

mgr MAREK KUBICA mkubica@us.edu.pl www.marek.prv.pl

dr GRZEGORZ SŁUŻAŁEK grzegorz.sluzalek@us.edu.pl

mgr PIOTR WÓJCIK

Uniwersytet Śląski, Wydział Informatyki i Nauki o Materiałach

41-200 Sosnowiec, ul. Śnieżna 2

Modelowanie i animacja humanoida w przestrzeni trójwymiarowej

WSTĘP

Roboty coraz częściej stosuje się w zakładach produkcyjnych w celu otrzymywania produktów wysokiej jakości, co przy obecnym wzroście konkurencji jest bardzo ważne, gdyż obniża ceny towarów masowej produkcji. Takie maszyny mogą pracować 24 godziny na dobę, a przy odpowiednich warunkach ich utrzymanie jest tańsze od zatrudniania zwykłych pracowników. Najogólniej rozwój robotyki zależy od trzech czynników: technicznych, ekonomicznych i społecznych.

Naukowcy tworząc różnego rodzaju roboty mechaniczne coraz częściej korzystają z programów do modelowania trójwymiarowego. Możliwości obecnych programów CAD (Computer Aided Design – komputerowe wspomaganie projektowania) dzięki ogromnej mocy obliczeniowej nowoczesnych procesorów CPU i GPU pozwalają nie tylko na projektowanie modeli trójwymiarowych w czasie rzeczywistym, ale także tworzenie rozbudowanych symulacji ruchu, wizualizacji i animacji, a nawet przeprowadzanie analiz naprężeń i odkształceń danego obiektu [1].

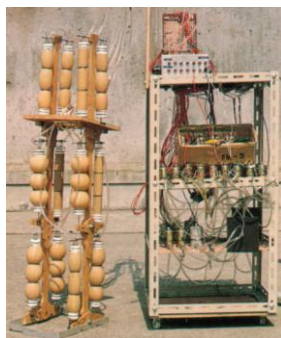
Patrząc na postępujący w ogromnym tempie rozwój techniki i jej możliwości można przypuszczać, że w niedalekiej przyszłości roboty przemysłowe przejmą większość obowiązków zawodowych, które w chwili obecnej wykonują ludzie, a prawie każdy obywatel świata będzie posiadał robota humanoidalnego w swoim zaciszu domowym.

„Humanoid to każdy byt, którego kształt ciała przypomina ludzkie. Termin obejmuje więc ssaki naczelne jak i mityczne istoty czy sztuczne organizmy (androidy), szczególnie w kontekście fantastyki naukowej i fantastyki baśniowej” [2].

Początki tworzenia robotów sięgają już czasów starożytnych ok. 400-300 r. p.n.e. kiedy to pewien Grek zbudował mechanicznego gołębia. Mówiąc jednak o rozwoju robotów człowieko-kształtnych można zacząć od roku 1206, w którym Arab Al-Jazar skonstruował mechanizm przedstawiający 4 muzyków znajdujących się w łodzi.

Słowo „robot” zostało użyte i spopularyzowane przez czeskiego pisarza Karelę Čapek, będącego jednym z pionierów fantastyki naukowej w 1921 roku.

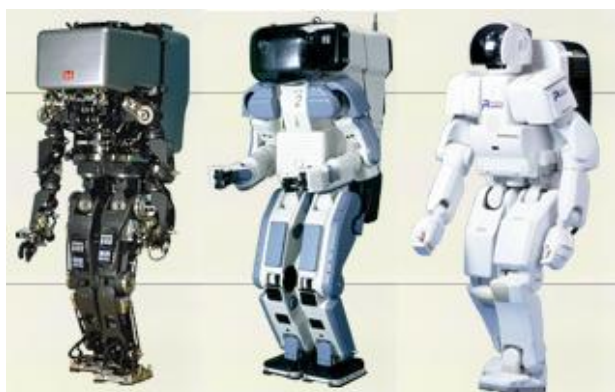
Robot WAP-1 powstał w 1969 roku i był pierwszym dwunożnym robotem kroczącym, aktywowanym pneumatycznie (Rys. 1.), a jego twórcą był Ichiro Kato - japoński naukowiec. Zastosowane w tym robocie sztuczne mięśnie wykonane z gumy i przyłączone do ramy były stymulowane przez komputer [3].



