Archive of SID

مجله مهندسی مکانیک مدرس، آبان ۱۳۹٤، دوره ۱۵، شماره ۱۳، ویژه‌نامه مجموعه مقالات کنفرانس، ص‌ص ٦٤-٦٧

مجموعه مقالات کنفرانس ماشین‌کاری و ماشین‌های ابزار پیشرفته، تهران، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳ و ۱٤ آبان ۱۳۹٤

مهندسی مکانیک مدرس

mme.modares.ac.ir

بررسی تجربی فرآیند تراش‌کاری هیبریدی به‌کمک جت سیال پرفشار و بهینه‌سازی فرآیند با استفاده از الگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی

سیداحسان میرمحمدصادقی[۱*]، حسین امیرآبادی[۲]

۱- دانشجوی دکتری، مهندسی مکانیک، دانشگاه بیرجند، بیرجند
۲- دانشیار، مهندسی مکانیک، دانشگاه بیرجند، بیرجند
* بیرجند، صندوق‌پستی ۶۱۵/۹۷۱۷۵ emmsadeghi@birjand.ac.ir

چکیده

ماشین‌کاری هیبریدی به‌کمک جت سیال پرفشار یک روش موثر در بهبود شرایط ماشین‌کاری می‌باشد. امتیاز اصلی این روش تمرکز سیال برشی پرفشار در محل ماشین‌کاری و کاهش سطح تماس ابزار– براده می‌باشد. در این پژوهش به‌منظور اعمال جت سیال پرفشار از مجموعه‌ای از پمپ‌ها شامل پمپ واترجت استفاده گردید. ابزارگیر ویژه‌ای نیز به‌همین منظور طراحی و ساخته شد. آزمایش‌ها به‌گونه‌ای طراحی گردید تا بررسی پارامترهای فرآیند شامل فشار جت سیال برشی، سرعت برشی، نرخ پیشروی و عمق برش امکان‌پذیر باشد. حین انجام آزمایش‌ها نیروهای ماشین‌کاری و زبری سطح اندازه‌گیری شد. نتایج وجود شرایط بهینه مربوط به مقدارهای کمینه نیرو و زبری سطح را در فرآیند ماشین‌کاری هیبریدی به‌کمک جت سیال پرفشار نشان می‌دهد. بنابراین نیاز به بهینه‌سازی پارامترهای فرآیند به‌منظور به‌کارگیری موثرتر این روش ماشین‌کاری هیبریدی وجود دارد. از شبکه عصبی با پیکربندی مناسب که توسط الگوریتم ژنتیک آموزش داده شده برای تعیین مدل پیشگوی فرآیند استفاده گردید. در نهایت الگوریتم ژنتیک به‌منظور بهینه‌سازی پارامترهای فرآیند به‌کارگرفته شد. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که الگوریتم به‌کاررفته توانایی پیش‌بینی مقدارهای بهینه پارامترهای فرآیند با دقت مناسب را دارد.

کلید واژگان: ماشین‌کاری هیبریدی، جت سیال، شبکه عصبی، مدل پیشگو، الگوریتم ژنتیک

Experimental investigation of high pressure hybrid jet assisted turning and process optimization by genetic algorithm and neural network

Ehsan Mirmohammadsadeghi*, Hosein Amirabadi

Department of Mechanical Engineering, University of Birjand, Birjand, Iran
* P.O.B. 615/97175 Birjand, Iran, emmsadeghi@birjand.ac.ir

ABSTRACT

High pressure hybrid jet assisted machining is an efficient method to improve the machining conditions. The significant advantage of this method is concentration of high pressure fluid on machining zone and reduction in tool-chip interface. In this research, a collection of pumps and water jet pump was used in order to supply a high pressure jet. A specific tool holder was designed and manufactured. Experiments were designed to investigate the process parameters such as jet pressure, cutting speed, feed rate and depth of cut. During the experiments, the cutting forces and surface roughness were measured. Results showed the existence of the optimum conditions of the minimum cutting force and surface roughness in hybrid jet assisted machining. Thus, the optimization of process parameters is necessary in order to use hybrid machining more efficiently. A neural network with suitable topology was utilized which was trained by genetic algorithm to obtain the predictive model. Ultimately, genetic algorithm was applied to optimize process parameters. Results showed the ability of employed algorithm to predict the optimum parameters with considerable accuracy.

