

Damian Popławski
Wydział Informatyki i Zarządzania
Wyższej Szkoły Informatyki w Łodzi

Promotor: dr hab. Zbigniew Gmyrek, prof. WSIInf

ANIMACJA RUCHU W WIZUALIZACJI PROCESU PRZEMYSŁOWEGO

Streszczenie – Głównym celem pracy było przybliżenie świata grafiki 3D, poznanie jego możliwości oddania świata rzeczywistego. Ważnym elementem jest również przedstawienie złożoności prac prowadzących do powstania finalnego produktu. Odwzorowania składają się zwykle z wielu elementów, takich jak obiekty trójwymiarowe i pokrywająca je tekstura. W pracy tej ukazano cały proces twórczy, począwszy od pomysłu, kończąc na postprodukcji.

Celem praktycznym pracy było stworzenie wizualizacji, ukazującej ogólnie i w detalu złożoność działań urządzeń technicznych w hali produkcyjnej. Dało to możliwość dalszego poznawania zasad rządzących całą sferą grafiki projektowej. Stworzyło to również podstawy teoretyczne, dzięki którym możliwe stało się twórcze kreowanie własnych wizualizacji, także artystycznych.

1 Wstęp

W czasach współczesnych technologie informatyczne coraz częściej przeplatają się z codziennością. Postępującą komputeryzację można zauważyć w niemal wszystkich dziedzinach życia. Dobrym przykładem jest tutaj choćby medycyna lub szeroko pojęte projektowanie, gdzie komputerowy sprzęt elektroniczny jest coraz powszechniejszy.

Najbardziej widocznym aspektem lawinowo wzrastającego poziomu informatyki jest grafika komputerowa, która zajmuje się tworzeniem wizualizacji i odwzorowań często realnego świata przy użyciu specjalistycznego oprogramowania. Efekty pracy artystów tej dziedziny można ujrzeć między innymi w reklamach, na plakatach, kalendarzach, czy choćby w interfejsach programów.

Wśród kreowanych obrazów szczególne miejsce zajmuje ruch. Bez możliwości implementacji go nie byłoby możliwe powstanie gier, filmów i animacji 3D. Jest to zatem sfera szczególnie interesująca z punktu wi-

dzenia osoby starającej się zostać profesjonalistą w tej dziedzinie. Z powodu fascynacji tym tematem i chęci rozwinięcia umiejętności zawodowych, autor niniejszej pracy zdecydował się na zaprezentowanie ruchu maszyn przemysłowych z wykorzystaniem komputerowych technik animacyjnych.

W pracy tej zdecydowano się na wykorzystanie technologii 3D, gdyż jest to najbardziej sugestywny sposób na ukazanie perspektywy obrazu. Dzięki niej możliwe jest także zbliżenie wizualizacji do rzeczywistego świata pod względem realizmu. Możliwa stała się również implementacja pełnych zjawisk fizycznych, takich jak zginanie pod wpływem ruchu czy emisja fotonów i wywołane nią powstanie cieni.

Realizacji głównego celu miały służyć następujące cele podrzędne:

- ♦ Zebranie koniecznych danych dotyczących urządzeń technicznych i ich wyglądu, takich jak: zdjęcia referencyjne, filmy reklamowe oraz dokumentacja,
- ♦ Opracowanie projektu pracy,
- ♦ Stworzenie sceny,
- ♦ Wprawienie w ruch elementów animowanych,
- ♦ Rendering,
- ♦ Tworzenie efektów specjalnych,
- ♦ Szeroko pojęty montaż filmowy.

2 Etapy tworzenia sceny

Scena w 3Ds Max to całokształt projektu, graficzna prezentacja pomysłu. Jest to ważny element pracy. Kreując ostateczny wygląd animacji założono, że ma ona w całości składać się z elementów wymodelowanych cyfrowo. Starano się jednocześnie, aby poziom ich wykonania był jak najbardziej zbliżony do realizmu. Zastosowano więc kombinację dość szczegółowego modelowania wraz z odpowiednimi teksturami. Osiągnięto dzięki temu bliski rzeczywistemu wygląd części metalowych, gumowych, materiałowych i betonowych.

4.2 Układ sceny

Przed przystąpieniem do modelowania zaprojektowano ogólny wygląd robota, co ułatwiło później resztę pracy. Następnie naszkicowano kilka prostych rysunków, które dały pierwszy wgląd w ostateczny wygląd sceny. Całe otoczenie zostało dokończony do robota spawającego, który był pierwszym zaprojektowanym obiektem.



Rys. 8. Szkic robota Fanuc M6i-B

Na potrzeby tej pracy założono, że budowla produkcyjna będzie się składać z dwóch pomieszczeń połączonych drzwiami i oknem, przez które przechodzić będzie pas transmisyjny. W scenie zaplanowano cztery roboty, dwa transportujące, pozostałe natomiast spawające. Wszystkie roboty będą znajdować się w jednym pomieszczeniu, drugie natomiast zajmować będzie prasa hydrauliczna (obiekt nieanimowany) i dwa pasy transmisyjne, od i do maszyny. W pomieszczeniu głównym będzie się również znajdować: obrotowy system spawającej komórki roboczej (Ferris Wheel Welding System Workcell), cztery szafki zasilające, kable łączące szafki z robotami i urządzeniami oraz trzeci pas transmisyjny.

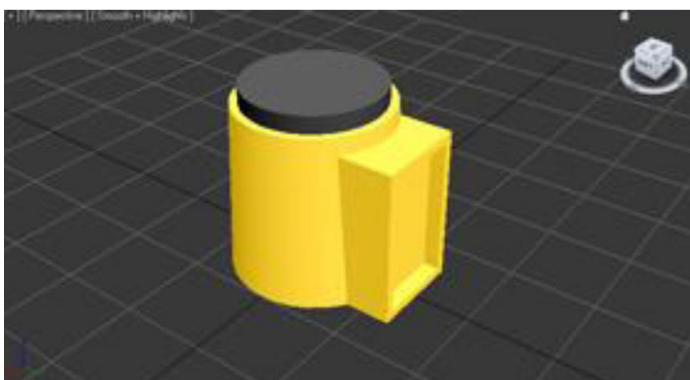
4.3 Modelowanie ogólne i szczegółowe

W tym punkcie zostanie opisane modelowanie wszystkich elementów sceny, dodawanie szczegółów, edycja oraz tworzenie obiektów interaktywnych. W pracy tej najczęściej korzystano z techniki Box Modelling, polegającej na otrzymywaniu gotowych elementów z podstawowego obiektu typu Box. Drugą techniką było kreowanie gotowych części przy użyciu kilku oddzielnych obiektów z gamy Standard oraz Extended Primitives.

Roboty

Modelowanie robotów zaczęto od projektu i zdjęć referencyjnych. Szkic robota spawającego został stworzony na podstawie maszyny Fanuc M-6iB, przeznaczonej do spawania łukowego i przenoszenia ciężarów do 14 kg.

Pierwszą fazą tworzenia robota było wymodelowanie bazy. Zbudowano ją z cylindra o nieco zmniejszonej górnej części. W tym celu przekonwertowano go do Edit Poly, zaznaczono górną płaszczyznę w selekcji Face, po czym zmniejszono jej średnicę dzięki Select and Uniform Scale, użytego w dwóch poziomych osiach jednocześnie. Stworzono dodatkowo prostopadłościan o wysokości ok. $\frac{2}{3}$ bazy, w którym przez użycie narzędzia Extrude, po uprzedniej konwersji, włączono jedną ścianę do środka. Pudełko to spełnia funkcję gniazda zasilania. Oba te elementy połączono. Aby to osiągnąć, w panelu poleceń wybrano zakładkę Geometry i opcję Compound Objects. Tam zaznaczono operację typu Boolean, gdzie zdecydowano się na parametr Union (Scalenie). Następnie utworzono cylinder o małej wysokości, który umieszczono, wykorzystując Select and Move, na szczycie bazy. Jest to łożysko łączące podstawę ramienia z bazą.



