

OD SKANOWANIA DÓBR KULTURY DO ROZPOZNAWANIA TOŻSAMOŚCI LUDZI - MOŻLIWOŚCI SKANERÓW 3D

Streszczenie: Przedstawiono wybrane możliwości optycznych skanerów 3D ze szczególnym uwzględnieniem możliwości ręcznych skanerów firmy Artec. Opisano różne technologie skanowania ze wskazaniem kryteriów doboru rozwiązania w zależności od zastosowania. Przedstawiono prognozę dotyczącą dalszego rozwoju technologii skanerów 3D.

Słowa kluczowe: skaner 3D, pomiar 3D

FROM SCANNING CULTURAL HERITAGE TO RECOGNIZING PEOPLE – CAPABILITIES OF 3D SCANNERS

Summary: This article presents chosen features of optical 3D scanners with particular attention to capabilities of handy Artec 3D scanners. Various scanning technologies were considered with pointing of correct solution selection criteria depending on the application. The article contains a forecast for further development of 3D scanning technology.

Keywords: 3D scanner, 3D measurement

1. WPROWADZENIE

Skanowanie 3D to technologia rozwijana już ponad 20 lat. Początkowo skanery znajdowały zastosowanie jedynie w przemyśle, gdzie służyły jako narzędzie wspomagające inżynierię odwrotną. Dzięki nim możliwe było (i jest nadal) odtworzenie dokumentacji technicznej do istniejących części maszyn, a także projektowanie nowych elementów na bazie modelu 3D zeskanowanego obiektu. Z czasem technologia skanowania 3D została dostrzeżona także przez inne branże i znalazła zastosowanie w dziedzinach często nie mających nic wspólnego z przemysłem, m.in. w muzealnictwie i archeologii, medycynie oraz multimediami. Wymagania stawiane przez nowych użytkowników wymusiły opracowanie urządzeń o zróżnicowanych parametrach, właściwościach i zastosowaniach.

Wśród optycznych sposobów odwzorowania kształtu 3D rozróżnić można kilka metod pomiarowych. Są to: triangulacja laserowa, metoda czasu przelotu wiązki, fotogrametria i metoda z oświetleniem strukturalnym [2]. W ostatnich latach najpopularniejszym rozwiązaniem stała się metoda z oświetleniem strukturalnym. Jest ku temu kilka przesłanek. Fotogrametria nie pozwala uzyskać wystarczająco dokładnych pomiarów, a profesjonalne zestawy fotogrametryczne nie są urządzeniami na tyle mobilnymi, by można było wykonywać pomiary w terenie. Metoda czasu przelotu wiązki jest doskonałym rozwiązaniem do specjalnych zastosowań - skanowania wielkich gabarytów (takich jak pomieszczenia, elewacje kamienic, czy samoloty), jednak nie sprawdza się przy skanowaniu mniejszych obiektów. Triangulacja laserowa, z racji użycia lasera, jest często nieakceptowana przez muzealników do pomiarów eksponatów - ze względu na niszczące działanie wiązki laserowej, a także w medycynie – z uwagi np. na szkodliwe działanie dla oczu. Najszersze zastosowania mają skanery 3D wykorzystujące metodę oświetlenia strukturalnego. Są one wykorzystywane w wielu dziedzinach gospodarki i ciągle pojawiają

się nowe aplikacje. Najlepszym przykładem jest różnorodność zastosowań ręcznych skanerów 3D firmy Artec.

