



دانشگاه گوارش و صنایع گوارش

نشریه حفاظت و بهره‌برداری از منابع طبیعی  
جلد چهارم، شماره اول، ۱۳۹۴  
<http://ejang.gau.ac.ir>

گزارش کوتاه علمی

## معرفی روش‌های تشخیص ضایعات در سطح چوب با استفاده از پردازش تصاویر دیجیتال

\*سید وهاب شجاع‌الدینی<sup>۱</sup> و رسول کسب‌گر حقیقی<sup>۱</sup>

<sup>۱</sup>پژوهشگر سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۷/۲۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۱/۱۷

### چکیده

امروزه در صنایع مختلف، تشخیص عیوب در تولیدات از اهمیت بالایی برخوردار است و در صنایع چوب به دلیل تأثیر مستقیم کیفیت محصول در قیمت آن، اهمیت فوق‌برجسته‌تر می‌باشد. در گذشته تشخیص عیوب روی سطوح چوبی توسط روش‌های دستی صورت گرفته است که محدودیت‌های فراوانی از جمله زمان بر بودن و خطای کاربر انسانی داشته‌اند. امروزه با استفاده از روش‌های خودکار مبتنی بر بینایی ماشین می‌توان در تشخیص و طبقه‌بندی عیوب بهبود قابل توجهی را ایجاد نمود. در روال فوق‌ابتدا یک تصویر از الوار یا چوب مورد بررسی با استفاده از دوربین با کیفیت مناسب اخذ شده و سپس به نواحی سالم و معیوب دسته‌بندی می‌گردد. در ادامه از نواحی معیوب ویژگی‌های مختلفی استخراج شده و بر اساس آن‌ها مشخصات و جزئیات ضایعات روی سطح چوب تشخیص داده می‌شود. تنوع بافت سطوح چوبی، رنگ سطوح چوبی، غیریکنواختی و عیوب شبیه بافت از جمله چالش‌هایی هستند که در فرآیند تشخیص عیوب روی سطح چوب وجود دارند. برای غلبه بر این چالش‌ها روش‌های مختلفی برای قطعه‌بندی و استخراج ویژگی از سطوح چوبی انجام پذیرفته است که در این مقاله به صورت اجمالی بررسی شده‌اند.

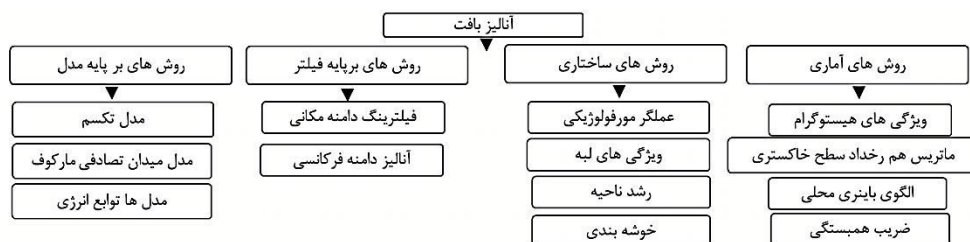
**واژه‌های کلیدی:** صنایع چوب، شناسایی عیوب، پردازش تصاویر دیجیتال، قطعه‌بندی، استخراج ویژگی

\*مسئول مکاتبه: [shojadini@irost.ir](mailto:shojadini@irost.ir)

## مقدمه

تشخیص و تفکیک ضایعات در چوب از سه بلوک پردازشی، شامل پردازش سطح پایین، متوسط و پردازش سطح بالا تشکیل می‌شود (اسریکانتسوارا، ۱۹۹۷). پردازش سطح پایین شامل قطعه‌بندی تصویر می‌باشد که در آن، چوب یا الوار مورد مطالعه به ناحیه‌های سازنده آن تقسیم می‌شود. در مرحله پردازش سطح متوسط، استخراج ویژگی از رنگ، سطوح خاکستری و بافت این سطوح صورت می‌گیرد که نقش به‌سزایی در تعیین نوع ضایعات احتمالی دارند. در مرحله پردازش سطح بالا طبقه‌بندی ضایعات به‌دست آمده صورت می‌گیرد (زیاو، ۱۹۹۸). بر اساس روال فوق، تعیین‌کننده‌ترین این مراحل قطعه‌بندی است که عملاً تشخیص و تفکیک صحیح ضایعات در این مرحله انجام می‌شود. هدف این مرحله تعیین دقیق محل به‌دست آمده برای ناحیه معیوب روی سطح چوب می‌باشد (تودوروکی و همکاران، ۲۰۱۰). روشن است در صورت عدم انجام صحیح این مرحله، ضایعه احتمالی یا اصولاً استخراج نشده و یا ناقص استخراج می‌گردد. تعیین این ناحیه‌ها براساس دو معیار ناپیوستگی و شباهت و یا براساس پیکسل‌های منفرد و همسایه صورت می‌پذیرند (فانک و همکاران، ۲۰۰۳).