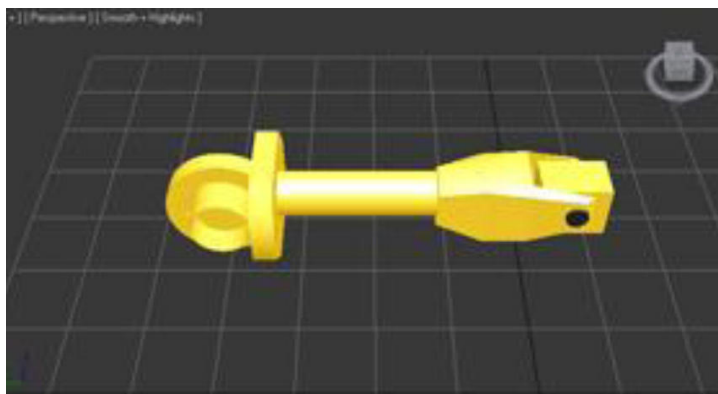
Rys. 9. Model bazy wraz z łożyskiem

Kolejną czynnością było wykreowanie podstawy ramienia. Powstała ona na bazie dwóch prostopadle ustawionych cylindrów, dwóch Boxów i Prisma. Pionowy cylinder po przekonwertowaniu zmieniono w ten sposób, że obie jego podstawy przesunięto narzędziem Extrusion w kierunku jego środka. Powstała w ten sposób obręcz okalająca z obu stron podstawy cylindra. Klocek ustawiony bezpośrednio pod nim zmodyfikowano za pomocą przekształcenia do Edit Poly tak, aby pokrywał się z dolną częścią koła umieszczonego nad nim. Poziome pudełko zostało

stworzone jako podstawa silnika i ustawiono je narzędziem Move Selection tak, by później oba motory się nie nachodziły. Prism będzie gniazdem dla kabla zasilającego napęd ramienia. Umieszczono go nieco za pionowym cylindrem, miejscu zetknięcia podstawy silnika z elementem ramy. Wszystkie obiekty połączono za pomocą operacji boole'owskiej. Do obiektu dostawiono kolejny cylinder – łącznik pomiędzy podstawą a samym ramieniem. Składa się on z dwóch walców o różnych średnicach, ustawionych tak, aby ich środki pokrywały się.

Ramię zostało zbudowane z płaskiego i dość długiego Boxa oraz dwóch cylindrów. Zmodyfikowano wszystkie te elementy przy użyciu edycji polygonowej. W obu walcach wytłoczono narzędziem Extrusion niektóre płaszczyzny, inne zaś wsunięto do środka. Stworzyło to zabudowy i wyrzuczenia na ich powierzchni. Skrzynkę przemodelowano używając punktów zbiegu, nieco wyciągając funkcją Move Selection zewnętrzne werteksy, wewnętrzne natomiast przemieszczając, by powstał łukowaty kształt. Przemieszczano je na odpowiednich oknach roboczych, by zapewnić właściwy kształt. Na dolnej płaszczyźnie obiektu wyciśnięto wgłębienie. Skorzystano z narzędzia Extrude, ale żeby wtlóczenie to miało odpowiednie rozmiary, przemieszczono werteksy stanowiące jego krawędzie na modyfikatorze Move Selection. dzięki temu powstał podłużny prostokąt na spodniej części. Następnie do modelu przytwierdzono podłużną jednostkę zasilania, którą stworzono z wyedytowanego prostopadłościanu. Końcowe jego części poszerzono i przesunięto narzędziami Move oraz Uniform Scale selekcji. Ściany boczne, znajdujące się na tych krańcach wtlóczono poprzez wykorzystanie Extrude. Całą grupę obiektów scalono, korzystając z operacji Boole'a. Model ten ostatecznie obrócono za pomocą Select and Rotate, po czym ustawiono przy użyciu Select and Move w odpowiednim miejscu. Dzięki temu dolny cylinder ramienia pokrywa się z osią łącznika i jest umieszczony na jego powierzchni równoległe do niej. Do ramienia dostawiono kolejny walcowaty łącznik, równoległy i centralnie umieszczony względem górnego wałka.

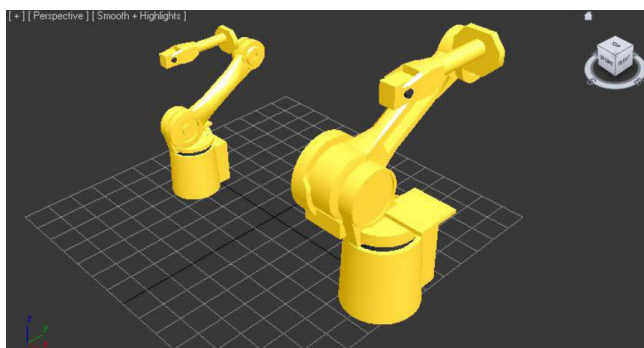
Manipulator robota składa się z trzech oddzielnych elementów: podstawy z silnikami, wysięgnika i końcówki. Na podstawę składają się dwa cylindry. Jeden z nich ma osiem ścianek. Wyłączono w nim parametr Smooth, co zapewniło kanciaste krawędzie. Następnie wydłużono go edycją werteksów. Przymocowano do niego wytłoczony cylinder, stanowiący element łączący z ramieniem. Posiadał on specjalną obudowę silnika, zasłaniającą jego część wrażliwą na uszkodzenia mechaniczne i zanieczyszczenia.



Rys. 10. Manipulator robota

Roboty przenoszące powstały na bazie spawających. Za pomocą narzędzia Move and Copy skopiowano model Fanuc M-6iB, a następnie używając Select and Uniform Scale powiększono go do odpowiednich wymiarów. Obiekt odwrócono względem symetrii osiowej. Wykorzystano w tym celu narzędzie Mirror z zaznaczoną właściwą osią.

Ramię robota przenoszącego zostało zmodyfikowane poprzez skalowanie na potrzeby dźwigania ciężarów. Podstawę również zmieniono, by utrzymała obciążony manipulator. Dobudowano dodatkową osłonę ramienia, wykreowaną z cylindra przekonwertowanego na Editable Poly. Element ten następnie przemodelowano, używając do tego celu znanych narzędzi wyciskania i Move Vertex Selection. Tak powstały obiekt przyłączono operacją Boole'a – Union do podstawy.

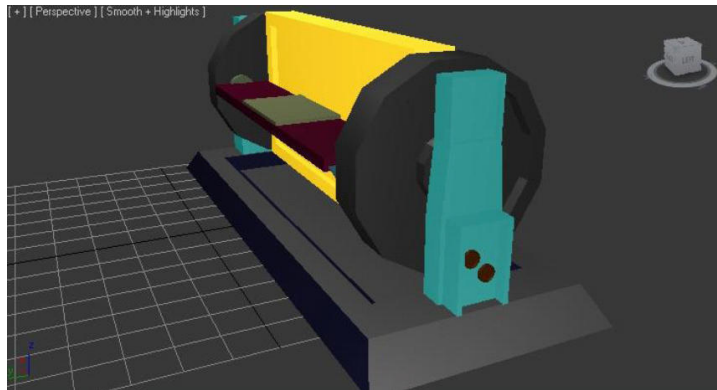


Rys. 11. Zmodyfikowana i powiększona kopia robota

Chwytnik robota przenoszącego pomyślano jako elektromagnes zbudowany z dwóch cewek magnetycznych, podłączonych kablami do

podstawy oraz do manipulatora. Cewki to odpowiednio ukształtowane węzły o płaskim przekroju poprzecznym, inaczej Torus Knots. Przyłączono je do cylindrów opartych na poprzecznych podpórkach, przechodzących przez prostopadłościenny element główny.

