



طراحی بهینه مکانیزم حرکتی راهنمای نخ (شیطانک) در ماشین دوزندگی با توجه به منحنی حرکتی آن با استفاده از الگوریتم ژنتیک

پدرام پیوندی^{۱*}، سعید ابراهیمی^۲
^۱استادیار، دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه یزد
^۲استادیار، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه یزد
 *peivandi@yazduni.ac.ir

چکیده:

مسیر حرکتی راهنمای نخ سوزن نقش اساسی در فرآیند دوزندگی ایفا می نماید به طوری که بدون وجود راهنمای نخ امکان تشکیل بخیه میسر نمی گردد. با توجه به اهمیت منحنی حرکتی راهنمای نخ به ویژه در ماشین آلات دوزندگی با سرعت بالا، و محدودیت روشهای تحلیلی در طراحی مکانیزمی که بتواند با دقت بالا منحنی حرکتی مفروض را تولید نماید. در این تحقیق به ارائه روشی مبتنی بر الگوریتم ژنتیک جهت طراحی مکانیزم حرکتی مسیر راهنمای نخ مفروض اقدام گردید.

واژه‌های کلیدی: مسیر راهنمای نخ، طراحی مکانیزم، الگوریتم ژنتیک

Performance of Genetic Algorithm for Thread Take-up Leveler Synthesis in Sewing Machine

P. Peivandi^{1*}, S. Abrahimi²

¹Assistant Professor, Textile Engineering Department, Yazd University

²Assistant Professor, Mechanical Engineering Department, Yazd University

*peivandi@yazduni.ac.ir

ABSTRACT

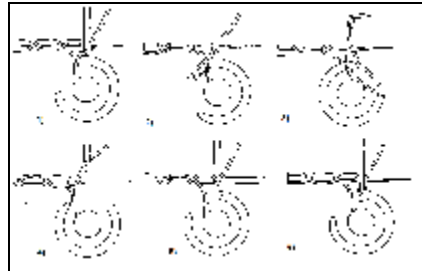
The curvature movement of thread take-up leveler has important work in sewing processing. In fact without the correct curvature movement stitch forming is impossible. by the aim of four-bar mechanism is using to moving the thread take-up leveler. In this work Genetic algorithm have been applied for synthesis of a four-bar mechanism minimizing the error between desired and obtained coupler curve.

Keywords: Thread take-up leveler, Mechanism Design, Genetic Algorithm

۱- مقدمه

بالارفتن سرعت ماشین‌های دوخت و به تبع آن سرعت حرکت سوزن و سامانه تغذیه مشکلات جدید و پیچیده‌تری را در فرآیند دوخت به وجود آورده است. در فرآیند دوخت حرکت‌های تکرار شونده‌ی متعددی انجام می شود، که با مطالعه بر روی این حرکت‌ها و بهینه‌سازی آنها می‌توان تا حدود زیادی مشکلات به وجود آمده در حین فرآیند تشکیل بخیه را مرتفع نمود. از جمله حرکت‌های تکرار شونده در ماشین دوخت می‌توان حرکت‌های سوزن، پایه‌ی فشاری، جلو برنده‌ی پارچه و راهنمای نخ (شیطانک) را نام برد. شیطانک نقش مهمی در تنظیم کشش نخ در فرآیند تشکیل بخیه داراست و در واقع بدون حضور شیطانک بخیه تشکیل نمی‌گردد. مراحل تشکیل بخیه لاک استیج در شکل ۱ نشان داده شده است. منحنی حرکتی

