

استخراج عیوب از تصاویر رادیوگرافی جوش با استفاده از اطلاعات محلی در فضای تبدیل

سیده زهرا موسوی^۱، احمد کشاورز^۲

^۱ کارشناس ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بوشهر، گروه برق بوشهر، ایران، zahramousavi65@yahoo.com

^۲ استادیار، دانشگاه خلیج فارس بوشهر، گروه برق، بوشهر، ایران، a.keshavarz@pgu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۲/۵ تاریخ پذیرش: ۹۶/۲/۱۲

چکیده

رادیوگرافی یکی از پرکاربردترین انواع آزمایش‌های غیر مخرب جوش می‌باشد، تصاویر رادیوگرافی در حال حاضر توسط انسان تفسیر می‌شوند، به منظور افزایش دقت و سرعت تفسیر و همچنین کاهش هزینه‌ها به دنبال راهی جهت تفسیر اتوماتیک این تصاویر جهت تشخیص عیوب جوش می‌باشیم. مهم‌ترین مرحله اتوماتیک کردن این فرایند، استخراج صحیح عیوب از تصویر رادیوگرافی می‌باشد، از اینرو در این مقاله با استفاده از تکنیک‌های پردازش تصویر راهکار جدیدی را جهت استخراج عیوب از ناحیه جوش اریه می‌دهد. در روش پیشنهادی بعد از جداسازی ناحیه جوش با استفاده از تطبیق هیستوگرام و اعمال فیلتر وینر به بهبود کیفیت تصویر و حذف نویزهای موجود پرداخته، پس از آن به منظور استفاده بهینه از اطلاعات تصویر در جهات مختلف، از تبدیل موجک تصویر استفاده کرده و سپس با اعمال تکنیک‌هایی نظیر آستانه گذاری محلی، عملیات مورفولوژی و لبه یابی روی جزای حاصل از تبدیل ویولت به استخراج ناحیه عیب تصاویر پرداخته خواهد شد.

کلید واژه: تصویر رادیوگرافی، ناحیه جوش، عیوب جوش

۱- مقدمه

مایع نافذ^۱ (PT)، آزمون‌های جریان گردابی^۲ (ET) و آزمون فرا صوتی می‌باشند. [۱] هر یک از آزمون‌های فوق در شرایط خاصی بر دیگر آزمون‌ها ارجحیت دارند. آزمون مایع نافذ و همچنین آزمون ذرات مغناطیسی برای یافتن عیوب سطحی مود استفاده قرار می‌گیرند. آزمون جریان گردابی تنها در مواردی قابل استفاده است که قطعه مغناطیسی نباشد. آزمون آ لتراتسونیک اگر چه می‌تواند گستره وسیعی از عیوب را شناسایی کند اما تفسیر سیگنال خروجی آن کاری دشوار بوده و همچنین قابلیت مستند سازی کمی دارد. تشخیص عیوب جوش از طریق تحلیل تصاویر رادیوگرافی نواحی جوش از پرکاربردترین روش‌های بررسی غیر مخرب می‌باشند. این

با توجه ورود تکنولوژی جوشکاری به اکثر پروژه‌های بزرگ و حساس صنعتی مانند هوا فضا، نیروگاه‌ها، نفت و گاز و پتروشیمی‌ها و ... بحث کنترل کیفیت جوش از اهمیت ویژه‌ای برخوردار گردیده است. آزمایش‌های غیر مخرب مجموعه‌ای از روش‌های بازرسی فنی تخصصی بوده که اطلاعاتی در باره وضعیت مواد، قطعات و جوش‌ها، بدون تخریب یا آسیب رسانی به آنها، بدست می‌دهد. از جمله این آزمون‌ها، آزمون چشمی^۱ (VT)، آزمون رادیوگرافی^۲ (RT)، آزمون آ لتراتسونیک^۳ (UT)، آزمون ذرات مغناطیسی^۴ (MT)، آزمون

