بسمه تعالی

The 8th International Conference of Iranian Operations Research Society
Ferdowsi University of Mashhad
21-22 May 2015

هشتمین کنفرانس بین المللی انجمن ایرانی تحقیق در عملیات

گواهی ارائه

بدینوسیله گواهی می شود که مقاله

مقایسه دو شبکه عصبی ANFIS و RBF در نمودارهای کنترل فازی فرآیند های تولید

با نویسندگان

بهرام صادقپور گیلده - مهرناز مظفری پیمان - مجید سرمد

در هشتمین کنفرانس بین المللی انجمن ایرانی تحقیق در عملیات به صورت پوستر توسط سرکار خانم مهرناز مظفری پیمان ارائه شده است.

دکتر کاظم خیاری نژاد
دبیر کنفرانس

دکتر حسین تقی زاده کاخکی
دبیر علمی

آدرس:
دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده علوم ریاضی
تلفن:
051-38806222
پست الکترونیک:
or8@um.ac.ir
منزلگاه:
or8.um.ac.ir

مقایسه دو شبکه عصبی $ANFIS$ و RBF در نمودارهای کنترل فازی فرآیند های تولید

مهرناز مظفری پیمان *، بهرام صادقپور گیلده و مجید سرمد

گروه آمار، دانشکده علوم ریاضی، دانشگاه فردوسی مشهد.
* دانشجوی کارشناسی ارشد.
stat.peyman@gmail.com

چکیده

فرآیند تولید یک محصول، همواره تحت تاثیر عوامل گوناگونی قرار می گیرد. یکی از روش های رایج برای کنترل فرآیند، استفاده از نمودار کنترل شوهارت می باشد. اما در پاره ای از موارد همچون قضاوت ذهنی متخصصان مختلف، اطلاعات موجود دارای ابهام و عدم قطعیت هستند، که سبب کاهش کارایی می گردد. یکی از مهمترین و کارآمدترین راهکار پیشنهادی استفاده از منطق فازی در نمودار های کنترل است. نمودار های کنترل فازی برای یک فرآیند با نتایج فازی به دست آمده از رتبه بندی کیفیت توسط گروهی از متخصصان ارائه شده است، که شامل مراحل تحت کنترل و خارج از کنترل است. اصل این روش برای تعیین میزان تطبیق بین میانگین نمونه و میانگین فرآیند تحت کنترل می باشد. در این تحقیق، علاوه بر نظارت بر گرایش مرکزی فرآیند، درجه فازی بودن نیز مشخص می گردد. کارشناسان، کیفیت محصول را براساس مقیاس عددی رتبه بندی می کنند. این رتبه، عددی منحصر به فرد بوده و سپس به صورت جمعی در قالب اعداد فازی بیان می شود. این اعداد برای تشریح خروجی های مبهم فرآیند مورد استفاده قرار می گیرند. دانش جمعی اعمال شده توسط کارشناسان در هنگام رتبه بندی، سبب ارتقاء کیفیت فرآیند می شود که از طریق تجزیه و تحلیل رگرسیون فازی با استفاده از شبکه عصبی تابع پایه شعاعی مدار(RBF) و شبکه تطبیقی عصبی-فازی ($ANFIS$) به دست آمده است. نمودار کنترل ذکر شده، با استفاده از اعداد فازی از طریق رتبه بندی میزان ابهام مشاهدات نادقیق اصلی، رسم می شود.

کلمات کلیدی شبکه عصبی؛ اعداد فازی؛ نمودار کنترل.

۱ پیش‌گفتار

کنترل کیفیت آماری روشی برای نظارت بر فرآیندها برای شناسایی علل ویژه تغییرات و انجام اقدامات اصلاحی است. شوهارت [۵]کیفیت محصول تولیدی را به صورت یک تابع عضویت دودوئی بیان نمود که فقط شامل دو مقدار یک و صفر به ترتیب برای انطباق و عدم انطباق بود. اما در بسیاری از موارد، کیفیت یک محصول نمی تواند بر حسب انطباق یا عدم انطباق دسته بندی شود و لذا استفاده از نمودارهای کنترل کلاسیک چندان مفید نخواهد بود. در زمینه کنترل فرآیند آماری استفاده از نظریه فازی در سال ۱۹۸۳ میلادی توسط براد شاو[۳] آغاز شد. وی از مجموعه های فازی برای تحلیل میزان مرغوبیت محصول درجه بندی شده از نظر کیفیت استفاده نمود.

