

National Conference of

Mechanics – Materials and Advanced Technology

کنفرانس ملی

مکانیک – مواد و فناوری های پیشرفته

۸ و ۹ مهر ماه ۱۳۹۴ مجتمع آموزش عالی اسفراین



۱۳۹۴/۷/۰۸

تاریخ:

جناب آقای / سرکار خانم:

رضا وفادارنیا

گواهی می شود مقاله شما با عنوان

" کاربرد شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم تبرید تدریجی در بهینه سازی فرایند جوشکاری الکتروود تنگستن با گاز محافظ ورقهای آلومینیوم "

نگارش شده توسط: رضا وفادارنیا، فرهاد کلاهان، یاسر رستمیان

از سوی کمیته علمی کنفرانس ملی مکانیک – مواد و فناوری های پیشرفته که در روزهای هشتم و نهم مهرماه ۱۳۹۴ در مجتمع آموزش عالی فنی و مهندسی اسفراین برگزار گردید، جهت ارائه بصورت "پوستر" پذیرفته شده و در لوح فشرده مجموعه مقالات کنفرانس به ثبت رسیده است.

دبیر علمی کنفرانس

دکتر صدیقه عباسی



دبیر کنفرانس

دکتر حبیب الله صفری



کاربرد شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم تبرید تدریجی در بهینه سازی فرایند جوشکاری الکتروود تنگستن با گاز محافظ

ورقه های آلومینیوم

رضا وفادارنیا^۱

فرهاد کلاهان^۲

یاسر رستمیان^۲

چکیده: امروزه استفاده از ابزارهای آلومینیوم در صنایع مختلف از جمله هوافضا و خودروسازی به دلیل داشتن خواصی مانند نسبت استحکام به وزن مناسب و مقاومت در مقابل خوردگی و خستگی بالا، روند رو به رشدی دارد. یکی از روش های اصلی ایجاد اتصال بین ورق های فلزی جوشکاری است که در این میان جوشکاری TIG یکی از پرکاربردترین فرایندهای اتصال دائمی برای این ابزارها می باشد. بنابراین دستیابی به رویه های جوشکاری که منجر به تولید اتصالات جوشی با خواص مکانیکی و متالورژیکی مطلوب شوند، از اهمیت بسزایی برخوردار است. در این مقاله به منظور تعیین تاثیر پارامترهای تنظیمی و یافتن مقادیر بهینه آنها در جوشکاری آلومینیوم (سری XXXX5) از رویکرد طراحی آزمایشات و الگوریتم های فرا ابتکاری، استفاده می گردد. مشخصه های کنترلی مورد ارزیابی نیز شامل جریان، ولتاژ، سرعت جوشکاری، فرکانس جریان و فاصله گپ خواهد بود. مشخصه های مورد ارزیابی هندسه گرده جوش میباشد. برای ایجاد ارتباط بین پارامترهای جوشکاری و مشخصه های خروجی فرایند از مدلسازی شبکه های عصبی مصنوعی استفاده می-گردد.

مشخصه های کنترلی مورد ارزیابی نیز شامل جریان، ولتاژ، سرعت جوشکاری، فرکانس جریان و فاصله گپ خواهد بود. مشخصه های مورد ارزیابی هندسه گرده جوش میباشد.

واژه های کلیدی: جوشکاری TIG، طراحی آزمایشات، الگوریتم فرا ابتکاری، شبکه عصبی مصنوعی.

