Z LASEREM PRZEZ

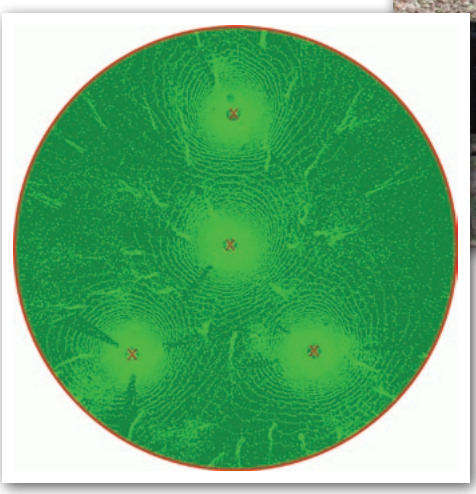
Szczegółowe pomiary przeprowadzone przez pracowników Katedry Urządzania Lasu Akademii Rolniczej w Poznaniu dowiodły, że skaner laserowy czuje się w lesie jak ryba w wodzie. Choć ta technologia pomiarowa ma ograniczenia, to jest szansa, że na dobre zagości wśród polskich drzew.

PAWEŁ STRZELIŃSKI

CAŁA PRAWDA O LEŚNIKACH

Leśnictwo jako dziedzina naukowo-badawcza raczej nie jest kojarzona z zaawansowanymi technologiami. Społeczeństwo wciąż postrzega pracownika leśnego jako pana w zielonym mundurze, z dubeltówką na ramieniu, dokarmiającego zimą sarenki. To oczywiście stereotyp mocno przerysowany.

FARO LS HE880 to zestaw kilku podstawowych elementów, ale ich łączna waga przekracza 60 kg



Obszar o promieniu 20 m skanuje się z 3-4 stanowisk

Wśród wielu różnych zadań realizowanych przez sektor gospodarki leśnej znajdują się również te z dziedziny urządzania lasu. Ich głównym celem jest ocena stanu, kontrola realizacji i wspomaganie w podejmowaniu decyzji. I właśnie tutaj stosuje się często najnowsze narzędzia.

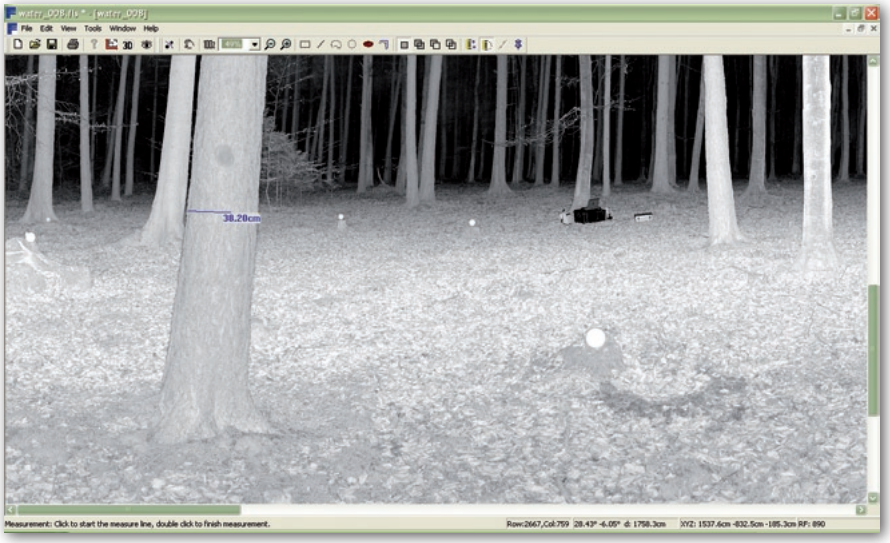
Przez dziesiątki lat przy pomiarach drzew wykorzystywano urządzenia mechaniczne. Ich precyzja oraz wprawa operatora pozwalały na wyznaczenie wysokości stojącego drzewa nawet z dokładnością 10 cm (standard to 50 cm). W latach 90. pojawiły się przyrządy elektroniczne wspomagające większość prac pomiarowo-rejestracyjnych. Przełom zapowiadały technologie łączące lotniczy skaning laserowy z wysokorozdzielczymi zdjęciami cyfrowymi. Okazało się jednak, że zakres informacji zdobywanych tymi metodami nie zaspokaja w pełni oczekiwań. Brakowało danych z wnętrza lasu przesłanianego często zwartymi koronami drzew.