Rys. 1. Robot WAP-1 wykonany przez Ichiro Kato [3]

Lata 1993-1997 to okres powstania serii prototypów typu P (Rys.2.), robota podobnego do człowieka:

- Model P1 - był pierwszym prototypem przypominającym kształtem człowieka,
- Model P2 – zbudowany w 1996 roku, charakteryzował się bardziej realistycznym wyglądem, a także samodzielnym poruszaniem,
- Model P3 - pierwszy całkowicie niezależny, dwunożny humanoid zbudowany w 1997 roku, mierzył 160cm i ważył 130kg.



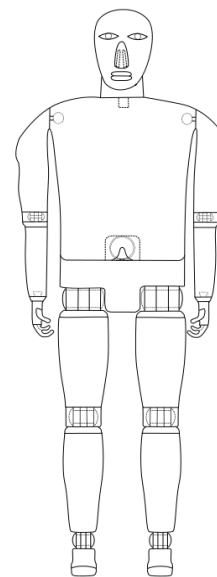
Rys. 2. Prototypy serii P – od lewej P1÷P3 [4]

GRAFIKA KOMPUTEROWA - MODEL 2D HUMANOIDA

Grafika komputerowa jest dziedziną informatyki zajmującą się tworzeniem obrazów oraz wizualizacją rzeczywistych danych przy pomocy komputera. Obecnie wykorzystuje się ją w rozrywce, kulturze, nauce i technice na przykład do:

- tworzenia gier komputerowych,
- filmów animowanych,
- diagnostyki medycznej,
- kreślenia i projektowania (CAD).

Przed przystąpieniem do modelowania trójwymiarowego, został stworzony model 2D Humanoida w programie Inkscape, który jest widoczny na rysunku 3.



Rys. 3. Model 2D humanoida

MODELOWANIE CZĘŚCI „CIAŁA” HUMANOIDA

Modelowanie 3D jest procesem tworzenia i modyfikacji obiektów trójwymiarowych statycznych bądź animowanych z wykorzystaniem specjalistycznego oprogramowania. Programy służące do modelowania zwane są modelerami.

Obiekt trójwymiarowy to zbiór punktów umieszczonych w przestrzeni połączonych ze sobą, a także z różnymi elementami geometrycznymi takimi jak np. trójkąty, linie, zakrzywione powierzchnie itp.

Modelowanie 3D w aplikacji Solid Edge jest procesem tworzenia i modyfikacji obiektów trójwymiarowych statycznych bądź dynamicznych (animowanych). Podczas

modelowania części użytkownik w każdym momencie projektowania może powrócić do dowolnej, wcześniej wykonanej operacji w celu zmiany jej parametrów. Odbywa się to za sprawą umieszczonej w programie możliwości edycji dynamicznej. Budując zespoły można skorzystać z dwóch technik. Jedną z nich jest łączenie poszczególnych części za pomocą definiowania relacji 3D.

Modelowanie humanoida rozpoczęto od stworzenia dłoni przypominającej ludzką. Na rysunkach 4 i 5 przedstawiona jest dłoń wraz z palcami: przed renderowaniem (Rys. 4.) i po renderowaniu (Rys. 5.).

Rendering pozwala projektantowi zobaczyć zawarte w scenie efekty takie jak tekstury i cienie, odbicia i załamania światła, które podczas tworzenia projektu są praktycznie niezauważalne [1].



