

4. REALIZACJA PRAKTYCZNA

W niniejszym rozdziale przedstawione zostały kolejne kroki prowadzące do realizacji części praktycznej. Opisano w nim przygotowania do nagrań rzeczywistych modeli i modelek, tj. zapoznanie się z systemem, kalibracje, rozstawienie kamer, testowe nagrania sztucznego modelu twarzy. Kolejno przedstawiono proces nagrywania aktorek i aktorów, gdzie na początku stworzono testową bazę nagrań. W tym podrozdziale przedstawione zostały zdjęcia modeli i modelek wykonujących dane ruchy mięśni twarzy wraz z przedstawieniem rozstawienia markerów na ich twarzach. Następnie dokładnie opisano proces mapowania nagranych ruchów mięśni twarzy na cyfrowy model stworzony w programie MakeHuman. Dodatkowo opisano problemy, które pojawiły się podczas wykonywania tych czynności dla nagrań testowych, w celu dobrania jak najlepszego, cyfrowego modelu twarzy. W końcowej części rozdziału opisano rozstawienie kamer, oświetlenia oraz generowanie animacji.

4.1 Zapoznanie się z systemem Vicon.

W celu wykonania jakichkolwiek działań prowadzących do realizacji części praktycznej pracy badawczej, na początku należało się zapoznać z systemem Motion Capture. Wykorzystany został system Vicon, w którego skład wchodzi sześć kamer Vicon Vero oraz jedna kamera referencyjna Vicon Vue. Kamery zostały rozstawione na specjalnym stelażu, około trzech metrów od krzesła, na którym będzie siedziała osoba nagrywana. Wykorzystane ustawienie systemu zostało pokazane na rys. 51. Ze względu na bardzo duży rozmiar nagrań, gdzie około dziesięciosekundowa sekwencja zajmowała nawet 500 MB, wyłączono kamerę referencyjną.



Rys. 51. Rozstawienie kamer Motion Capture, Vicon.

Do powyższego systemu Motion Capture wlicza się również oprogramowanie Vicon Blade, które obsługuje powyższe kamery. Stanowisko operatora kamer, zostało przedstawione na rys. 52.



Rys. 52. Stanowisko operatora systemu Motion Capture.

Na powyższym obrazie pokazane zostały dwa monitory, gdzie na lewym monitorze włączony jest program Vicon Blade, na którym widoczne są obrazy, rejestrowane przez kamery. Sześć z nich jest czarnych, gdyż są to kamery Vero, nagrywające jedynie światło podczerwone odbite od markerów, które zostaną rozłożone na twarzach osób nagrywanych. Natomiast siódma z nich to kamera referencyjna, która rejestruje rzeczywisty obraz. Na drugim monitorze znajduje się okno służące do data managementu, gdzie zapisywane są nagrania.