A MOŻE SPRAWDZI SIĘ SKANER?

Technologię laserowego skaningu naziemnego zdecydowano się przetestować po raz pierwszy na szerszą skalę w ramach projektu „Opracowanie metody inwentaryzacji lasu opartej na integracji danych pozyskiwanych różnymi technikami geomatycznymi" finansowanego przez Dyrekcję Generalną Lasów Państwowych, a koordynowanego przez Wydział Leśny SGGW w Warszawie. Prace nad projektem rozpoczęły się w 2006 r., ale wybór dostawcy sprzętu poprzedziło „rozpoznanie" rynku i dostępnych urządzeń (przeprowadzone przez dr. Piotra Wężyka z Wydziału Leśnego AR w Krakowie). Najbardziej obiecującym okazał się skaner FARO LS HE880. Na poligonie badawczym w Nadleśnictwie Milicz w listopadzie 2006 roku przeprowadzono pierwsze testy (egzemplarzem wypożyczonym za dość wysoką odpłatnością). Wstępne wyniki były obiecujące.

Jednocześnie w Katedrze Urządzania Lasu na Wydziale Leśnym AR w Poznaniu przy ścisłej współpracy z Pracownią Ekofizjologii Instytutu Dendrologii PAN w Kórniku, powstawał nowy projekt badawczy dotyczący modnego, a jednocześnie ważnego tematu – pochłaniania dwutlenku węgla przez ekosystemy leśne. Uruchomiono go w kwietniu 2007 r. pod nazwą „Bilans węgla w biomasie głównych gatunków lasotwórczych w Polsce"

Z LAS



Pomiar charakterystycznych parametrów drzew odbywa się na tzw. obrazie intensywności

(koordynatorem została Katedra Urządzania Lasu na Wydziale Leśnym AR w Poznaniu). Do precyzyjnej rejestracji poletek badawczych, gdzie pomiarami obejmowane są nie tylko podstawowe elementy drzew (średnica i wysokość), ale także wiele innych parametrów, łącznie ze strukturą i wypełnieniem przestrzeni oraz szacowaniem biomasy roślinnej we wszystkich warstwach drzewostanów (z warstwą krzewów i runa włącznie), wybrano ponownie skaner laserowy FARO LS HE880. Zleceniodawca badań (Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych) wyraził zgodę na zakup skanera laserowego, co stało się jesienią 2007 r. Decyzję tę podjęto po przeprowadzeniu testów opisanych poniżej.

TESTOWANIE SKANERA

Pozytywne doświadczenia z Milicza, liczne opinie ekspertów (m.in. prof. H. Spieckera z Wydziału Leśnego na Uniwersytecie we Freiburgu) oraz staże naukowe doktorantów (np. w firmie TreeMetrics w Irlandii) potwierdziły słuszność wyboru instrumentu FARO. Mimo to postanowiono poddać skaner bardziej gruntownemu sprawdzeniu. Tym razem przetestowano go w różnych warunkach temperaturowych (zwłaszcza w minimalnej zalecanej przez producenta – ok. 5°C) oraz, co bardzo istotne, w drzewostanach o niejednolitym składzie gatunkowym i budowie warstwowej. W sumie, przed decyzją o zakupie wykonano skaning na terenie siedmiu nadleśnictw (Chojna, Chojnów, Grodzisk Wlkp., Łopuchówko, Sławno, Tuczno i Zielonka) oraz w dwóch drzewostanach o specyficznym charakterze parkowym (ogród dendrologiczny AR w Poznaniu oraz Wielkopolski Park Narodowy).