Rys. 4. Model dłoni wraz z palcami przed renderowaniem



Rys. 5. Model dłoni wraz z palcami po renderowaniu w module „zespół”

Do zamodelowanej dłoni zostało wykonane przedramię humanoida (Rys. 6.). W elemencie tym została zawarta imitacja łokcia zasłaniająca połączenie między przedramieniem i ramieniem. Następnie w przestrzeń trójwymiarową wyciągnięto ramię wykonane na podobieństwo umięśnionej ręki człowieka (Rys. 7.). Zostało one scalone z przedramieniem za pomocą połączenia zawiasowego w module zespołu.



Rys. 6. Model przedramienia humanoida



Rys. 7. Ramię humanoida

Kolejnym krokiem było zamodelowanie talii i klatki piersiowej z zarysowanymi mięśniami złączonej z ramionami za pomocą połączenia kulowego.

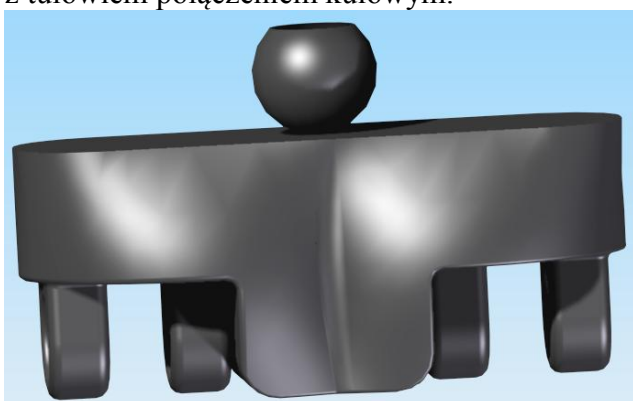


Rys. 8. Przód modelu klatki i talii humanoida



Rys. 9. Tył modelu pleców i talii

Pierwszym elementem dolnej partii modelu humanoida, był pas (Rys. 10.) scalony z tułowiem połączeniem kulowym.



Rys. 10. Rendering pasa humanoida

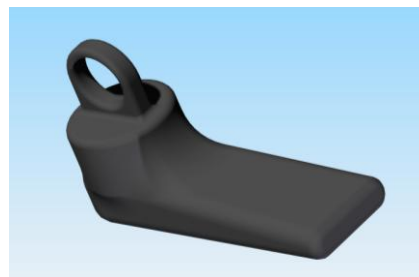
Do dolnej części pasa, dołączone zostały uda, z którymi powiązano łydki ze stopami, które były zamodelowane jako kolejne części (Rys.11-13.).



Rys. 11. Model uda

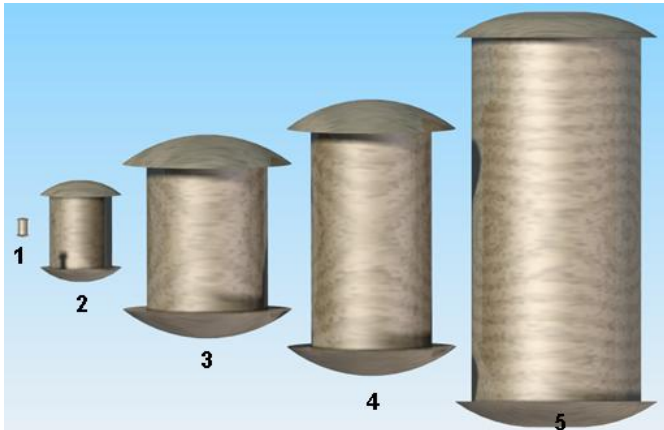


Rys. 12. Łydka



Rys. 13. Stopa

Wszystkie te elementy scalono za pomocą połączenia zawiasowego w którym wykorzystano odpowiednio zaprojektowane łączniki (Rys. 14.).