روش‌های خودکار تشخیص ضایعات سطوح چوب: ضایعات به‌وجود آمده بر روی سطح چوب با توجه به جنس و شرایط محیطی متفاوت است که باید با در نظر گرفتن کاربرد، روش مناسب برای تشخیص و ناحیه‌بندی ضایعات روی سطح آن‌ها انتخاب شود. یکی از مهم‌ترین این روش‌ها براساس آنالیز بافت می‌باشد (زیاو، ۱۹۹۸). بافت اطلاعات مهمی را برای به‌دست آوردن نواحی سالم و معیوب فراهم می‌کند. آنالیز بافت را به‌طور کلی می‌توان به چهار دسته طبقه‌بندی نمود (۱) دسته‌بندی نمود. هیچ‌کدام از این روش‌ها به تنهایی ضایعات را به‌صورت صحیح ناحیه‌بندی نمی‌کنند و معمولاً به‌صورت مکمل از آن‌ها استفاده می‌شود.



شکل ۱- دیاگرام آنالیز بافت روی سطح به‌منظور ناحیه‌بندی سطح چوب.

می‌توان گفت که بیشتر کارهای پیشین انجام ته روی چوب، براساس الگوریتم‌های آستانه‌گیری صورت گرفته است. کانرز (۱۹۸۳) با استفاده از هیستوگرام دو بعدی تصویر گرف را قطعه‌بندی نموده و سپس الگوریتم رشد ناحیه را برای در بر گرفتن کل نواحی ضایعه مورد استفاده قرار داد. ناحیه‌ای که بیشترین مقدار را در هیستوگرام دو بعدی ایجاد می‌کند به‌عنوان چوب سالم برچسب می‌خورد. وی همچنین آستانه‌گذاری را برای اولین بار روی تصاویر خاکستری الوار پیاده‌سازی نمود و ویژگی‌های اندازه‌گیری متوسط، واریانس، خمیدگی و اوج<sup>۱</sup> سطوح خاکستری را از ناحیه موردنظر استخراج نمود و از آن‌ها برای قطعه‌بندی سطوح روی چوب استفاده کرد. کویو و کیم (۱۹۸۹) از واریانس سطوح خاکستری، متوسط‌گیری و بهره‌گیری از توابع تفکیکی خطی برای آستانه‌گیری تصویر استفاده کردند. فورر و همکاران (۱۹۸۸) با استفاده از آستانه‌گیری آماری که مشتق شده از شدت و اطلاعات رنگ تصویر بود، برای تخمین احتمالات روی تصویر بهره برد. وی همچنین الگوریتم خوشه‌بندی را برای تعیین عیوب در نواحی موردنظر توسعه داد. همچنین الگوریتم پردازش تصویر مورفولوژیکی توسط وی برای استخراج ناحیه مطرح شد. از روش‌های دیگر آماری می‌توان به ماتریس هم رخداد سطح خاکستری<sup>۲</sup>، الگوی باینری محلی<sup>۳</sup> و همبستگی اشاره کرد که در موارد متعدد برای قطعه‌بندی و استخراج ویژگی سطوح چوب مورد استفاده قرار گرفته‌اند (زی، ۲۰۰۸). تعیین معایب چوب با استفاده از تشخیص لبه نیز یکی از رایج‌ترین موارد استفاده شده در قطعه‌بندی سطوح چوب می‌باشد. روش هرم رزولوشن چندگانه تشخیص لبه توسط لپاگ روی تصاویر سطح خاکستری الوار پیاده‌سازی شد. او از چهار ماسک چرخشی سوبل برای تشخیص لبه روی یک تصویر برای هر سه رزولوشن مکانی بهره گرفت (بلکناب، ۱۹۹۹). همچنین با استفاده از دو روش انتروپی شیوزاکی (شیوزاکی، ۱۹۸۶) و ماسک گرادیان قطبی (رابینسون، ۱۹۷۷) لبه‌ها روی تصاویر روکش چوب و الوار به‌ترتیب براساس شدت انتروپی و ماسک‌های گرادیان پیدا می‌شوند. آمادسان و کینگ (۱۹۸۸) یک روش قطعه‌بندی براساس ترکیب خوشه‌بندی با رشد ناحیه ارائه نمودند. در روش‌های براساس فیلتر با استفاده از مشخصات مشترکی مانند اندازه پیکسل‌ها، مساحت نواحی، شکل‌های عیوب می‌توان تصویر را ناحیه‌بندی نمود. فیلترها در دو حوزه زمان و حوزه فرکانس دسته‌بندی می‌شوند. معمولاً از مجموعه‌ای