Keywords: Jet of Fluid, Genetic Algorithm, Hybrid Machining, Neural Network, Predictive Model

۱- مقدمه

فرآیند ساخت یا تولید هیبریدی به‌معنی ترکیب فرآیندها یا دستگاه‌ها به‌منظور تولید قطعات به‌روش موثرتر و با قابلیت تولید بهتر می‌باشد. روش‌های ماشین‌کاری هیبریدی براساس اثر متقابل و همزمان مکانیزم‌های فرآیند و یا منابع و ابزارهای انرژی عمل‌کرده و دارای تاثیر مهمی بر کارایی فرآیند می‌باشند. این فرآیندها تاثیر زیادی بر روی مشخصات ساخت داشته که منجر به قابلیت ماشین‌کاری بالاتر، کاهش در نیروهای ماشین‌کاری و غیره می‌گردند. هم‌چنین به‌خاطر اثر ترکیبی، این فرآیندها تاثیر مهم و در اغلب موارد تاثیر مثبتی بر روی کیفیت سطح قطعات ماشین‌کاری شده دارند [۱].

در این فرآیندها دو یا چند منبع انرژی یا ابزار ترکیب شده و یک اثر مشترک بر روی ناحیه اعمالی دارند. این فرآیندها به دو دسته "فرآیندهای هیبریدی کمکی" و "فرآیندهای هیبریدی ترکیبی" تقسیم می‌گردند. فرآیندهای هیبریدی ترکیبی از ترکیب مستقیم دو فرآیند ساخت مانند ماشین‌کاری الکتروشیمیایی و ماشین‌کاری تخلیه الکتریکی بوجود می‌آیند.

در فرایندهای هیبریدی کمکی براده‌برداری به‌همراه منابع انرژی کمکی مثل ارتعاش، لیزر و جت سیال پرفشار صورت می‌گیرد.

اعمال جت سیال پرفشار یک روش بسیار مهم برای بهبود قابلیت ماشین‌کاری مواد می‌باشد. اساس کار این روش برمبنای اعمال سیال پرفشار در محل ماشین‌کاری است. در ماشین‌کاری به‌کمک جت سیال پرفشار می‌توان بین سطح تماس براده و ابزار یک فشار هیدرولیکی مناسب ایجاد نموده که باعث

Please cite this article using:
E. Mirmohammadsadeghi, H. Amirabadi, Experimental investigation of high pressure hybrid jet assisted turning and process optimization by genetic algorithm and neural network, *Modares Mechanical Engineering*, *Proceedings of the Advanced Machining and Machine Tools Conference*, Vol. 15, No. 13, pp. 64-67, 2015 (in Persian فارسی)

برای ارجاع به این مقاله از عبارت ذیل استفاده نمایید:

www.SID.ir

Archive of SID

بلندکردن براده و درنتیجه کاهش سطح تماس بین ابزار و براده می‌گردد [۲]. تحقیقات صورت گرفته در مورد این فرآیند نشان می‌دهند که فشار سیال تاثیر مهمی بر شکل‌گیری براده (شکل براده، شکست براده)، عمر ابزار، سایش ابزار، ساختار متالورژیکی قطعه‌کار ناشی از تغییرات قابل توجه دما و روانکاری (کاهش طول تماس بین براده و سطح براده ابزار) دارد [۳].

شارمن و همکاران [۴] آزمایش تجربی با استفاده از سیستم‌های سیال خنک‌کننده پرفشار به‌منظور طولانی‌تر نمودن عمر ابزار صورت داده‌اند.

کلوکه و همکاران [۵] تاثیر به‌کارگیری جت سیال پرفشار را بر کیفیت سطح قطعه‌کار و سایش ابزار مورد بررسی قرار داده‌اند. آن‌ها دریافته‌اند که با افزایش فشار جت سیال تا حد قابل ملاحظه‌ای سایش ابزار کاهش می‌یابد، این امر به‌دلیل کاهش سطح تماس بین ابزار و براده حین ماشین‌کاری با جت سیال می‌باشد. نتایج آن‌ها در مورد کیفیت سطح نشان می‌دهد که به‌کارگیری جت سیال پرفشار بهبود قابل ملاحظه‌ای در کیفیت سطح نسبت به ماشین‌کاری خشک به‌همراه داشته است ولی افزایش فشار جت سیال موجب افزایش زبری سطح می‌گردد.