Obrotowy System Spawającej Komórki Roboczej to w istocie połączenie kilku prostych elementów, takich jak rama z podstawą oraz obrotowa płyta z dwoma osłonami kołowymi i dwoma niezależnie zmieniającymi orientację przestrzenną blatami. Części podstawy zostały ukształtowane przy pomocy skalowania, wysunięcia płaszczyzn (Extrude), a także przemieszczenia poszczególnych krawędzi (Edges) i punktów zbiegu (Vertex). Do nich dodano pionowe podpory, które ukształtowano za pomocą techniki Box Modelingu. Jeden z filarów pełni funkcję kontrolną, zatem ma miejsce na kable zasilania.



Rys. 12. Obrotowy system spawającej komórki roboczej - gotowy model

Obrotowa płyta to duży prostopadłościan z włączonymi ścianami na jego największych płaszczyznach. Konieczne było przekonwertowanie obiektu na edytowalny, a następnie przesunięcie werteksów tak, by na środku utworzyć duże powierzchnie. Włączono je po tym modyfikacją Extrude w selekcji Face z parametrem o tym samym współczynniku, ale z różnym znakiem. Zamocowano go na rolce, do której przyłączono również dwie osłony płyty, skonstruowane na bazie walców o nieco obniżonej ilości ścian, Damian Romuald Popławski Animacja ruchu w wizualizacji procesu przemysłowego Strona 21

pozbawionych dodatkowo parametru Smooth. Tak przygotowany element przymocowano do bocznych podpór.

Pozostałe modele

Do pozostałych modeli zaliczają się pomieszczenia, pasy transmisyjne, prasa hydrauliczna, szafki zasilające z okablowaniem oraz wszelkie detale sceny. Składają się one na otoczenie wcześniej skonstruowanych robotów. Dopuszczono tu nieco niższy poziom skomplikowania obiektów, gdyż nie są one głównym składnikiem animacji. Dotyczy to elementów statycznych.

Pomieszczenia zbudowano z kilku prostopadłościanów o różnych rozmiarach. Podłoga zaś to powierzchnia Plane. W ścianach, za pomocą operacji Boole'a (odejmowanie – subtraction), wycięto otwory, które spełniają funkcje okien i drzwi. Drzwi i jedno z okien wycięto w ścianie działowej, natomiast pozostałe otwory okienne w ścianach zewnętrznych. W otworze drzwiowym umieszczono próg, składający się z pojedynczej, podłużnej kostki. Po ustawieniu jej w odpowiednim miejscu, przekonwertowano ją do obiektu typu Editable Poly, co pozwoliło zmienić jej parametry. Po wybraniu opcji Vertex rozciągnięto dolną powierzchnię, by uzyskać trapezowaty kształt. Następnie przełączono się na edycję Face, gdzie obniżono górną płaszczyznę. Zbliżyło to model do realnego kształtu.

Na wszystkich otworach okiennych zawieszono zasłony przemysłowe. Wymodelowano je przy użyciu Shapes (kształtów). Utworzono prostokąty, w których zmodyfikowano werteksy za pomocą funkcji Break. Następnie nałożono modyfikatory Garment Maker i Cloth, nadające im odpowiednio strukturę i właściwości materiału. W opcjach tkaniny wybrano Heavy Leather i przestawiono jego parametr Air Res (wpływ na opór powietrza) na wartość 0,4. Dzięki temu zasłony stały się cięższe, a ich zachowanie pod wpływem ruchu bardziej naturalne. W zakładce Group z najwyższego paska werteksów

utworzono grupę, która została przymocowana do cylindrycznego karnisza poprzez wykorzystanie Sim Node. Zasłony składają się z różnej ilości materiałowych pasów, w zależności od ich umiejscowienia.

Prasę wykonano z pojedynczego elementu Box, przekonwertowanego do Edit Poly i odpowiednio ukształtowanego. Wykorzystano narzędzie Extrude, którym wytłoczono i włączono poszczególne kłapy i osłony. Za pomocą modyfikacji Bevel w tej samej selekcji Face uzyskano ramki wokół otworów chłodzących. Część obiektu przeskalowano, by nadać mu bardziej dynamiczny kształt. Dolny fragment bryły zmniejszono, by ukazać, że główne oprzyrządowanie znajduje się w wyższych partiach maszyny. Z pomocą powyższych funkcji wykonano również dwa otwory w przeciwległych ścianach. Są to otwór wejściowy i wyjściowy prasy. Zamontowano w nich również zasłony.

Na potrzeby urealnienia modelu wykonano również kraty wentylacyjne, zamieszczone w bocznych ścianach. Wymodelowano je przy użyciu pojedynczego, podłużnego Boxa, który obrócono pod kątem 45 stopni. Tak przygotowany element powielono za pomocą narzędzia Ar-

ray Tool, z małym przesunięciem względem osi pionowej. Utworzono w ten sposób realistycznie wyglądające metalowe żaluzje, umożliwiające wymianę powietrza. Całość poskładano za pomocą funkcji Connect, otrzymując pojedynczy model.

Prasa posiada również oświetlenie kontrolne, ukazujące gotowość do pracy. Stworzono dwie kule, ucięte w połowie przy pomocy modyfikacji Cut, ustawionej na poziomie 0,5. Przymocowano je do małej płytki na bocznej ścianie maszyny. Rozmieszczono je jedna pod drugą za pomocą narzędzia Move Selection oraz Align, które pozwoliło zorientować je dokładnie w jednej linii.

Pas transmisyjny powstał na bazie pojedynczego obiektu typu Box, w którym wytłoczono dwa zęby, służące do połączenia poszczególnych ogniw. Element ten powielono wykorzystując znane już narzędzie Macierz. Następnie stworzono ścieżkę w kształcie o przekroju kapsułki (elipsoidy o prostych dwóch równoległych bokach). Po użyciu modyfikatora PathDeform utworzono taśmę, którą można obracać po zadanej ścieżce. Ustawiono parametr Stretch tak, by ogniwa nie nachodziły na siebie. Tak przygotowany model obudowano trzema częściami, wymodelowanymi z podłużnych prostopadłościów, tworząc zewnętrzną powłokę. Tak wykonany pas zwielokrotniono i ustawiono w odpowiednich miejscach sceny.

Najszerszy z nich umieszczono na początku sceny, tak by mógł transportować nieobrobione płyty metalowe do prasy hydraulicznej. Stworzono go z dwóch połączonych bokami pasów.

Szafki zasilające to w istocie pojedyncze Boxy. Przemodelowano je tak, by jak najbardziej odpowiadały oryginałowi. Po zaznaczeniu obiektu przekonwertowano go do Edit Poly, a następnie w typie selekcji Face włączono płaszczyzny umiejscowione na wysokości otworów wentylacyjnych i gniazd zasilania. Ramkę wokół metalowych żaluzji uzyskano przy pomocy modyfikacji Bevel. Przyłącza zasilania utworzono z macierzy cylindrów wciętych w środku i o małej średnicy.

Kraty wentylacyjne szafek zostały wymodelowane przy użyciu obiektu Box, zorientowanego pod kątem, a następnie zwielokrotnionego przy użyciu Array Tool (narzędzie tworzenia macierzy). Tak przygotowany model przeskalowano na potrzeby ramek.

Kable zasilające powstały znaną już techniką, czyli poprzez przypisanie obiektu Hose do dwóch Dummy, a następnie ustawienia obu końców takiego elementu w ten sposób, by pokrywały się z przyłączami zasilania. Do tego celu posłużyło narzędzie Align oraz Select and Link.

Ostatnim wymodelowanym elementem było pudełko – obiekt, wokół którego dzieje się cała akcja animacji. Utworzono je z pięciu płaskich Boxów, ustawionych w odpowiednim porządku, połączonych wewnętrznymi krawędziami tak, by krańce zewnętrzne nie stykały się ze sobą. Efekt taki otrzymano po stworzeniu dwóch elementów; jednego o prze-

kroju kwadratowym, drugiego natomiast o prostokątnym, z krótszą krawędzią o tej samej długości co bok pierwszego. Następnie większy element obrócono narzędziem Select and Rotate i skopiowano trzykrotnie za pomocą polecenia Clone Selection. Dwie kopie ponownie przekształcono względem osi pionowej, zmieniając ich położenie o 90 stopni. Tak przygotowaną grupę obiektów przesunięto przy pomocy Select and Move w ten sposób, by wszystkie elementy się dotykały. Całą grupę sklejono wykorzystaną już wcześniej funkcją Connect.

