تشخیص عیوب جوشکاری در ساخت ادوات کشاورزی بوسیله پردازش تصویر

سینا احمدزاده[۱]، پرویز احمدی‌مقدم[۲،*]، سعید فرخزاد[۳]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیک بیوسیستم گرایش طراحی و ساخت، دانشگاه ارومیه (st_s.ahmadzadeh@urmia.ac.ir)
۲. دانشگاه ارومیه گروه مکانیک بیوسیستم (p.ahmadi@urmia.ac.ir)
۳. دانش آموخته دکتری، گروه مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه (S.farokhzad@urmia.ac.ir)

چکیده

جوشکاری قوس الکتریکی یک فرآیند جوشکاری است که در آن حرارت به وسیله یک قوس الکتریکی بین یک الکترود و قطعه کار به وجود می‌آید. هدف از این تحقیق شناسایی برخی از نقایص سطحی جوش در هنگام ساخت ادوات کشاورزی و با استفاده از تکنیک‌های پردازش تصویر دیجیتال می‌باشد که معمولاً در طول فرآیند جوشکاری با قوس الکتریکی ایجاد می‌شود. نتایج مربوط به پردازش تصاویر در فضای رنگی نشان داد که شناسایی برخی از عیوب مانند سوختگی سطحی جوش با دقت ۱۰۰ درصد قابل تشخیص می‌باشد. همچنین نتایج نشان داد که طرح ناحیه تراکم تمام انواع نقص‌ها که در سطح مقطع سطح مهره جوش را بیان می کند در آنالیز درصد جوش خوب قابل استفاده است.

کلمات کلیدی: *تشخیص عیوب _ جوشکاری _ قوس الکتریکی _ پردازش تصویر*

* نویسنده مسئول: st_s.ahmadzadeh@urmia.ac.ir

تشخیص عیوب جوشکاری در ساخت ادوات کشاورزی بوسیله پردازش تصویر

مقدمه

امروزه صنعت جوشکاری در صنعت ساخت ادوات و ابزارهای کشاورزی نقش پررنگی یافته که دلیل اصلی آن را می‌توان در کاربردی دانست که این روش اتصال در سایر صنایع پیدا نموده است. ساختمان‌سازی، خودروسازی، کشتی‌سازی و ماشین‌سازی از جمله صنایعی هستند که جوشکاری نقشی تعیین کننده در فرآیند شکل‌گیری محصول آنها برعهده دارد. به صورت کلی جوشکاری به سه گروه اصلی تقسیم می‌شود: جوشکاری با قوس الکتریکی، جوشکاری با گاز، جوشکاری مقاومتی.

از آنجائی‌که قطعات مختلف شرایط مختلفی از قبیل جنس، شکل و ابعاد دارند روش های جوشکاری نیز متنوع است. برای ایجاد اتصال به یک منبع انرژی نیاز دارد مانند انرژی الکتریکی، انرژی شیمیایی، انرژی مکانیکی و انرژی تشعشعی.

راوی رنجان[1] و همکاران [۱] تحقیقاتی را برای شناسایی و طبقه بندی انواع مختلف نقایص سطحی که معمولاً در طول فرآیند جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی (FSW) با استفاده از تکنیک‌های پردازش تصویر دیجیتالی انجام دادند، سپس تمام الگوریتم پردازش تصویر با استفاده از نرم افزار MATLAB2012a تهیه شد. فرایند جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی (FSW)، کاربرد وسیعی در صنعت‌هایی مانند صنعت خوردروسازی، هواپیماسازی و صنعت‌های هوا فضا دارد، چرا که ازطریق آن می‌توان مواد با چگالی اندک را به صورت موثر جوش داد[۲، ۳، ۴]. کیفیت جوش تحت تاثیر شرایط مختلفی از نواقص در طول فرایند جوشکاری اتفاق می‌افتد. تلاش‌های بی وقفه‌ای برای شناسایی نواقص جوشکاری صورت می‌گیرد. چندین محقق برروی آنالیز نواقص سطح در فرایند جوشکاری‌های مختلفی کار کرده‌اند. نواقصی نظیر حفره، شیارهای سطحی و نقصی حاصل از جرقه‌ی جوش می‌توانند به سبب پارامترهای نامناسب دخیل در فرایند که به حرارت بیش از اندازه و یا حرارت ورودی ناکافی می‌انجامد [۵]. کیم[2] و همکاران [۶] گزارش داده‌اند که نواقص حجمی در فرایند جوشکاری اصطکاکی اغتشاشی (FSW) در پارامترهای فرایند سردتر مانند چرخش پایین و سرعت عرضی بالا پیشرفت خواهد کرد. برروی تاثیر پارامترهای جوش مانند سرعت چرخش و عمق نفوذ و سرعت انتقال بوسیله ی تکنیک رادیوگرافی با اشعه‌ی ایکس که قادر بود، حفره‌ها و نقص تونلی در نوعی جوشکاری بر روی آلیاژی از فولاد و آلمینیوم مطالعه کردند [۷]. در فرایندهای جوشکاری تحقیقات مختلفی برای شناسایی نقوص با استفاده از تکنیک‌های پردازش تصویر انجام گرفته است. در جوشکاری با گاز قوسی به سبب جوشکاری درخشان قوسی که محیط جوشکاری را ناملایم می‌سازد، گرفتن تصاویری با وضوح بالا کار مشکلی است. برای شناسایی شکل به صورت هرچه دقیق‌تر تکنیک‌های فرایندی تصویری مختلفی مانند تعامل دوسویه ، استانه دوگانه، الگوریتم فیلتر هسته متحرک و غیره استفاده شده است [۸، ۹، ۱۰، ۱۱].