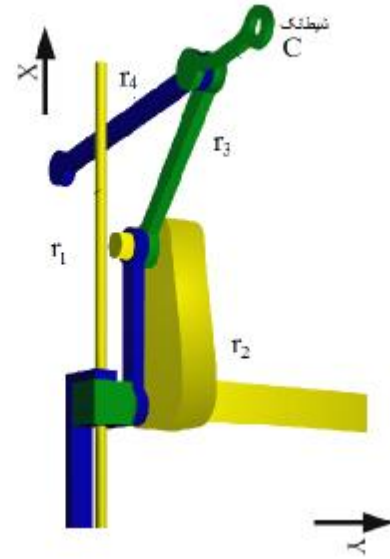
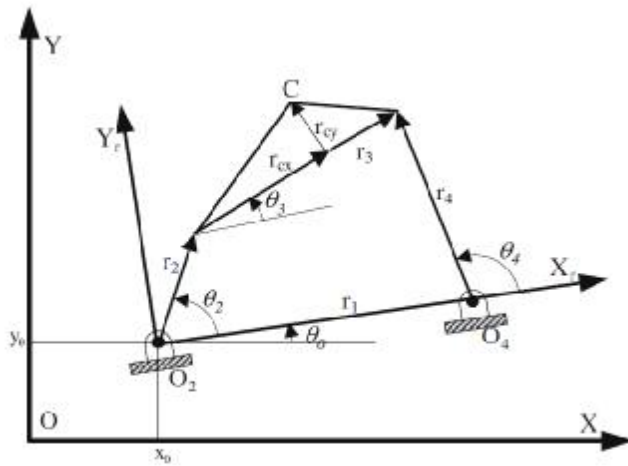
شیطانک تنظیم کننده کشش نخ مورد نیاز در مراحل تشکیل بخیه می باشد که با توجه به نوع بخیه، سرعت ماشین،... تعیین می گردد. در همین راستا طراحی مکانیزمی جهت تولید منحنی حرکتی شیطانک با دقت بالا همواره مورد توجه تولید کنندگان ماشینهای دوزندگی می باشد.



شکل ۱. مراحل تشکیل بخیه لاک استیچ

۲- روش تحقیق

همان گونه که در شکل ۲ نشان داده شده است مکانیزم حرکتی شیطانک یک مکانیزم چهار میله می باشد. مکانیزم چهار میله ای ساده ترین مکانیزمی است که به واسطه آن می توان حرکت دورانی را به حرکات های هندسی دیگر تبدیل کرد. این مکانیزم از یک قسمت ثابت به نام قاب، دو عضو متحرک با حرکت دورانی حول یک نقطه که لنگ نامیده می شوند و عضو رابط بین لنگ ها که میله رابط نامیده می شود تشکیل شده است. در حل تحلیلی جهت مشخص نمودن ابعاد لازم مکانیزم تعداد نقاط دقتی که از منحنی حرکتی مورد نظر انتخاب می گردد بسیار ناچیز می باشد. دلیل این امر لزوم برابری تعداد معادلات و مجهولات می باشد [۱]. به همین منظور برای طراحی مکانیزمی که دقیقاً از منحنی مطلوب پیروی نماید روشهای غیر تحلیلی مانند الگوریتم ژنتیک مورد توجه قرار گرفته است [۲]. الگوریتم ژنتیک یک روش انطباقی از طبیعت است که براساس فرآیند های ژنتیکی ارگانیسمهای بیولوژیک عمل می کند که در چندین نسل جمعیت موجود طبق اصول انتخاب طبیعی و " بقای بهترین" نوع نمو می کنند، این موضوع اولین بار توسط چارلز داروین در اصول بقای گونه ها مطرح شد. اصول بنیادی الگوریتم ژنتیک (GAS) نخستین بار در سال ۱۹۷۵ توسط Holland مطرح شد [۳]. در طبیعت، موجودات زنده برای بقا باهم رقابت می کنند و آنهایی که از قدرت بالاتری برخوردارند امکان تولید نسل و زاد و ولدشان بیشتر است. به بیان دیگر می توان گفت ژنهایی که دارای قدرت سازگاری و بهینه شدن بالایی را دارند در هر تولد نسلی گسترش یافته و نوع خود را افزایش می دهند [۴].



شکل ۲. مکانیزم حرکتی شیطانک.

با توجه حلقه بسته برداری در شکل ۲ داریم:

$$\vec{r}_2 + \vec{r}_3 - \vec{r}_4 - \vec{r}_1 = 0 \quad (1)$$

با تبدیل معادله برداری ۱ به حالت مختلط داریم:

$$r_2 e^{i\theta_2} + r_3 e^{i\theta_3} - r_4 e^{i\theta_4} - r_1 e^{i\theta_1} = 0 \quad (2)$$

با تجزیه معادله ۲ و در نظر گرفتن $\theta_1 = 0$ خواهیم داشت:

$$r_2 \cos \theta_2 + r_3 \cos \theta_3 - r_4 \cos \theta_4 - r_1 = 0 \quad (3)$$

$$r_2 \sin \theta_2 + r_3 \sin \theta_3 - r_4 \sin \theta_4 = 0 \quad (4)$$

با توجه به اینکه زاویه θ_2 زاویه ورودی می باشد می توان زوایای θ_3 و θ_4 را برحسب زاویه θ_2 براساس معادلات فرویداشتاین [۳] مشخص نمود:

$$K_1 \cos \theta_4 - K_2 \cos \theta_2 + K_3 = \cos(\theta_2 - \theta_4) \quad (5)$$

$$K_1 \cos \theta_3 + K_4 \cos \theta_2 + K_5 = \cos(\theta_2 - \theta_3) \quad (6)$$