2. SKANOWANIE 3D DÓBR KULTURY

Skanery 3D okazały się niezbędnym narzędziem pracy dla ludzi związanych z kulturą i ochroną dziedzictwa, gdzie znalazły zastosowanie w różnych działach (m.in. inwentaryzacji i archiwizacji do tworzenia dokumentacji zbiorów muzealnych oraz edukacji). W działach promocji wykorzystywane są do tworzenia modeli 3D zbiorów – głównie w celu prezentacji na stronach internetowych (wbudowane w stronę obiekty z możliwością manipulacji – obracania i powiększania lub w formie wirtualnych wycieczek). Na podstawie modelu 3D zeskanowanego elementu możliwe jest wykonanie kopii eksponatu, który można potem udostępnić np. osobom niewidomym do poznawania przez zmysł dotyku. Dzięki skanerom 3D popularyzacja kultury stała się łatwiejsza, jednak w dużej mierze przyczyniły się do tego udoskonalenia jakie producenci wprowadzili do swoich urządzeń. Muzealnicy postawili wysokie wymagania. Musiały powstać skanery szybkie i dokładne, o bardzo wysokiej rozdzielczości, pozwalające odwzorować najdrobniejsze szczegóły, a przy tym uchwycić idealnie kolory obiektu. Skanowanie dóbr kultury musi być realizowane w różnych miejscach (nie wszystkie obiekty można przenieść), dlatego skanery powinny być w pełni mobilne oraz umożliwiać pracę bez stałego źródła zasilania. Wymagane jest również spełnienie wszelkich zasad digitalizacji zbiorów muzealnych, co oznacza w praktyce wykluczenie wszelkich technologii niosących ryzyko zniszczenia eksponatu (często zabronione jest wykorzystanie lasera lub matowienie powierzchni). Z tego względu opracowano dedykowane do tego celu urządzenia stacjonarne, działające w bezpiecznej bezdotykowej technologii światła strukturalnego, które pozwalają zeskanować obiekt z wysoką dokładnością, generując bardzo gęstą kolorową chmurę punktów, nawet powyżej 600 pkt/mm². Częstym kryterium wyboru technologii jest czas całego procesu digitalizacji (skanowania i obróbki danych) oraz możliwość skanowania obiektów o skomplikowanych kształtach i pracy w terenie (również w trudnodostępnych miejscach m.in. na potrzeby archeologii). Wówczas zalecanym rozwiązaniem jest użycie ręcznych skanerów 3D, działających w technologii światła strukturalnego.

Obecnie na rynku dostępne już są ręczne skanery 3D oferujące wysoką dokładność odwzorowania rzeczywistego kształtu, pozwalające dodatkowo przenieść teksturę. Wyróżniają się one możliwością skanowania nawet skomplikowanych obiektów z każdej strony przy wykonaniu tylko jednego pomiaru (bez potrzeby łączenia skanów). Jest to możliwe dzięki szybkiemu dopasowywaniu (na bieżąco, w trakcie skanowania) rejestrowanych klatek, czyli pojedynczych skanów. W programie Artec Studio łączenie może się odbywać na podstawie geometrii lub geometrii i tekstury. Dzięki takiemu samoczynnemu pozycjonowaniu skanera nie jest wymagane naklejanie markerów. Można również zrezygnować ze stołów obrotowych, które są często niezbędnym wyposażeniem stanowisk ze skanerami stacjonarnymi. Jeżeli obiekt charakteryzuje się małą zmiennością cech geometrycznych, z pomocą przychodzi funkcja pozycjonowania skanera na teksturze obiektu. Dla ręcznych skanerów ograniczeniem nie jest również wielkość przestrzeni roboczej – na rynku dostępne są już urządzenia przeznaczone do dokładnego skanowania małych obiektów (takich jak zęby i kości) oraz znacznie większych (np. komnaty grobowców).

Wykorzystując zalety ręcznych skanerów światła białego, archeolodzy zyskali możliwość zbierania materiału do badań i analiz w postaci dokumentacji trójwymiarowej. Mogą wykonywać pomiary w terenie, bez stałego dostępu do źródła prądu, dzięki zasilaniu

laptopów i skanerów z baterii (rys. 2.1). W przypadku pracy w grobowcach, pomiar bezdotykowy pozwala prowadzić badania bez obawy o ryzyko bezczeszczenia zwłok.



