

Fot. Google

Smartfon z technologią Google Tango w akcji

Skaner 3D dla mas

Popularnonaukowe media coraz częściej donoszą o nowych urządzeniach, które będą niskim kosztem pozyskiwać dokładną i gęstą chmurę punktów. Czy dla geodezji to szansa czy zagrożenie?

Jerzy Królikowski

Skaner laserowy wszedł na dobre do geodezji na początku tego wieku. Mimo bogatej oferty różnorodnych urządzeń oraz rosnącego grona użytkowników LiDAR wciąż jest jednak rzadkim wyposażeniem firmy geodezyjnej. Przyczyna jest prosta – pieniądze. Koszt naziemnego skanera to przynajmniej 100 tys. zł. Nie da się taniej? Wielu naukowców intensywnie pracuje nad tym, by się dało!

• Mniej optyki, niższa cena

Oferowane obecnie na rynku skanery laserowe są znacznie mniejsze i lżejsze niż ich poprzednicy jeszcze sprzed kilku lat. Pozwala to z powodzeniem integrować te sensory np. z bezzałogowymi maszynami latającymi. Wciąż jednak trudno uznać te urządzenia za lekkie i kompaktowe. To w dużej mierze wina tego, że składają się z wielu elementów optycznych i ruchomych, w przypadku

których pole do miniaturyzacji jest mocno ograniczone. To samo dotyczy zresztą obniżania cen.

A gdyby tak pozbyć się tych elementów? Nad tym właśnie pracują naukowcy z California Institute of Technology (Caltech), a efektem ich badań jest Nanophotonic Coherent Imager (NCI) – czip o wielkości raptem 1 mm kwadratowego zdolny do wykonywania precyzyjnych pomiarów 3D. NCI działa na podobnej zasadzie jak skaner laserowy, przy czym jego osiągi na pierwszy rzut oka są mizerne. Czip składa się bowiem z zaledwie 16-pikselowej matrycy, gdzie każdy piksel jest odrębnym interferometrem. Jak wyjaśniają naukowcy z Caltechu, oznacza to tyle, że w obecnym kształcie NCI wykonuje „zdjęcie” o wielkości 16 px, gdzie w każdym pikselu zapisane są informacje o odległości do mierzonego obiektu oraz o intensywności odbitego światła.

Badacze zastrzegają jednak, że nie ma przeszkód technologicznych, by następne matryce były znacznie większe i liczyły setki lub nawet tysiące pikseli.

Problem kiepskiej rozdzielczości można także obejść, wykonując sekwencje pomiarów 4 x 4 px. W ten sposób specjalistom z Caltechu udało się wygenerować numeryczny model monety – pomiar przeprowadzono z odległości pół metra.

• Chmura dla druku

W ocenie kalifornijskich naukowców tego typu czipy są na tyle niewielkie i tanie w produkcji, że z powodzeniem będzie można integrować je z elektroniką użytkową. Jako potencjalne zastosowanie wymieniane jest przede wszystkim skanowanie niewielkich obiektów na potrzeby ich późniejszego druku 3D.

Trójwymiarowe drukowanie ma być głównym zastosowaniem również w przypadku urządzenia Eora 3D wymyślonego przez trójkę australijskich przedsiębiorców. Dzięki wykorzystaniu zielonego lasera instrument ge-

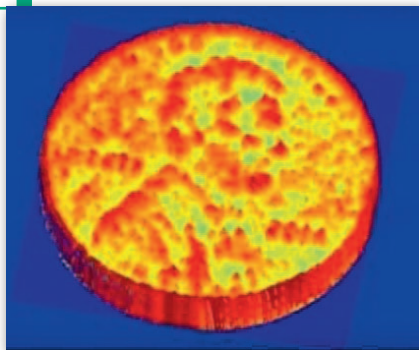
Skaner Eora 3D przeznaczony jest przede wszystkim do pomiaru niewielkich przedmiotów

neruje chmurę punktów o dokładności poniżej 0,1 mm, pozwalając uchwycić obiekty o wymiarach od 0,25 mm. Zasięg pomiaru wynosi do 1 metra. Sprzężenie skanera Eora 3D przez Bluetooth z wbudowanym w smartfon cyfrowym aparatem pozwala zaś na kolorowanie chmury. Przetwarzanie danych odbywa się nie na stacji roboczej, ale – dzięki specjalnej mobilnej aplikacji – w smartfonie bądź tablecie. Eora 3D wraz z programem ma kosztować nieco ponad 300 dolarów.