دانشجوی کارشناسی ارشد ساخت و تولید، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساری. vafadarnia.reza@gmail.com

دانشیار، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه فردوسی مشهد. Kolahan@ferdowsi.um.ac.ir

گسترده یار، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساری. yasser.rostamiyan@iausari.ac.ir



کاربرد شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم تبرید تدریجی در بهینه سازی فرایند جوشکاری الکتروکترود تنگستن با گاز محافظ ورقهای آلومینیوم

رضا وفادارنیا^۱، فرهاد کلاهان^۲، یاسر رستمیان^۳

چکیده: امروزه استفاده از آلیاژهای آلومینیوم در صنایع مختلف از جمله هوافضا و خودروسازی به دلیل داشتن خواصی مانند نسبت استحکام به وزن مناسب و مقاومت در مقابل خوردگی و خستگی بالا، روند رو به رشدی دارد. یکی از روش های اصلی ایجاد اتصال بین ورق های فلزی جوشکاری است که در این میان جوشکاری TIG یکی از پرکاربردترین فرآیندهای اتصال دائمی برای این آلیاژها می باشد. بنابراین دستیابی به رویه های جوشکاری که منجر به تولید اتصالات جوشی با خواص مکانیکی و متالورژیکی مطلوب شوند، از اهمیت بسزایی برخوردار است. در این مقاله به منظور تعیین تاثیر پارامترهای تنظیمی و یافتن مقادیر بهینه آنها در جوشکاری آلومینیوم (سری 5XXX) از رویکرد طراحی آزمایشات و الگوریتم های فرا ابتکاری، استفاده می گردد. مشخصه های کنترلی مورد ارزیابی نیز شامل جریان، ولتاژ، سرعت جوشکاری، فرکانس جریان و فاصله گپ خواهد بود. مشخصه های مورد ارزیابی هندسه گرده جوش می باشد. برای ایجاد ارتباط بین پارامترهای جوشکاری و مشخصه های خروجی فرآیند از مدلسازی شبکه های عصبی مصنوعی استفاده می گردد. مشخصه های کنترلی مورد ارزیابی نیز شامل جریان، ولتاژ، سرعت جوشکاری، فرکانس جریان و فاصله گپ خواهد بود. مشخصه های مورد ارزیابی هندسه گرده جوش می باشد.

واژه های کلیدی: جوشکاری TIG، طراحی آزمایشات، الگوریتم فرا ابتکاری، شبکه عصبی مصنوعی.

۱. مقدمه

۱، دانشجوی کارشناسی ارشد ساخت و تولید، دانشگاه آزاد اسلامی واحد

ساری: vafadarnia.reza@gmail.com

۲، دانشیار، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه فردوسی مشهد:

Kolahan@ferdowsi.um.ac.ir

۳، استادیار، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساری:

yasser.rostamiyan@iausari.ac.ir

مدل شبکه عصبی:

در حالت بهینه (کمترین میزان خطای تست) دارای ثابت یادگیری 0.05، مومنتوم 0.9، سرعت افزایش گام 1.05 و سرعت کاهش گام 0.7 بود و برای 20000 تکرار، آموزش دیده شد.

تعداد لایه های میانی مناسب از بین دو لایه و تعداد نرون های مناسب در لایه های میانی از بین ۱۶ نرون انتخاب گردید. در بیشتر برنامه های اجرا شده داشتن یک لایه میانی با تعداد چهار نرون، خطای کمتری را ارائه می داد و در برخی مراحل تعداد لایه های زیاد فقط باعث کاهش سرعت و همچنین کاهش دقت شبکه می شد. در نهایت یک ساختار شبکه بهینه $3 \times 4 \times 1$ برای انجام مدل سازی استفاده شد.

برای انتخاب وزن ها و بایاس های مناسب شبکه از الگوریتم های مختلف مانند: روش "لونیگ_ مارکوآت"، "کاهش شیب با مومنتوم"، "کاهش شیب با مومنتوم و با نرخ یادگیری متغیر" استفاده شد. از داده های آزمایشگاهی به عنوان الگوهای یادگیری استفاده گردید.