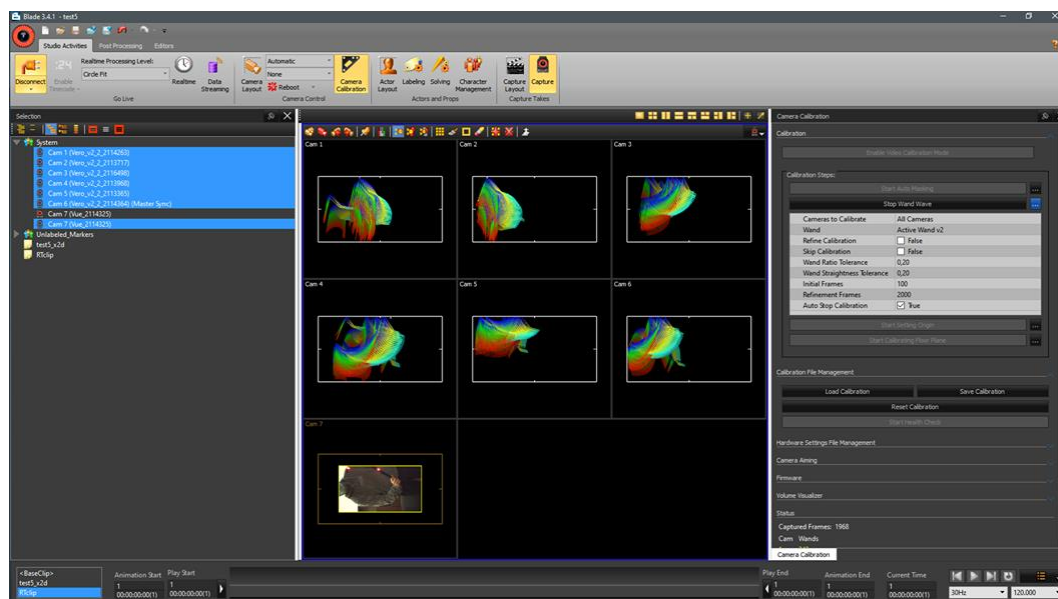
W celu zapoznania się z systemem, przed testowym nagrywaniem, wykonano również kalibrację. Dzięki kalibracji, program Blade zna dokładną lokalizację kamer, dzięki czemu możliwe jest prawidłowe zrekonstruowanie nagranych punktów w przestrzeni trójwymiarowej. Do wykonania kalibracji systemu wykorzystuje się specjalną różdżkę z czerwonymi diodami led, w kształcie krzyża przedstawioną na rys. 53.



Rys. 53. Różdżka kalibracyjna.

Kolejno należy nią wykonywać owalne ruchy przed kamerami do momentu aż światła kamer zaczną migać natomiast w programie Blade kontrolki oznaczające kalibrację poszczególnych kamer

zaświecą się na zielono. Na rys. 54 przedstawiono interfejs programu Vicon Blade, na którym pokazany jest obraz z kamer z włączonym trybem kalibracji, podczas wykonywania ruchów różdżką.



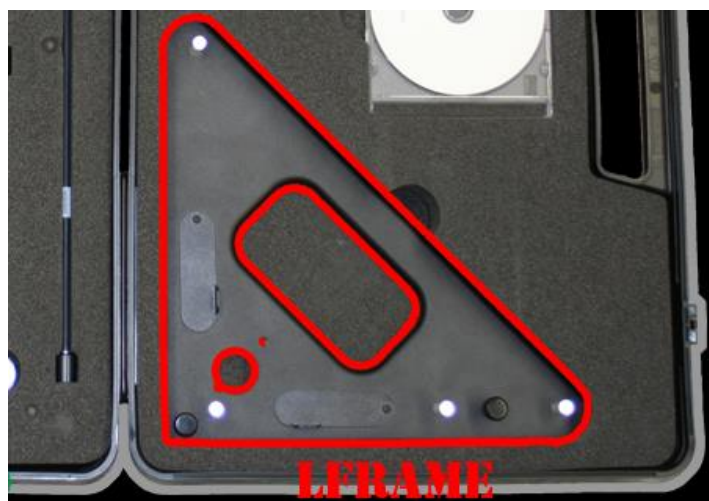
Rys. 54. Zrzut ekranu programu Blade podczas kalibracji systemu.

Kalibrację systemu należy wykonać w kierunku stanowiska pracy poprzez powyższą czynność oraz należy wykonać kalibrację sceny (ang. floor calibration), tworząc linie pionową i poziomą [27]. W przypadku nagrywania twarzy środek krzyża różdżki został umiejscowiony w miejscu mniej więcej odpowiadającemu położeniu głowy w przestrzeni osoby nagrywanej tak jak na rys. 53. Taka kalibracja pozwala na ustawienie orientacji przestrzennej nagrywanych punktów na twarzy w przestrzeni trójwymiarowej. Dodatkowo podczas procesu kalibracji pojawił się błąd przedstawiony na rys. 55.

**ERROR: Unable to track L-Frame. Cannot set origin.
ERROR: Script error on line 1.**

Rys. 55. Błąd uniemożliwiający prawidłową kalibrację, co skutkowało uniemożliwieniem wykonania prawidłowej sesji Motion Capture.