1 Visual Testing

2 Radiographic Testing

3 Ultrasonic Testing

4 Magnetic Particle Testing

5 Dye Penetrant Testing
6 Electromagnetic Testing

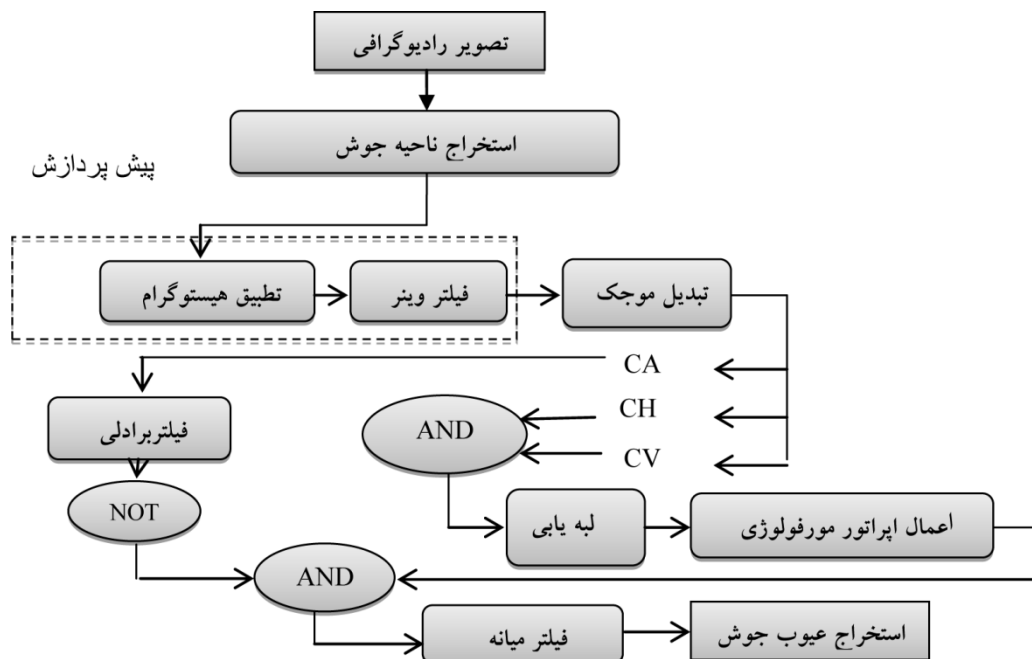
تمام اطلاعات داخلی در مورد نقص بازرسی ممکن است حاوی سیگنال منحصر به فرد باشند علی رغم این موضوع، با توجه به پردازش اطلاعات بصری، متمایز کردن بازتاب‌های واقعی بیانگر نقص و بازتاب‌های غیرنقصی برای اپراتور تقریباً غیر ممکن می‌باشد زیرا بین سیگنال‌های مختلف بیانگر نقص‌های مختلف تفاوت‌های ظریفی وجود دارد که با چشم انسان قابل دید نیست احتمال خطا، در تشخیص بالا می‌باشد. و از این رو به دنبال اتوماسیون جهت تشخیص درست عیوب جوش و حذف هر چه بیشتر نیروی انسانی و خطای چشمی در این خصوص می‌باشیم. [۶] [۱۰] [۱۳] [۱۶] [۲۰]

۲- روش پیشنهادی استخراج نواحی عیب از تصویر

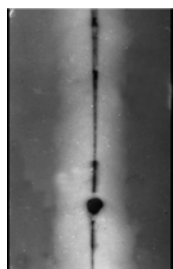
روش پیشنهادی شامل سه مرحله اصلی می‌باشد: دیجیتال کردن تصویر رادیوگرافی، پیش پردازش، استخراج ناحیه جوش و جداسازی عیب. که فلوچارت آن به صورت شکل ۱ می‌باشد.

روش تست یک روش جامع است که کل حجم جسم را مورد بازرسی قرار می‌دهد. تفاوت در جذب اشعه، توسط قسمت‌های مختلف یک جسم، اساس این روش آزمایش را تشکیل می‌دهد. در این روش اشعه X و گاما مورد استفاده قرار می‌گیرد سبک‌ها و قالب‌بندی‌های مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این روش اکثر ناپیوستگی‌های جوش مانند ترک‌ها، تخلخل، ذوب ناقص، نفوذ ناقص، سرباره و خوردگی قابل تشخیص می‌باشند و همچنین قابلیت مستند سازی بالایی دارد.

تعبیر و تفسیر نوارهای رادیوگرافی می‌تواند به صورت خودکار یا توسط اپراتور ماهر انجام شود. برای تفسیر خودکار، تصویر دیجیتالی شده و سپس تحت فرآیند بهبود قرار می‌گیرد. پس از آن، فرآیندهای تشخیص و شناسایی انجام می‌شود. تشخیص نقص از تصاویر رادیوگرافی با استفاده از تکنیک‌ها و روش‌های مختلف توسط محققان گسترده‌ای مورد مطالعه قرار گرفته است. اگر چه کار کردن با داده‌های تصویری برای اپراتور ماهر آسان‌تر و راحت‌تر می‌باشد، لازم به ذکر است که



شکل ۱: فلوچارت الگوریتم پیشنهادی



شکل ۲ نمونه‌ای از یک تصویر رادیوگرافی جوش اخذ شده از

IIW

۲-۲ استخراج ناحیه جوش

تعیین منطقه مورد نظر که فقط حاوی ناحیه جوش^۸ از کل تصویر رادیوگرافی است، فرآیند مهمی برای حذف اطلاعات بی ربط می‌باشد که باعث می‌شود فقط ناحیه مورد نظر در تصویر باشد. مرحله جداسازی براساس سطح روشنایی انجام می‌گیرد، یکی از روشهای رایج جهت استخراج ناحیه جوش بکارگیری آستانه گذاری به روش اتسو می‌باشد [۱۴]. این روش برای تمام تصاویر جوش کارایی مطلوبی ندارد و قادر به جداسازی دقیق ناحیه جوش نیست. برای مثال اگر عیب جوش در مرکز ناحیه جوش واقع نشده باشد و به صورت پراکنده در تمامی نواحی ناحیه جوش باشد، در صورتی که ناحیه جوش به درستی استخراج نگردد احتمال حذف برخی از عیوب مهم که در حاشیه تصویر قرار دارند وجود دارد. در این کار جهت جداسازی دقیقتر ناحیه جوش، روش جدیدی پیشنهاد شده است. به این صورت که در ابتدا یک میانگین از سطح روشنایی کل تصویر گرفته می‌شود. به عنوان مثال برای تصاویر عمودی، از سطر سطر تصویر دریافتی میانگین سطح روشنایی گرفته و با میانگین سطح روشنایی کل تصویر مقایسه می‌گردد. در صورتی که میانگین سطر مورد نظر از میانگین کل تصویر بیشتر باشد (یعنی روشن تر باشد) آن سطر بعنوان یک سطر از ناحیه مطلوب که به اختصار ROI می‌نامیم است و در ماتریس ROI ذخیره می‌گردد. نتیجه این کار یک ماتریس که