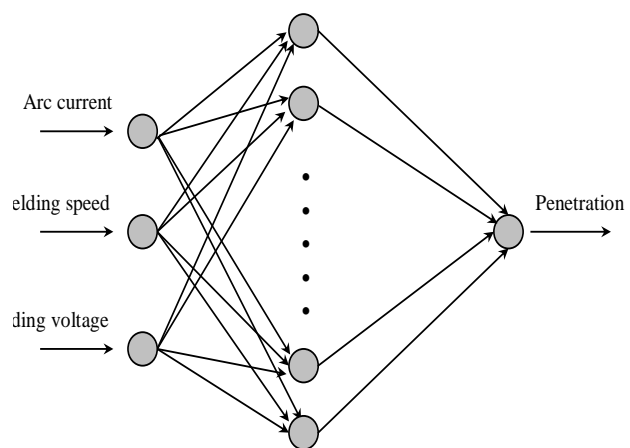
۲۲ داده برای آموزش شبکه عصبی و ۵ داده برای تست استفاده شد. در این بررسی ساخت شبکه و آموزش آن با استفاده از یک کامپیوتر PC 2.0 GHz و RAM 1GB. با کمک نرم افزار MATLAB 2006 اجرا شد. الگوریتم مناسب از بین سایر روش های ذکر شده، که کمترین میزان خطا در تست را ارائه می داد، الگوریتم "کاهش شیب با مومنتوم و با نرخ تانژانت هیپربولیک به ترتیب برای لایه های ورودی، میانی و خروجی انتخاب شد.

شکل (۶) میزان Mean Square Error را برای یک مرحله اجرای الگوریتم و برای 4000 تکرار نشان می دهد. بعد از یک بار اجرا، این الگوریتم تعمیم داده شد و برای 50 تکرار اجرا گردید تا بدین شیوه میزان خطا به کمترین مقدار برسد. تعداد تکرار کلی الگوریتم مستلزم صرف زمان بیشتری است. در انتهای این روش مقادیر مناسب برای وزن ها و بایاس ها استخراج شد.

ANN، به طور گسترده در تحقیقات هوش مصنوعی و در جایی که یک تابع تقریبی برای نگاشت غیر خطی بین پارامترهای ورودی و خروجی نیاز است، کاربرد دارد.

در شبکه های عصبی وزن های اولیه، انتخاب تابع فعال سازی و انتخاب تعداد نرون های استفاده شده در لایه میانی (پنهان) به عنوان فاکتورهای یادگیری در نظر گرفته می شوند. شناخت و انتخاب صحیح این فاکتورها مهم است. زیرا آنها نه تنها بر روی همگرایی شبکه تاثیر دارد، بلکه بر روی دقت پیش بینی و تخمین نیز موثرند. در اینجا از یک ساختار شبکه که دارای سه نرون در لایه ورودی و یک نرون در لایه خروجی استفاده می شود. سپس تعداد لایه های پنهان و نرون موجود در هر لایه مشخص می گردد. مشخصه های کنترلی مورد ارزیابی نیز شامل جریان، ولتاژ، سرعت جوشکاری، فرکانس جریان و فاصله گپ خواهد بود. مشخصه های مورد ارزیابی هندسه گره جوش میباشد.

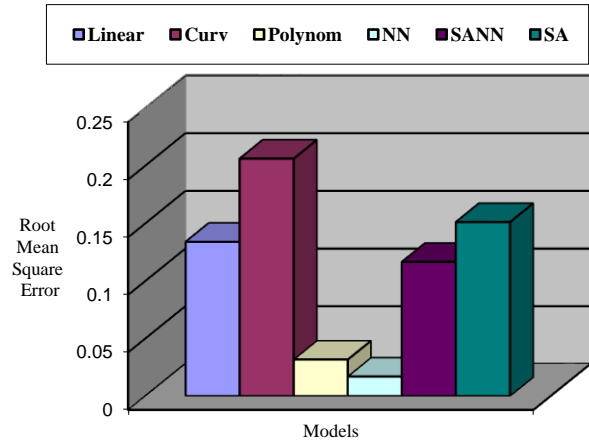
برای ایجاد ارتباط بین پارامترهای جوشکاری و مشخصه های خروجی فرآیند از مدلسازی شبکه های عصبی مصنوعی استفاده می گردد.