برمینگهام و همکاران [۶] دو روش ماشین‌کاری به‌کمک جت سیال پرفشار و خنک‌کاری تبریدی را در ماشین‌کاری آلیاژ تیتانیوم مورد مقایسه قرار داده‌اند. آن‌ها عمر ابزار و چگونگی شکل گیری براده را مورد مطالعه و بررسی قرار داده و دریافته‌اند که با به‌کارگیری جت سیال پرفشار عمر ابزار افزایش یافته و براده‌های ریزتری شکل می‌گیرد.

واگنوریوس و سوربی [۷] تایید می‌کنند که هنگام اعمال جت سیال پرفشار می‌توان قابلیت تولید در ماشین‌کاری آلیاژها با مقاومت حرارتی بالا را افزایش داد. ازوگوو [۲] بهبود در عمر ابزار در ماشین‌کاری به‌کمک جت سیال پرفشار با ابزارهای کاربایدی پوشش‌دار تا سرعت برشی ۵۰ متر بر دقیقه را گزارش نموده است. با بررسی تحقیقات صورت گرفته در زمینه ماشین‌کاری به‌کمک جت سیال پرفشار می‌توان دریافت که به‌دلیل وجود حالت‌های بهینه در این فرآیند نیاز به بهینه‌سازی پارامترهای فرآیند وجود دارد. در این پژوهش با انجام آزمایش‌های تجربی بر روی پارامترهای فرآیند و اندازه‌گیری مقدارهای نیروی ماشین‌کاری و زبری سطح، بهینه‌سازی فرآیند توسط شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک صورت گرفته است.

۲- روش تحقیق

در این پژوهش از روش ماشین‌کاری هیبریدی به‌کمک جت سیال پرفشار استفاده گردید. در این روش از جت سیال پر فشار به‌منظور اعمال متمرکز و موثر سیال برشی در محل ماشین‌کاری استفاده گردید. برای تامین جت سیال برشی پرفشار از یک پمپ واتر جت با قابلیت تامین فشار سیال تا bar ۲۵۰ استفاده گردید. هم‌چنین یک ابزارگیر مناسب جهت اعمال جت سیال در محل ماشین‌کاری طراحی و ساخته شد. دیگر دستگاه‌های مورد استفاده شامل دو پمپ کمکی، دستگاه تراش مدل TN50BR، دینامومتر مدل 9265B ساخت شرکت کیستلر[1] سوییس و زبری‌سنج M300 ساخت شرکت ماهر[2] آلمان می‌باشد. استاندارد مورد استفاده برای ابزارگیر DSSNR2525M12 و اینسرت مورد استفاده از جنس کارباید تنگستن گرید P10 با کد SNMM120412 می‌باشد. شکل ۱ نمایی از دستگاه دینامومتر، ابزارگیر طراحی شده و نمونه قطعه‌کار مورد استفاده را حین انجام آزمایش نشان می‌دهد. در تصویر چگونگی اعمال جت سیال پرفشار مشخص می‌باشد.

آزمایش‌ها به‌گونه‌ای طراحی گردید تا بررسی پارامترهای فرآیند شامل فشار جت سیال برشی، سرعت برشی، نرخ پیشروی و عمق برش امکان پذیر باشد. در طراحی کامل آزمایش‌ها ۳۲ آزمایش درنظرگرفته شد که در آن فشار سیال در چهار سطح ۵، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۸۰ بار، سرعت برشی در دو سطح ۳۶ و ۷۷ متر بر دقیقه، نرخ پیشروی در دو سطح ۰/۰۸ و ۰/۲۲ میلی‌متر بر دور و عمق برش نیز در دو سطح ۰/۵ و ۱ میلی‌متر تعیین گردید. آزمایش‌ها بر روی قطعات فولادی به قطر ۴۰ و طول ۲۵۰ میلی‌متر صورت گرفت. حین انجام هر مرحله از آزمایش‌ها نیروهای ماشین‌کاری و زبری سطح مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. با داشتن سه مولفه اصلی نیروی ماشین‌کاری برآیند نیروی ماشین‌کاری محاسبه گردید. در نهایت مقدارهای بهینه برای نیروی ماشین-کاری و زبری سطح توسط ترکیب مدل پیشگوی شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک برحسب پارامترهای فرآیند (فشار جت سیال برشی، سرعت برشی، نرخ پیشروی و عمق برش) بدست‌آمد.