محققان زیادی کیفیت جوش را با فرایندهای مختلف جوشکاری با استفاده از تکنیک پردازش تصویر دیجیتالی انجام داده‌اند که ما هم می‌خواهیم در این تحقیق از تکنیک پردازش تصویر دیجیتالی برای کنترل کیفیت جوش در فرایند جوشکاری قوس الکتریکی انجام دهیم.

1 Ravi Ranjana
2 Kim YG

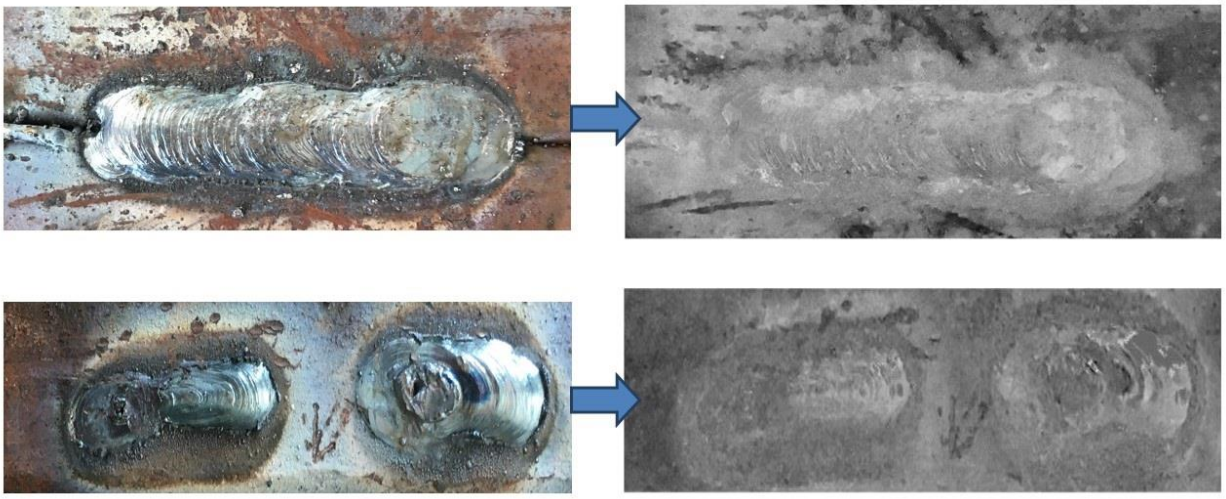
روش انجام تحقیق

با استفاده از فرایند جوشکاری قوس الکتریکی با الکترود E6013 چند ورق از جنس St37 با ضخامت ۲۰ میلی‌متر را به حالت سالم جوش زده شد و سپس تصویربرداری انجام گرفت. این فرایند را در دو وضعیت دیگر به حالت ناسالم یعنی خط جوش دارای شکاف و خط جوش دچار سوختگی شده باشد تکرار گردید. از هر کدام از حالت‌های جوشکاری شده با استفاده از دوربین دیجیتالی تصویر برداری انجام پذیرفت و برای تجزیه و تحلیل، این تصاویر در محیط متلب و سپس شبکه‌ی عصبی فراخوانی شدند که مراحل انجام تجزیه و تحلیل به صورت زیر انجام شد:

در این تحقیق بعد از این که تصاویر در حالت سالم و حالت خرابی‌های معمول در خط جوش اکتساب شدند این تصاویر در محیط متلب فراخوانی شدند. لازم به ذکر است که در این تحقیق از تصاویر مرئی استفاده شد. با توجه به این موضوع که عیب مورد بررسی در خط جوش است لذا خط جوش از تصویر جدا شد و فقط ناحیه خط جوش پردازش گردید پس در اولین قدم پردازش تصویر خط جوش با استفاده از روش‌های آستانه گذاری از تصویر جدا شد. سپس از تصویر خط جوش سطوح قرمز، سبز، آبی و خاکستری استخراج گردید. در ادامه از سطوح رنگی تصویر، هیستوگرام استخراج شد و از تصویر سطح خاکستری، ماتریس هم وقوعی در زوایای مختلف استخراج شد. در مرحله بعد که به عنوان استخراج ویژگی شناخته شده است از هیستوگرام سطوح مختلف تصاویر و از ماتریس هم وقوعی سطح خاکستری ویژگی‌های آماری سطح اول و دوم استخراج شدند. با توجه به این که تعداد ویژگی‌های استخراجی زیاد بود و بسیاری از آن‌ها فاقد اطلاعات مفید از عیوب جوش هستند لذا ویژگی‌هایی که مفید و مهم هستند انتخاب شدند.

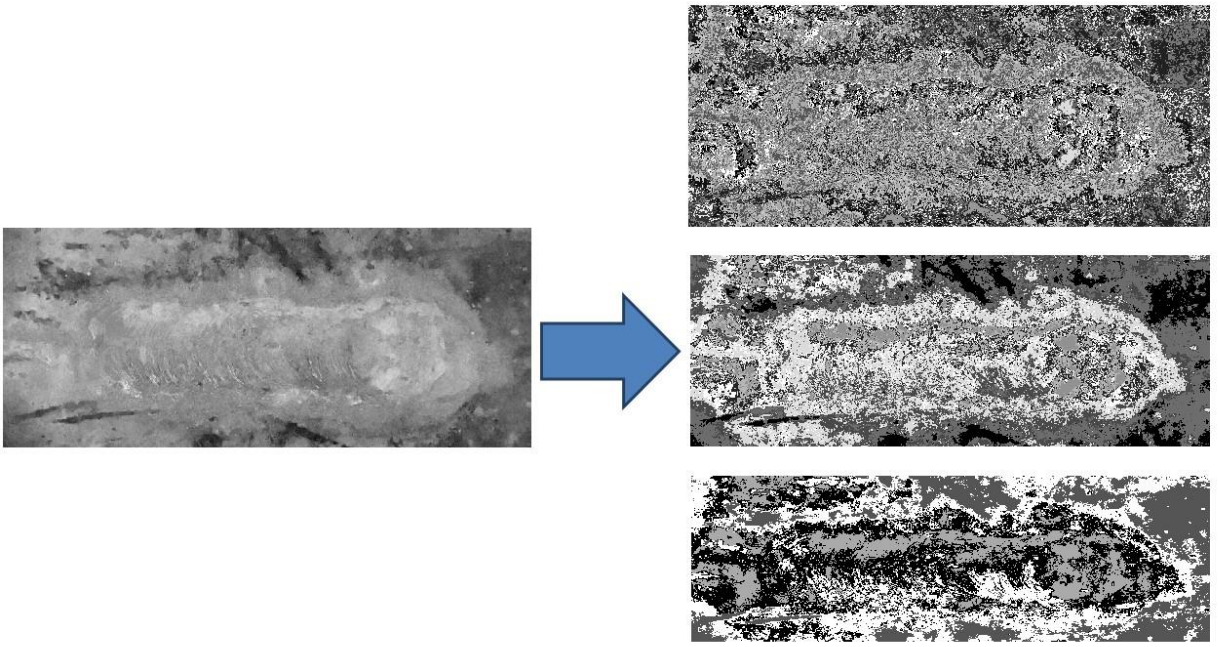
نتایج و بحث

نتایج مربوط به پردازش تصاویر در فضای رنگی نشان داد که شناسایی برخی از عیوب مانند سوختگی سطحی جوش، حفرها و شکاف‌ها به آسانی قابل تشخیص می‌باشند ولی عیوبی مانند تخلخل در مسیر خط جوش به آسانی قابل تشخیص نیستند که با استفاده از جدا سازی بافت تصاویر برای استخراج ویژگی‌های آماری ماتریس هم رخداد سطح خاکستری یک سری تجزیه و تحلیل بروی آن‌ها انجام پذیرفت مطابق شکل ۱.