Błąd wskazuje na to, że system nie może śledzić innej różdżki, która nazywa się L-Frame mimo tego, że kalibracja na tym systemie zawsze przeprowadzana była jedynie za pomocą powyższej omówionej różdżki. Nie udało się znaleźć źródła powyższego błędu, mimo usilnych prób. Jednak nie przeszkodziło to w znaczącym stopniu w zrealizowaniu części praktycznej, gdyż po kilkukrotnym zresetowaniu systemu i wykonywaniu kalibracji od nowa, udało się pomyślnie wykonać kalibrację przy pomocy jednej różdżki kalibracyjnej. Różdżka L – Frame została przedstawiona na rys. 56.



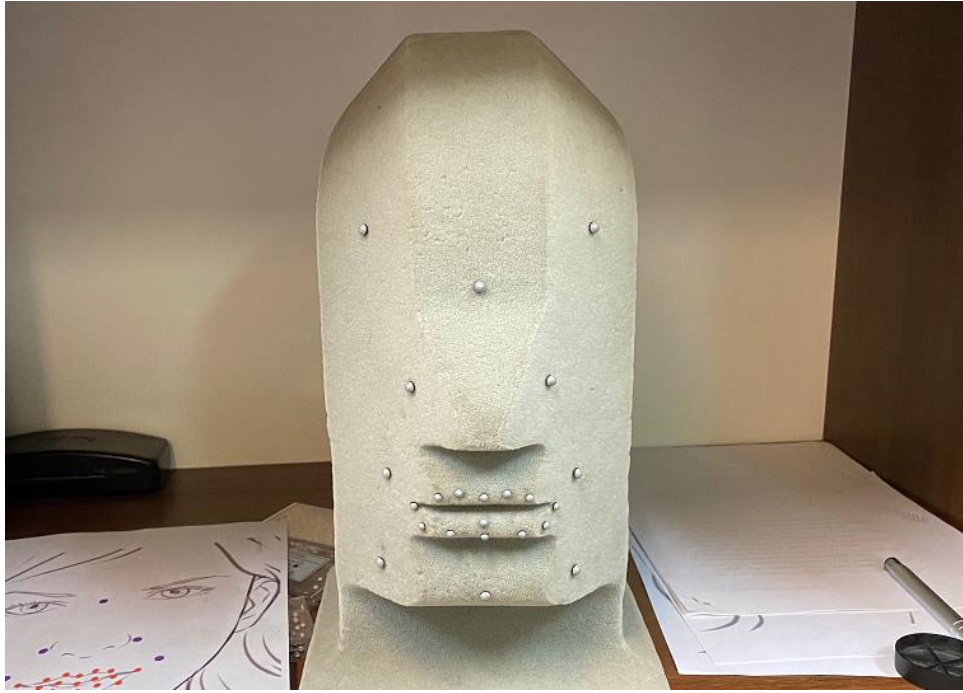
Rys. 56. Różdżka L – Frame [21].

Po pomyślnym wykonaniu kalibracji rozpoczęto rozkładanie markerów na sztucznym modelu twarzy, który zazwyczaj wykorzystywany jest do testów odsłuchowych, tak zwany dummy head. Wykorzystano typowe markery przyklejane do twarzy specjalnym klejem firmy OptiTrack, o dwóch, różnych średnicach - 3 i 4 milimetry. Zestaw markerów został pokazany na rys. 57.



Rys. 57. Markery wykorzystywane w pracy magisterskiej.

Do sesji testowej jak i pierwszego nagrania prawdziwej aktorki wykorzystano zmodyfikowany rozkład markerów z Raportu ALOFON, autorstwa G. Szwocha, w którym głównym celem była rejestracja ust za pomocą systemu Motion Capture. Rozłożenie markerów na sztucznej głowie zostało zaprezentowane na rys. 58.



Rys. 58. Rozstawienie markerów na sztucznej głowie.