۱-۲ تصاویر رادیوگرافی

در حالت کلی، یک تصویر می‌تواند به صورت یک تابع دو بعدی $f(x,y)$ تعریف شود که مختصات مکانی در صفحه تصویر بوده و دامنه f در هر نقطه (x,y) ، شدت یا سطح خاکستری تصویر است. در تصاویر دیجیتال شده، مختصات (x,y) و شدت f مقادیر گسسته و محدود می‌باشند که محدوده آنها توسط دقت سیستم دیجیتال کننده مانند اسکنر، مشخص می‌شوند. [۵] فیلم‌های رادیوگرافی پس از اسکنر توسط اسکنر به فایل دیجیتالی با پسوند jpg تبدیل می‌شود. فایل jpg توسط نرم افزار متلب به ماتریس روشنایی با سطوح روشنایی بین ۰ تا ۲۵۵ تبدیل می‌شود. در این حالت با تعداد محدودی از نقاط تصویر سروکار خواهیم داشت که به هریک، المان تصویر یا پیکسل می‌گویند. [۸] در تصاویر رادیوگرافی، روشن بودن تصویر به معنای جذب اشعه توسط جسم حائل بین منبع و فیلم رادیوگرافی است. بنابراین اگر شدت و روشنایی $f(x_1, y_1)$ نسبت به $f(x_2, y_2)$ بیشتر باشد به معنای آن است که پیکسل (x_1, y_1) جذب بیشتری نسبت به پیکسل (x_2, y_2) داشته است.

ناحیه جوش در تصاویر رادیوگرافی، به دلیل ضخامت بیشتر، میزان اشعه بیشتری را در زمان تهیه این نوع تصاویر جذب کرده لذا در تصویر حاصله منطقه جوشکاری شده روشن تر از سایر نواحی خواهند بود. و به این صورت ناحیه جوش در تصویر قابل تشخیص خواهد بود. همانطور که در شکل ۲ نشان داده شده است ناحیه روشن در تصویر به عنوان ناحیه جوش معرفی می‌گردد. الگوریتم این مقاله روی ۱۲ تصویر رادیوگرافی جوش انجام شده که تصاویر از مرجع معتبری "موسسه بین المللی جوش"^۷ اخذ شده‌اند.

⁸ Region Of Interest (RoI)

⁷ International Institute Of Welding

ذیل برای هر ستون استفاده می‌شود.

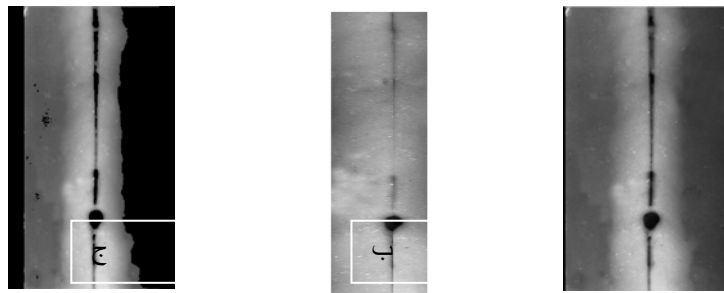
میانگین سطح \geq میانگین سطح روشنایی هرستون از تصویر

$$ROI \quad E \text{ روشنایی کل تصویر}$$

میانگین سطح $<$ میانگین سطح روشنایی هرستون از تصویر

$$ROI \quad E \text{ روشنایی کل تصویر}$$

تنها شامل ناحیه جوش است، خواهد بود. این ماتریس را ROI می‌نامیم. استخراج ناحیه جوش از تصویر رادیوگرافی جوش مطابق شکل ۳ می‌باشد. همانطور که مشاهده می‌شود روش ارائه شده در این کار نسبت به روش رایج بکارگیری اتسو، ناحیه جوش را به خوبی استخراج می‌کند. برای مشخص شدن این موضوع که سطر مورد نظر عضو ناحیه جوش است یا خیر از آزمون



شکل ۳: تصویر رادیوگرافی جوش و ناحیه جوش استخراج شده از آن

الف: تصویر رادیوگرافی جوش ب: ناحیه جوش استخراج شده به روش پیشنهادی

ج: ناحیه جوش استخراج شده به روش اتسو (juan zapata) [14]

همدیگر جهت ادامه کار و اعمال پردازش‌های بعدی، از تکنیک تطبیق هیستوگرام استفاده نموده‌ایم. [۴] [۷] به این صورت که تصویر مناسب از جهت سطوح روشنایی را انتخاب نموده و بقیه تصاویر را به آن تطبیق می‌دهیم با اعمال این روش روی تصویر، می‌توان شکل هیستوگرامی که می‌خواهیم تصویر خروجی دارا باشد را ترسیم کرده و هیستوگرام تصویر ورودی را به آن تبدیل نمود.