Najciekawsze w tym australijskim projekcie jest to, że pieniądze na rozwój wynalazku udało się zebrać na portalu crowdfundingowym Kickstarter, i to bardzo sprawnie. Autorzy pomysłu liczyli, że zgromadzą w ten sposób 80 tys. dolarów, a udało im się uzyskać... ponad pięć razy więcej! Doskonale pokazuje to, że na rynku elektroniki użytkowej istnieje spore zainteresowanie sprzętem do pomiarów 3D. Kto pierwszy je zaspokoi, będzie mógł liczyć na spore zyski.

• Skanujące ziarnko ryżu

Miniaturyzacją technologii skanowania 3D z oczywistych powodów zainteresowane jest również wojsko. Liderem badań w tej dziedzinie jest słynne amerykańskie laboratorium DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*), które walczyło przyczyniło się m.in. do powstania internetu. Pod koniec 2015 r. ogłosiło ono wart 58 mln dol. program „Modular Optical Aperture Building Blocks”, którego celem jest zbudowanie ultrakompaktowego skanera laserowego. Kluczem do miniaturyzacji ma być zastąpienie elementów optycznych płaskim układem półprzewodników. Doce-



Moneta zeskanowana przez NCI

Fot. Collect

lowo urządzenie ma składać się z 10 tys. tych elementów, zajmować powierzchnię nie większą od płyty DVD i – co ważne – oferować parametry pomiaru nie gorsze (a nawet lepsze) niż współczesne, znacznie większe i cięższe LiDAR-y. Miniaturowy skaner miałby znaleźć zastosowanie przede wszystkim w wojsku – mógłby być np. montowany na pokładzie drona, by skanować lasy w poszukiwaniu wrogich oddziałów ukrywających się pod drzewami. Niewykluczone jednak, że wynalazek prędzej czy później trafi również do użytkowników cywilnych, co w historii DARPA zdarzało się już nie raz (przykładem jest wspomniany internet).

Pierwsze efekty pracy tego laboratorium nad miniaturyzacją skanera już znamy. Na początku września 2016 r. zaprezentowano bowiem czip skanujący o wielkości... ziarnka ryżu. Nie mniej zaskakująca jest przewidywana cena tego wynalazku. Przedstawiciele DARPA liczą, że w seryjnej produkcji może ono kosztować zaledwie 10 dolarów! Nie oszałamiają natomiast możliwość pomiarowe tego czipu. Maksymalny zasięg to raptem 2 metry, minimalny to 5 cm, roz-

dzielczość pomiaru to 3 cm na dystansie 2 metrów, a pole widzenia wynosi około 55 stopni. W ciągu najbliższego roku naukowcy chcą jednak poprawić zasięg do 10 metrów, a pole widzenia do 100 stopni. Dodają ponadto, że z teoretycznego punktu widzenia taki czip mógłby mierzyć na dystansie nawet 100 m.

• W tangu z Google'em

Na razie najgłośniejszym wynalazkiem dającym nadzieję na tanie skanowanie jest Tango. Ta zaprezentowana w 2014 roku przez Google'a technologia ma wzbogacić możliwości tabletu czy smartfona o funkcje gęstego i dokładnego pomiaru 3D. Jej kluczowym elementem jest sensor głębi, dotychczas znany raczej z gier komputerowych (technologia ta wykorzystywana jest np. do śledzenia ruchów gracza przez urządzenie Kinect integrowane z konsolą Xbox 360). Tango może wykorzystywać jedną z trzech metod wyznaczania odległości od smartfona/tabletu, a wybór konkretnej zależy już od producenta urządzenia mobilnego współpracującego z Google'em. Pierwsza to „światło strukturalne”. Metoda polega na rzutowaniu na mierzoną powierzchnię regularnego wzoru punktów w podczerwieni i następnie na mierzeniu ich wielkości. Im plamka światła jest większa, tym punkt znajduje się dalej. Pozostałe metody są dobrze znane geodetom – bazują na pomiarze czasu lotu wiązki podczerwieni lub efektu stereoskopowego.