Wszystkie wykonane modele ustawiono na pozycjach wyjściowych do rozpoczęcia animacji sceny, co jest głównym elementem pracy. By to zrobić, przemieszczono zbiory modeli. Utworzono je dzięki możliwości zapisywania selekcji. Zaznaczano oddzielne roboty i urządzenia, a następnie przypisywano im nazwy w górnym pasku narzędzi. Każdy ruchomy obiekt w projekcie opisano w sposób umożliwiający jego rozpoznanie.

4.4 Tekstury

W świecie grafiki trójwymiarowej każdy model powinien posiadać teksturę. Jest to powłoka zewnętrzna obiektu, nadająca mu cechy materiału, z którego został stworzony w realnym świecie. W tym właśnie celu wymodelowane elementy pokryto odpowiednimi teksturami.

Podłogę w hali produkcyjnej pokryto predefiniowanym materiałem z biblioteki Maksa – Concrete_Blue_Stucco. Zmodyfikowano w nim parametr Tiling, odpowiedzialny za gęstość faktury. Modyfikacja została dokonana w taki sposób, by wyostrzyć wszystkie detale betonowej powierzchni, takie jak odpryski czy wgłębienia.

Na ściany w obu halach nałożono Concrete_Brown_Stucco, zmodyfikowany w ten sam sposób co podłoga. Tekstura ta nadaje ścianom pomieszczenia wygląd nieobrobionego betonu. W ten sposób uzyskano realistyczny charakter całości.

Kilka elementów maszyn, takich jak: silniki czy podpory obrotowego systemu spawającej komórki roboczej zostały pokryte matowym lakierem metalicznym o niskim stopniu odbłaskowości. Efekt ten otrzymano dzięki wykorzystaniu tekstury Metal_Black_Plain. Następnie obniżono parametr self-illumination, odpowiedzialny za powstawanie blyszczenia, do poziomu około 1/3 maksymalnej wartości. Pozwoliło to zachować cechy metalu, jednocześnie mocno go matowić. Silniki są koloru czarnego z czerwonymi, mocniej zaakcentowanymi pokrywami. Barwa osłon symbolizuje niebezpieczeństwo i zakaz dotykania działającego urządzenia.

Wszystkie elementy obudowy robotów przenoszących i spawających zostały pokryte teksturą stworzoną z palety nowych materiałów o predefiniowanych właściwościach. W pracy opierano się o modele maszyn

marki Fanuc, starając się odwzorować je z możliwie największą dokładnością. Założono więc, że i użyty na nich materiał powinien odpowiadać wyglądem oryginalnym urządzeniom. Z tego względu zdecydowano się na Promaterials: Plastic/Vinyl, którego główną i najistotniejszą cechą jest wysoki połysk. W zakładce Color Damian Romuald Popławski Animacja ruchu w wizualizacji procesu przemysłowego Strona 27

(Reflectance) zmieniono odpowiednie ustawienia, co pozwoliło stworzyć różne odcienie. Dla pokrycia elementów głównych (ramiona i baza maszyny) wybrano kolor żółty. Wszystkie łączenia zabarwiono na czarno.

Na końcówkach robotów użyto dwóch materiałów. Jednym z nich jest wymieniony wyżej winyl barwy grafitowej. Elementy nielakierowane (metaliczne) pokryto przy użyciu Paint Metal Flake, z przestawionymi ustawieniami Diffuse i Ambient w zakładce Base Material.

Wtyczki wszystkich kabli również pokryto wyżej wymienionym materiałem, zmieniając jego odcień na miedziany.

Okablowanie maszyn zostało pomyślane jako gumowe kable o wysokim połysku. Użyto przy nich wymienionego już plastiku w kolorze szarym i żółtym. Rozbłyski światła na niektórych z ich części nadają im wizualny efekt sprężystości i giętkości.

Obrotowy system spawającej komórki roboczej to urządzenie pokryte wieloma różnymi materiałami. Wynika to z funkcji i przeznaczenia poszczególnych części.

Płyta robocza to element najbardziej narażony na uszkodzenia wynikłe z użytkowania. Musi zatem być wykonana z bardzo wytrzymałego materiału. Teksturą najbardziej odpowiadającą tym wymaganiom jest Metal_Wall, która wygląda jak nitowana i spawana blacha. Po nałożeniu mapy ustawiono jej gęstość w zakładce Maps w punkcie Diffuse Color.

Osłony boczne części roboczej pomyślano jako elementy pomalowane kolorem czarnym o wysokim współczynniku wypolerowania. Do tego celu wykorzystano kilkakrotnie użyty już materiał Plastic/Vinyl.

Dwa blaty polakierowane na czarno metalowe płyty. Pokryto je zatem tym samym tworzywem, co osłony. Elementy dodatkowe blatu, czyli ośki rotacyjne oraz płytkę elektromagnesu wykonano z niebarwionego metalu. Za taki pigment posłużył wymieniany już Metal Flake. Ostatnią częścią ławy magnetycznej jest osłona jednostki napędowej. Postanowiono, że komponent ten będzie nawiązywał kolorem do marki maszyny. Wybrany kolor elementów maszyny jest stosowany wyłącznie przez określoną firmę. Na potrzeby pracy zaprojektowano wyżej wymieniony system wzorując się na urządzeniach produkowanych przez firmę Fanuc. Z tego względu wykorzystano ten sam materiał, który posłużył za otekstrowanie głównych składowych robotów, czyli ciemnożółty winyl.

Natomiast podpory obrotowego systemu spawającej komórki roboczej zostały pomalowane metalicznym odcieniem żółtym o niskim po-

ziomie odbłaskowości. Skopiowano zatem materiał, który posłużył jako lakierowanie silników i zmieniono jego pigment w zakładce Diffuse Color i Self-illumination. Ponieważ wykonany model nie jest identyczny z pierwowzorem, użyto na nim odmiennych barw.

Podstawa całej jednostki to element bezpośrednio narażony na zużycie. Na potrzeby pracy ustanowiono, że będzie to stalowa podłoga z wytłoczeniami. Ze względu na dbałość o chęć pokazania bogactwa szczegółów postanowiono również, że wewnętrzne wgłębienie będzie miało ściany o ciemnognatowej barwie. Aby otrzymać taki efekt stworzono nowy materiał typu Multi/Sub-Object. Jest to tekstura, na którą mogą składać się inne mapy bitowe, co daje możliwość pokrycia odpowiednich Face'ów modelu różnym typem tworzywa. W opisywanym tu przypadku użyto zarówno metaliczny składnik, jak i barwny pigment. Wykorzystano Metal Plate oraz ciemny odcień niebieskiego. Aby otrzymać odpowiednią fakturę na ścianie modelu, ustawiono w edycji Edit Faces wartości identyfikacyjne Face ID tak, aby były zgodne z identyfikatorem materiału.

Pas transmisyjny to element, który zbudowano z wielu jednakowych ogniw oraz z obudowy z płytą spodnią. Każdy z członów łańcucha transportowego jest pokryty jednakowym materiałem. Aby podkreślić jego odporność na zużycie zastosowano wielo/sub-obiektowy materiał użyty już wcześniej na podstawie obrotowego systemu spawającej komórki roboczej. W zakładce do edycji Face, zmieniono identyfikatory ścianek modelu w taki sposób, by górne i dolne powierzchnie były metaliczne, natomiast wszystkie pozostałe matowe.