جدول ۱ پارامترهای تنظیمی فرآیند در هر آزمایش را به‌همراه نتایج مربوط به مقدارهای نیروی ماشین‌کاری و زبری سطح نشان می‌دهد.

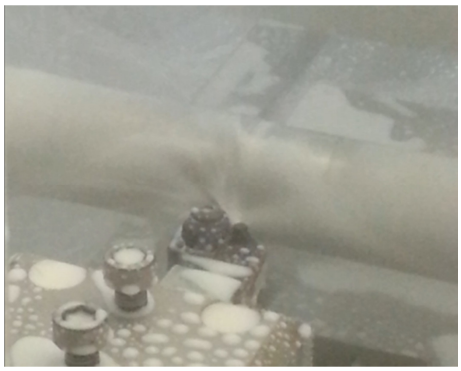
۳- بهینه‌سازی

با بررسی نتایج بدست آمده برای مقدارهای نیروی ماشین‌کاری و زبری سطح مشخص می‌گردد که رابطه پیچیده‌ای بین پارامترهای فرآیند و مقدارهای نیرو و زبری سطح وجود دارد که تعیین آن به روش‌های معمول رگرسیونی با خطای بسیار زیادی همراه است. در این پژوهش از ترکیب شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک برای بهینه‌سازی پارامترهای این فرآیند استفاده گردیده‌است. بدین منظور در نرم‌افزار متلب[3] شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک به‌گونه‌ای کدنویسی گردیدند که ارتباط بین کدها برای آموزش شبکه عصبی و بهینه‌سازی فرآیند برقرار گردد.

۳-۱- شبکه عصبی

در این پژوهش به‌دلیل قابلیت شبکه عصبی در ارائه مدل پیشگو برای روابط بین پارامترهای ورودی و خروجی فرآیند در فرآیندهایی با پیچیدگی زیاد از شبکه عصبی برای دستیابی به‌مدل پیشگوی فرآیند استفاده شده است [۹،۸].

به‌دلیل پیچیدگی‌های مدل مورد بررسی از یک شبکه عصبی با دو لایه مخفی استفاده گردید. به‌منظور تعیین پیکربندی مناسب (تعداد نرون‌ها و تابع انتقال) هر لایه از شبکه عصبی، ابتدا به‌روش سعی و خطا تابع انتقال مناسب برای هر کدام از لایه‌های مخفی و لایه خروجی شبکه عصبی انتخاب گردید.



شکل ۱ دستگاه دینامومتر، ابزارگیر طراحی شده و نمونه مورد استفاده حین انجام آزمایش

1. Kistler
2. Mahr
3. Matlab

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱ پارامترهای فرآیند به‌همراه نتایج نیروی ماشین‌کاری و زبری سطح