Sam sensor głębi to oczywiście za mało. Jest on więc wspomagany obrazem z kamery (do śledzenia ruchu urządzenia), odbiornikiem GPS, akcelerometrem oraz żyroskopem. Ile da się „wycisnąć” z tej



Fot. Eora



Fot. Ford

Ford wyposażony w skanery firmy Velodyne

technologii? Trudno powiedzieć, bo nikt (o dziwo) nie przeprowadził dotychczas profesjonalnych testów dokładnościowych Tango. Możemy więc jedynie bazować na informacjach podanych przez Google'a. Z tych wynika, że zasięg sensora głębi wynosi od 0,5 do 4 m, a jego dokładność w optymalnych warunkach sięga kilku centymetrów. Oczywiście mowa tu o dokładności względnej, bo bezwzględna będzie uzależniona np. od dokładności odbiornika GPS bądź czasu pomiaru bez dostępności sygnałów satelitarnych.

Standardowym produktem technologii Tango jest chmura punktów z określonymi współrzędnymi X, Y, Z. Teksturowanie chmury, generowanie modeli 3D, nawigacja wewnątrz budynków, rzeczywistość rozszerzona lub wykonywanie pomiarów odległości, powierzchni czy objętości – możliwość skorzystania z tych i innych funkcji uzależniona jest już od posiadania aplikacji kompatybilnych z Tango. Tych, niestety, jest niewiele. Nie powinno to jednak dziwić, bo w sprzedaży są na razie tylko dwa urządzenia z technologią Tango (tablet Lenovo Phab 2 Pro oraz smartfon Asus ZenFone AR cena obu to około 500 dolarów). W kolejce do wejścia na rynek czekają już jednak następne tablety i smartfony wyposażone

w Tango, można więc założyć, że technologia ta dopiero zaczyna swoją karierę.

Na marginesie dodajmy, że nad własnym poręcznym urządzeniem do skanowania 3D pracuje również największy konkurent Google'a, czyli Apple. Jednak na razie jedynym efektem tych wysiłków jest kilka zgłoszonych patentów.

Poważnym graczem na tym rynku chce zostać także Garmin, dotychczas znany z produkcji sportowych i rekreacyjnych odbiorników GPS. We wrześniu firma zaprezentowała skaner laserowy kosztujący tylko 150 dolarów. Za tak niską cenę otrzymujemy jednak relatywnie słabe możliwości pomiarowe. LIDAR-Lite V3 wykonuje do 500 pomiarów na sekundę na dystansie od 0 do 40 metrów, co pozwala generować dane w rozdzielczości 1 cm. Dokładność sensora to 2,5 cm.

• Satelitarny scenariusz

Trudno nie odnieść wrażenia, że opisane tu pokrótce wynalazki, nawet jeśli trafią do masowej produkcji, to raczej nie znajdą szerszego zastosowania w geodezji. Albo mają bowiem krótki zasięg, albo niewielką dokładność, albo kiepską prędkość skanowania, albo... wszystkie te mankamenty na raz. Sytuacja jest podobna jak kiedyś z odbiornikami satelitarnymi: w ciągu kilku lat stały się standardowym wyposażeniem smartfonów i tabletów, choć ich dokładność w amatorskim sprzęcie była i nadal jest daleka od tego, czego oczekują geodeci. Nie zmienia to jednak faktu, że satelitarna rewolucja pośrednio wpłynęła również na obniżkę cen sprzętu geodezyjnego. Podobnie powinno być również w przypadku skanerów laserowych, a motorem tych przemian będzie zapewne rynek (nomen omen) motoryzacyjny rozwijający w pocie czoła technologię pojazdów autonomicznych.