Boczne panele obudowy mechanizmu obrotowego pasa transmisyjnego wykonane są z połyskliwego metalu o odcieniu grafitu. Na potrzeby tych elementów ponownie wykorzystano winylową powłokę o opisanej barwie.

Prasa hydrauliczna jest maszyną o szczególnie masywnej bryle. Wynika to z jej przeznaczenia do ekstremalnie ciężkiej pracy podczas kształtowania metalowych półproduktów. Aby podkreślić rozmiary i wagę urządzenia zdecydowano się na odpowiednio wytrzymały materiał. Dlatego też ponownie użyto Metal_Wall, tym razem jednak w zakładce Maps zmieniono Tiling, by lepiej odwzorować chropowatości na powierzchni zewnętrznej.

Na prasie umieszczono oświetlenie kontrolne, które odpowiednimi barwami światła sygnalizuje stan spoczynku i pracę urządzenia. Jedna z lamp świeci się ciągle barwą zieloną. Oznacza to, że urządzenie jest włączone i gotowe do pracy. Drugi sygnalizator jest barwy zmiennej, raz półprzezroczysty o brązowym odcieniu, a za chwilę o jaskrawoczerwonym blasku. Aby stworzyć błyszczący materiał, w zakładce Get Material wybrano opcję New Architectural. Wskazuje to, że użyte tworzywo nie jest standardowe. Następnie skopiowano go za pomocą polecenia Drag

to Copy. Oba teksturam przypisano zabarwienie (Diffuse Color) odpowiadające oświetleniu. Ostatnią czynnością edycyjną było ustawienie iluminacji Luminance cd/m² tak, by żarzenie obiektu rzucało poświatę na ścianach. Półprzezroczysty materiał uzyskano po stworzeniu tekstury typu Promaterials: Solid Glass. Zmieniono jedynie Color (Transmittance) na ciemny brąz. Dzięki temu sygnalizacja czerwona po zgaszeniu zachowuje odcień sugerujący jej faktyczny kolor.

Pudełko przeznaczone do spawania jest wykonane z tego samego materiału co powyżej, jednak o nieco zmienionej strukturze, wynikłej z jego przetworzenia. Ponieważ skrzynka ta będzie jeszcze obrabiana, musi być wykonana z chłodnego już metalu. Barwa pozostała ta sama, jednak nie jest już tak jednolita i nie stwarza efektu rozgrzania. Osiągnięto to przy pomocy materiału Metal_Lake_Gold. Zmieniono parametr gęstości mapy bitowej, by nieco „postrzępić” fakturę.

Efekt spawania otrzymano poprzez stworzenie iluzorycznego rozbłysku. Jest to w istocie model składający się z dwóch małych kul pokrytych materiałem podobnym, jak użyty na lampach, ale o innym odcieniu i zdecydowanie większym parametrze Luminance, odpowiadającym za lunę. Wykorzystano tu dodatkowo efekt Flare.

4.5 Oświetlenie

Światło w grafice jest tak samo ważnym czynnikiem, jak w realnym świecie, ponieważ jest nierozdzielnie powiązane z cieniem, zatem opisuje kształty i ich głębię. Wpływa ono na każdy obiekt znajdujący się na scenie. Najprościej światła można podzielić na naturalne i sztuczne. Naturalne to takie, które można spotkać w przyrodzie, otaczając ludzi każdego dnia i każdej nocy. Sztuczne natomiast powstaje za pomocą urządzeń wytworzonych przez człowieka.

Cieniem nazywa się efekt widzialny w obszarze, do którego nie dociera światło bezpośrednio z jego źródła, w wyniku obecności przeszkody ustawionej na jego drodze. Max obsługuje kilka rodzajów cienia, np. powierzchniowe (Area Shadows), mapy cienia oraz cienie generowane metodą śledzenia promieni (Ray Traced Shadows). W przypadku niniejszej pracy najlepsze efekty dała ostatnia technika, ponieważ miejsca niedoświetlenia zostały odpowiednio zaakcentowane.

Na potrzeby pracy ustalono, że najlepszym sposobem doświetlenia sceny będzie zastosowanie kilku osobnych źródeł światła typu mr Area Omni. Jest to oświetlenie obliczane przy użyciu Mental Ray, renderera opisanego w rozdziale o animacji. Pozwala też na ustawienie kształtu źródła. W Area Light Parameters wybrano zatem opcję Sphere (kształt kulisty).

W opisywanym przypadku zdecydowano się na wykorzystanie metody doświetlania bez użycia techniki energetycznej oraz kontr.

Skorzystano ze światła kluczowego oraz kilku wypełniających. Ponieważ założono wyeksponowanie cieni jako ważnej cechy sceny, rozmieszczono źródła światła tylko w kilku wybranych punktach. Dwa z nich umieszczono w pomieszczeniu z robotami, z czego jedno bezpośrednio nad spawającą komórką roboczą, drugie zaś przy przedniej ścianie hali, w pewnej odległości od pasa transmisyjnego. W Sali zawierającej prasę hydrauliczną rozstawiono cztery kuliste mr Area Omni: jedno nad urządzeniem oraz trzy w jego otoczeniu. Dobór miejsc oświetlenia opierał się na metodzie ciągłej kontroli jasności sceny poprzez renderowanie pojedynczej klatki w różnych pozycjach kamery.

Prócz oświetlenia lokalnego, czyli pochodzącego bezpośrednio od źródeł światła, wystąpiło również zjawisko zwane Global Illumination. Powstaje ono w wyniku odbicia lub przejścia wiązek fotonów od lub przez obiekty na scenie. Powoduje samoczynne doświetlenie sceny oraz pojawianie się efektu Color Bleeding, czyli przekazywania barw między obiektami. Urealnia to rzeczywiste zachowanie materiałów pokrywających modele. Światła poustawiano na różnej wysokości. Najwyżej umieszczono światło będące nad prasą hydrauliczną oraz ogólne w drugim pomieszczeniu. Area Omni umiejscowione nad spawającą komórką roboczą również spełnia funkcję oświetlenia głównego. Wszystkie pozostałe są światłami uzupełniającymi, zawieszonymi nieco niżej. Dawały one jednak zbyt dużą jasność. Aby zniwelować ten efekt, wykorzystano opcję Decay, czyli wygaszanie zależne od odległości. Poprzez zastosowanie Inverse Square osiągnięto, że wiązka świetlna ulega zanikowi wprost proporcjonalnie do kwadratu jej długości. Następnie zmieniono parametr Start powyższego ustawienia dla każdego źródła w sposób najbardziej satysfakcjonujący dla twórcy. Ponadto w zakładce Indirect Illumination przestawiono współczynnik Energy odpowiedzialny za mnożnik siły emisji fotonów. Spowodowało to dalsze obniżenie mocy światła. Dzięki takim zabiegom otrzymano scenę wystarczająco jasną, by była czytelna, a jednocześnie dobrze zaciemnioną, by obiekty rzucały wyraźne cienie.

3 Animacja

Niniejsza praca opiera się przede wszystkim na ukazaniu ruchu. Postanowiono zatem wykorzystać do tego celu techniki animacji trójwymiarowej, oferowane przez opisywany wcześniej program 3Ds Max. Pozwoliło to na uzyskanie efektu płynnego i realistycznego ruchu maszyn i innych obiektów na scenie.

4.1 Ruch

Zanim przystąpiono do animacji sceny, szczegółowo zaplanowano ruch każdego elementu, który docelowo miał zmieniać położenie swoich wszystkich części lub niektórych z nich. Najpierw wprowadzono w ruch pierwszy pas transmisyjny, tak, aby poniosł znajdującą się na nim metalową płytę w kierunku otworu wejściowego prasy hydraulicznej. Postanowiono, że cały obrót taśmy zamknie się w 100 klatkach animacji. Aby otrzymać taki ruch, zmieniano wartość parametru Percent z wykorzystaniem automatycznego ustawiania klatek kluczowych. Klucze umieszczone w klatkach czasu opisują położenie lub inne właściwości obiektu w określonej chwili. Animacja powstaje za pomocą przekształceń tych parametrów w obrębie dwóch różnych stanów kluczowych. MAX automatycznie płynnie interpoluje wszystkie zmiany tych obiektów. Technika najlepiej sprawdzającą się w omawianym przypadku jest Auto Key, dzięki której nie trzeba za każdym razem manualnie ustawiać kluczy. Zaznaczono jedynie klatki, w których miały nastąpić skrajne zmiany i przypisano im odpowiednie wartości.