بر فرض $P_r(r)$ احتمال پیوسته سطح خاکستری تصویر ورودی یعنی r ، که می‌توان آن را از تصویر ورودی تخمین زد. $p_z(z)$ نیز تابع توزیع احتمال مشخص شده‌ای است که می‌خواهیم تصویر ورودی مان به آن تبدیل شود. در حالت گسسته برای یکنواخت سازی تصویر ورودی داریم:

$$s_k = T(r_k) = \sum_{j=0}^k P_r(r_j) = \sum_{k=0}^j \frac{n_j}{n}$$

$$k=0,1,2,\dots,L-1(\text{۱})$$

۳-۲ پیش پردازش و بهبود کیفیت تصاویر

تصاویر رادیوگرافی اغلب تصاویری تاریک و با میزان شفافیت کم می‌باشند و نیازمند تکنیک‌هایی برای بهبود کیفیت و کاهش نویز موجود در تصویر می‌باشد. [۹] روش‌های زیادی برای افزایش مشاهده پذیری جزئیات تصاویر و کاهش نا هماهنگی‌های موجود در تصاویر وجود دارد. عوامل مختلفی باعث ایجاد نویز در تصاویر می‌شوند که از جمله آن‌ها می‌توان به عدم یکنواختی در دریافت نور و اشعه دستگاه مولد و تعدیل کننده اشعه ایکس و گاما و آماره نویز منتشر کننده‌های فوتون اشاره کرد. [۲] [۱۰-۱۱] [۱۹]

۳-۳-۱ تطبیق هیستوگرام

تصویرهای رادیوگرافی جوش دارای سطوح روشنایی بسیار متفاوت نسبت به یکدیگر می‌باشند در نتیجه جهت نزدیک کرن این سطوح روشنایی و نزدیک کردن رفت آر آنها به

هیستوگرام آن می‌باشد و همونگونه که در شکل ۴-ج مشخص است در نهایت بعد از تطبیق هیستوگرام، هیستوگرام تصویر ورودی به هیستوگرام تصویر مورد نظر نزدیک و سطوح روشنایی آنها به هم نزدیک می‌شود که تغییر سطوح روشنایی را می‌توان در شکل ۴-ث به وضوح مشاهده نمود. همه تصاویر ورودی به همین ترتیب و پس از نزدیک شدن سطوح روشنایی آنها به یکدیگر جهت ادامه پردازش در مراحل بعد آماده می‌گردد. لازم به ذکر است از نظر ما تصویر مناسب، تصویری می‌باشد که ناحیه جوش آن سطوح روشنایی یکنواخت و روشن و عیوب در آن تیره باشد. نتایج حاصل از تغییرات سطح روشنایی تصویر قبل و بعد از تطبیق هیستوگرام در شکل ۴ نمایش داده شده است. در واقع با استفاده از این روش، مطابق شکل ۴ کنتراست تصاویری که پایین می‌باشد بهبود می‌یابد و روشن‌تر خواهد شد.

از آنجایی که $p_z(z)$ از هیستوگرام مشخص شده به وجود می‌آید، برای یکنواخت سازی تصویر خروجی نیز داریم:

$$G(z_k) = T(r_k) = \sum_{i=0}^k p_z(z_i) = s_k \quad k=0,1,2,\dots,L-1 \quad (2)$$

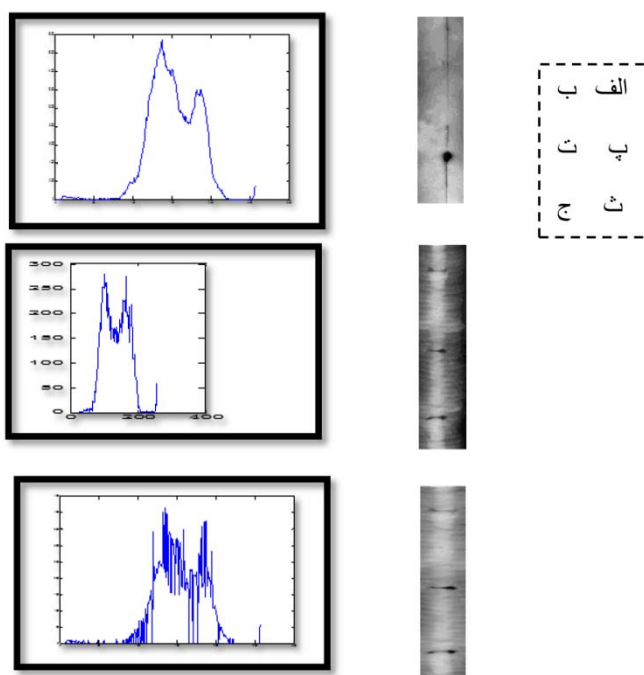
باشد، در نتیجه می‌بایست $G(z_k) = T(r_k)$ از آنجایی که باید داشته باشیم:

$$z_k = G^{-1}[T(r_k)] \quad k=0,1,2,\dots,L-1 \quad (3)$$

$$z_k = G^{-1}[T(r_k)] \quad k=0,1,2,\dots,L-1 \quad (4)$$

درواقع به دنبال مقادیری از Z هستیم که در رابطه بالا که همان یکنواخت سازی هیستوگرام تصویر خروجی است، صدق کند. [۹]

شکل ۴-الف تصویر مورد نظر مناسب جهت تطبیق نمودار هیستوگرام دیگر تصاویر، به نمودار هیستوگرام آن می‌باشد که در شکل ۴-ب نمودار هیستوگرام آن نمایش داده شده است. شکل ۴-پ یکی از تصاویر ورودی و شکل ۴-ت نمودار



شکل ۴- نمایش تطبیق هیستوگرام تصاویر

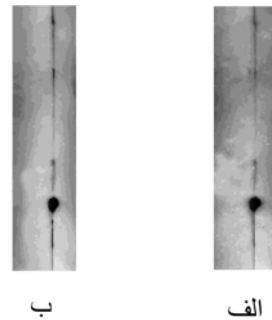
الف: تصویر مورد نظر مناسب ب: نمودار هیستوگرام تصویر ۴-الف