ساختار کلی شبکه

نمونه های مورد استفاده برای جوشکاری به صورت قطعاتی با ابعاد 100×50 میلیمتر برش داده شدند. سپس لبه های آنها بمنظور آماده سازی برای جوشکاری از هر گونه آلودگی و لایه اکسیدی توسط سمباده و برس سیمی زدوده شدند. سپس سطح مجاور لبه ها بوسیله الکل از مواد روغنی و اثرات بجا مانده از مراحل قبل پاک گردید.

از آنجا که نوع اتصال مورد نظر برای نمونه های جوش در این تحقیق از نوع لب به لب برای اجرای هر آزمایش دونمونه بر روی میز اتوماتیک طراحی شده به این منظور در کنار یکدیگر مستقر و به وسیله روبندهایی گیره بندی شده اند. جوشکاری نمونه هاتحت گاز محافظ آرگون با خلوص ۹۹/۷ در صد و با استفاده از دستگاه جوش الکترو دنگستن مدل دیجی تیگ ساخت شرکت گام الکتریک انجام شد.



شکل ۶

مدل SA:

در این روش سعی شد با کمک الگوریتم SA عملیات آموزش شبکه عصبی انجام گردد. برای آموزش شبکه ابتدا داده های آموزشی نرمالایز می شوند. این کار از بروز مشکلات بعدی در شبکه جلوگیری می کند. سپس توابع فعال سازی متداول در هر سه لایه برای رسیدن به خطای آموزش کمتر، بکار گرفته شد.

در این بررسی ۶ مدل مناسب برای دست یابی به کیفیت مطلوب جوش که از دقت قابل قبولی برخوردار بودند، ارایه شد. این مدل ها عبارتند از: مدل های ریاضی (خطی مرتبه اول، چند جمله ای مرتبه دوم، منحنی الخط)، SA، NN و SANN. سپس بهترین مدل از بین آنها انتخاب گردید. در ادامه با کمک الگوریتم SA مقادیر بهینه پارامترهای جوشکاری ارایه شد. از آنجا که پارامترهای مناسب فرآیند برای حصول جوش مطلوب حاصل از انجام آزمایش در مقاله مرجع [۹] وجود داشت، با مقایسه این مقادیر می توان بار دیگر از دقت الگوریتم ارایه شده اطمینان حاصل کرد. با کمک مدل

نام عنصر آلیاژی	منیزیم	آهن	کرم	سیلسسیم	مس
	۲.۶۵۸	۰.۴	۰.۱۹	۰.۱۲۳	۰.۹

طراحی آزمایشات:

برای طراحی آزمایشات به منظور بررسی تغییرات وسعت ناحیه متأثر

الگوریتم SA	نسبت کمینه	مساحت کمینه	آمپر	فرکانس	سرعت	فاصله الکترو د
	۰.۶۵۷	۶.۶۷	115	۹۱	۳۰۴	۳.۵

از حرارت در روش جوشکاری الکترو دنگستن با گاز محافظ ابتدا باید عوامل موثر و قابل کنترل فرایند تعیین گردد. در این تحقیق برای جوشکاری نمونه های مورد مطالعه برخلاف اکثر مقالات گذشته از روش جوشکاری الکترو دنگستن با جریان متناوب استفاده شده است بنا بر این جریان پایه و جریان اوج که در جوشکاری پالسی جزو عوامل اصلی قابل کنترل هستند وجود ندارند.

اجرای آزمایشات:

در این تحقیق از ورقی از جنس آلومینیوم ۵۰۵۲ با ضخامت ۲ میلی متر برای تامین نمونه های مورد نیاز برای جوشکاری استفاده شده است. جدول ترکیب شیمیایی نمونه ورق از طریق آزمایش طیف سنجی که با نام کوانتومتری شناخته میشود بدست آمده است.