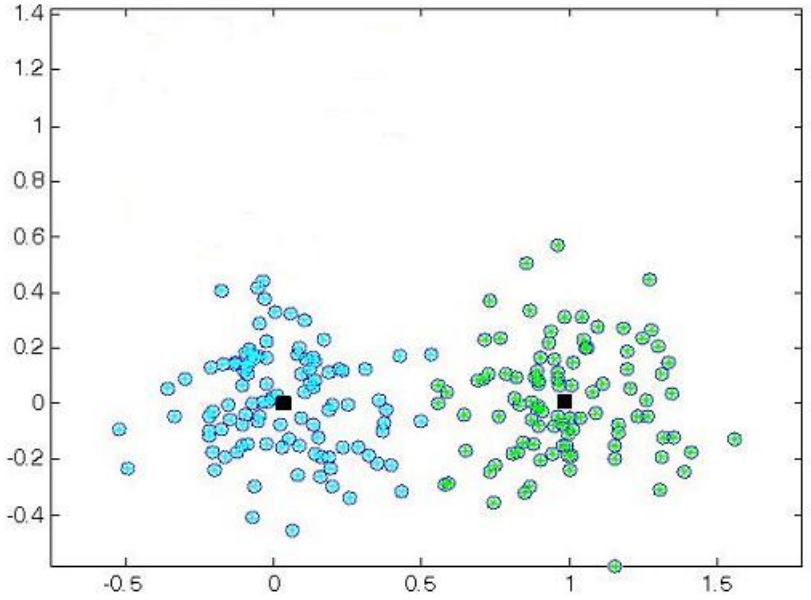
شکل ۱. تبدیل تصویر رنگی به سطح خاکستری با استفاده از شاخص رنگی

بعد انجام مرحله‌ی تبدیل تصویر رنگی به سطح خاکستری، سطح خاکستری مناسب برای پردازش با استفاده از خوشه‌بندی K میانگین امتحان گردید مطابق با شکل ۲.



شکل ۲. امتحان سطح خاکستری مناسب برای پردازش با استفاده از خوشه‌بندی k میانگین

که بعد از انجام مراحل بالا نمودار ۱ با استفاده از اصول خوشه‌بندی به روش K میانگین به دست آمد.



نمودار ۱. نتایج حاصل از خوشه‌بندی K میانگین

با نتایج حاصل از خوشه‌بندی مشاهده شد که رنگ‌های مربوط به خط جوش سالم و معیوب در دو سمت متفاوت قرار گرفته و جدا از هم می‌باشند. بعد از انجام مراحل فوق و محاسبه ماتریس هم رخداد و استخراج ویژگی‌ها، ویژگی‌هایی مانند آنتروپی، کنتراست، همبستگی، انرژی و یکنواختی استخراج شدند همانند جدول ۱.

جدول ۱. جدول ویژگی‌ها

	Entropy	Contrast	Correlation	Energy	Homogeneity
Salem	0.27	21.50	0.63	0.11	0.46
Mayob	0.04	0	0.58	1	1

که با تمام انجام مراحل در نهایت جوش سالم از حالت جوش معیوب تشخیص داده شد مطابق با شکل ۳.

شکل۳. تشخیص خط جوش سالم از خط جوش معیوب

نتیجه‌گیری

نواقص سطحی در فرایند جوشکاری قوس الکتریکی با استفاده از فرایند پردازش تصویری شناسایی شدند. نواقصی که در طول فرایند اتفاق افتادند با استفاده از ویژگی‌های منحصربفردشان به حفره، شکاف و سوختگی خط جوش دسته بندی شده‌اند. مکان و شدت نقوص سطحی با استفاده از تشدید عمودی طرح متناظر با هر نوع نقص قابل پیشبینی است. به علاوه، طرح ناحیه تراکم تمام انواع نقص‌ها در سطح مقطع سطح مهره جوش را بیان می‌کند که در آنالیز درصد جوش خوب قابل استفاده است. همانگونه که بحث شد تحقیق ارائه شده برای بازخورد آنلاین سیستم نظارت پارامترهای کنترلی جوشکاری برای بهبود کیفیت جوش استفاده خواهد شد.