شماره آزمایش	سرعت برشی (m/min)	نرخ پیشروی (mm/rev)	عمق برش (mm)	فشار سیال (bar)	زبری سطح Ra(μm)	نیروی ماشین‌کاری (N)
۱	۳۶	۰/۰۸	۰/۵	۵	۳/۵۵	۱۱۵/۳
۲	۳۶	۰/۰۸	۰/۵	۵۰	۳/۱۴۸	۱۲۸
۳	۳۶	۰/۰۸	۰/۵	۱۰۰	۲/۲۲۹	۱۰۶/۸
۴	۳۶	۰/۰۸	۰/۵	۱۸۰	۰/۸۹۲	۱۳۰/۳
۵	۳۶	۰/۰۸	۱	۵	۴/۴۷۹	۱۹۰
۶	۳۶	۰/۰۸	۱	۵۰	۲/۴۸۳	۲۳۸/۵
۷	۳۶	۰/۰۸	۱	۱۰۰	۱/۱۳۵	۲۰۴/۴
۸	۳۶	۰/۰۸	۱	۱۸۰	۱/۹۷۵	۳۰۵
۹	۳۶	۰/۲۲	۰/۵	۵	۶/۲۸۴	۵۵۴/۵
۱۰	۳۶	۰/۲۲	۰/۵	۵۰	۳/۴۹۴	۳۳۶/۴
۱۱	۳۶	۰/۲۲	۰/۵	۱۰۰	۴/۲۲۵	۴۲۷/۹
۱۲	۳۶	۰/۲۲	۰/۵	۱۸۰	۶/۶۰۵	۳۱۱/۲
۱۳	۳۶	۰/۲۲	۱	۵	۶/۷۸۶	۶۰۰
۱۴	۳۶	۰/۲۲	۱	۵۰	۳/۶۲۱	۵۶۷/۸
۱۵	۳۶	۰/۲۲	۱	۱۰۰	۵/۲۱۸	۶۹۳/۲
۱۶	۳۶	۰/۲۲	۱	۱۸۰	۵/۳۵۳	۶۶۱/۹
۱۷	۷۷	۰/۰۸	۰/۵	۵	۱/۸۱۸	۱۶۷/۳
۱۸	۷۷	۰/۰۸	۰/۵	۵۰	۴/۳۹۶	۴۲
۱۹	۷۷	۰/۰۸	۰/۵	۱۰۰	۳/۴۴۹	۳۶/۷
۲۰	۷۷	۰/۰۸	۰/۵	۱۸۰	۱/۸۰۵	۱۴۹/۷
۲۱	۷۷	۰/۰۸	۱	۵	۳/۷۹۴	۲۶۹/۲
۲۲	۷۷	۰/۰۸	۱	۵۰	۴/۲۳۰	۱۹۸
۲۳	۷۷	۰/۰۸	۱	۱۰۰	۴/۴۵۷	۲۳۱/۱
۲۴	۷۷	۰/۰۸	۱	۱۸۰	۱/۹۵۹	۱۸۳/۵
۲۵	۷۷	۰/۲۲	۰/۵	۵	۲/۱۳۴	۶۰۰/۸
۲۶	۷۷	۰/۲۲	۰/۵	۵۰	۲/۵۲۱	۳۶۵/۳
۲۷	۷۷	۰/۲۲	۰/۵	۱۰۰	۳/۳۲۱	۳۳۸/۴
۲۸	۷۷	۰/۲۲	۰/۵	۱۸۰	۲/۶۱۹	۳۹۶/۷
۲۹	۷۷	۰/۲۲	۱	۵	۲/۱۴۷	۸۸۶
۳۰	۷۷	۰/۲۲	۱	۵۰	۲/۳۹۷	۲۶۷/۴
۳۱	۷۷	۰/۲۲	۱	۱۰۰	۲/۵۹۴	۳۴۷/۱
۳۲	۷۷	۰/۲۲	۱	۱۸۰	۳/۴۸۱	۸۳۴/۴

انتخاب تابع انتقال لوگ‌سیگموئید[1] برای تمامی لایه‌های شبکه عصبی کمترین خطای آموزش و تست شبکه عصبی را در پی داشت. پس از تعیین توابع انتقال، تعداد نرون‌های هر لایه با هدف کاهش خطای آموزش و خطای تست شبکه عصبی تعیین گردید.

جدول ۲ چگونگی انتخاب پیکربندی مناسب شبکه عصبی مورد استفاده را براساس خطای آموزش و تست مربوط به داده‌های نیروی ماشین‌کاری و زبری سطح نشان می‌دهد. در این جدول تنها تعدادی از سعی و خطاهای صورت گرفته نزدیک به پیکربندی بهینه شبکه عصبی آورده شده است. همان‌طور که از این جدول نیز مشخص است پیکربندی بهینه شبکه عصبی که بتواند هر دو پارامتر نیروی ماشین‌کاری و زبری سطح را با کمترین خطا پیش‌بینی نماید پیکربندی ۱-۴-۲-۴ می‌باشد که در آن لایه میانی اول دارای ۲ نرون و لایه میانی دوم دارای ۴ نرون می‌باشد.

