By : **Thomas Bultingaire**, Télécom Saint-Etienne & master Advance Imaging and Material Appearance (AIMA), Université Jean Monnet St Etienne (2023)

**Texture de bois : analyses & applications**

Le bois est une matière très complexe. En effet, elle peut adopter beaucoup d’aspects différents notamment car c’est une matière vivante, mais aussi car il existe beaucoup d’espèces différentes qui ont chacune leur dissimilarités visuelles. Sa complexité vient également du fait que l’on puisse examiner le bois selon différents aspects. Comme l’extérieur du tronc et son écorce, ou encore l’intérieur du tronc avec les fibres, qui peuvent elles-mêmes être différenciés entre « softwood » et « hardwood » (fig.1). C’est pourquoi de nombreuses méthodologies existent afin d’analyser la texture du bois à différentes fins.

Une première application évidente liée à l’analyse de ce matériau est l’identification de l’espèce, l’essence du bois. C’est-à-dire déterminer l’espèce de l’arbre en observant le bois. Pour cela, on peut penser à différents travaux comme ceux menés dans [1], où des matrices de co-occurrence sont utilisées sur des images de fibres de bois en niveaux de gris, et qui est développée deux ans plus tard dans [2]. Quant à lui, l’article [3] propose une méthode basée sur les local directional binary patterns (LDBP). D’autres types outils très différents existent, en employant des descripteurs basés sur des système linéaires dynamiques (LDS) dans un classifieur SVM comme [4], ou encore passer par l’analyse de stéréogrammes avec l’article [5]. Enfin, toujours dans la veine de l’analyse de texture, un troisième type de méthodologies sont celles basées sur des réseaux de neurones, par exemple via une extraction de caractéristiques basées sur les matrices de co-occurrence et de la classification par un perceptron multicouche avec [6]. Ou encore un réseau de neurones convolutif de classification comme dans [7] (Kayu30Net possédant seulement 2 couches de convolution), [8] (basés sur LeNet et MiniVGGNet) ou plus récemment [9] (W\_IMCNN basé sur mobilenetV3) qui peut atteindre une accuracy dépassant les 98% en 2022 sur les bases de données utilisées. Autre que des descripteurs de textures, l’article [10] parle lui de l’utilisation de la couleur en comparant des méthodes qui en sont basées. Puisque le bois un une matière complexe, il est également possible de penser à utiliser différents types de données, telles que des caractéristiques microscopiques [11] ou macroscopiques [12]. L’article [13] fait alors un résumé de différentes méthodologies qui peuvent exister et qui ont été employées avant 1998, et, [14] fait le même exercice en 2021.

Plus que l’identification de l’espèce de bois, on peut penser à recherche de caractéristiques au sein d’un morceau de bois en particulier. Par exemple, [15] utilise des CNN pour y détecter des défaut, et, quant à lui, [16] utilise des descripteurs d’analyse de texture comme les matrices de co-occurrence en niveaux de gris. Pareillement, il peut s’avérer important de mesurer des déformations au sein le bois, en utilisant un microscope et des routines de corrélation présentées dans [17]. La torréfaction du bois que décrit [18] est importante à mesurer et à contrôler, en utilisant un microscope à balayage électronique ([19]), cette tâche devient alors possible en imagerie. De la même façon, on mesure d’autres aspects étant liés à la qualité du bois dans un certains contextes, de cette manière [20] aborde la distribution en eau, [21] les chemins de fluides, et l’article [22] va même étudier les déformations induites par de l’eau. Un examen critique est d’ailleurs formé en 2021 dans [23] en revenant sur ces aspects de la recherche d’eau au coeur du bois. Enfin, s’intéresser à la présence d’éléments nuisibles est parfois indispensable. Par exemple l’utilisation de rayons-X et d’images permettent d’analyser les champignons présents dans le bois [24]. De même, [25] s’applique aussi à la recherche de champignons, mais en utilisant la résonnance magnétique.

Pour conclure, il existe de très nombreuses méthodes d’observation adaptées à l’apparence du bois. Toutes ces méthodologies traitent donc beaucoup d’aspects pouvant être analysé, et qui peuvent ainsi être utilisés par le grand publique pour reconnaitre une essence de bois et en déduire les caractéristiques, ou alors dans des contrôles de qualité en industrie.

**Références**

[1] J. Y. Tou, P. Y. Lau, et Y. H. Tay, « Computer Vision-based Wood Recognition System », *Proc. Int’l Workshop on Advanced Image Technology*, janv. 2007.

[2] J. Y. Tou, Y. H. Tay, et P. Y. Lau, « Rotational Invariant Wood Species Recognition through Wood Species Verification », vol. First Asian Conference on Intelligent Information and Database Systems, p. 115‑120, 2009, doi: 10.1109/ACIIDS.2009.10.

[3] P. S. Hiremath et R. A. Bhusnurmath, « Multiresolution LDBP descriptors for texture classification using anisotropic diffusion with an application to wood texture analysis », *Pattern Recognition Letters*, vol. 89, p. 8‑17, avr. 2017, doi: 10.1016/j.patrec.2017.01.015.

[4] P. Barmpoutis, K. Dimitropoulos, I. Barboutis, N. Grammalidis, et P. Lefakis, « Wood species recognition through multidimensional texture analysis », *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 144, p. 241‑248, 2018, doi: 10.1016/j.compag.2017.12.011.

[5] K. Kobayashi, S.-W. Hwang, W.-H. Lee, et J. Sugiyama, « Texture analysis of stereograms of diffuse-porous hardwood: identification of wood species used in Tripitaka Koreana », *J Wood Sci*, vol. 63, p. 322‑330, août 2017, doi: 10.1007/s10086-017-1625-4.