1- Skewness

2- Gray Level Co-occurrence Matrix

3- Local Binary Pattern

فیلترها در پیش پردازش و پس پردازش تصویر استفاده می‌شود (لماستر، ۲۰۰۴). توابع انرژی یکی از روش‌های مهم ناحیه‌بندی براساس مدل می‌باشند (آگیلرا و همکاران، ۲۰۰۸). روش کانتور فعال که یکی از توابع انرژی است، اولین بار توسط کاس و همکاران (۱۹۸۸) مطرح شد. کانتور فعال یک منحنی شکل‌پذیر در فضای دو بعدی تصویر بوده که براساس کمینه‌سازی انرژی و به تعادل رسیدن نیروهای داخلی و خارجی بنا نهاده شده است. همچنین می‌توان با استفاده از مدل تکسم برای تفسیر و آنالیز بافت‌های تصادفی چوب استفاده کرد (زی، ۲۰۰۷). مدل میدان تصادفی مارکوف یک راه مناسب و ثابت برای مدل کردن مؤلفه‌های وابسته به تصویر است. این مدل قابلیت آنالیز آماری را فراهم می‌آورد و می‌تواند بافت روی سطح را براساس توابع ریاضی مدل کند. از این رو برای ناحیه‌بندی تصاویر چوب با توجه به سطوح مختلف روی آن‌ها، خیلی مفید می‌باشد (هندل، ۱۹۹۹).

### بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به افزایش حجم تولیدات چوبی و عدم کارایی روش‌های سنتی عیب‌یابی مبتنی بر عامل انسانی در مورد این حجم وسیع، استفاده از روش‌های خودکار به‌جای استفاده از بازرسی چشمی توسط نیروی انسانی در بررسی کیفیت این قطعات، اجتناب‌ناپذیر گردیده است. روش‌های تشخیص ضایعات در سطوح چوب با استفاده از روش‌های آماری در محاسبات ساده بوده و به پردازش کمتری نیاز دارند، اما به‌دلیل همین سادگی برای سطوح دارای بافت متنوع مناسب نیستند. روش‌های براساس ساختار و فیلتر را می‌توان به‌دلیل بهره‌گیری از انواع راهکارهای بهبود تصویر در سطوح متنوع چوب با اطمینان بیشتری به‌کار برد. اما در مواردی که تعیین دقیق محدوده ضایعات برای طبقه‌بندی بهتر مورد نیاز است روش‌های براساس مدل عملکرد بهتری در مقایسه با سایر روش‌ها از خود نشان می‌دهند.

### رهیافت ترویجی

تصمیم‌گیری درست برای استفاده از محصولات چوبی نیازمند به‌دست آوردن اطلاعات صحیح و قابل اطمینان از سطح آن‌ها می‌باشد و لذا تشخیص ضایعات روی سطح چوب برای کنترل و ارزیابی کیفیت در تولیدات مختلف چوبی نقش تعیین‌کننده‌ای دارد. با توجه به بافت‌های پیچیده سطوح چوب، رنگ‌های مختلف آن‌ها و تنوع ضایعات مختلف در این سطوح، تشخیص درست ضایعات کار دشواری است. بر همین اساس در سالیان اخیر روش‌های خودکار برای پایش سطوح چوب گسترش فراوانی یافته‌اند. ساختار اغلب این روش‌ها شامل مراحل اخذ تصویر، پیش پردازش تصویر، قطعه‌بندی

تصویر، استخراج ویژگی و طبقه‌بندی عیوب احتمالی می‌باشد.