W pierwszej fazie testów wydawało się, że specyfika pracy w lesie nie sprawi skanerowi FARO szczególnych trudności. Podstawowe zadanie to pomiar, a właściwie inwentaryzacja powierzchni o promieniu ok. 15-20 m, z określeniem średnicy drzewa (najlepiej na dowolnej wysokości) z dokładnością nie gorszą niż 0,5 cm oraz wysokości z dokładnością nie gorszą niż 50 cm. Pierwsze problemy zaczęły się pojawiać przy pomiarze wysokości. W drzewostanach o dużym zagęszczeniu, zwłaszcza młodych, trudne okazało się wyselekcjonowanie wierzchołków niektórych drzew. Z kolei przy dużym zagęszczeniu krzewów problemem był nawet prawidłowy pomiar średnicy drzewa (standardowo mierzonej na wysokości 130 cm od podstawy pnia). Stąd pierwszy ważny wniosek – skaner trzeba ustawiać jak najdalej od drzew w celu zminimalizowania ich wzajemnego przesłaniania się. Ponieważ jednak efektu tego nie sposób uniknąć, do testów wykorzystano oprogramowanie firmy TreeMetrics, które wykonuje analizy oparte na modelach kształtu różnych gatunków drzew. Wówczas przy częściowo przesłoniętych drzewach możliwe jest modelowanie z wykorzystaniem inter- i ekstrapolacji.

GARŚĆ CENNYCH WSKAZÓWEK TERENOWYCH

Efekt przesłaniania można zminimalizować, wykonując na powierzchni badawczej większą liczbę skanów. Wydłuża to jednak czas pracy oraz zwiększa ilość danych (łączny rozmiar plików). Jaka metoda jest więc optymalna?

Najprostszym sposobem jest oczywiście centralne ustawienie skanera – w środku badanej powierzchni kołowej. Mimo trójwymiarowego odwzorowania powierzchni, nie zyskamy obrazu części drzewa niewidocznych dla skanera. A należy pamiętać, że w zakresie zainteresowań może być oszacowanie stopnia deformacji pni (krzywizny), ich uszkodzenia (np. odarcia z kory), objawy chorobowe (np. owocniki grzybów – huby) itp. By uzyskać pełne informacje, należy zaplanować minimum 3-4 skany na powierzchni. Dzięki zastosowaniu odpowiedniego oprogramowania i umieszczeniu na skanowanym obszarze tzw. kul referencyjnych otrzymuje się już w miarę precyzyjny model 3D. Należy tylko pamiętać o zachowaniu maksymalnej odległości pomiędzy pozycjami skanera (nie więcej niż 15 m) oraz dobrej widoczności kul referencyjnych (optymalnie wszystkich z każdego stanowiska skanera).

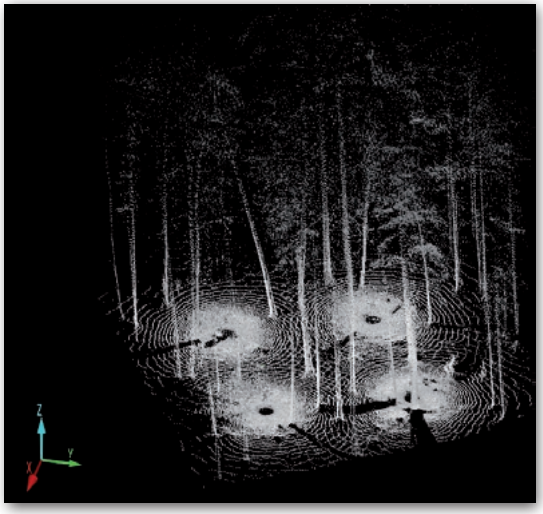
Kolejnym ważnym punktem jest wybór rozdzielczości skanowania, co skutkuje m.in. jakością obrazu, precyzją i dokładnością pomiarów, czasem ich trwania (oraz obróbki), a także ewentualną koniecznością zakupu wydajnej stacji graficznej. Doświadczenia wielu zespołów pokazały, że wystarczającym dla „leśnych" zastosowań jest skan z rozdzielczością ¼, co trwa ok. 7 min. i generuje pliki o wielkości 100 MB (z opcją „koloru" ok. 150 MB).

Niewątpliwie zakres zastosowań skanera rozszerza możliwość przyłączenia kamery cyfrowej. W badaniach leśnych ma to swoje uzasadnienie m.in. podczas identyfikacji gatunków (nie tylko drzew i krzewów, ale także roślin runa), co na obrazie intensywności nie zawsze jest możliwe.