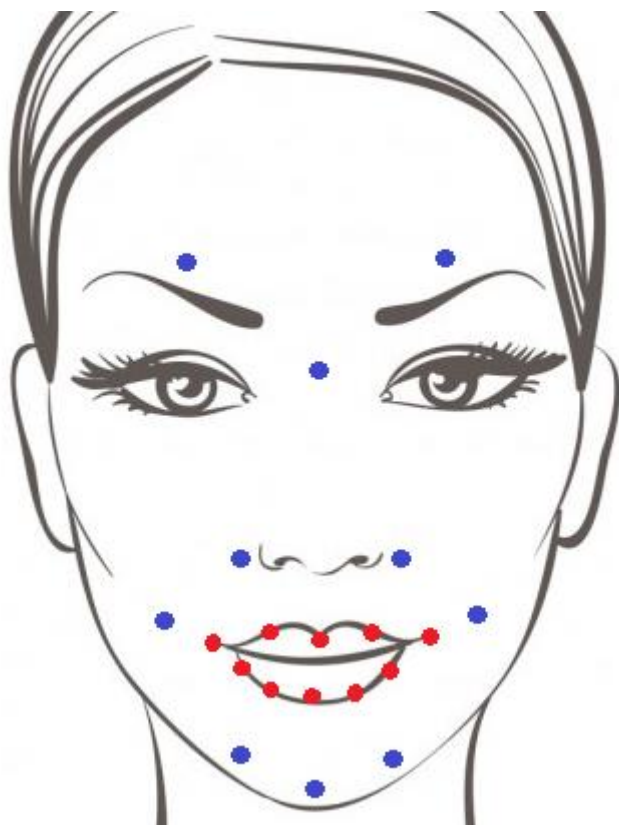
Ze względu na małe usta powyższego modelu twarzy, występowały błędy w postaci zanikania znaczników w programie Blade. Błąd ten powstał w wyniku rozmieszczenia zbyt dużej liczby markerów na tak małej powierzchni, przez co kamery Motion Capture miały problemy z określeniem prawidłowego położenia w przestrzeni kilku z nich. Problem przestał się objawiać po odjęciu z okolicy ust trzech markerów. Po powyższych przygotowaniach system Motion Capture był gotowy do realizacji sesji z prawdziwymi modelami i modelkami.

4.2 Stworzenie bazy nagrań ruchów mięśni twarzy

Z założenia badania, nagrywane zostały cztery osoby, dwoje mężczyzn i dwie kobiety, w przedziale wiekowym od 22 do 25 lat. Również należy uwzględnić fakt, że nie są to profesjonalni aktorzy. Wybrane zostały osoby, które są dobrze znane realizującemu niniejszą pracę magisterską. Jest to o tyle ważne, że poprzez dobrą znajomość powyższych osób możliwe jest jak najbardziej zbliżone do prawdziwych odegranie emocji, poprzez na przykład rośmieszenie. Dodatkową przeszkodą w realizacji sesji Motion Capture było dopasowanie terminów. Niekiedy nagrania bywały przesuwane ze względu na czynniki niezależne od danej osoby, na przykład choroba lub praca. Co więcej, osoby posiadające brodę nie mogły brać udziału w sesji Motion Capture. Taki stan rzeczy skutecznie uniemożliwiłby prawidłowe nałożenie markerów na twarz. Na końcu podrozdziału zostało również omówione tworzenie plików VST.

Pierwsza sesja Motion Capture miała charakter testowy. Do nagrań została zaproszona Ola, której gładka twarz umożliwiła sprawne i dokładne rozłożenie markerów. Jako że osoba realizująca pracę magisterką stara się być jak najbardziej dokładna, rozłożenie znaczników na twarzy zajęło zdecydowanie najwięcej czasu poświęconego na sesje Motion Capture. Podczas tychże nagrań

zastosowano wzór przedstawiony na rys. 59, gdzie niebieskie znaczniki to markery o średnicy 4 milimetrów a czerwone – 3 milimetry.



Rys. 59. Rozstawienie markerów do sesji testowej.