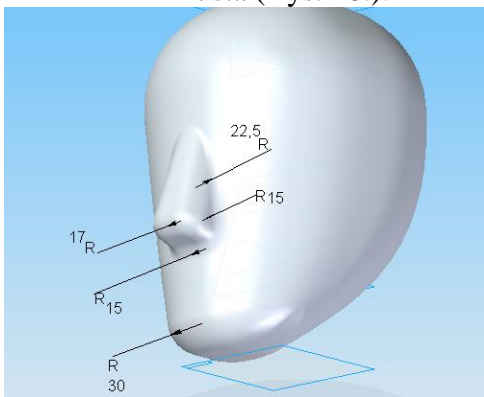
Rys. 14. Łączniki: 1- palców w dłoni, 2- przedramienia z ramieniem, 3- stopy z łydką, 4- łydki z udem, 5- uda z pasem

W końcowej fazie modelowania, mając już prawie kompletną strukturę humanoida została stworzona głowa wraz z oczami, nosem i ustami tak by swoim wyglądem przypominała ludzką.

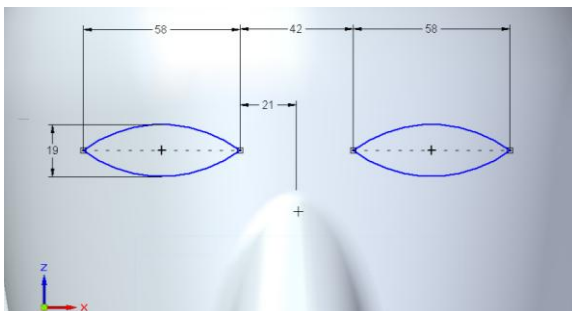
MODELOWANIE GŁOWY HUMANOIDA NA KSZTAŁT LUDZKIEJ

Projektowanie głowy z szyją rozpoczęto od wyciągnięcia kształtu czaszki przez odpowiednio naszkicowane przekroje, zastosowania funkcji zaokrąglenia i wycięcia, dzięki czemu uzyskano bryłę o kształcie ludzkiej głowy. Kolejno zamodelowano:

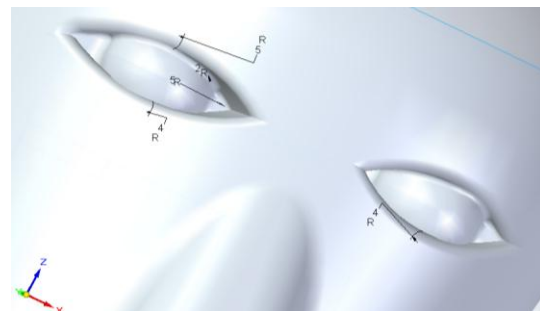
- nos (Rys. 15.),
- oczy (Rys. 16. i 17.),
- usta (Rys. 18.).



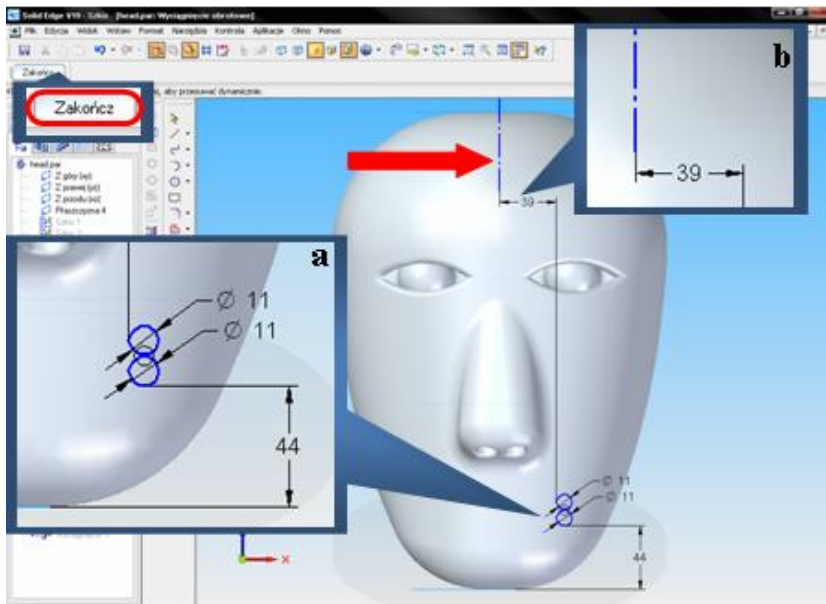
Rys.15. Głowa po wyciągnięciu nosa wraz z widocznymi promieniami zaokrążeń