LASER ZAMIAST SUWMIARKI

Zasadnicze analizy, czyli pomiary parametrów poszczególnych drzew i krzewów, odbywają się zazwyczaj na tzw. obrazie intensywności. Niestety, uzyskiwane w testach wyniki nie zawsze spełniały pokładane w laserze nadzieje. Na przykład na powierzchni testowej w Nadleśnictwie Milicz w porównaniu do tradycyjnych metod pomiarowych otrzymano różnicę średnicy 1,5 cm, zaś wysokości – 33 cm. Pojawia się oczywiście pytanie, który z pomiarów powinien być traktowany jako referencyjny?

W kolejnym teście skupiono się więc na najprostszym porównaniu pomiarów średnicy drzew. Analiza danych z Nadleśnictwa Gryfino (wrzesień 2007 r.) przeprowadzona dla trzech powierzchni (w sumie 101 drzew z gatunku buk zwyczajny) wykazała średnią różnicę pomiędzy po-



Chmura punktów w oprogramowaniu CAD (z lewej) oraz fotorealistyczny model 3D z nałożoną teksturą ze zdjęcia cyfrowego

miarem tradycyjnym a danymi z lasera na poziomie 0,07 cm!

Przy zachowaniu takiej dokładności można przejść do bardziej zaawansowanych analiz, m.in. pomiaru pozostałych części drzewa (konarów, drobnych gałązek, a nawet aparatu asymilacyjnego). Tego typu dane są najbardziej pożądane przy szacowaniu biomasy poszczególnych części drzewa, co z kolei jest niezbędne przy określaniu zdolności pochłaniania CO_2, a w konsekwencji – określaniu bilansu węgla w ekosystemach leśnych.

Do rozwiązania pozostaje więc tylko jeszcze jedna ważna kwestia – czasu poświęcanego na analizę danych zgromadzonych w postaci chmur punktów. Sam skaning laserowy jest czynnością niezbyt trudną ani też specjalnie długotrwałą. Pierwsze fazy opracowywania danych to ich odfiltrowanie i wyodrębnienie określonych obiektów i obszarów. Obiecujące wydaje się oprogramowanie wspomnianej już firmy TreeMetrics, umożliwiające daleko idącą automatyzację pomiarów określonych cech pojedynczych drzew. Całkiem osobnym zagadnieniem jest generowanie z chmur punktów modeli CAD oraz wizualizacja w formatach wideo.