که در معادلات ۵ و ۶ مقادیر K_1, K_2, K_3, K_4, K_5 عبارت انداز:

$$K_1 = \frac{r_1}{r_2}, \quad K_2 = \frac{r_1}{r_4}, \quad K_3 = \frac{r_2^2 - r_3^2 + r_4^2 + r_1^2}{2r_2r_4}, \quad K_4 = \frac{r_1}{r_3}, \quad K_5 = \frac{r_4^2 - r_1^2 - r_2^2 - r_3^2}{2r_2r_3}$$

و

$$\theta_{4,2} = 2 \tan^{-1} \left(\frac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A} \right) \quad (7)$$

$$\theta_{3,2} = 2 \tan^{-1} \left(\frac{-E \pm \sqrt{E^2 - 4DF}}{2D} \right) \quad (8)$$

که در معادلات ۷ و ۸:



$$\begin{aligned} A &= \cos \theta_2 - K_1 - K_2 \cos \theta_2 + K_3 \\ B &= -2 \sin \theta_2 \\ C &= K_1 - (K_2 + 1) \cos \theta_2 + K_3 \\ D &= \cos \theta_2 - K_1 + K_4 \cos \theta_2 + K_5 \\ E &= -2 \sin \theta_2 \\ F &= K_1 + (K_4 - 1) \cos \theta_2 + K_5 \end{aligned}$$

برای نقطه C داریم:

$$C_{Xr} = r_z \cos \theta_2 + r_{cx} \cos \theta_3 - r_{cy} \sin \theta_3 \quad (9)$$

$$C_{Yr} = r_z \sin \theta_2 + r_{cx} \sin \theta_3 + r_{cy} \cos \theta_3 \quad (10)$$

که با توجه به معادلات ۹ و ۱۰ و مبدا مختصات خواهیم داشت:

$$\begin{bmatrix} C_X \\ C_Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta_0 & -\sin \theta_0 \\ \sin \theta_0 & \cos \theta_0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C_{Xr} \\ C_{Yr} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \end{bmatrix} \quad (12)$$

با توجه به مجموعه معادلات ۱ تا ۱۲ برای یک مکانیزم با طول میله های مشخص و با زاویه مشخص می توان مختصات نقطه C که در واقع موقعیت راهنمای نخ می باشد را مشخص نمود.

۲-۱- الگوریتم ژنتیک

الگوریتم ژنتیک یک روش الهام گرفته از طبیعت است که برای بهینه سازی می تواند به کار برده شود. این الگوریتم بر پایه فرآیندهای ژنتیکی ارگانیسم های بیولوژیک عمل می کند که در چندین نسل، جمعیت بر اساس اصول گزینش و زنده ماندن برانده ترین که نخستین بار چارلز داروین آن را مطرح نمود، رشد می کند. با پیروی از این فرآیند، الگوریتم ژنتیک می تواند پاسخ هایی پدید آورده و آن ها را بهبود بخشد. در طبیعت، جانداران برای زنده ماندن با هم رقابت می کنند و آن هایی که از توانایی بالاتری برخوردارند امکان تولیدمثل بیشتری خواهند داشت. به گفته ی دیگر، ژنهایی که دارای توانایی سازگاری و بهینه شدن بالایی هستند، در هر نسل گسترش یافته و گونه ی خود را افزایش می دهند. ترکیب ویژگی های خوب از پدر و مادرهای گوناگون، گاهی می تواند فرزندان با برازندگی بالا پدید آورد که این برازندگی، بسیار بیشتر از برازندگی تک تک پدر و مادرها است.

الگوریتم ژنتیک با جمعیتی از افراد که هر کدام از آن ها بیان گر مناسب بودن پاسخ مسئله است، نمایش داده می شود. افراد دارای برازندگی بالا و در فرآیند تولید مثل با دیگر افراد جمعیت، شانس بیشتری برای تولید دوباره دارند و افراد دارای برازندگی پایین، شانس کمتری برای گزینش در این عمل پیدا می کنند و از این رو از میان می روند. جمعیت تازه، از گزینش بهترین افراد نسل کنونی و جفت گیری آن ها با هم پدید می آید. این نسل تازه، دارای سهم بیشتری از ویژگی های افراد مناسب نسل گذشته است، با این روش، در چندین نسل ویژگی های خوب توسط جمعیت گسترش یافته و با ویژگی های خوب دیگر آمیخته می شود. با این کار بیشترین فضای خوش آتیه از فضای جستجو بررسی می گردد. اگر الگوریتم ژنتیک به خوبی پایه ریزی شده باشد، جمعیت به پاسخ بهینه رسیده و در آن همگرا می شود. در شکل ۳ روند اجرای الگوریتم ژنتیک جهت طراحی مکانیزم چهار میله با منحنی حرکتی مشخص نشان داده شده است.



