

استفاده از روش آستانه‌گذاری، مبتنی بر خوشه‌بندی kmeans جهت اندازه‌گیری تخلخل از تصاویر نانوالیاف

ندا دهقان*، پدram پیوندی و محمدعلی توانایی

یزد، دانشگاه یزد، مجتمع فنی ومهندسی، دانشکده مهندسی نساجی صندوق پستی ۷۴۱-۸۹۱۹۵

چکیده

با توجه به توسعه استفاده از نانوالیاف در صنایع مختلف، دانستن مورفولوژی ساختارهای نانو الیاف جهت شناخت توزیع ابعاد الیاف و منافذ مورد توجه است. آستانه‌گیری یک تکنیک ساده و موثر برای تقسیم‌بندی تصویر است. روش‌های آستانه‌گیری بسیاری تاکنون توسعه داده شده‌اند. یکی از این روش‌ها که در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است، روش خوشه‌بندی kmeans می‌باشد. مقاله حاضر با هدف محاسبه منافذ در وب نانوالیاف با استفاده از پردازش تصویر، رسیدن به تصویر بهینه جداشده به دو قسمت الیاف و منافذ را با استفاده از الگوریتم خوشه‌بندی kmeans در اولویت قرار داده است. همچنین الگوریتم مورد استفاده، با دیگر الگوریتم‌هایی که تا بحال در زمینه آستانه‌گیری تصاویر نانوالیاف (روش آستانه‌گیری سراسری و محلی) بکار رفته، مورد مقایسه قرار خواهد گرفت. نتایج ارزیابی‌های انجام شده نشان دهنده این موضوع است که الگوریتم kmeans نتایج دقیق تری را در آستانه‌گذاری تصاویر و محاسبه منافذ نانوالیاف نسبت به دیگر روش‌ها ارائه می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: آستانه‌گیری - الگوریتم kmeans - آستانه سراسری - آستانه محلی.

استفاده از الگوریتم خوشه‌بندی kmeans جهت آستانه‌گذاری تصاویر نانوالیاف، و محاسبه اندازه منافذ وب نانوالیاف است.

روش‌ها

تکنیک‌های آستانه‌گذاری به طور کلی به دو دسته آستانه‌گذاری سراسری و آستانه‌گذاری محلی تقسیم‌بندی می‌شوند. در آستانه‌گذاری سراسری یک مقدار آستانه از هیستوگرام برای کل تصویر انتخاب می‌شود. یک روش بهینه آستانه سراسری، روش آتسو [۳] است که روشی موثر، آسان و مناسب در انتخاب خودکار آستانه، با بیشینه کردن واریانس بین گروهی است. تقسیم تصویر به تصویرهای جزئی را می‌توان برای جبران غیریکنواختی‌ها در شدت روشنایی پس‌زمینه تصویر بکار برد. در آستانه‌گذاری محلی برای هر منطقه کوچک در تصویر (زیرتصویر) آستانه انتخاب می‌شود [۲]. در مطالعه‌ای توسط ضیابری و همکارانش، جهت آستانه‌گذاری تصاویر نانوالیاف برای محاسبه منافذ، از روش آستانه‌گیری محلی استفاده شد [۴]. در بررسی دیگر جهت اندازه‌گیری منافذ، شی و همکاران، از روش آتسو برای آستانه‌گذاری تصاویر غشاهای نانولیفی استفاده کردند [۵].

الگوریتم kmeans

خوشه مجموعه‌ای از اشیاء می‌باشد که در آن اشیاء با یکدیگر مشابه بوده و با اشیاء موجود در خوشه‌های دیگر غیرمشابه می‌باشند. برای مشابه بودن می‌توان معیارهای مختلفی را در نظر گرفت مثلاً می‌توان معیار فاصله را برای خوشه‌بندی مورد استفاده قرار داد و اشیائی را که به یکدیگر نزدیکتر هستند را بعنوان یک خوشه در نظر گرفت که به این نوع خوشه‌بندی، خوشه‌بندی مبتنی بر فاصله نیز گفته می‌شود.