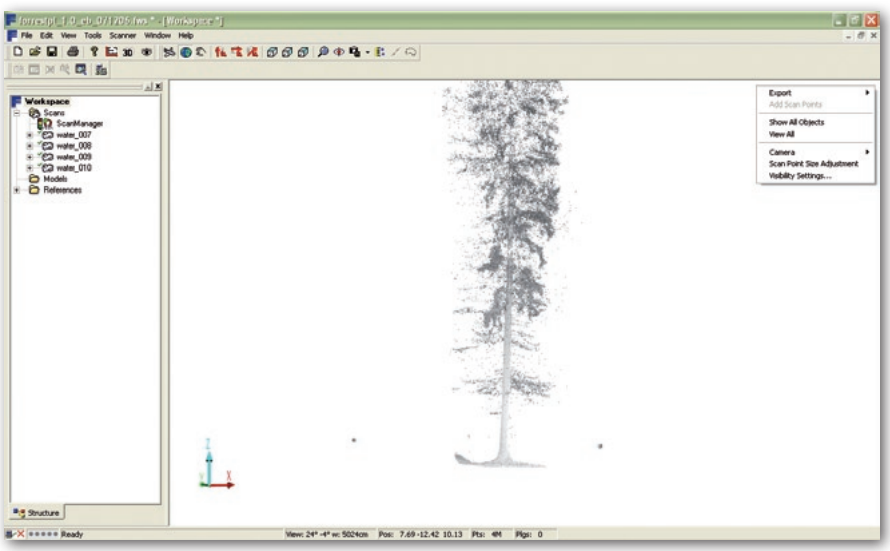
● Z PUNKTU WIDZENIA UŻYTKOWNIKA

Czy skaner jest urządzeniem komplementarnym, spełniającym wszystkie potrzeby leśnika-mierniczego? Niewątpliwie brakuje mu wbudowanego, precyzyjnego odbiornika GPS (lub chociaż możliwości podłączenia zewnętrznego sensora), który w trakcie skanowania wyznaczyłby pozycję skanera w układzie współrzędnych WGS-84 i nadał globalną georeferencję chmurze punktów. Dopracowania wymaga także montaż kamery cyfrowej. Mimo iż element ten był już w kolejnych modelach poprawiany, to ciągle oś optyczna obiektywu nie jest wystarczająco dokładnie „zgrana" z położeniem diody lasera, co przekłada się m.in. na niedokładności w generowaniu fotorealistycznego modelu 3D. Pewną niedogodnością może być ograniczenie stosowania jedynie dwóch modeli kamer cyfrowych: Nikona D70 lub Nikona D200 (obydwa w zestawie z obiektywem typu fish eye – Nikkor AF DX 10,5 mm f/2.8 G ED).

Pokręcić można jeszcze nosem na kwestię mobilności całego zestawu. Sam skaner waży 14,5 kg, kufer transportowy to kolejne 10 kg, statyw geodezyjny – 12 kg, akumulator – 14 kg, walizka z kulami referencyjnymi – ok. 5 kg, notebook – ok. 4 kg) oraz kamera cyfrowa – ok. 3 kg). W sumie daje to niebagatelny ciężar ok. 60 kg!

Zasadniczą kwestią jest więc możliwość „odchudzenia" tego zestawu. Pierwszym krokiem w tym kierunku może być wymiana ciężkiego drewnianego statywu na taki z włókien węglowych o odpowiedniej nośności (np. Gitzo GT5560SGT Systematic Carbon Triod – waga 3,41 kg, maksymalne obciążenie 25 kg). Oszczędzamy już ok. 8 kg. Drugi krok to zakup lżejszego o 11 kg akumulatora. Kolejnym elementem o nadprogramowym ciężarze jest urządzenie sterujące. Choć skaner FARO przystosowany jest do bezprzewodowego sterowania za pośrednictwem PDA, to jednak parametry tego typu urządzeń nie pozwalają na podgląd wykonanego skanu. Pozostaje więc podłączenie notebooka wydajnego graficznie (obsługa OpenGL), lecz niewielkiego wagą (ok. 1 kg) z pojemnym akumulatorem (6-8 godz. pracy). Warunki takie spełniają np. Sony VAIO VGN-TZ21 (ok. 1,19 kg; 7 godz. pracy) lub Toshiba Portege R500-121 (ok. 0,98 kg; 7 godz. pracy). Tu zarobiliśmy jedynie 2-3 kg, ale łączny spadek ciężaru całego zestawu to już ponad 20 kg!

Wciąż jednak 40 kg sprzętu to za dużo, by transportowała go jedna osoba, a tym bardziej kobieta, bo wśród leśników też można je spotkać. Wskazana jest więc raczej praca w zespołach dwuosobowych.



Chmura punktów pojedynczego drzewa w aplikacji FARO Scene

Tekst i zdjęcie PAWEŁ STRZELIŃSKI
Katedra Urządzania Lasu
Wydział Leśny AR w Poznaniu

Teraz możemy więcej !!!

W swojej już prawie sześćdziesięcioletniej historii

Warszawskie Przedsiębiorstwo Geodezyjne S.A.

zawsze było prekursorem we wdrażaniu nowych technologii z zakresu geodezji i kartografii.

WPG S.A. już w 2005 roku wykonało pierwsze prace pomiarowe z wykorzystaniem skanera laserowego. Dzisiaj możemy zaoferować naszym klientom pełną technologię wykonywania pomiarów z zastosowaniem różnego rodzaju skanerów laserowych:

inwentaryzacje i wykonywanie modeli 3D urządzeń w zakładach przemysłowych

modele 3D budynków, opracowywanie modeli zabudowy, pomiary deformacji

pomiary i opracowanie modeli 3D urządzeń i detali z dokładnością do 0.05 mm

inwentaryzacje architektoniczne i architektoniczno - konserwatorskie obiektów zabytkowych

Warszawskie Przedsiębiorstwo Geodezyjne S.A.

ul. Nowy Świat 2, 00-497 Warszawa

tel. 022 621 44 61

fax 022 625 78 87

http://www.wpg.com.pl

e-mail: produkcja@wpg.com.pl