شکل ۳. روند اجرای الگوریتم ژنتیک جهت طراحی مکانیزم چهار میله با منحنی حرکتی مشخص

۲-۱-۱- تابع برازندگی

تابع برازندگی از دو بخش تابع هدف و تابع جریمه تشکیل شده است. در بخش اول تابع میزان نزدیکی نقاط تولید شده توسط الگوریتم از نقاط داده شده توسط طراح که از منحنی حرکتی استخراج شده است محاسبه می شود هرچه این اختلاف کمتر باشد نشانگر مطلوب تر بودن ابعاد مکانیزم چهارمیله ارائه شده می باشد. تابع هدف در رابطه ۱۳ نشان داده شده است.

$$f_{obj} = \sum_{i=1}^N \left[(C_{Xd}^i - C_X^i)^2 + (C_{Yd}^i - C_Y^i)^2 \right] \quad (13)$$

که در آن C_{Xd}^i و C_{Yd}^i مختصات نقطه داده شده توسط طراح و C_X^i و C_Y^i مختصات نقطه بدست آمده توسط الگوریتم ژنتیک می باشد و N تعداد نقاط مشخص شده توسط طراح می باشد.

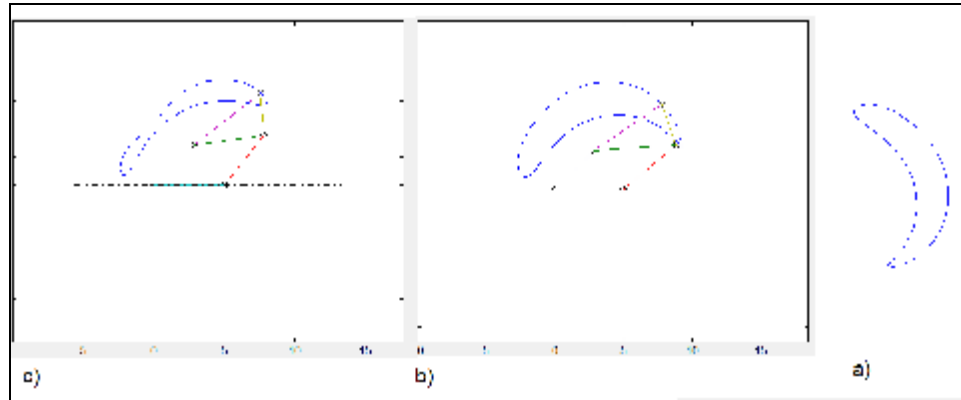
در بخش دوم محدودیتهای در نظر گرفته شده برای ارزیابی برازندگی شامل:

-قانون گریشف که بیان می نماید که جمع کوچکترین و بزرگترین میله از جمع دو میله دیگر باید کوچکتر باشد.

-ترتیب مختصات نقاط بدست آمده بر اساس زاویه داده شده.

۳- نتایج و بحث

نمونه ای طراحی های انجام شده با استفاده از الگوریتم ژنتیک در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۴. (b) منحنی حرکتی شیطانک (a) بهترین کروموزم بعد از تولید ۵۰۰ نسل (c) بهترین کروموزم بعد از تولید ۱۰۰ نسل

۴- نتیجه گیری

نتایج حاصل از این تحقیق حاکی از موثر بودن استفاده از الگوریتم ژنتیک جهت طراحی بهینه مکانیزم حرکتی شیطانک می باشد.

۵- مراجع

1. S.K. Acharyya, Mandal M, Performance of EAs for four-bar linkage synthesis, Mechanism and Machine Theory ,44, 784-1794(2009)
2. Anoop M., Samson A., Optimal Synthesis of Spatial Mechanism Using Genetic Algorithm 10th National Conference on Technological Trends (NCTT09, 2009)
3. Beasley D., RBull D., Martin R.R., An Overview of Genetic Algorithms: Part I, Fundamentals, University Computing, 15(2) 58-69.1993.
4. Payvandy P., Line Balancing in the Apparel Industry Using Genetic Algorithm, 4th International Conference of Fuzzy Information & Engineering, Amol, Iran, 2010