Następnie zanimowano płytę by zmieniała swoją lokalizację przestrzenną zgodnie z kierunkiem i tempem wyznaczanym przez taśmociąg. Skorzystano tu z wyżej opisanej metody z tą różnicą, że parametrem zmieniającym wartość w czasie jest położenie obiektu wzdłuż osi przebiegu pasa transmisyjnego. W pierwszej klatce model znajdował się zatem za zasłonami przemysłowymi umieszczonymi na początku taśmy, natomiast w ostatnim momencie swojego ruchu umiejscowiono go we wnętrzu prasy.

Zasłony przemysłowe również są obiektami ruchomymi. Aby ułatwić ten proces już na poziomie modelowania stworzono je przy użyciu modyfikatorów interaktywnych Garment Maker i Cloth. Ostatni z nich symuluje zachowanie wybranej tkaniny pod wpływem różnych czynników zewnętrznych. Ponieważ przesuwaną się płytą wchodzi w kolizję z elementami zasłony zastosowano następujące zabiegi. W zakładce Object Properties każdego z pasów firany dodano obiekt płyty do zbioru modeli zależnych, dzięki funkcji Add Object. Następnie zaznaczono ten element i ustawiono mu właściwość Collision Object z wartością 1,0 parametru Offset. Po zatwierdzeniu zmian przyciskiem OK przystąpiono do zmiany parametrów czasu, w jakim stopy są aktywne ruchowo. Zdecydowano, że będą poruszały się do 150 klatki filmu, co da im czas na powrót do stanu początkowego. Zasympulowano każdy z pasów kotary osobno, w celu sprawdzenia interakcji. Kolejnym animowanym obiektem na scenie jest zespół lamp sygnalizacyjnych stanu prasy hydraulicznej. Światło zielone jest włączone cały czas, natomiast czerwone zapala się i gaśnie w przeciągu kilku sekund. Gdy lampa ostrzegawcza jest zapalona, znaczy to, że trwa proces wyłaczania pudełka. Efekt zaświecenia w określonym momencie uzyskano dzięki wykorzystaniu dwóch, naprzemiennie widzialnych

obiektów, wykonanych z różnych materiałów. Wybrano w tym celu technikę Track View na edytorze krzywych, znajdującą się w menu pod zakładką Graph Editors. Okno tej funkcji podzielone jest na trzy części. Lewą stronę zajmuje panel Controller, gdzie znaleźć można różne parametry zaznaczonego obiektu. Na górze znajduje się Menu okna oraz pasek narzędzi Key. Głównym elementem jest skala czasowa. Zastosowana metoda polega na zmianie parametrów widoczności na osi czasu w zależności od ich wartości. Na początku dodano zatem oś widzialności za pomocą funkcji Add Visibility Track w menu Ścieżki. Następnie w określonym punkcie czasu dodano klucz, ustawiający jeden z obiektów jako stuprocentowo widoczny, drugi natomiast całkowicie przezroczysty. Po przesunięciu na dalszą klatkę czasową zamieniono je tymi właściwościami. Ustawiono kąty na Skokowe, co spowodowało, że zmiany następowały natychmiastowo. Procesem bardziej skomplikowanym było wymuszenie ruchu robotów.



Rys. 13. Koncepcja ruchu robota 6-osiowego Fanuc M6i-B

Odmienne niż w poprzedniej części, użyto tutaj funkcji Set Key, odpowiedzialnej za manualne ustawianie kluczy w wybranych przez twórcę klatkach. Ważną czynnością było poruszanie kolejnymi częściami ramion w zależności od poprzedniego obiektu. W tym właśnie celu zbudowano wcześniej hierarchię w obrębie całej selekcji. Dało to możliwość zmiany położenia ramienia w zależności od jego podstawy.

Aby usprawnić sięganie robota zdecydowano się na wprowadzenie dodatkowego rozwiązania, czyli odwrotnej kinematyki. W tym ujęciu ramię zmienia swoją pozycję przez poruszanie obiektu pomocniczego w płaszczyznach zgodnych z fizycznymi możliwościami manipulatora. Kierunek ruchu modelu jest jednak ograniczony orientacją podstawy. Stworzono obiekt pomocniczy, ustawiony wzdłuż jednego pionu z pozostałymi elementami zespołu chwytającego, a następnie wybrano dla niego Inverse Kinematics Solver typu HI z zakładki Animation. Rozwiązanie to zamocowano także do podstawy wysięgnika oraz do ramienia. Utworzono dzięki temu zamkniętą zależność kinematyczną tych trzech obiektów. Od tej pory zmiana pozycji manipulatora jest zgodna z przemieszczaniem punktu krzyżowego zespołu Inverse Kinematics.

Po postawieniu ładunku robota przenoszącego ponownie wprowadzono w ruch. Zaprogramowano jego powrót do pozycji wyjściowej. Wszystkie elementy poruszano w tym samym czasie, gdyż przemieszczenie to nie miało być sekwencyjne tylko płynne i jednostajne. W czasie jego powrotu animowane były również inne urządzenia na scenie.

Obrotowy system spawającej komórki roboczej to stosunkowo prosta maszyna, w której błądy z płytkami magnetycznymi mogą się obracać niezależnie od położenia głównej ściany maszyny. Cała część motoryczna jest zawieszona na wysokości uniemożliwiającej uszkodzenie transportowanego ładunku. Postanowiono, że ruch będzie się odbywał sekwencyjnie. Jako pierwszy element została zanimowana ściana główna maszyny. W dwóch oddzielnych klatkach kluczowych ustawiono przyciskiem Set Key pozycje różne o 180 stopni względem osi obrotu, tak, by cały czas zespół ten był skierowany dokładnie pionowo. Ponieważ po wyżej opisanym ruchu pudełko znajdowało się pod blatem w orientacji odwrotnej, następną czynnością było skierowanie go z powrotem we właściwej pozycji. Rozwiązano to wykonując rotację blatu. Jednocześnie nieco przesunięto skrzynkę na jego powierzchni, tak, by nie wnikała w inne modele. Otrzymany efekt wygląda jak minimalny ześlizg półproduktu, co było działaniem zamierzonym. W całość ruchu obrotowego systemu spawającej komórki roboczej wplecione jest spawanie. Zajmują się tym dwa roboty mniejszych rozmiarów, ustawione wewnątrz pomieszczenia wydzielonego w głównej hali produkcyjnej. Ich ruch zsynchronizowany jest wzajemnie ze sobą oraz z obrotem blatów. Wraz z końcem rotacji i pozycjonowania ładunku przytwierdzonego do stołu, roboty spawające zaczynają ustawiać się w pozycji gotowości do rozpoczęcia pracy. Ich ruch jest sekwencyjny do momentu przystąpienia do spawania. Na początku obracają się podstawy ich ramion, następnie całe zespoły manipulatorów, a na końcu w odpowiedniej pozycji ustawiają się główce spawające. Ich posunięcia rozwiązane są w taki sam sposób, jak w robocie przenoszącym, czyli przy użyciu systemu koordynatów Parent, kinematyki odwrotnej oraz dzięki odpowiedniemu przypi-

saniu centralnych punktów osi (Pivot Points). Następnie zaplanowano ich ruch w dół, ukazujący proces zespalania brzegów pudełka. Istotnym było aby główce przez cały czas ustawiały się we właściwej pozycji. Ich ruch korygowano zatem, zaznaczając klucze odpowiednich elementów obu robotów na osi czasu. Używano wyłącznie funkcji manualnego wstawiania klatek kluczowych Set Key. Aby urealnić proces spawania, należało dodać rozbłyki światła. W tym celu użyto rozwiązania wykorzystanego już przy oświetleniu sygnalizacyjnym prasy hydraulicznej, wspomnianego w rozdziale o modelowaniu. Ważnym było by rozbłyki były naturalne i zmieniały swoje położenie wraz z ruchem głowic. Efekt taki osiągnięto poprzez przypisanie tych dwóch obiektów do pomocniczego typu Dummy, który stworzono w tym jedynie celu. Ruch kul uzależniono w ten sposób od iluzorycznego obiektu. Następnie poruszano nim stosując modyfikację Select and Move i w konkretnych momentach ręcznie ustawiano jego klatki kluczowe. Rozbłyki światła zostały uzupełnione o efekt migotania. Otrzymało go używając do tego celu śledzenia ruchu na edytorze krzywych. Dodano tam parametr Visibility, który następnie modyfikowano w sposób niejednostajny, by osiągnąć wrażenie drżenia i zmiennego natężenia światła. Gdy główce spawające dojechały do spodniej części pudełka, widzialność obiektu ustawiono na 0.