پ: تصویری که می‌خواهیم تطبیق هیستوگرام روی آن انجام شود: نمودار هیستوگرام تصویر ۴-پ

ث: تصویر ۴-پ بعد از تطبیق هیستوگرام با تصویر ۴-الف ج: نمودار هیستوگرام تصویر ۴-ث بعد از تطبیق هیستوگرام

۲-۳-۲ فیلتر وینر

بهبود کیفیت تصویر به منظوراز بین بردن نویز، شفافیت تضاد، و یا برجسته سازی خطوط در تصاویر رادیوگرافی استفاده می‌شود. معمولاً بدین منظور از فیلتر وینر استفاده می‌شود. این فیلتر می‌تواند از طریق اعمال انطباقی، خود را با واریانس محلی تصویر محلی تطبیق دهد. هنگامی که واریانس زیاد باشد، این فیلتراندکی صافی را انجام می‌دهد، در غیر این صورت انجام صافی بیشتر خواهد بود. نتایج اعمال این تصویر بر روی تصویر رادیوگرافی به صورت شکل ۵ می‌باشد همانطور که در تصویر نشان داده شده است نویزهای موجود در تصویر ۵- الف پس از اعمال فیلتر وینر حذف شده‌اند و تصویر بدون نویز و شفاف‌تری را در شکل ۵-ب می‌بینیم.



شکل ۵ نتیجه حاصل از اعمال فیلتر وینر روی تصویر

الف: تصویر قبل از اعمال فیلتر وینر ب: تصویر بعد از اعمال فیلتر وینر

۲-۴ جدا سازی عیوب از تصاویر رادیوگرافی

قطعه بندی تصاویر غیر واضح یکی از مشکل‌ترین عملیات‌ها در پردازش تصاویر رادیوگرافی می‌باشد. دقت قطعه بندی میزان موفقیت یا عدم موفقیت روال‌های تحلیلی و محاسباتی رو مشخص می‌نماید. به همین دلیل نیاز به دقت مضاعفی برای بهبود احتمال قطعه بندی مناسب وجود دارد. [۸] در ادامه به شرح الگوریتم ارائه شده جهت جداسازی عیوب از تصاویر رادیوگرافی در این روش پرداخته خواهد شد.

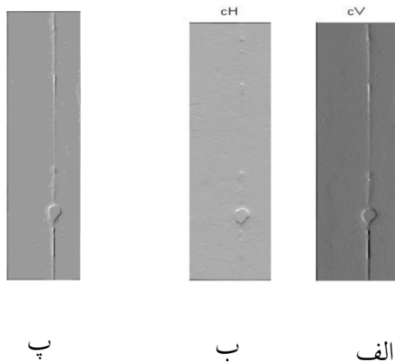
۲-۴-۱ تبدیل موجک

برای اعمال تبدیل موجک به روی تصاویر از موجک دو بعدی استفاده می‌شود. به این صورت که تبدیل موجک بر روی هر سطرو یا ستون از تصویر، به طور جداگانه اعمال می‌شود. برای این کار، ابتدا تبدیل موجک یک بعدی به سطرها اعمال می‌شود و سپس ستون‌ها با نرخ ۲ downsample می‌شوند. تا فقط نمونه‌های واقع در محل‌های زوج باقی بمانند. در این حالت، مجدداً تبدیل موجک، یک بعدی بر ستون‌ها اعمال می‌گردد و نهایتاً سطرها با نرخ ۲ downsample می‌شوند. بدین ترتیب، چهار زیرباند مختلف به عنوان ضرایب تبدیل موجک تصویر به دست می‌آید. اولین زیرباند از ضرایب تبدیل موجک مربوط به ضرایب تقریباً است که از نظر شکل ظاهری، مشابه با تصویر اولیه است. جدای از زیر باند تقریب، سه زیر باند جزئیات خواهیم داشت که یکی از آنها مربوط به جزئیات افقی موجود در تصویر، یکی از آنها مربوط به جزئیات عمودی موجود در تصویر و آخرین، زیرباند مربوط به سایر جزئیات موجود در تصویر است که به آن، جزئیات قطری نیز گفته می‌شود. [۳] و [۵]. در واقع تبدیل موجک، تصویر را به چهار تصویر با ابعاد نصف تبدیل می‌کند به گونه‌ای که اطلاعات موجود در تصویر نیز تفکیک گردد. در این مرحله به منظور استفاده از اطلاعات تصویر در جهات مختلف، از تبدیل دو بعدی موجک گسسته از نوع هار استفاده نموده‌ایم که اطلاعات مختلفی از تصویر را به ما نشان می‌دهد. نتایج حاصل از تبدیل موجک روی تصاویر به صورت زیر می‌باشد.

⁹ Approximation

۲-۴-۳ استفاده لبه‌های عمودی و افقی تصویر

در این قسمت به جمع اطلاعات حاصل از جزئیات افقی و عمودی تصویر پرداخته تا ضمن دستیابی به اطلاعات بهینه تصویر و به کمک جز تقریب تصویر بتوانیم به استخراج عیوب از ناحیه جوش پردازیم. نتایج حاصل از این امر به صورت شکل ۸ قابل نمایش می‌باشد.