W przypadku tychże nagrań testowych został wykorzystany przekształcony model do rejestracji ust mówców wymieniony w powyższym podrozdziale. Widoczne jest duże zagęszczenie markerów w okolicach ust, natomiast niedosyt znaczników widoczny jest w okolicach brwi, policzków lub też zupełny ich brak na czole. Mimo powyższych wad, rozkład ten został wykorzystany do nauki operowania systemem podczas nagrywania oraz w późniejszym etapie, w ramach prawidłowego doboru modelu cyfrowej twarzy oraz nauki mapowania na nią danych z systemu Motion Capture. Dodatkowo podczas samych nagrań wykonano więcej różnych emocji niż założonych sześć w rozdziale trzecim. Na rys. 60 znajdują się emocje, które zostały nagrane podczas sesji testowej.

usmiech1	⊗	Unclassified	usmiech1.xcp	usmiech1.xcp	00:07	852
usmiech2	⊗	Unclassified	usmiech2.xcp	usmiech2.xcp	00:07	859
usmiech3	⊗	Unclassified	usmiech3.xcp	usmiech3.xcp	00:07	793
usmiechzeby1	⊗	Unclassified	usmiechzeby1.xcp	usmiechzeby1.xcp	00:01	165
usmiechzeby2	⊗	Unclassified	usmiechzeby2.xcp	usmiechzeby2.xcp	00:06	700
usmiechzeby3	⊗	Unclassified	usmiechzeby3.xcp	usmiechzeby3.xcp	00:05	657
smutek1	⊗	Unclassified	smutek1.xcp	smutek1.xcp	00:05	579
smutek2	⊗	Unclassified	smutek2.xcp	smutek2.xcp	00:06	701
smutek3	⊗	Unclassified	smutek3.xcp	smutek3.xcp	00:05	586
zlosc1	⊗	Unclassified	zlosc1.xcp	zlosc1.xcp	00:04	476
zlosc2	⊗	Unclassified	zlosc2.xcp	zlosc2.xcp	00:05	643
zlosc3	⊗	Unclassified	zlosc3.xcp	zlosc3.xcp	00:08	928
zlosc4	⊗	Unclassified	zlosc4.xcp	zlosc4.xcp	00:06	773
zlosc5	⊗	Unclassified	zlosc5.xcp	zlosc5.xcp	00:04	506
zlosc6	⊗	Unclassified	zlosc6.xcp	zlosc6.xcp	00:05	604
zlosc7	⊗	Unclassified	zlosc7.xcp	zlosc7.xcp	00:05	613
szok1	⊗	Unclassified	szok1.xcp	szok1.xcp	00:05	542
szok2	⊗	Unclassified	szok2.xcp	szok2.xcp	00:05	577
szok3	⊗	Unclassified	szok3.xcp	szok3.xcp	00:05	542
obrzydzenie1	⊗	Unclassified	obrzydzenie1.xcp	obrzydzenie1.xcp	00:06	661
obrzydzenie2	⊗	Unclassified	obrzydzenie2.xcp	obrzydzenie2.xcp	00:02	229
obrzydzenie3	⊗	Unclassified	obrzydzenie3.xcp	obrzydzenie3.xcp	00:09	1097
obrzydzenie4	⊗	Unclassified	obrzydzenie4.xcp	obrzydzenie4.xcp	00:04	525
obrzydzenie5	⊗	Unclassified	obrzydzenie5.xcp	obrzydzenie5.xcp	00:05	571
obrzydzenie6	⊗	Unclassified	obrzydzenie6.xcp	obrzydzenie6.xcp	00:04	469
ziewanie1	⊗	Unclassified	ziewanie1.xcp	ziewanie1.xcp	00:09	1065
ziewanie2	⊗	Unclassified	ziewanie2.xcp	ziewanie2.xcp	00:09	1039
ziewanie3	⊗	Unclassified	ziewanie3.xcp	ziewanie3.xcp	00:10	1231
ziewanie4	⊗	Unclassified	ziewanie4.xcp	ziewanie4.xcp	00:08	935
marszczenie1	⊗	Unclassified	marszczenie1.xcp	marszczenie1.xcp	00:06	690
marszczenie2	⊗	Unclassified	marszczenie2.xcp	marszczenie2.xcp	00:05	644
marszczenie3	⊗	Unclassified	marszczenie3.xcp	marszczenie3.xcp	00:05	590
falszywyusmiech1	⊗	Unclassified	falszywyusmiech1.	falszywyusmiech1.	00:05	618
falszywyusmiech2	⊗	Unclassified	falszywyusmiech2.	falszywyusmiech2.	00:06	698
falszywyusmiech3	⊗	Unclassified	falszywyusmiech3.	falszywyusmiech3.	00:05	638
falszywyusmiech4	⊗	Unclassified	falszywyusmiech4.	falszywyusmiech4.	00:05	586
dziubek1	⊗	Unclassified	dziubek1.xcp	dziubek1.xcp	00:04	522
dziubek2	⊗	Unclassified	dziubek2.xcp	dziubek2.xcp	00:05	581
dziubek3	⊗	Unclassified	dziubek3.xcp	dziubek3.xcp	00:05	541