Rys. 16. Szkic operacji wycinania oczu

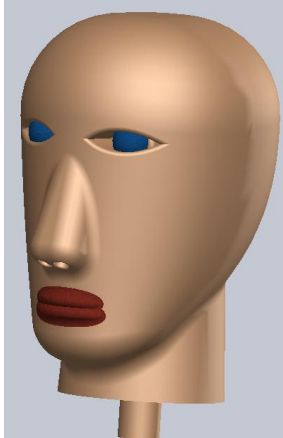


Rys. 17. Efekt wyciągnięcia obrotowego z zaokrąglonymi krawędziami



Rys. 18. Okno edycyjne wyciągnięcia obrotowego: a) szkic wyciągnięcia, b) odległość szkicu od osi obrotu

Rysunek 19 przedstawia model głowy w module „zespół” z zastosowaniem kolorów poszczególnych części, a rysunek 20 przerobioną głowę z teksturą i dołożonym tłem w programie graficznym Gimp 2.6.

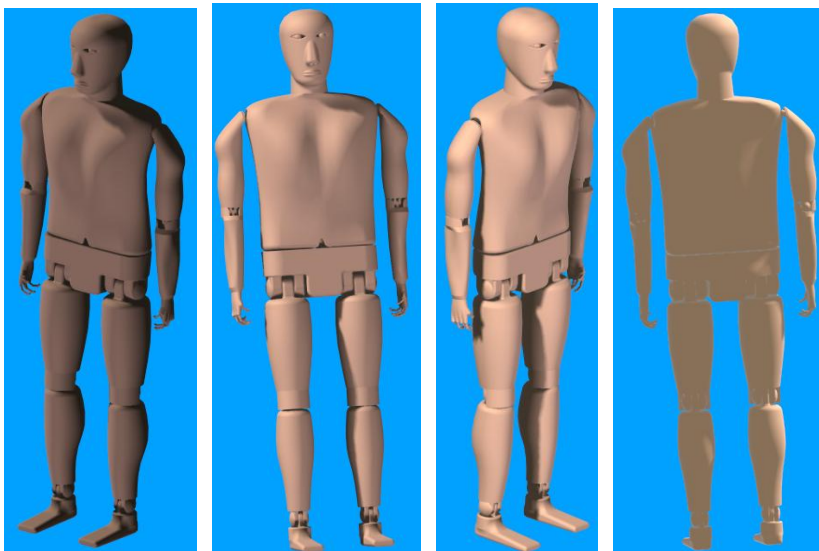


Rys. 19. Model głowy humanoida



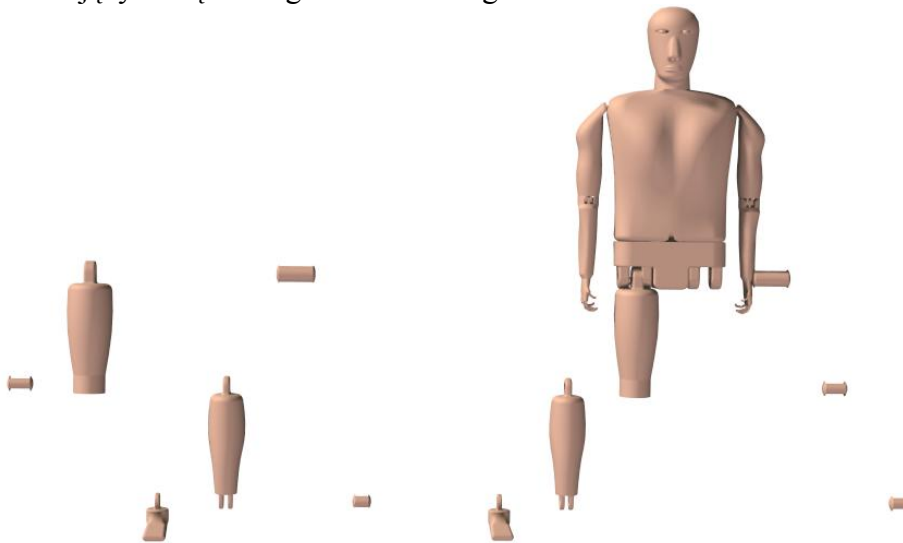
Rys. 20. Głowa humanoida obrobiona w programie graficznym Gimp