شکل ۸ حاصل جمع لبه‌های عمودی و افقی تصویر

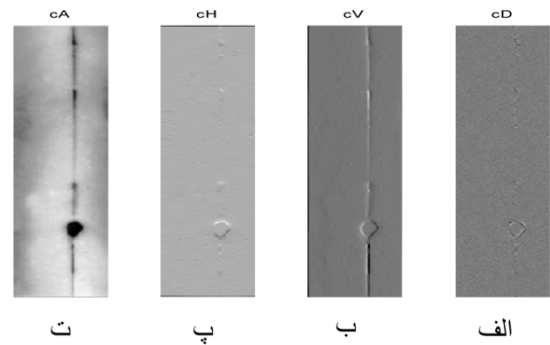
الف: لبه‌های افقی تصویر ب: لبه‌های عمودی تصویر ج: جمع لبه‌های افقی و عمودی تصویر

۲-۴-۴ تشخیص لبه به روش Canny

تشخیص دهنده Canny (در سال ۱۹۸۶ توسط جان کنی) قوی‌ترین روش تشخیص لبه می‌باشد. این روش را می‌توان در مراحل زیر خلاصه نمود: [۴] ابتدا تصویر با استفاده از فیلتر گاوسی و با انحراف معیار σ smooth می‌شود تا به این ترتیب میزان نویز آن کاهش یابد. در مرحله دوم گرادیان محلی به صورت $g(x, y) = [G_x^2 + G_y^2]^{1/2}$ و جهت لبه به صورت $\alpha(x, y) = \tan^{-1} \left(\frac{G_y}{G_x} \right)$ در هر نقطه محاسبه می‌شود که G_x و G_y به صورت زیر محاسبه می‌شوند. [۸]

$$\nabla f = \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix} \quad (5)$$

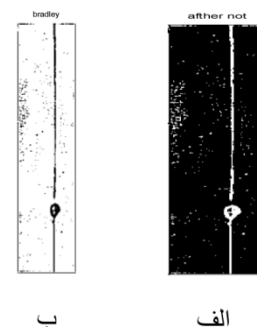
نقاط لبه‌ای تشخیص داده شده در مرحله دوم در تصویر مربوط به اندازه گرادیان به برآمدگی ارتقا داده می‌شوند. سپس الگوریتم این برآمدگی‌ها را برای رسیدن به بالای آنها تعقیب می‌کند و عملاً پیکسل‌هایی را که در بالای برآمدگی‌ها قرار



شکل ۶: تبدیل موجک روی تصویر و نمایش جز تقریب و سه جزئیات تصویر الف: لبه قطری تصویر ب: لبه عمودی تصویر پ: لبه افقی تصویر ت: جز تقریب تصویر

۲-۴-۲ استفاده از فیلتر برادلی جهت آستانه گذاری

جهت آستانه گذاری روی جز تقریب حاصل از تبدیل موجک از فیلتر برادلی استفاده می‌کنیم. نحوه عملکرد این فیلتر به این صورت می‌باشد که با میانگین‌گیری روی پیکسل‌های همسایه مطابق با پنجره تعریف شده به آستانه گذاری و تبدیل تصویر به یک تصویر با مقدار صفر و یک می‌پردازد. نتایج حاصل از اعمال فیلتر مطابق شکل ۷ می‌باشد. و همانگونه که مشاهده می‌گردد نتیجه اعمال فیلتر یک تصویر باینری می‌باشد که در شکل قابل مشاهده است. بعد از اعمال فیلتر جهت استفاده از تصویر در مراحل بعد عملگر منطقی NOT روی تصویر اعمال می‌نماییم.



شکل ۷: نتیجه اعمال فیلتر برادلی و عملگر NOT روی جز تقریب تصویر الف: تصویر بعد از اعمال فیلتر برادلی روی جز تقریب تصویر ب: تصویر بعد از اعمال عملگر NOT روی تصویر

استخراج عیوب از تصاویر رادیوگرافی جوش با ...

عملیات پردازش نهایی عملیاتی است که در آن اطلاعاتی از تصویر استخراج می‌شود. مثلاً محیط یا مساحت اجزا تصویر محاسبه می‌گردد. در این قسمت از عملگر گسترش و پر کردن جهت ترمیم لبه‌ها استفاده می‌نماییم ابتدا لبه‌ها را گسترش داده سپس به پر کردن آن می‌پردازیم.

۲-۴-۵-۱ گسترش

گسترش برای مجموعه‌های A و B با نماد $A \oplus B$ نمایش داده می‌شود که در آن A نمایش تصویر ورودی و B نمایش عنصر ساختمانی است. [۴]

تعریف ریاضی عملیات گسترش به صورت زیر است:

حاصل گسترش تصویر ورودی A با جزء ساختاری B عبارت است از تصویری که اگر انعکاس یافته‌ی B روی آن حرکت کند، همچنان زیر مجموعه‌ای از A باشد. [۱۲] به عبارت دیگر:

$$A \oplus B = \{z | (\hat{B}_z) \cap A \neq \emptyset\} \quad (6)$$

Dilation عملیاتی است که طی آن اشیا در یک تصویر دو دویی رشد می‌کنند و یا در اصطلاح ضخیم‌تر می‌شوند، رفتار و اندازه این روال ضخیم شدن با توجه به عضو ساختاری کنترل می‌شود. که در اینجا از عضو ساختاری ۱۰ ادیسک به این منظور استفاده نموده‌ایم. که نتیجه اعمال آن به روی تصویر مطابق شکل ۱۰ می‌باشد.