نمودارهای کنترل فازی بر خلاف نمودارهای کنترل کلاسیک زمانی به کار می روند که چندین سطح از کیفیت در یک فرآیند تولید وجود داشته باشد. روش های کنترل کیفیت نرم افزاری به طور معمول در فرآیند های تولیدی اعمال می شود که در آن بدست آوردن شرح کیفیت دقیق مورد بازرسی دشوار است، تحت این شرایط، بازرس ارزیابی کیفیت محصول مورد بازرسی براساس قضاوت ذهنی خود نتیجه را اعلام می کند. از این رو فرآیند بازرسی منجر به یک نتیجه مبهم می شود. در نظارت بر فرآیند های تولید مبهم، مشاهدات مبهم را می توان به اعداد دقیق برای ساخت نمودارهای کنترل آماری مورد استفاده تبدیل نمود. با این حال، این روش دارای دو ایراد بالقوه است. اولاً تبدیل مشاهدات مبهم به دقیق، و ثانیاً عدم قطعیت مشاهدات مبهم، در نتیجه این مشاهدات ممکن است به اندازه کافی فرض تغییرات تصادفی ذاتی در روش های کنترل کیفیت آماری را پشتیبانی نکنند. نظریه ی مجموعه های فازی به طور خاص به توسعه مفاهیم وتکنیک های برخورد با منابع عدم قطعیت و یا عدم دقت غیر آماری در طبیعت، می پردازد. از این رو، این مطالعه یک کنترل فرآیند به روش فازی است که در آن، نمودار کنترل فازی نظارت بر فرآیندی با نتایج اعداد فازی را پیشنهاد می کند.

۲ شبکه های عصبی-فازی

هرکدام از شبکه های عصبی و سیستم های فازی دارای نواقص خاص خود هستند. وقتی سیستمی تنها با شبکه عصبی طراحی می شود، شبکه به صورت جعبه سیاهی است که نیاز به تعریف شدن دارد، که یک فرآیند کاملاً محاسباتی و سنگین خواهد بود. در نهایت، طراح یک شبکه عصبی بعد از تجربه ها و تمرین های زیاد، به یک رضایت نسبی دست می یابد. از طرف دیگر، در طراحی سیستم های فازی نیاز به فهم عمیقی از متغیر های فازی و توابع عضویت و هم چنین انتخاب صحیح قوانین فازی است. شبکه های عصبی-فازی به بهترین نحو این دو سیستم را (سیستم عصبی و سیستم فازی) ترکیب می کند. این شبکه های ترکیبی، ورودی های فازی را در نظر می گیرند و در عین حال، قابلیت یادگیری را هم دارند.سیستمهای عصبی-فازی دارای مدل های مختلفی هستند که در این تحقیق از شبکه تابع پایه شعاعی مدارRBF و شبکه تطبیقی عصبی-فازی $ANFIS$ استفاده شده است.
شبکهRBF شامل سه لایه ی ورودی، دوم یا پنهان و خروجی است. ویژگی منحصر به فرد این شبکه پردازشی است که در لایه پنهان انجام می شود. متداول ترین تابع پایه شعاعی، تابع گوسی است. خروجی سلول عصبی j در لایه پنهان عبارت است از:

$$h_j(X) = exp[-\frac{+(x_i - u_j)^2}{2\sigma^2}] \qquad (۱)$$

متغیر σ پهنا یا شعاع زنگوله تعریف شده و گاهی باید به صورت تجربی تعیین شود.
شبکه $ANFIS$ شامل پنج لایه ورودی، قوانین، نرمالیزاسیون، غیرفازی ساز و خروجی است. این شبکه مجموعه ای از قوانین اگر و آنگاه به فرم زیر است:

$$\begin{aligned} x_1 &= A_1^i, x_2 = A_2^i, \ldots, x_n = A_m^i \Longrightarrow \\ y &= \sum_{i=1}^{R} \bar{w}_i(\alpha_{i,1}x_1 + \ldots + \alpha_{i,n}x_n + \alpha_{i,n+1}) \end{aligned}$$

به طوری که x_i ها ورودی شبکه، A مجموعه های فازی و y خروجی شبکه می باشد.

۱.۲ نمودار کنترل فازی

برای ساخت نمودار کنترل فازی نیاز به داشتن اطلاعات درباره میانگین فرآیند است، که این میانگین از نمونه های تولیدی در زمان تحت کنترل بودن فرآیند حاصل می شود. نتیجه کیفیت هر محصول از نمونه با استفاده از RBF و $ANFIS$ با فرض این که نمونه شامل M رتبه فازی$\widehat{Y}_1, \widehat{Y}_2, ..., \widehat{Y}_k$ است، به دست می آید. که با توجه به نتایج شبیه سازی مشخص می شود، با وجود یکسان بودن نمونه های ورودی، شبکه عصبی RBF بهتر تعلیم دیده و به دلیل عدم استفاده از غیر فازی ساز ها دارای عملکرد بهتری و انعطاف پذیری و دقت بیشتری است. میزان خطای این شبکه کمتر و همچنین قابلیت تعلیم پذیری بر روی سلول های مربوطه را دارد و نیازی به تعلیم کل شبکه نمی باشد. در نتیجه نمودار کنترل فازی با استفاده از نتایج شبکه عصبی RBF بدست آمده است. میانگین فرآیند تولید به صورت زیر محاسبه می شود:

$$\begin{aligned} \widehat{Y} &= \frac{\sum_{j=1}^{q} h_j(X)\nu_j}{\sum_{j=1}^{q} h_j(X)} \\ \bar{Y} &= \frac{\sum_{k=1}^{M} \widehat{Y}_k}{M} \end{aligned}$$

$\bar{Y} = (\bar{a}, \bar{m}, \bar{b})$ به عنوان عدد فازی در نظر گرفته می شود.

تعریف ۱. *اندازه‌گیری امکان متغیر $\tilde{Y}$ به شرط " $\tilde{Y}$ هست $\bar{Y}$" عبارت است از:*

$$Pos(\bar{Y}|\tilde{Y}) = sup_{z\in U}[min\{\mu_{\bar{Y}}(Z), \pi_{\tilde{Y}}(Z)\}]$$

تعریف ۲. *اندازه‌گیری لزوم متغیر $\tilde{Y}$ به شرط " $\tilde{Y}$ هست $\bar{Y}$" عبارت است از:*

$$Nec(\bar{Y}|\tilde{Y}) = inf_{z\in U}[min\{\mu_{\bar{Y}}(Z), 1 - \pi_{\tilde{Y}}(Z)\}]$$

که در دو تعریف فوق، $\pi_{\tilde{Y}}$ نشان دهنده توزیع امکان $\tilde{Y}$، U مجموعه مرجع و z نشان دهنده عناصر مجموع مرجع.

نتیجه ۱. *اگر $Pos(\bar{Y}|\tilde{Y}) \geq \alpha$ آن‌گاه $Nec(\bar{Y}|\tilde{Y}) \geq \beta$، اگر $[\bar{Y}]_\alpha \cap [\tilde{Y}]_\alpha \neq \phi$ آن‌گاه $[\bar{Y}]_\beta \subset [\tilde{Y}]_{1-\beta}$ [۴].*

برای بررسی نتیجه فرآیند از میزان تطبیق بین میانگین نمونه و میانگین فرآیند تحت کنترل با استفاده از تابع امکان (تعریف ۱) و تابع لزوم (تعریف ۲) و نتایج ۱ استفاده می کنیم. ارزیابی درجه تطبیق $\bar{Y}$ و $\tilde{Y}$ با توجه به توزیع احتمال $\tilde{Y}$ به دو صورت زیر است: امکان برابری $\tilde{Y}$ با $\bar{Y}$ ؟ و لزوم برابری $\tilde{Y}$ با $\bar{Y}$ ؟

پاسخ به این دو پرسش می تواند به عنوان درجه ای از میزان تطبیق میانگین فرآیند تحت کنترل با وجود میانگین نمونه توضیح داده شود.

نکته ۶. *با توجه به میانگین فرآیند تحت کنترل ($\bar{Y}$)، یک فرآیند فازی زمانی خارج از کنترل است که برای میانگین نمونه ($\tilde{Y}$)، $[\bar{Y}]_\alpha \cap [\tilde{Y}]_\alpha = \phi$ یا $[\bar{Y}]_\beta \not\supseteq [\tilde{Y}]_{1-\beta}$ برقرار باشد.*

شکل ۱: a) نمودار کنترل براساس تابع امکان، b) نمودار کنترل براساس تابع لزوم

براساس ۶ در شکل ۱.(a) به طور مثال نمونه اول و دوم، با درجه کمی با اطلاعات و مشاهدات سازگاری دارد، ولی میزان لزوم و رخ دادن آن ها با توجه به شکل ۱.(b)، با درجه بالاتری می باشد[۱].

مراجع

[1] C. Cheng, *Fuzzy process control: construction of control charts with fuzzy numbers*, Fuzzy sets and systems **154** (2005), 287–303.

[2] C. Cheng, *Fuzzy regression with radial basis function network*, Fuzzy sets and systems **119** (2001), 291–301.

[3] CW. Bradshaw, *A fuzzy set theoretic interpretation of economic control limits*, Eur J Oper Res **13** (1983), 403–487.

[4] H. Prade, *Modal semantics and fuzzy set theory*, Pergamon Press, New York, 1982.

[5] WA. Shewhart, *Economic control of quality of manufactured product*, ASQ Quality Press **509** (1931), 287–303.