روش خوشه‌بندی k-means، در بررسی‌هایی جهت آستانه‌گذاری تصاویر مورد استفاده قرار گرفته است. در بررسی که توسط لین و همکارانش انجام شد، الگوریتم k-means را روشی مناسب برای استخراج شیء از پس‌زمینه در تصاویر رنگی معرفی کردند [۶]. سرینیواس و همکاران نیز الگوریتم خوشه‌بندی k-means را برای تقسیم‌بندی تصویر بکار بردند [۷].

تجربیات

در این بررسی از تصاویر SEM نانوالیاف الکترونیسی، که بعد از لایه نشانی نمونه‌ها با طلا گرفته شده، جهت آستانه‌گذاری و تعیین درصد منافذ استفاده شده است.

مقدمه

خواص فیزیکی و مکانیکی نانوالیاف و منسوجات بی‌بافت نه تنها به خواص مواد سازنده، بلکه به پارامترهای ساختاری آن‌ها نیز وابسته است. اندازه خیلی کوچک الیاف و آرایش یافتگی متفاوت آن‌ها باعث می‌شود، که اندازه‌گیری خواصی چون قطر و منافذ نانوالیاف سخت باشد. علاوه بر این تولید نانوالیاف در مقیاس بزرگ نیاز به کنترل دارد. در سال‌های اخیر روش آنالیز تصویر برای اندازه‌گیری این خواص که عبارت‌اند از: آرایش‌یافتگی الیاف، یکنواختی الیاف، قطرالیاف و اندازه منافذ توسعه یافته است.

آستانه‌گیری یک تکنیک ساده ولی موثر برای تقسیم‌بندی تصویر است. پیدا کردن یک مقدار آستانه مناسب برای تفکیک شیء دلخواه از پس‌زمینه، یک گام مهم در پردازش تصویر و بینایی ماشین است. تکنیک انتخاب آستانه بر اساس تقسیم‌بندی تصویر به مناطقی مجزا (شیء و پس‌زمینه) به گونه‌ای است که یک بخش، شامل پیکسل‌های با مقدار، شدت بیشتر و یا برابر با مقدار آستانه تعیین شده و بخش دیگر شامل پیکسل‌های با مقدار شدت کمتر از آن مقدار خواهد بود [۱].

دانستن مورفولوژی ساختارهای نانو الیاف جهت شناخت توزیع ابعاد الیاف و منافذ، برای برخی از کاربردها لازم است. اندازه‌گیری سریع و دقیق این پارامترها با روش آنالیز تصویر امکان‌پذیر خواهد بود. هدف از این پژوهش،

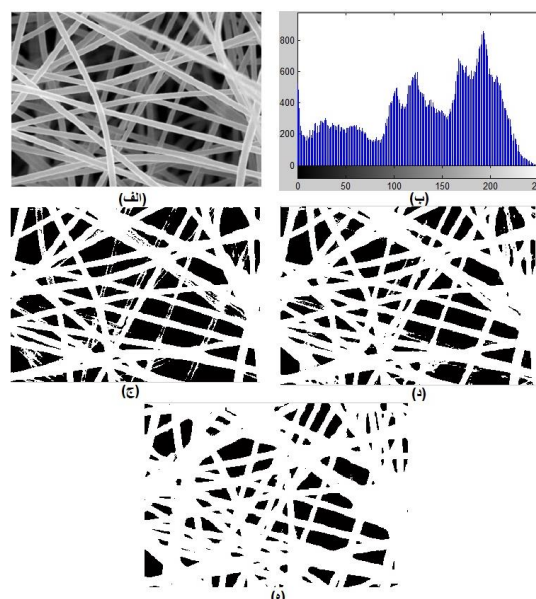
تعیین درصد منافذ

تخلخل سطحی، به صورت نسبت مساحت منافذ A_0 (مناطق خالی) به مساحت کل A_T تعریف می‌شود:

$$\varepsilon_A = A_0 / A_T \quad (1)$$

نتایج و بحث

در مقاله انجام شده تصاویر نانوالیاف با استفاده از سه روش، آستانه سراسری، آستانه محلی و الگوریتم k-means آستانه‌گذاری شدند. شکل (۱) نتایج استفاده از هر سه روش را نشان می‌دهد. درصد تخلخل سطحی برای هر روش آستانه‌گذاری محاسبه و نتایج در جدول (۱) آورده شده است.