شکل ۱۰ اعمال عملیات مورفولوژی **Dilation** (گسترش)

روی تصویر شکل ۹

ندارند صفر می‌نماید. به این ترتیب در خروجی یک خط نازک خواهیم داشت. از این فرایند تحت عنوان حذف اعضای غیر ماکسیمیم یاد می‌شود. سپس پیکسل‌های مربوط به برآمدگی با استفاده از دو مقدار آستانه T_1 و T_2 (که $T_1 < T_2$ می‌باشد) آستانه گذاری می‌شود. از پیکسل‌هایی با مقادیر بین T_1 و T_2 تحت عنوان پیکسل‌های لبه‌ای ضعیف یاد می‌شود. [۱۲]

در نهایت الگوریتم با اتصال پیکسل‌های لبه‌ای ضعیفی که با پیکسل‌های قوی متصل هستند عملیات را به پایان می‌برد.

در اینجا با بهره‌گیری از این نوع لبه یاب قوی به تشخیص لبه‌های ضعیف در نتایج حاصل از مراحل قبل (اطلاعات حاصل از لبه‌های افقی و عمودی تصویر) کمک می‌کنیم.

در شکل ۹ نتایج حاصل از تشخیص لبه به روش **Canny** نشان داده شده است.



شکل ۹: نتیجه حاصل از لبه یابی به روش **Canny** روی

تصویر پ شکل ۸-پ

۲-۴-۵-۲ عملگرهای مورفولوژی

ابزارهای مورفولوژی گوناگونی برای پردازش تصویر قبل از بخش‌بندی وجود دارد. مساله مورد بررسی، ما را به انتخاب یک روش از میان روش‌های گوناگون ملزم می‌کند. زبان ریاضیات مورفولوژی برپایه مجموعه‌ها استوار است که بیانگر شکل اشیاء تصویر هستند. عملیات ساختاری روی تصاویر باینری اعمال شده و هدف از آن ایجاد تغییر و یا تصحیح در اجزا داخل یک تصویر باینری باشد. این عملیات معمولاً یک مرحله قبل از عملیات پردازش نهایی انجام می‌شود. منظور از



شکل ۱۲ نتیجه حاصل از اعمال عملگر AND روی تصویر ب

حاصل از شکل ۷ و شکل ۱۱

۲-۵ فیلتر میانه

فیلتر غیر خطی، پایین گذر است و به منظور حذف نویز نقطه از تصاویر مورد استفاده قرار می‌گیرد. این فیلتر به طور بالقوه می‌تواند بدون تأثیر بر پیکسل نویز را بردارد. این فیلتر رایج‌ترین روش برای حذف نویز از تصاویر رادیوگرافی می‌باشد. فیلتر میانه هر پیکسل و نزدیکی آن را در نظر می‌گیرد، و پس از آن مقدار پیکسل را با متوسط پیکسل‌های همسایه جایگزین می‌کند. در این مقاله با توجه به وجود آمدن نویز در تصاویر از این تکنیک جهت کاهش نویز استفاده شده است. و در این مرحله مطابق با شکل ۱۳ نواحی عیب به خوبی استخراج می‌گردد.



شکل ۱۳: نتیجه حاصل از اعمال فیلتر مدیان روی

شکل شماره ۱۲

در نهایت پس از طی مراحل فوق، عیوب جوش استخراج می‌گردد که نتایج این قطعه بندی برای ۴ نوع عیب مختلف در شکل زیر آمده است.

۲-۴-۲ پر کردن حفره‌ها

و بعد از عملیات گسترش به منظور پر کردن حفره‌ها از تابع imfill استفاده می‌نمایم. و به این طریق حفره‌های تصویر دودویی پر می‌شود. [۸] شکل ۱۱ حاصل عملیات ذکر شده می‌باشد.

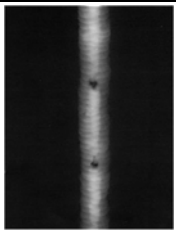





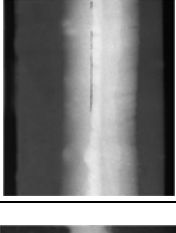


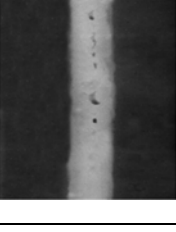




شکل ۱۱ اعمال عملیات مورفولوژی imfill (پر کردن) روی

تصویر شکل ۱۰

۲-۴-۶ استخراج ناحیه عیب

پس از انجام مراحل قبل جهت یافتن ناحیه بندی مطلوب و حذف اطلاعات غیر مرتبط، با استفاده از عملیات منطقی AND روی تصویر ب حاصل از شکل ۷ (تصویر بعد از اعمال عملگر NOT) و تصویر حاصل از شکل ۱۱ نواحی عیب مورد نظر از تصاویر استخراج می‌شود. واقع پیکسل‌هایی از تصویر به عنوان خروجی به ما داده خواهد شد که در هر دو تصویر مقدار یک را داشته باشند و به عبارت دیگر سفید باشند که به این صورت عیوب مورد نظر (که در هر دو شکل سفید می‌باشند) استخراج می‌شود.