4 Montaż i postprodukcja

Stworzenie poszczególnych ujęć umożliwiło wszczęcie procedury postprodukcyjnej. Jest to ostatni etap tworzenia wizualizacji. W celu osiągnięcia ostatecznego wyglądu projektu wykorzystano programy Adobe: After Effects oraz Premiere Pro.

4.1 Efekty specjalne w After Effects

Jedynym elementem niewyrenderowanym w programie 3Ds Max jest czołówka filmu. Zaplanowano ją jako szkic techniczny, pojawiający się na specjalnym niebieskim papierze. Aby osiągnąć ten efekt, wykorzystano narzędzie After Effects, co pozwoliło na skonstruowanie napisów w oparciu o oddzielne warstwy.

4.2 Montaż filmu w Premiere Pro

Ostatnim zadaniem praktycznej części pracy było stworzenie filmu z dźwiękiem i czołówką. Postanowiono, że będzie się on składał z napisów początkowych oraz trzech scen ukazujących pracujące maszyny. Etapy tworzenia poszczególnych scen opisano już we wcześniejszych

rozdziałach, w tym zaś skupiono się na montażu produkcji wraz z dodaniem do niej ścieżki dźwiękowej. Na wykonanie wszystkich tych czynności pozwalają ogromne możliwości programu Premiere Pro.

4.3 Obraz

Pierwszą czynnością było utworzenie nowego projektu o odpowiednich parametrach. W tym celu wybrano w menu File New project. Format przechwytywania ustawiono na HDV, natomiast wyświetlanie osi czasu jako Frames. Zapewniło to poprawne rozplanowanie scen w czasie trwania filmu. Zmieniono nazwę pliku docelowego z domyślnej na Animacja i potwierdzono przyciskiem OK.

W nowym oknie, które się wyświetliło, wybrano parametry sekwencji. W zakładce Sequence presets zdecydowano się na Mobile Devices, QVGA, co spowodowało powstanie sekwencji w formacie identycznym z wyrenderowanymi w 3Ds Max ujęciami. W roletce General przełączono Timebase na 29,97 fps, co zagwarantowało płynność filmu. Ponadto zmieniono proporcjonalność Pixel Aspect Ratio na Square Pixel (1,0), a w submenu Fields włączono skanowanie progresywne. Dzięki temu produkcja wyświetlana jest prawidłowo.

Ponieważ ujęcia renderowano w małych partiach klatek, konieczne było ich połączenie w celu stworzenia ciągłości. Do okna Project przeciągnięto wszystkie pliki z utworzonymi wcześniej scenami. Umieszczono je na osiach Tracks w oknie Timeline. Następnie rozplanowano film tak, aby najpierw pojawiła się czołówka, później obraz z kamery zewnętrznej ukazującej całą scenę. Na końcu w dwóch ujęciach pokazano detale wykonanych modeli i ich ruchu. Wszystkie te sekwencje układano z dokładnością co do klatki, aby zapewnić w ten sposób pełną płynność filmu. Pomiedzy kolejnymi scenami pozostawiono krótkie odstępy, dzięki czemu zmiany nie następowały nagle.

Po ukończeniu tych prac i sprawdzeniu ciągłości animacji postanowiono zakończyć ją stopniowym wygaszeniem obrazu. Aby otrzymać taki efekt konieczne było zastosowanie animowania nieprzezroczystości ujęcia na linii czasowej. W tym celu w menu Effect Controls wciśnięto ikonę stopera, przynależną do parametru Opacity. Po przesunięciu markera czasu filmu na odpowiednią pozycję, dodano klatkę kluczową, wykorzystując opcję Add/Remove Keyframe. Pozostawiono wartość 100 współczynnika. Następnie przesunięto znacznik Timeline'u na koniec sekwencji i wstawiono kolejną klatkę kluczową. Parametr tym razem ustawiono na 0. Działania te spowodowały powstanie efektu stopniowego zaciemniania ekranu. Zakończyło to pracę nad obrazem.

4.4 Dźwięk

Bardzo ważnym elementem niniejszej pracy, tak jak każdego innego filmu, jest dźwięk. Powoduje on, że oglądany obraz staje się pełniejszy, dzięki temu, że w jego odbiór zaangażowany jest nie tylko wzrok, ale również i słuch. Stwarza to dodatkowe, bardzo sugestywne wrażenie obecności obserwatora w danym miejscu.

Dlatego zamysłem autora pracy było dodanie do animacji rzeczywistych odgłosów z hal produkcyjnych, wydawanych przez pracujące transportery, podnośniki i inne maszyny. W tym celu skorzystano z możliwości programu Adobe Premiere Pro do oddzielenia ścieżki dźwiękowej filmów od obrazu i do manipulacji nimi w sposób niezależny od siebie.

Aby uzyskać wiarygodnie brzmiące dźwięki, będąc pozbawionym możliwości ich bezpośredniego nagrania, zdecydowano się na modyfikację filmów reklamowych pobranych z internetu. Wszystkie filmy miały format odczywalny dla Premiere, dlatego zaimportowano je bez konwersji. Gdy umieszczono je na osi czasowej Timeline, ukazały się dwie ścieżki, jedna dla wizji a druga dla fonii. W celu ich uniezależnienia kliknięto prawym przyciskiem myszy, by wywołać menu kontekstowe, po czym wybrano opcję Unlink. Każdy interesujący odgłos rejestrowano oddzielnie, skracając długość ścieżki tylko i wyłącznie do niego. Osiągnięto to przyciągając krawędzie wybranego Tracka ku sobie. Gdy było to konieczne, powielano wybrany film, by uzyskać z niego różne odgłosy.

Dla każdej czynności wykonanej przez maszyny w wyrenderowanej animacji zaplanowano inny dźwięk. Obserwując na podglądzie ruchy wykonywane przez maszyny, porównywano je z rzeczywistymi, by najlepiej dobrać brzmienie. Każdą próbkę dopasowano indywidualnie do konkretnego działania.

Ponieważ pobrane próbki były niewystarczające w kwestii czasu trwania, zdecydowano się na modyfikację ich. Wydłużenie osiągnięto przez powielenie odpowiednich odcinków, umieszczając je jeden za drugim. W związku z generowaniem nieprzyjemnych przerw, każdy zdublikowany ton odpowiednio przycinano, by uzyskać jednolite brzmienie. Dopasowywano przy tym długości odgłosu tak, żeby były dokładnie zsynchronizowane z czasem trwania konkretnego ruchu maszyny.