با کمک روش های مدل سازی ارایه شده می توان مشکل فقدان مدل مناسب جهت کنترل فرآیند جوشکاری رباتیک را تا حد زیادی برطرف نمود و همچنین پارامترهای بهینه برای ایجاد جوش با کیفیت مطلوب را نیز با دقت قابل قبولی تخمین زد. با توجه به این مقاله می توان کنترل on line فرآیند را مطرح نمود. زیرا مدل سازی و همچنین انتخاب پارامترهای مناسب با دقت خوبی قابل انجام است.

نتیجه گیری:

مدلهای ارایه شده قابلیت استفاده در ربات جوشکار جهت کنترل فرآیند را دارد. در بین مدل های ارایه شده ریاضی، مدل مرتبه دوم دقت بالاتری داشت. سرعت استخراج مدل های ریاضی به مراتب بالاتر از سایر روش ها است. برای انتخاب ساختار بهینه شبکه عصبی، ابتدا از روش "لونیبرگ_مارکوات" که جز روش های سریع آموزش شبکه می باشد، استفاده شد. سپس در ادامه با استفاده از روش های دیگر عملیات آموزش برای دست یابی به کمترین میزان خطای MSE انجام شد و در نهایت روش "گاهش شیب با مومنتوم و با نرخ یادگیری متغیر" به عنوان مناسب ترین روش برای آموزش انتخاب شد. نتایج نشان داد که شبکه عصبی با ساختار بهینه شده، با دقت بالاتری عملیات پیش بینی را انجام می دهد. با کمک NN و SA می توان با داشتن تعداد محدودی آزمایش که در مرحله طراحی آزمایشات مشخص می شود، فرآیند جوشکاری را شبیه سازی و پارامترهای بهینه آن را نیز تخمین زد.

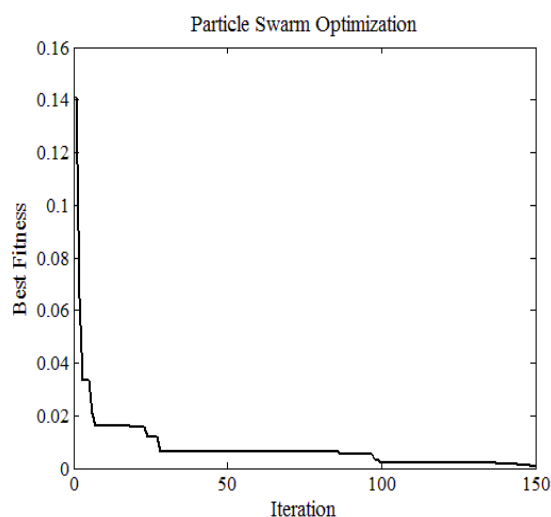
مراجع

- [1] N. Murugan , V. Gunaraj, "Prediction and control of weld bead geometry and shape relationships in submerged arc welding of pipes," *Int. J. of Materials Processing Technology*, 168, pp. 478-487, 2005.
- [2] R.S. Chandel, "Mathematical modeling of gas metal arc weld features," *Fourth Int. Conf. on Modeling of Casting and Welding Processes*, pp. 109-120, 1988.
- [3] I.S. Kim, K.J. Son, Y.S. Yang, P.K.D.V. Yaragada, "Sensitivity analysis for process parameters in GMA processes using a factorial design method," *Int. welding J. of Machine Tools & Manufacture*, 43, pp. 763-769, 2003.
- [4] J. P. Ganjigatti & D. K. Pratihari & A. Roy "Modeling of the MIG welding process using statistical approaches," *Int. J. of Adv. Manuf. Tech.*, pp. 798-809, 2006.
- [5] Nagesh DS, Datta GL, "Prediction of weld bead prediction in shielded metal-arc welding geometry and networks," *Int. J. of Materials Processing Technology*, Vol. 79, pp. 1-10, 2002.