تصویر اصلی	نتیجه حاصل از الگوریتم پیشنهادی	نتیجه حاصل از الگوریتم [14] juan zapata
		
		
		
		

شکل ۱۶: مقایسه نتایج حاصل از استخراج عیوب جوش از تصاویر رادیوگرافی

۴- نتیجه گیری

در این مقاله الگوریتمی جهت قطعه بندی عیوب جوش پیشنهاد گردید. در روش پیشنهادی استخراج ناحیه جوش با یک الگوریتم ساده ولی کارآمد انجام شد، به این صورت که با میانگین گیری از کل تصویر و مقایسه این میانگین با سطر سطر تصویر اصلی به سرعت و به دقت ناحیه جوش استخراج می گردد. همانطور که قبلاً گفته شد روش رایج استخراج ناحیه جوش، آستانه گذاری اتسو است که این نوع آستانه گذاری قادر به استخراج دقیق ناحیه جوش روی تمام تصاویر رادیوگرافی نبوده و بنابراین مراحل بعدی الگوریتم نیز را دچار مشکل می کند. در صورتی که روش الگوریتم

پیشنهادی نواحی جوش با دقت بالایی ناحیه جوش را از پس زمینه جدا می کند. همچنین برای جداسازی عیب، به دلیل نامناسب بودن وضوح تصاویر رادیوگرافی از آستانه گیری به روش برادلی استفاده شده است. که این نوع آستانه گیری به صورت محلی روی پیکسل های همسایه انجام می گیرد و نتایج بهتری را می دهد. لازم به ذکر است برای ارزیابی ناحیه بندی در تصاویر جوش به دلیل نبودن تصاویر جوش استاندارد، تعریف یک معیار کمی امکان پذیر نیست. در واقع معیارهای مختلفی برای ارزیابی ناحیه بندی تصویر موجود است اما این معیارها نیاز به یک تصویر استاندارد ناحیه بندی شده دارند که بتوان نتیجه حاصل شده با الگوریتم های مختلف را با آن

Process Image Process Pattern Recognition 2012;5(2):73-87.

[12] Li, X., Tso, S. K., Guan, X., Huang, Q. (2006), "Improving Automatic Detection of Defects in Castings by Applying Wavelet Technique", IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 53, no. 6, pp. 1927-1934

[13]

LiaoTW, NiJ. An automated radiography NDT system for weld inspection: Part II. Flaw Detection. NDTE Int 1998;31(3):183-92.

[14] Juan Zapata, Rafael Vilar, Ramón Ruiz. "Performance evaluation of an automatic inspection system of weld defects in radiographic images based on neuro-classifiers." Expert Systems with Applications 38.7 (2011): 8812-8824.

[15]

SaravananT, BagavathiappanS, PhilipJ, JayakumarT, RajB. Segmentation of defects from radiography images by the histogram concavity threshold method. Insight 2007;49(10):578-84.

[16] SilvaRR, MeryD. State-of-the-art of weld seam inspection by radiography testing:

Part I: image processing. Mater Eval 2007;65(6):643-7.

[17] Wang G, Liao TW. Automatic identification of different types of welding defects in radiographic images. NDT E Int 2002;35:519-28.

[18]

WangG, LiaoTW. Automatic identification of different types of welding defects in radiography images. NDTE Int 2002;35:519-28.

[19] Wang X, Wong BS, Tui CG, Khoo KP, Foo F. Image enhancement for radiographic non-destructive inspection of the aircraft. In: Proceedings of Asia-Pacific Conference on NDT, New Zealand; 2006.

[20] Zahran, O., Kasban, H., El-Kordy, M., El-Samie, F.E.A., "Automatic weld defect identification from radiographic images", NDT & E International (Elsevier), July, 2013, vol. 57, pp. 26-35.

مقایسه کرد، متأسفانه در مورد تصاویر رادیوگرافی چنین تصاویر استاندارد وجود نیست.

مراجع

۱- دادخواه، امیر و سعید رضا، ۱۳۹۰، تکنولوژی بازرسی

جوش، چاپ سوم، تهران، انتشارات آزاده، صفحه ۲۸۴

[2] Arulmozhi N, Manoharan N, Sheela RB, Venkatraman B, Baldev R. Isolation of defects in radiographic weld images with wavelet denoising using Log-Gabor filter. Int Conf Comput Intell Multimedia Appl 2007:394-9.

[3] Barbara Burke Hubburd, "The World According to Wavelets", A.K. Peters, 1998.

[4] Coltuc D, Bolon P, Chassery JM. Exact histogram specification. IEEE Trans Image Process 2006;15(5):1143-52

[5] C. Sidney Burrus, Ramesh A. Gopinath, Haitao Guo, "Introduction to Wavelets and Wavelet Transforms: A Primer, Prentice Hall, 1997.

[6]

daSilvaRomeuR, SiqueiraMarcioHS, Vieira deSouza Marcos Paulo, Rebello Joa\widetildeo MA, Calo\widehatb

LuizP. Estimated accuracy of classification of defects detected in welded joints by radiography tests. NDTE Int 2005;38:335-43.

[7] Frosio I, Lucchese M, Lissandrello F, Borghese NA. Automatic contrast enhancement in digital radiography. Nucl Sci Symp Conf 2008:4331-4.

[8] Gonzalez, R. c. and Woods, R. H. [2002]. Digital Image Processing, 2nd., Prentice Hall, Upper Saddle River, Nj.

[9] Gonzalez, R. c. and Woods, R. E. and Edding s. I., "Digital Image Processing using matlab", last Edition, prentice Hall inc, 2004

[10] KasbanH, ZahranO, ArafaH, El-KordyM, ElarabySayedMS, AbdEl-SamieFE.

Welding

defect detection from radiographic image using cepstral approach. NDT E Int 2011;44(2):226-31.

[11] Kasban H, Zahran O, Arafa H, El-Kordy M, Elaraby, Sayed MS, et al. Quantitative and qualitative evaluation of gamma radiographic image enhancement. Int J Signal