Rys. 2.1 Pomiary skanerem 3D Artec Eva wykonywane przez polskich archeologów z Uniwersytetu Warszawskiego i Politechniki Wrocławskiej na Machu Picchu [4]

3. SKANOWANIE 3D W MULTIMEDIACH

Wraz z dynamicznym rozwojem branży reklamowej, gier komputerowych i przemysłu filmowego, wzrosło zapotrzebowanie na wysokiej jakości grafikę komputerową. Przygotowanie efektów specjalnych, czy też budowanie wirtualnej rzeczywistości jest mozolnym procesem, do którego potrzeba wielu ludzi. Graficy komputerowi większość modeli rysują ręcznie przy użyciu specjalnego oprogramowania. Jednak długi czas, jaki na to poświęcają, zmusił branżę multimedialną do znalezienia rozwiązania, które pozwoli tę pracę przyspieszyć. Jeśli tworzony przez grafika model 3D ma cokolwiek wspólnego z istniejącym obiektem rzeczywistym, to użycie skanera 3D bywa rozwiązaniem znacznie skracającym czas jego przygotowania i gwarantującym sukces, szczególnie jeśli trzeba odwzorować bardzo skomplikowane kształty, a także teksturę. W tej branży obiekty są bardzo różnorodne i często się zmieniają, co wymaga znalezienia uniwersalnego rozwiązania, pozwalającego na skanowanie z możliwie wysoką dokładnością obiektów w różnych rozmiarach, szybko, łatwo i z teksturą. Zwykli użytkownicy nie chcą tracić czasu na kalibrację systemu, która z punktu widzenia urządzenia pomiarowego bywa konieczna. Wymienione wymagania ponownie wskazują na technologię oświetlenia strukturalnego jako najbardziej uniwersalną z naciskiem na ręczne skanery 3D. Stosowane w nich algorytmy pozwalają wyeliminować błędy pomiaru powstałe przez poruszenie się mierzonego obiektu, co jest szczególnie ważne przy skanowaniu ludzi (tą cechą posiadają skanery i oprogramowanie firmy Artec). Wygenerowany po skanowaniu model 3D (w postaci kolorowej siatki trójkątów) jest dla grafika dobrą bazą, by dalej modyfikować go w

specjalnym oprogramowaniu i stworzyć animację na potrzeby reklamy, gry komputerowej, czy też filmu bogatego w efekty specjalne.

Wspomniane skanowanie 3D ludzi staje się coraz bardziej popularne. Rynek zgłasza zapotrzebowanie na usługi skanowania 3D postaci i wydruk ich miniaturowych figurek na kolorowych proszkowych drukarkach 3D, z papieru lub masy cukrowej. Ciekawe rozwiązanie zaproponowała w tym zakresie firma Artec Group, która opracowała uniwersalne stanowisko do skanowania całych postaci na potrzeby druku 3D (rys. 3.1). Urządzenie składa się z czterech skanerów 3D w technologii światła strukturalnego, które obracane są dookoła stojącego w środku na platformie człowieka. Skanowanie trwa kilka sekund, zaś gotowy model 3D uzyskujemy już po 5 minutach. Urządzenie wysyła skan do producenta, a ten przysyła gotowy model 3D. Wszystko odbywa się automatycznie.



Rys. 3.1 Schemat mobilnego stanowiska do skanowania ludzi firmy Artec Group [5]