#### منابع

1. Aguilera, C., Sanchez, R., and Baradit, E. 2008. Internal wood inspection with active contour using data from CT-scanning. *Journal of Wood Research*, 53(4): 13-22.
2. Amadasun, M., and King, R.A. 1988. Low-level segmentation of multispectral images via agglomerative clustering of uniform neighborhoods. *Pattern Recognition*, 21(3): 261-268.
3. Belknap, R. 1999. Understanding other edge- and line-based segmentation techniques. *Vision Systems Design*, 4(4): 25-28.
4. Connors, R.W. 1983. Identifying and locating surface defects in wood: part of an automated lumber Processing system, *IEEE. Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 5(6): 573-583.
5. Forrer, J.B., Butler, D.A., Funck, J.W., and Brunner, C.C. 1988. Image sweep-and-mark algorithms. Part 1. Basic algorithms. *Forest Products Journal*, 38(11-12): 75-79.
6. Funck, J.W., Zhong, Y., Butler, D.A., Brunner, C.C., and Forrer, J.B. 2003. Image segmentation algorithms applied to wood defect detection. *Computers and Electronics in Agriculture*, 41(1-3): 157-17.
7. Haindl, M. 1999. Texture segmentation using recursive markov random field parameter estimation. In *Scandinavian Conference on Image Analysis*, 2: 771-776.
8. Kass, M., Witkin, A., and Terzopoulos, D. 1988. Snakes: Active Contour Models. *International Journal of Computer Vision*, 1(4): 321-331.
9. Koivo, A.J., and Kim, C.W. 1989. Automatic classification of surface defects on red oak boards. *Forest Products Journal*, 39(9): 22-30.
10. Lemaster, R.L. 2004. Development of an optical profilometer and the related advanced signal processing methods for monitoring surface quality of wood machining applications, dissertation. Phd, Thesis of North Carolina State University, 254p.
11. Robinson, G.S. 1977. Edge detection by compass gradient masks. *Computer Graphics and Image Processing*, 6: 492-501.
12. Shiozaki, A. 1986. Edge detection using entropy operator. *Computer Vision and Image Processing*, 36(1): 1-9.
13. Srikanteswara, S. 1997. Feature identification in wooden boards using color image segmentation. Dissertation. M.Sc. Thesis of Virginia Polytechnic Institute and State University, 35p.
14. Todoroki, C.L., Lowell, E.C., and Dykstra, D. 2010. Automated Knot Detection with Visual Post-Processing of Douglas-fir Veneer Images. *Computers and*

- Electronics in Agriculture, 70(1): 163–171.
16. Xiao, X. 1998. A multiple sensors approach to wood defect detection, dissertation. PhD, Thesis of Department of Electrical Engineering of Virginia Polytechnic Institute, 193p.
  17. Xie, X. 2007. Texems: texture exemplars for defect detection on random textured surfaces, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 29(8): 1454-1464.
  18. Xie, X. 2008. A review of recent advances in surface defect detection using texture analysis techniques. Electronic Letters on Computer Vision and Image Analysis, 7(3): 1-22.



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

J. of Conservation and Utilization of Natural Resources, Vol. 4 (1), 2015  
<http://ejang.gau.ac.ir>

### Short Communication

## A review on defect detection techniques in wood surfaces using digital image processing

\*S.V. Shojaedini<sup>1</sup> and R. Kasbgar Haghghi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Resrchers of Iranian Research Organization for Science and Technology, Iran

Received: 2014/10/14; Accepted: 2015/04/06

### Abstract

Defect detection is of importance in different industries. This importance is greater in wood industries because of direct relation between quality and price of wood products. For several years, traditional methods have been used for defect detection in which wood surfaces were analyzed manually by hand but this method had problems such as its time consuming nature and possibility of human errors. Nowadays automated methods have been developed based on computerized detection and classification of defects in captured images. In automated methods, at first image of lumber or wood is captured using a high quality camera. In the next step the captured image is segmented to flawless and defective areas. Finally, different features are extracted from defects and based on it the types and details of defective areas can be determined. Variety of textures of the wood surfaces, wood surfaces colors, non-uniformity and defects which are similar to the main texture of wood are some of challenges in process of defect detection on wood surfaces. In this article, several methods for segmentation and extraction of features from wood surface are reviewed which have been developed to overcome these challenges.

**Keywords:** Wood Industries, Defect detection, Digital image processing, Segmentation, Feature extraction

---

\*Corresponding author: shojadini@irost.ir