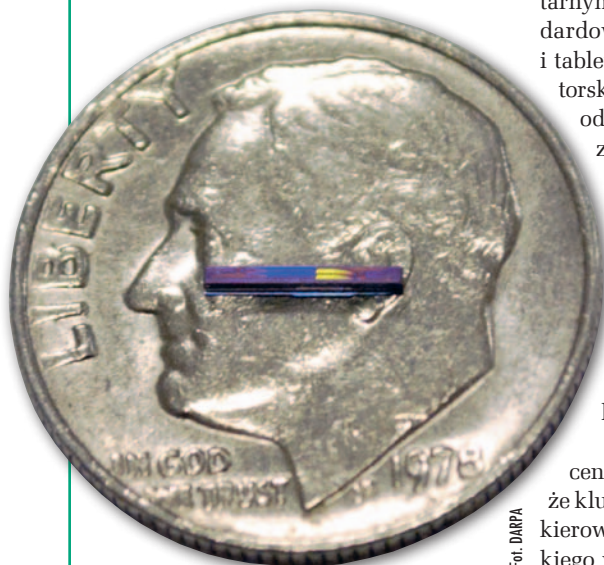
Zdecydowana większość producentów samochodów zakłada bowiem, że kluczowym sensorem, który wyreczy kierowcę, będzie właśnie LiDAR. Do takiego wniosku doszedł chociażby Ford, który w połowie 2016 r. poinformował o zainwestowaniu kilkudziesięciu mi-

lionów dolarów w znanego producenta skanerów (także geodezyjnych) – firmę Velodyne. Przedstawiciele Velodyne nie kryją, że ich głównym celem na najbliższe lata jest obniżenie ceny LiDAR-ów do takiego poziomu, by można było je montować w każdym nowym pojeździe.

Jaki poziom mają na myśli? Kierownictwo firmy twierdzi, że koszt modułu skanującego mogą zbić nawet do 50 dolarów. Oczywiście nie można zapominać, że w tej cenie jest jedynie kluczowy podzespół skanera, bez precyzyjnego odbiornika GPS, jednostki inercyjnej czy przetwórczy dyskowej. Do tego należy jeszcze doliczyć koszty stacji roboczych oraz oprogramowania – gęstą chmurę punktów trzeba przecież jakoś przetworzyć. Gdy to wszystko podsumować, inwestycja robi się poważna, choć z pewnością już nie tak porażająca (szczególnie dla małych firm), jak to było dotychczas. Nietrudno więc wywróżyć, że choć dziś z chmur punktów korzysta tylko kilka procent rodzimych przedsiębiorstw geodezyjnych (GEODETA 10/2016), to już za kilka lat grono ich użytkowników będzie przynajmniej kilka razy większe. Może uda nam się osiągnąć chociaż obecny poziom wykorzystania tej technologii w Stanach Zjednoczonych, gdzie na chmurze punktów pracuje już blisko co trzeci geodeta (tak wynika z badania miesięcznika „Point of Beginning”).

Ale czy ta lidarowa rewolucja nie jest dla geodezji zagrożeniem? Czy nie sprawi, że pozyskiwaniem i przetwarzaniem chmury punktów zajmą się osoby bez pojęcia o podstawach pomiarów geodezyjnych? Tu znów nasuwa się analogia z odbiornikami satelitarnymi. Choć precyzyjne wersje tych instrumentów zdążyły się upowszechnić w wielu branżach, raczej nie zmniejszyło to przychodów geodetów. Ale czy zwiększyło? Tu znacznie trudniej o jednoznaczną odpowiedź. Podobnie może być ze skanowaniem laserowym – jeśli firmy geodezyjne wkrótce mocniej nie zainteresują się tą technologią, zrobią to inne branże, co – niestety – można obserwować już teraz.

Jerzy Królikowski



Czip skanujący opracowany w laboratoriach DARPA

Fot. DARPA