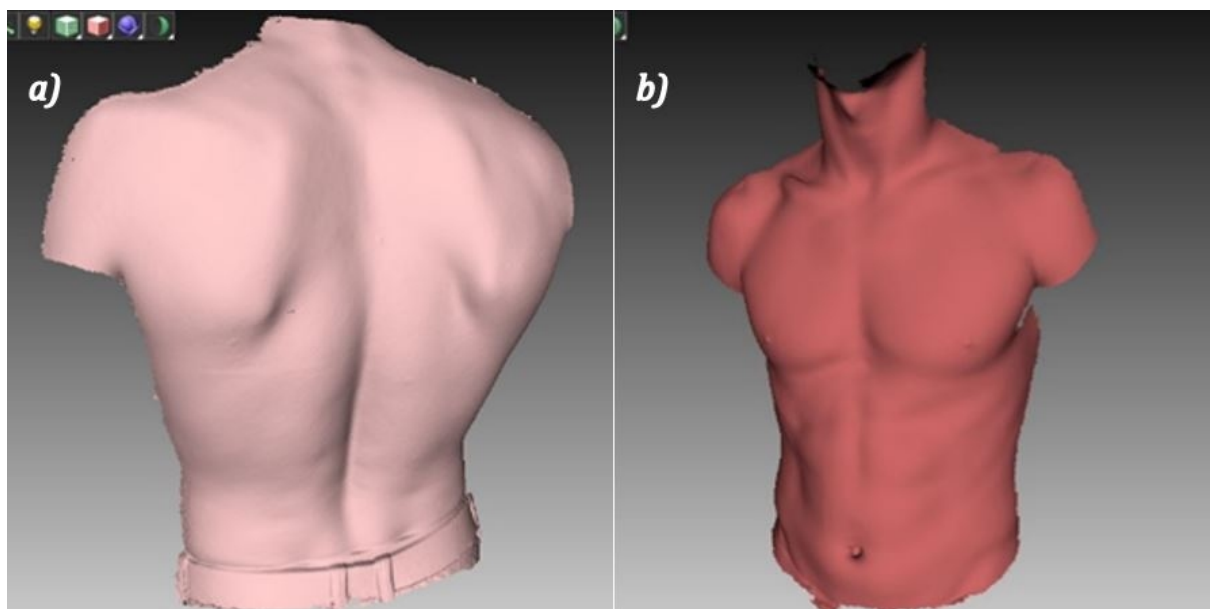
4. SKANOWANIE 3D W MEDYCYNIE

Medycyna jest dziedziną, w której skanery 3D mają niebywale wiele zastosowań. Są to między innymi:

- ortopedia: badanie wad postawy człowieka, zniekształceń kończyn, badanie lekkości klatki piersiowej, projektowanie butów i wkładek ortopedycznych, projektowanie protez kończyn,
- protetyka: projektowanie i produkcja implantów, protez szczękowych,
- dermatologia: badania zmian skóry i monitorowanie postępów leczenia, badanie głębokości ran,
- opieka pourazowa: projektowanie i produkcja egzoszkieletów,
- ergonomia: projektowanie foteli, krzeseł, materaców, uchwytów, wszelkich elementów, z którymi człowiek ma kontakt fizyczny ,
- chirurgia plastyczna: wizualizowanie efektów operacji plastycznej,
- dietetyka: weryfikacja skuteczności wdrożonej diety.

Wszystkie wymienione zastosowania łączą wspólne wymagania. Stosowana technologia powinna być bezinwazyjna i bezdotykowa. Pomiar musi być szybki, by możliwe było badanie dużej liczby pacjentów w krótkim czasie. Jest to szczególnie ważne podczas badań przesiewowych, np. prowadzonych w szkołach lub na komisjach lekarskich [2]. By przeprowadzić tego rodzaju badania, skaner 3D powinien być także urządzeniem

mobilnym, które może pracować poza przeznaczonym do pomiarów laboratorium. Ponadto zastosowana w skanerze 3D technologia musi być bezpieczna dla pacjenta, co wyklucza urządzenia wykorzystujące laser i wskazuje na skanery pracujące w oparciu o bezpieczną metodę z oświetleniem strukturalnym. Istniejące na rynku rozwiązania dedykowane (np. do skanowania stóp) są proste w obsłudze, z ograniczoną do minimum ilością ustawień potrzebnych do przeprowadzenia pomiaru, np. wyeliminowano konieczność kalibracji skanera, by mogli z niego korzystać także lekarze, a nie jedynie wykwalifikowany personel techniczny. Oprogramowanie tych urządzeń pozwala na pełną automatyzację pomiaru, efektem którego jest czytelny dla lekarza zbiór danych i parametrów [2] lub gotowy model 3D (rys. 4.1), potrzebny do dalszych prac (na przykład dla projektantów protez).



Rys. 4.1 Pomiary 3D wykonane skanerem 3D Artec Eva: a) skan 3D pleców, b) skan 3D klatki piersiowej [4]

5. ROZPOZNAWANIE TOŻSAMOŚCI LUDZI

Każdy człowiek charakteryzuje się indywidualnymi biometrycznymi cechami fizycznymi. Są nimi np. linie papilarne, zabarwienie tęczówki, geometria dłoni, czy geometria twarzy. Cechy te, jako nośniki danych niemożliwe do podrobienia, coraz częściej wykorzystywane są w systemach kontroli dostępu. Jednak, aby człowiek mógł potwierdzić swoją tożsamość na podstawie wymienionych cech, wymagany jest często kontakt fizyczny z urządzeniem, które te cechy rozpoznaje. Jest to proces, który trwa dość długo i nie pozwala na dużą przepustowość w miejscu kontroli. Rozpoznawanie niepowtarzalnej geometrii twarzy (z ewentualną możliwością rozpoznawania koloru oczu), bez konieczności kontaktu, jest już praktycznie realizowane w urządzeniach kontroli dostępu. Przykładem może być linia skanerów 3D Broadway firmy Artec (rys. 5.1).