بهینه می توان فرآیند جوشکاری را برای دستیابی به کیفیت مطلوب جوش، در حین فرآیند کنترل نمود

انتخاب بهترین مدل:

۶ مدل ارایه شده در قسمت های قبل، در این بخش از لحاظ میزان دقت در پیش بینی عمق نفوذ جوش برای ۵ آزمایش جدید با یکدیگر مقایسه شدند. شکل ۶ میزان خطای RMS محاسبه شده برای تخمین عمق نفوذ جوش آزمایشات جدید، توسط هر کدام از مدل ها را بیان می کند.



با توجه به شکل بالا شبکه عصبی نسبت به سایر مدل های ارایه شده از دقت بالاتری برخوردار است.

پارامترهای بهینه جوشکاری:

در آخرین قسمت با استفاده از الگوریتم SA پارامترهای مناسب ورودی به مدل NN برای رسیدن به کیفیت مطلوب جوش، تخمین زده شد. در این مرحله رسیدن به حداکثر سرعت ربات جوشکار که با تضمین کیفیت مطلوب، افزایش راندمان کاری را نیز به دنبال داشته باشد، به عنوان هدف الگوریتم، مورد نظر قرار گرفت. بعد از حدود 200 تکرار نتایج مطلوب حاصل شد. جدول ۳ مقادیر حاصله از انجام آزمایش را نشان می دهد. با انتخاب این مقادیر، جوش با کیفیت مطلوب حاصل می شود.



مجمع آموزش عالی اصفهان

National Conference of Mechanics – Materials and Advanced Technology

اصفهان - خراسان شمالی

۹۴ مهر ۹۸

کنفرانس ملی مکانیک - مواد و فناوری های پیشرفته



- [6] Ill-Soo Kim, Joon-Sik Son, Sang-Heon Lee, Prasad K.D.V. Yarlagadda, "Optimal design of neural networks for control in robotic arc welding," *Int. J. of Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, vol. 20, pp. 57-63, 2004.
- [7] C.S. Wu, J.Q. Gao and Y.H. Zhao, "Neural network for weld penetration control in gas tungsten arc welding," *Int. J. of Journal of Acta Metall. Sin.*, Vol. 19, pp. 27-33, 2006.
- [8] Cemal Meran, "Prediction of the optimized welding parameters for the joined brass plates using genetic algorithm," *Int. J. of Materials and Design*, vol. 27, pp. 356-363, 2006.
- [9] Erdal Karadeniz, Ugur Ozsarac, Ceyhan Yildiz, "The effect of process parameters on penetration in gas metal arc welding processes," *Int. J. of Materials and Design*, vol. 28(2), pp. 649-656, 2007.
- [10] SAS Institute, Inc., SAS/STAT User's Guide, 2003 Edition, SAS Institute Inc., Cary, NC, 2003
- [11] Xiutang Geng, Jin Xu, Jianhua Xiao, Linqiang Pan, "A for the maximum simple simulated annealing algorithm clique problem," *Int. J. of Information Sciences*, pp. 5064-5071, 2007.
- [12] I.S. Kim, J.S. Son, C.E. Park, I.J. Kim, H.H. Kim, "An investigation into an intelligent system for predicting bead geometry in Arc welding process," *Int. J. of Materials Processing Technology*, vol. 159, pp. 113-118, 2005.
- [13] Hagan, M.T., and M. Menhaj, "Training feed-forward networks with the Marquardt algorithm," *IEEE Transactions on Neural Networks*, Vol. 5, No. 6, 1994, pp. 989-993, 1994.
- Parikshit, D., Kumar P. D., "Modeling of TIG Welding Process Using Conventional Regression Analysis And Neural Network-Based Approaches", *Journal of Materials Processing Technology*, 184 (2007) 56-68
- Nagesha, D.S., Dattab, G.L., "Genetic Algorithm For Optimization of Welding Variables for Height to Width Ratio and Applications of ANN for prediction of Bead Geometry for TIG Welding Process", *Applied Soft Computing*, 10 (2010) 897-907.