای[۱] (PDE) است. از معادلات دیفرانسیل پاره ای برای درون یابی در یک سطح n بعدی می توان استفاده کرد. در روش های مبتنی بر تغییرات[۲] یا انرژی، معادلات دیفرانسیل پاره ای غیرخطی ظاهر می شوند که به کمک آنها به روش گرادیان نزولی، کمینه محلی یا فرامحلی یافته می شود. در مقایسه با سایر روش ها، روش تغییرات و معادلات دیفرانسیل پاره ای فوایدی در تئوری و در محاسبات دارد. اول اینکه اجازه می دهد تا ویژگی های هندسی بصری مثل شیبها[۳]، خطوط مماس[۴]، انحناها[۵] و غیره، مستقیما به کار گرفته شده و پردازش شوند. هم چنین می تواند به راحتی فرایندهای دینامیک مثل انتشار[۶] خطی و غیر خطی را به طور موثری شبیه سازی کند. ثانیا، از نقطه نظر محاسباتی، عمیقا با روش های موجود آنالیز عددی و محاسبات معادلات دیفرانسیل، قابل بیان است.

طبق تئوری شانون، یک تصویر اگر نرم سازی شود، می تواند با نمونه های آن نمایش داده شود. تصویر اولیه را u_0 می نامیم. کرنل مات کننده k به تصویر اعمال می شود. تصویر مات شده از کانوالو u_0 با k

[1] - Partial Differential Equations.
[2] - Variational.
[3] - Gradients.
[4] - Tangents.
[5] - Curvatures.
[6] - Diffusion.