W przypadku obrotowego systemu spawającej komórki roboczej zastosowano dodatkowo kolaż dwóch odgłosów, następujących niemal jednocześnie. Jest to maszyna pneumatyczno-mechaniczna, zatem brzmienie obrotu płyty głównej jest długim syknięciem, a błądy poruszają się z wykorzystaniem blokad, co rozwiązano podkładając w momencie ich aktywacji dźwięk stukania. Podobny kolaż zastosowano w przypadku, gdy któryś z robotów porusza jednocześnie dwoma elementami. Przykładem są tu maszyny spawające, przy których dźwięk kalibracji

położenia podstawy ramienia miesza się z odgłosem pozycjonowania końcówek roboczych.

W trakcie układania podkładu dźwiękowego, zdecydowano się na opisanie jedynie ujęcia zewnętrznego. Po prawidłowym skomponowaniu ścieżki zduplikowano jej część, odpowiadającą za te same czynności w trzeciej scenie. Wykorzystano w tym celu zaznaczenie selekcji, po czym skopiowano ją przy użyciu funkcji Copy/Paste z menu Edit. Ostatnią czynnością tego etapu tworzenia dźwięku było przesunięcie powielonych elementów i dopasowanie ich do obrazu.

Ważnym elementem występującym w każdej hali produkcyjnej jest charakterystyczny poszum, powstający w wyniku mieszania się bardzo wielu odgłosów i hałasów wywoływanych w trakcie pracy. W trosce o jak największy realizm zadbano więc również o to, by takie tony pojawiły się w ciągu trwania opisywanego filmu. Wykorzystano w tym celu ścieżkę dźwiękową jednego z filmów reklamowych, który zawierał te właśnie pożądane brzmienia. Wycięto je i powielono, wykorzystując te same techniki, które opisano już wcześniej. Zadbano przy tym o to, by pewną wyraźną nutę umieścić w momencie wyłączania się prasy hydraulicznej, co symbolizowało przełączanie urządzenia w stan gotowości do pracy po wykonanym procesie wytłaczania. Długości odcinków poszumu dopasowano do czasu trwania poszczególnych ujęć.

Kolejnym etapem pracy nad dźwiękiem w filmie było dopasowanie głośności do przedstawionych obrazów. W tym celu wyciszono wszystkie dźwięki kamery zewnętrznej, by dodatkowo zasugerować jej odległość od rejestrowanych wydarzeń. Osiągnięto to wykorzystując panel Audio Gain, który można znaleźć w menu kontekstowym wywoływanym prawym przyciskiem myszy. Po zaznaczeniu ścieżki dźwiękowej całej sekwencji, ustawiono parametr Set Gain na -20dB. Spowodowało to częściowe wytłumienie odgłosów i urealnienie tej części produkcji. Ponadto zauważono, że niektóre tony są wyraźnie słabsze niż pozostałe. Aby je lepiej zaakcentować, ten sam współczynnik ustawiono na +6dB. Zapewniło to zbalansowanie całokształtu dźwięku a jednocześnie wyrównało poziomy brzmień.

Ostatnią czynnością wykonaną w celu nadania filmowi dźwięku było dodanie muzyki w czołówce. Wykorzystano tu fragment utworu zespołu Safri Duo, zatytułowanego Apollo. Zdaniem autora brzmienia te doskonale oddają twórczy charakter pracy. Długość tej frazy dopasowano do czasu trwania napisów.

Po wykonaniu wszystkich czynności związanych z montażem obrazu i dźwięku wyeksportowano projekt do programu Adobe After Effects. Miało to na celu otrzymanie gotowego filmu w jak najwyższej jakości. Oprogramowanie to korzysta bowiem z podobnej techniki encodingu, jak 3Ds Max, zwracając w efekcie pliki o takiej samej jakości, jak źródłowe. Wybrano opcję Export do Quicktime, a następnie w menu, które się po-

jawilo zastosowano kodowanie wieloprzebiegowe w rozdzielczości 640 na 480 pikseli z zachowaniem 29,97 klatek na sekundę. Pozwoliło to na wydobycie najlepszej możliwej jakości obrazu i dźwięku, bez widocznej straty podczas kompresji produkcji.

5 Podsumowanie i wnioski końcowe

Niniejsza praca została w całości poświęcona zagadnieniu animacji trójwymiarowej. Przybliżono w niej bogactwo świata tej dziedziny sztuki filmowej. Dzięki niej stało się możliwe poznanie metod i technik, z których korzystają profesjonalści. Skłoniła ona do przemyśleń nad tym, co może zostać osiągnięte przy użyciu wizualizacji. Doprowadziło to do wniosku, że w niemal każdym aspekcie ludzkiego życia, w którymś momencie pojawia się grafika 3D. Niekoniecznie trzeba być jej twórcą, znacznie częściej człowiek jest jedynie odbiorcą przekazu, zawartego w stworzonych kreacjach. Dzięki niej staje się też możliwe ujście rzeczy, których jeszcze niedawno nie można było zobaczyć. Dobrym przykładem są tu obrazowe symulacje zachowań różnych podzespołów maszyn i urządzeń technicznych, połączonych z badaniem ich cech fizycznych. Również w medycynie coraz częściej spotyka się rozwiązania, będące do tej pory uważane za technologie z pogranicza fikcji naukowej.

Opisana praca dotyczy zagadnienia animacji komputerowej w dość ograniczonym zakresie, ponieważ dotyczy tylko wizualizacji ruchu kilku wybranych maszyn. Wykorzystanie programu 3ds Max daje niezliczone możliwości kreatywnej ekspresji, ułatwiając przy tym maksymalnie procesy twórcze. Wykorzystano też w niewielkim stopniu wybrane oprogramowanie z pakietu graficznego firmy Adobe, by zwrócić uwagę na to, że powstanie pełnoprawnego filmu jest procesem bardzo złożonym. Rzadko też ogranicza się do jednego rozwiązania.

Wszystkie założone cele pracy zostały osiągnięte. W toku ich realizacji odbiorca projektu będzie w stanie poznać tajniki zarówno modelowania, jak i sztuk filmowych. Pozwoli mu to później na tworzenie własnych, oryginalnych wizualizacji.

Literatura

- [1] Adobe Creative Team, Adobe After Effects CS4. Oficjalny podręcznik, Helion 2009
- [2] 2. Adobe Creative Team, Adobe Premiere Pro CS4. Oficjalny podręcznik, Helion 2009

- [3] 3. Beck Jerry (red.), Sztuka animacji. Od ołówka do piksela. Historia filmu animowanego, Arkady 2006
- [4] 4. Murdock Kelly L., 3ds Max 8 Biblia, Helion 2007
- [5] 5. Pasek Joanna, 3ds Max 2010. Ćwiczenia praktyczne, Helion 2010
- [6] 6. Pasek Joanna, 3ds Max 9. Animacja 3D od podstaw, Helion 2008
- [7] 7. Żebruń Alicja, Adobe Photoshop CS4 w praktyce, Komputer Świat Ekspert 2009

Internet:

- [1] 1 www.videocopilot.net
- [2] 2 www.evermotion.org
- [3] 3 www.mrboxes.com
- [4] 4 wikipedia.org
- [5] www.autodesk.com
- [6] Shapiro Mark, History of camcorders, www.internetvideomag.com
- [7] Doudoroff Martin, Pre-history of Autodesk 3d Studio and Discreet 3ds Max, www.asterius.com
- [8] Guzowski Adam, Fotorealistyczny rendering w mental ray, forum3d.pl

ANIMATION OF THE MOVEMENT IN THE VISUALISATION OF THE INDUSTRIAL PROCESS

Summary – Introducing of world to graphics 3 D was a main objective of the work, getting to know his possibility of surrendering real world. Describing the complexity of leading works is also an important component for coming into existence of the final product. They are folding copying oneself usually of around many elements, so as three-dimensional objects and the texture covering them. At this work a creative whole process was portrayed, having begun from the idea, finishing on postproduction. Creating the visualisation, showing generally and in the detail the complexity of action of technical devices in the factory floor was a practical purpose of the work. It gave the possibility of more further getting to know principles ruling the entire class of the design graphics. It also also created theoretical bases, thanks to which creative creating own visualisations became possible, artistic.