Wszystkie części „ciała” humanoida zostały złożone w całość, za pomocą odpowiednich relacji, w module zespołu programu Solid Edge, a następnie poddane renderingowi czego efekt zaprezentowano na rys.21.



Rys. 21. Wybrane sceny renderingu humanoida

Chcąc zobaczyć jakie części wchodzą w skład powstałego zespołu widocznego po złożeniu modelu można zastosować opcję rozstrzelenia, która powoduje wyodrębnienie przez program każdego scalonego uprzednio fragmentu. Na rysunku 22 widać efekt rozstrzelenia części składających się na nogi modelowanego humanoida.



Rys. 22. Rozstrzelenie części składających się na nogi modelowanego humanoida

SYMULACJA RUCHU HUMANOIDA

Od wersji 19 Solid Edge'a możliwe jest definiowanie napędu oraz zastosowanie relacji przekładni. Mając gotowy zespół użytkownik ma możliwość dodania do poszczególnych części silników, których ruch może być obrotowy lub liniowy. „Relacja przekładni umożliwia zdefiniowanie pomiędzy dwoma elementami zespołu zależności powodującej, że zachowują się one jak elementy przekładni – zębatej, pasowej, ciernej itp. Zastosowanie omawianej relacji powoduje, że symulacja przebiega znacznie szybciej, niż przy zastosowaniu dostępnej w poprzednich wersjach SE opcji ruchu rzeczywistego” [5].

Wykorzystując model humanoida została wykonana jego wizualizacja i animacja, na które składały się:

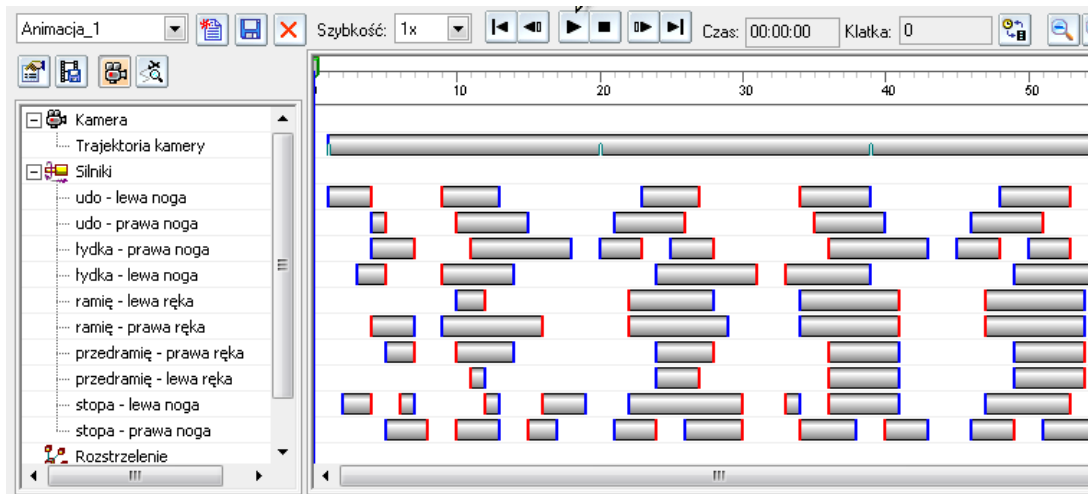
- dodawanie silników do odpowiednich części (Rys. 23.),
- tekstuowanie,

- rendering,
- ustawianie akcji w osi czasu,
- dodawanie nowych ścieżek ruchu,
- rozstrzelenie modelu humanoida na części.