شکل ۱- وب نانوالیاف (الف)، هیستوگرام تصویر (ب)، آستانه سراسری (ج)، آستانه محلی (د)، آستانه با الگوریتم kmeans (ه)

همان‌طور که از شکل (۱) دیده می‌شود، الگوریتم خوشه‌بندی k-means نسبت به دو روش آستانه‌گیری سراسری و آستانه‌گیری محلی نتایج بهتری را ارائه می‌دهد. همچنین در تصویر حاصل از الگوریتم k-means تعداد الیاف بیشتر و به صورت کامل‌تر دیده می‌شود، و این بدین معنی است که این روش نسبت به دو روش دیگر در جداسازی الیاف از منافذ موفق‌تر عمل می‌کند.

جدول ۱- درصد منافذ از تصویر نانوالیاف آستانه‌گذاری شده

روش آستانه	روش آستانه محلی	الگوریتم kmeans	درصد منافذ
سراسری	۳۲,۰۱	۲۱,۶۷	۳۹,۵۵

جدول (۱) نتایج درصد منافذ موجود در وب نانوالیاف را نشان می‌دهد. نتایج گویای این موضوع است که با توجه به تصویر وب نانوالیاف و تصویر حاصل از هر یک از روش‌ها، الگوریتم k-means درصد منافذ را دقیق‌تر ارائه می‌دهد.

نتیجه‌گیری

توسعه استفاده از نانوالیاف در صنایع مختلف، دانستن مورفولوژی ساختارهای نانوالیاف جهت شناخت توزیع ابعاد الیاف و منافذ آن‌ها را مورد توجه قرار داده است. زمان‌بر بودن روش‌های سنتی در تعیین منافذ و اندازه‌گیری قطر و همچنین اندازه‌گیری دقیق خواص مستلزم روی آوردن به روش‌های سریع و دقیق چون پردازش تصاویر می‌باشد. در مقاله حاضر الگوریتم خوشه‌بندی k-means جهت جداسازی الیاف از منافذ پیشنهاد و دقت این روش با دو روش معمول که قبلاً جهت آستانه‌گذاری تصاویر نانوالیاف مورد استفاده قرار می‌گرفته، مقایسه شده است. نتایج تصویری و محاسباتی در تعیین درصد منافذ در وب نانوالیاف گواهی بر دقیق‌تر بودن استفاده از این روش نسبت به دیگر روش‌ها می‌باشد.

مراجع

- H. F. Ng, "Automatic thresholding for defect detection," Pattern Recognition. Letters, **27**, 1644-1649 (2006).
- S. Bansal and R. Maini, "A Comparative Analysis of Iterative and Otsu's Thresholding Techniques," Int J. comput. App. **66**, 45-47 (2013).
- N. Otsu, "A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms," IEEE Transaction On Systems, Man, And Cybernetice, **9**, 62-66 (1979).
- M. Ziabari, V. Mottaghitlab and A. Khodaparast Haghi, "Evaluation of electrospun nanofiber pore structure parameters," Korean J. Chem. Eng., **25**, 923-932 (2008).
- F. H. She, K. L. Tung and L.X. Kong, "Calculation of effective pore diameters in porous filtration membranes with image analysis," Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, **24**, 427-434 (2008).
- W. T. Lin, C. H. Lin, T. H. Wu, and Y. K. Chan, "Image Segmentation Using the K-means Algorithm for Texture Features," World Academy of Science, Engineering and Technology, **41**, 612-615 (2010).
- K. Srinivas, V. Srikanth, "A Scientific Approach for Segmentation and Clustering Technique of Improved K-Means and Neural Networks," International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering, **2**, 183-189 (2012).