[6] K. Marzuki, L. Y. L. Eileen, Y. Rubiyah, et N. Miniappan, « Design of an Intelligent Wood Species Recognition System », *IJSSST*, vol. 9, no 3, p. 9‑19, sept. 2008.

[7] A. S. Oktaria, E. Prakasa, et E. Suhartono, « Wood Species Identification using Convolutional Neural Network (CNN) Architectures on Macroscopic Images », *Journal of Information Technology and Computer Science*, vol. 4 (3), p. 274‑283, déc. 2019, doi: 10.25126/jitecs.201943155.

[8] O. Kwon, H. G. Lee, M.-R. Lee, S. Jang, S. Yang, et I.-G. Choi, « Automatic Wood Species Identification of Korean Softwood Based on Convolutional Neural Networks », *The Korean Society of Wood Science & Technology*, vol. 45, no 6, p. 797‑808, nov. 2017, doi: 10.5658/WOOD.2017.45.6.797.

[9] Y. Miao *et al.*, « Wood species recognition from wood images with an improved CNN1 », *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, vol. 42, no 6, p. 5031‑5040, avr. 2022, doi: 10.3233/JIFS-211097.

[10] R. E. Vetter, V. R. Coradin, E. C. Martino, et J. A. A. Camargos, « Wood Color - A Comparison Between Determination Methods », *IAWA Buletin n.s.*, vol. 11 (4), p. 429‑439, 1990.

[11] N. Espinoza de Pernia et R. B. Miller, « Adapting the IAWA List for Microscopic Features for Hardwood Identification to DELTA », *IAWA Buletin n.s.*, vol. 12 (1), p. 34‑50, 1991.

[12] F. Ruffinatto, A. Crivellaro, et A. C. Wiedenhoeft, « Review of Macroscopic Features for Hardwood and Softwood Identification and a Proposal for a New Character List », *IAWA Journal*, vol. 36 (2), p. 208‑241, 2015, doi: 10.1163/22941932-00000096.

[13] E. A. Wheeler et P. Baas, « Wood Identification - A Review », *IAWA Journal*, vol. 19 (3), p. 241‑264, 1998.

[14] S.-W. Hwang et J. Sugiyama, « Computer vision-based wood identification and its expansion and contribution potentials in wood science: A review », *Plant Methods*, vol. 17, no 47, avr. 2021, doi: 10.1186/s13007-021-00746-1.

[15] J. Shi, Z. Li, T. Zhu, D. Wang, et C. Ni, « Defect Detection of Industry Wood Veneer Based on NAS and Multi-Channel Mask R-CNN », *Sensors*, vol. 20 (16), no 4398, août 2020, doi: 10.3390/s20164398.

[16] X. YongHua et W. Jin-Cong, « Study on the identification of the wood surface defects based on texture features », *Optik - International Journal for Light and Electron Optics*, vol. 126, no 19, p. 2231‑2235, 2015, doi: 10.1016/j.ijleo.2015.05.101.

[17] D. Choi, J. L. Thorpe, et R. B. Hanna, « Image analysis to measure strain in wood and paper », *Wood Sci. Technol.*, vol. 25, p. 251‑262, 1991, doi: 10.1007/BF00225465.

[18] J. Bourgois et R. Guyonnet, « Characterization and analysis of torrefied wood », *Wood Science and Technology*, vol. 22, p. 143‑155, 1988.

[19] A. Aznie Nadiera, A. R. Mohamed, M. S. Noor Hasyierah, P. Y. Hoo, et N. N. Kasim, « Torrefaction of Leucaena Leucocephala under isothermal conditions using the Coats–Redfern method: kinetics and surface morphological analysis », *Reaction Kinetics, Mechanisms and Catalysis*, vol. 128, p. 663‑680, 2019, doi: 10.1007/s11144-019-01659-w.

[20] G. Almeida, S. Gagné, et R. E. Hernández, « A NMR study of water distribution in hardwoods at several equilibrium moisture contents », *Wood Science and Technology*, vol. 41, p. 293‑307, nov. 2006, doi: 10.1007/s00226-006-0116-3.

[21] G. Almeida, C. Leclerc, et P. Perré, « NMR imaging of fluid pathways during drainage of softwood in a pressure membrane chamber », *International Journal of Multiphase Flow*, vol. 34, no 3, p. 312‑321, 2008, doi: 10.1016/j.ijmultiphaseflow.2007.10.009.

[22] D. Keunecke, K. Novosseletz, C. Lanvermann, D. Mannes, et P. Niemz, « Combination of X-ray and digital image correlation for the analysis of moisture-induced strain in wood », *European Journal of Wood and Wood Products*, vol. 70 (4), p. 407‑413, juill. 2012, doi: 10.3929/ethz-b-000039636.

[23] D. M. Nguyen *et al.*, « A Critical Review of Current Imaging Techniques to Investigate Water Transfers in Wood and Biosourced Materials », *Transport in Porous Media*, vol. 137, p. 21‑61, 2021, doi: 10.1007/s11242-020-01538-2.

[24] J. Van den Bulcke, M. Boone, J. Van Acker, et L. Van Hoorebeke, « Three-Dimensional X-Ray Imaging and Analysis of Fungi on and in Wood », *Microscopy and Microanalysis*, vol. 15 (5), p. 395‑402, août 2009, doi: 10.1017/S1431927609990419.

[25] U. Müller, R. Bammer, E. Halmschlager, R. Stollberger, et R. Wimmer, « Detection of fungal wood decay using Magnetic Resonance Imaging », *Holz als Roh- und Werkstoff*, vol. 59, p. 190‑194.