

Industry 4.0 in forestry – NIR spectroscopy and hyperspectral imaging input

Anna Sandak^{1}, Jakub Sandak^{2,1}, Andreas Zitek³, Barbara Hinterstoisser³*

¹ CNR-IVALSA Trees and Timber Institute, San Michele all'Adige, Italy

* anna.sandak@ivalsa.cnr.it

² InnoRenew CoE, Livade 6, Izola, Slovenia

³ Institute of Wood Technology and Renewable Materials, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Austria

Abstract

The term Industry 4.0 refers to the combination of several major innovations in digital technology, e.g. sophisticated sensors, cloud computing, data capturing and analysis to enable virtual communication between all stakeholders in an interoperable global value chain for information transparency and decentral decision making. The SLOPE project integrated information from remote sensing and in-field surveying systems, to support the characterization forest resources for improving the sustainability of the resource use. Spatial information was integrated with multi-sensor data in a model for Sustainable Forest Management and for optimization of logistics during forest operations. NIR spectroscopy and hyperspectral imaging (HI) were used for the development of an automatic grading system of wood logs directly in the field. Besides spectroscopic techniques tree geometry, stress wave, cutting forces and data from harvester were merged to provide overall quality class and define the optimal conversion path for each graded log.

Three types of portable sensors: MicroNIR Pro, Viavi (range 950 – 1650nm), Hamamatsu C12666MA (range 340 to 780nm) and Hamamatsu C11708MA (range 640-1050nm), were tested and their performance was compared with laboratory equipment. NIR instruments were used for spectra acquisition at different harvesting steps: during tree marking, directly after manual cutting of the tree, cutting of the logs by processor and after the logs storage. The measured spectra were transferred to a central computer for immediate processing and generation of quality indexes (QI). QI were used then for the visualization of the log quality map and determination of the overall NIR and HI quality indexes. The developed grading system was validated during two demonstrations, in Italy and in Austria conducted in two different seasons (early summer and early winter). The final step was to integrate information regarding quality grading with the forest information system (FIS) database in order to provide additional input to refine stand growth and yields models for long term silvicultural management.

Industria 4.0 nelle operazioni forestali – L’input della spettroscopia NIR e delle immagini iperspettrali

Anna Sandak^{1}, Jakub Sandak^{2,1}, Andreas Zitek³, Barbara Hinterstoisser³*

¹ CNR-IVALSA Trees and Timber Institute, San Michele all’Adige, Italy

* anna.sandak@ivalsa.cnr.it

² InnoRenew CoE, Livade 6, Izola, Slovenia

³ Institute of Wood Technology and Renewable Materials, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Austria

Abstract

Il termine Industria 4.0 si riferisce a diverse importanti innovazioni della tecnologia digitale (sensori sofisticati, cloud computing, acquisizione ed analisi dati) e all’incorporazione di queste in una filiera globale inter-operabile, condivisa da diverse aziende. Il progetto SLOPE integra informazioni rilevate con remote sensing e sul terreno, per caratterizzare le risorse forestali. Le informazioni spaziali vengono integrate con dati multi-sensore in un modello di Gestione Forestale Sostenibile per ottimizzare la logistica delle operazioni forestali. La spettroscopia NIR e le immagini iperspettrali (HI) sono state utilizzate in un sistema automatico di classificazione dei tronchi. Oltre alle tecniche spettroscopiche, la geometria della pianta, la propagazione dell'onda meccanica, le forze di taglio, e i dati dell’harvester sono stati uniti per fornire un classe generale di qualità e definire la destinazione ottimale per ogni tronco.

Tre tipi di sensori portatili: MicroNIR Pro, Viavi con range spettrale 950 – 1650 nm, Hamamatsu C12666MA con range spettrale 340 – 780 nm e Hamamatsu C11708MA con range spettrale 640 – 1050 nm, sono stati testati e confrontati con strumentazione da laboratorio. Gli strumenti NIR sono stati usati per l’acquisizione di spettri durante diverse fasi: selezione delle piante da assegnare al taglio, successivamente al taglio manuale, durante le operazioni di allestimento con processore, e in fase di stoccaggio. Gli spettri, trasferiti al computer centrale, vengono processati generando un indice di qualità (IQ), utilizzato per visualizzare mappe qualitative dei tronchi e per determinare un indice qualitativo generale NIR e HI. Il sistema così sviluppato è stato validato durante due dimostrazioni, in Italia ed Austria, svoltesi a inizio estate e a inizio inverno. Infine, le informazioni sono state integrate con la banca dati forestale per fornire un ulteriore input ai modelli di crescita e produttività forestale, per una selvicoltura sostenibile.