Rys. 23. Zadawanie właściwości silnika symulującego ruch obrotowy

Na osi czasu widoczne są poszczególne klatki wideo tworzonej animacji (Rys. 24.), a napędy zastosowane dla danej części występują w postaci pasków. Dodatkowym efektem przy tworzeniu animacji jest ruch kamery, która potrafi się przemieszczać w przestrzeni trójwymiarowej po dowolnie wybranej trajektorii.



Rys. 24. Widok osi czasu podczas tworzenia animacji

W zależności od stopnia skomplikowania modelowanego zespołu, ilości zadanych klatek na sekundę i kompresji generowanej animacji czas powstawania krótkiego filmu może wahać się od kilkunastu minut do kilku godzin. Na rysunku 25 przedstawiono wybrane klatki z utworzonej w programie Solid Edge animacji humanoida.



Rys. 25. Wybrane klatki animacji humanoida

PODSUMOWANIE

Projekt humanoida został wykonany tak, aby w jak największym stopniu przypominał kształtem człowieka. Podczas tworzenia modelu zostały wykorzystane różne operacje w module „część” programu Solid Edge począwszy od prostego szkicu, poprzez różnego rodzaju wycięcia, tworzenie otworów, aż do wyciągnięć obrotowych i przez przekroje. Poszczególne elementy humanoida zostały złożone w module „zespół” za pomocą odpowiednich relacji.

Poszczególne elementy zostały zamodelowane w oparciu o istniejące modele robotów. Obserwując rozwiązania techniczne istniejących projektów zostały zastosowane różne połączenia między poszczególnymi częściami. Oprócz znanego połączenia zawiasowego, łączącego dwa elementy za pomocą łącznika, zostały zastosowane również połączenia kulowe umożliwiające ruch danej części w przód, w tył oraz na boki.

Animacja została stworzona tak, aby zobrazować budowę humanoida poprzez rozstrzelenie jego poszczególnych części. Program Solid Edge pozwala na dodawanie silników do zamodelowanych elementów co umożliwiło przedstawienie modelu podczas chodu. Możliwość dodawania ruchu kamery, tworzenia jej nowych ścieżek, a także duże możliwości renderingu i cieniowania dodały animacji atrakcyjności.

Rozwój robotyki nabiera coraz większego tempa. Obecnie naukowcy prowadzą badania dotyczące sztucznej inteligencji. Ludzie coraz częściej niechętnie podchodzą do wykonywania prac, z których nie czerpią satysfakcji. Ten problem w niedalekiej przyszłości może być rozwiązany przez zastąpienie człowieka, na takim stanowisku pracy, myślącym robotem. Rozwój robotyki jest w obecnych czasach pożądanym, ponieważ kładzie się nacisk na otrzymywanie produktów wysokiej jakości, przy jednoczesnym obniżaniu kosztów produkcji, w krótszym czasie ich otrzymywania.

Śledząc obecne nowości techniki, robotyki i automatyki, a także możliwości dzisiejszej nauki można przypuszczać, że w niedalekiej przyszłości roboty przemysłowe przejmą większość obowiązków zawodowych wykonywanych obecnie przez człowieka.

LITERATURA

1. M. Kubica: „Techniki komputerowego wspomaganie projektowania przy użyciu środowiska Solid Edge V19 dla modelu koła samochodowego”. Politechnika śląska, Katowice 2010.
2. <http://pl.wikipedia.org/wiki/Humanoid>
3. http://www.asimo.pl/historia/robotyka_kalendarium_1969.php
4. <http://world.honda.com/ASIMO/history/>
5. http://www.lightwave3dmodels.com/Android%20Andy%20_Front%20Comp.htm
6. G. Kazimierzak: „Solid Edge 17. Podstawy”. Helion, 2005.