1. Logsig

جدول ۲ تعیین پیکربندی مناسب شبکه عصبی براساس کمترین درصد خطای بدست آمده

پیکربندی شبکه عصبی	۱-۵-۴-۴	۱-۳-۴-۴	۱-۲-۴-۴	۱-۴-۲-۴	۱-۳-۳-۴
درصد خطای زبری سطح	۹/۲	۹/۳	۷/۲	۸/۳	۷/۸
درصدخطای نیروی ماشین‌کاری	۸/۷	۸	۸/۷	۷/۱	۹

جدول ۳ خطاهای نهایی شبکه عصبی آموزش داده شده توسط الگوریتم ژنتیک

میانگین‌خطای تست	میانگین‌خطای آموزش	مینیمم مربعات خطای آموزش	تعداد نسل الگوریتم	مدل شبکه عصبی
٪ ۹/۷	٪ ۶/۴	۰/۰۰۶۳۷	۹۰۰	زبری سطح
٪ ۸/۷	٪ ۷/۲	۰/۰۰۹۰۵	۱۵۰۰	نیروی ماشین-کاری

۳-۲- آموزش شبکه عصبی

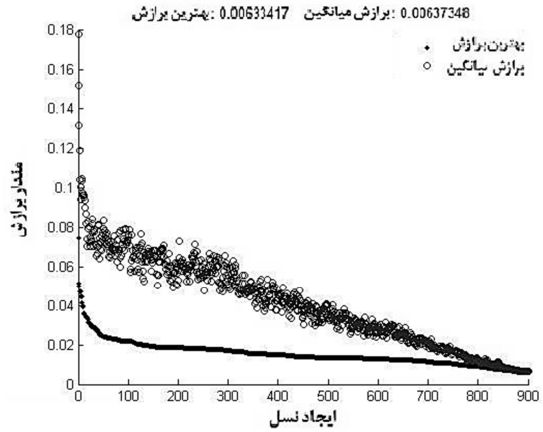
به‌منظور تعیین مدل پیش‌بینی فرآیند با دقت قبول بایستی شبکه عصبی آموزش داده شود. یکی از روش‌های پیش فرض آموزش شبکه عصبی استفاده از الگوریتم پس انتشار خطا می‌باشد. این روش آموزش برای دست‌یابی به‌دقت قابل قبول برای مدل ارائه شده نیازمند داده‌های بسیار زیادی بوده که برای فرآیندهای ساخت مانند ماشین‌کاری هیبریدی نیاز به صرف هزینه بسیار زیاد می‌باشد. بنابراین در این پژوهش از الگوریتم ژنتیک به‌منظور کاهش خطای آموزش شبکه عصبی استفاده گردید.

پس از آموزش شبکه عصبی مدل بدست آمده از شبکه عصبی توسط الگوریتم ژنتیک مورد بهینه‌سازی قرار گرفت و مقدارهای بهینه بدست آمد.

در جدول ۳ خطای شبکه عصبی آموزش داده شده توسط الگوریتم ژنتیک آورده شده است.

شکل‌های ۲ و ۳ نمودار همگرایی در فرآیند آموزش شبکه عصبی به‌کمک الگوریتم ژنتیک را به‌ترتیب برای داده‌های زبری سطح و نیروی ماشین‌کاری نشان می‌دهد.

برای دو پارامتر زبری سطح و نیروی ماشین‌کاری به‌ترتیب از تابع جهش[2] گوسین[3] و ادپت فیزیبل[4] برمبنای جنس تغییرات دو پارامتر استفاده شده است.

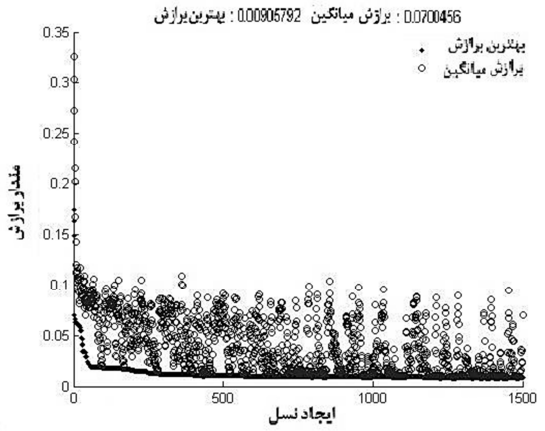


شکل ۲ نمودار همگرایی در فرآیند آموزش شبکه عصبی به‌کمک الگوریتم ژنتیک مربوط زبری سطح ماشین‌کاری