Rys. 5.1 Skaner 3D Broadway 3D BM firmy Artec Group [3]

Skanery 3D Broadway wykorzystują metodę z oświetleniem strukturalnym. Czas skanowania wynosi maksymalnie 2 sekundy, a czas rozpoznania i przyznania lub odmowy dostępu - 1 sekundę. Urządzenie może być zintegrowane z istniejącym już w miejscu instalacji systemem kontroli dostępu. Przechowywane w nim dane biometryczne zarejestrowanych osób są porównywane z wykonanym skanem. Jeżeli zarejestrowana osoba figuruje w bazie danych i jest jej przyznany dostęp, to system wpuści ją do chronionej instytucji na przykład przez otwarcie bramki. Jeżeli dana osoba nie zostanie rozpoznana, lub jest zarejestrowana w systemie z informacją o zabronionym dostępie, wtedy nie zostanie wpuszczona. Podobnie może być np. w systemach automatycznego rozpoznawania osób poszukiwanych przez systemy funkcjonujące np. na lotniskach. System Broadway jest zaprogramowany do skanowania twarzy. Rozpoczyna on pomiar w momencie, kiedy człowiek znajdzie się w obszarze pomiarowym skanera. Urządzenie wymaga od użytkownika jedynie spojrzenia w kierunku detektora skanera, by rozpocząć identyfikację. Człowiek nie musi się zatrzymywać, pomiar może być wykonany w trakcie marszu, a zidentyfikowana osoba może nawet nosić okulary lub nakrycie głowy i swobodnie przejść przez bramkę. System pozwala na przepustowość do 60 osób na minutę [3].

Skaner 3D, jako element systemu kontroli dostępu, może być wykorzystywany w wielu instytucjach, np. w bankach, korporacjach, na lotniskach, czy w jednostkach wojskowych. Wszędzie tam, gdzie powinien być zapewniony wysoki poziom bezpieczeństwa, a jednocześnie mamy do czynienia z dużą ilością ludzi ubiegających się o dostęp. Pozwala on zwiększyć przepustowość i znacznie zmniejszyć ryzyko przyznania nieuprawnionego dostępu na skutek kradzieży danych tożsamości.

6. PODSUMOWANIE

Duże możliwości skanerów 3D pozwoliły na wykorzystanie ich nie tylko w przemyśle, branży dla której zostały pierwotnie stworzone. Coraz powszechniejsze wykorzystanie tych urządzeń w muzealnictwie, multimediami, czy medycynie dowodzą, że w niedalekiej przyszłości skanery 3D będą urządzeniami niemal tak powszechnymi jak komputery osobiste, a może nawet jak aparaty fotograficzne. Wszystko na to wskazuje. Nowe urządzenia są coraz prostsze w obsłudze, ich ceny powoli spadają, a dodawane do nich oprogramowanie ma coraz większe możliwości. Kolejne wyzwania, jakie stoją przed producentami skanerów 3D, to dalsze udoskonalanie algorytmów odpowiedzialnych za automatyzację pomiarów, poprawa wydajności oprogramowania sterującego skanerem i odpowiedzialnego za przygotowanie modelu 3D, a także bezprzewodowa komunikacja z komputerem lub rezygnacja z integrowania skanera z komputerem na czas pomiaru, co niektórym producentom już się udało.

7. LITERATURA

- [1] Materiały firmy 3D Master
- [2] Sitnik R.: *Odwzorowanie kształtu obiektów trójwymiarowych z wykorzystaniem oświetlenia strukturalnego*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2010
- [3] <http://www.artecid.com/>
- [4] <http://www.skanery3d.eu/>
- [5] <https://shapify.me/>