منابع

1. Ravi Ranjana, Aaquib Reza Khanb, Chirag Parikhc, Rahul Jain d, Raju Prasad Mahtod, Srikanta Pale, Surjya K. Pald,∗, Debashish Chakravartyf a Department of Electronics and Communication Engineering, Birla Institute of Technology, Mesra 835215, Ranchi, India b Department of Electrical and Electronics Engineering, Birla Institute of Technology, Mesra 835215, Ranchi, India c Department of Chemical Engineering, Birla Institute of Technology, Mesra 835215, Ranchi, India d Department of Mechanical Engineering, Indian Institute of Technology, Kharagpur 721302, India e Department of Electrical Engineering, Shiv Nadar University, Gautam Buddha Nagar 201314, India f Department of Mining Engineering, Indian Institute of Technology, Kharagpur 721302, India
2. Toros S, Ozturk F, Kacar I. Review of warm forming of aluminum–magnesiumalloys. J Mater Process Technol 2008;207(1–3):1–12.

3. Nandan R, Debroy T, Bhadeshia HKDH. Recent advances in friction stir welding:process, weldment and properties. Prog. Mater Sci 2008;53:980–1023.
4. Jain R, Kumari K, Kesharwani RK, Kumar S, Pal SK, Singh SB, et al. Frictionstir welding: Scope and recent development. In: Davim J.P., editor. ModernManufacturing Engineering. 2015, p. 179–228.
5. Elangovan K, Balasubramanian V. Influences of pin profile and rotational speedof the tool on the formation of friction stir processing zone in AA2219 aluminium alloy. Mater Sci Eng A 2007;459:7–18.
6. Kim YG, Fujii H, Tsumura T, Komazaki T, Nakata K. Three defect types in frictionstir welding of aluminum die casting alloy. Mater Sci Eng A 2006;415:250–4.
7. Saravanana T, Lahiria BB, Arunmuthua K, Bagavathiappan S, Sekhar AS,Pillai VPM, et al. Non-destructive evaluation of friction stir welded jointsby X-ray radiography and infrared thermography. Sci Direct, Procedia Eng2014;86:469–75.
8. Wang ZZ. A laser back-lightning based metal transfer monitoring system forrobotic gas metal arc welding. Robot Comput-Integr Manuf 2016;38:52–66.
9. Wang ZZ. Monitoring of GMAW weld pool from the reflected laser lines forreal-time control. IEEE Trans Ind Inform 2014;10(4) [November].
10. Wang ZZ, Zhang Y. Brightness-based selection and edge detection-basedenhancement separation algorithm for low-resolution metal transfer images.IEEE Trans Autom Sci Eng 2009;6:181–7.
11. Wang ZZ, Zhang Y. Image processing algorithm for automated monitoring ofmetal transfer in double-electrode GMAW. Meas Sci Technol 2007;18:2048–58.

Detection of welding defects in agricultural equipment manufacturing by image processing

Sina Ahmadzadeh[1], Parviz Ahmadi Moghadam[2*], saeed Farokhzad[3]

1. M.Sc. Student of Biosystems Mechanics of Design and Manufacturing, Urmia University (st_s.ahmadzadeh@urmia.ac.ir)
2. Urmia University Department of Biosystems Mechanics (p.ahmadi@urmia.ac.ir)
3. Ph.D., Department of Biosystems Mechanics, Faculty of Agriculture, Urmia University (S.farokhzad@urmia.ac.ir)

Abstract

Arc welding is a process of welding in which heat is fed by an arc electricity is created between an electrode and the workpiece. The purpose of this research is to identify some of the surface defects of welding during the manufacture of agricultural equipment using digital image processing techniques that are usually created during the arc welding process. The results of color image processing showed that the detection of some defects, such as welding surface burns, was detectable with a 100% accuracy. The results also showed that the density region plot of all types of defects that expresses the cross section of the weld bead surface can be used in analyzing the good welding percentage.

Key words: Defect Detection, Welding, Arc Electricity, Image Processing

* Corresponding author: Parviz Ahmadi Moghadam
E-mail: p.ahmadi@urmia.ac.ir