2. Mutation
3. Gaussian
4. Adaptfeasible

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳ نمودار همگرایی در فرآیند آموزش شبکه عصبی به‌کمک الگوریتم ژنتیک مربوط نیروی ماشین‌کاری

تعداد نسل‌های تعیین شده برای الگوریتم ژنتیک به‌گونه‌ای انتخاب می‌گردد که تا زمانی که خطای آموزش و تست کاهش یابد تعداد نسل‌ها افزایش یابد. افزایش بیش از حد نسل‌ها موجب افزایش مقدار خطای تست به‌دلیل یادگیری بیش از حد شبکه عصبی می‌گردد.

۴- نتیجه‌گیری

هدف اصلی این پژوهش بررسی پارامترهای فرآیند ماشین‌کاری هیبریدی به‌کمک جت سیال پرفشار شامل فشار جت سیال پر فشار، سرعت برشی، نرخ پیشروی و عمق برش و تاثیر آن‌ها بر پارامترهای نیروی ماشین‌کاری و زبری سطح و هم‌چنین دست‌یابی به مدل پیشگوی شبکه عصبی برای فرآیند به‌طوری‌که با کمترین خطا بتوان رابطه‌ای میان پارامترهای ورودی و خروجی فرآیند به‌دست آورد و در نهایت بهینه‌سازی فرآیند را با ترکیب مدل شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک صورت داد.

می‌توان گفت که الگوریتم ژنتیک هم توانسته به‌عنوان الگوریتم آموزش دهنده شبکه عصبی و هم به‌صورت الگوریتم بهینه‌ساز برای تعیین مقدارهای بهینه پارامترهای فرآیند پیچیده‌ای چون ماشین‌کاری هیبریدی به‌کمک جت سیال پرفشار به‌کار رود.

۵- مراجع

[1] B. Lauwers, F. Klocke, A. Klink, A. E. Tekkaya, R. Neugebauer, D. Mcintosh, Hybrid processes in manufacturing, *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, Vol. 1252, pp. 1-23, 2014.

[2] E. Ezugwu, J. Bonney, Finish Machining of Nickel-Base Inconel 718 Alloy With Coated Carbide Tool Under Conventional and High-Pressure Coolant Supplies, *Tribology Transactions*, Vol. 48, pp. 76–81, 2005.

[3] C. Sanz, E. Fuentes, O. Gonzalo, Turning Performance Optimisation of Aeronautical Materials By Using High Pressure Cooling Technology, *5th International Conference on High Speed Machining Metz*, Vol. 123, pp. 269–280, 2006.

[4] ARC. Sharman, JI. Hughes, K. Ridgway, Surface integrity and tool life when turning Inconel 718 using ultra-high pressure and flood coolant systems, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, Vol. 222, No. 6, pp. 653–664, 2008.

[5] F. Klocke, L. Settineri, D. Lung a, P. C. Priarone, M.Arft, High performance cutting of gamma titanium aluminides: Influence of lubricoolant strategy on tool wear and surface integrity, *Wear*, Vol. 302, pp. 1136–1144, 2013.

[6] M.J. Berminghama, S. Palanisamy, D. Kenta, M.S. Dargusch, A comparison of cryogenic and high pressure emulsion cooling technologies on tool life and chip morphology in Ti–6Al–4V cutting, *Journal of Materials Processing Tecnology*, Vol. 212, pp.752-765,2012.

[7] Z. Vagnorius, K. Sorby, Effect of high-pressure cooling on life of SiAlON tools in machining of Inconel 718, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 54, pp. 83–92, 2011.

[8] F. Jafarian, M. Taghipour, H. Amirabadi, Application of artificial neural network and optimization algorithms for optimizing surface roughness, tool life and cutting forces in turning operation, *Journal of Mechanical Science and Technology*, Vol. 27, No. 5, pp. 1469-1477, 2013.

[9] F. Jafarian, H. Amirabadi, M. Fattahi, Improving surface integrity in finish machining of Inconel 718 alloy using intelligent systems, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 71, pp. 817–827, 2014.

www.SID.ir