Rys. 60. Wykonane nagrania podczas sesji testowej

Każde ruchy mięśni zostały nagrane kilkakrotnie, w celu wybrania jednego, najlepszego materiału. W celu nagrania jakichkolwiek emocji należy na początku w programie Vicon Blade wybrać przycisk Connect przedstawiony na rys. 61.



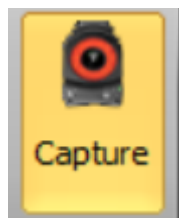
Rys. 61. Przycisk Connect do podłączenia kamer Motion Capture

Kolejno zaznaczyć wszystkie dostępne kamery, tak jak pokazano na rys. 62.

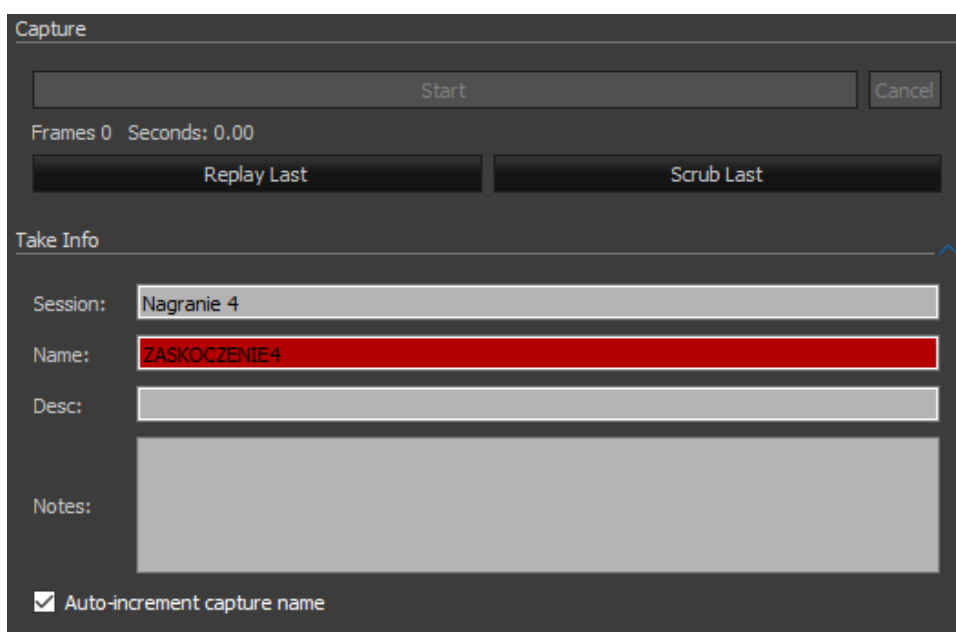


Rys.62. Spis dostępnych kamer w programie Blade.

Kolejno należy stworzyć nowy folder w sekcji Data Management, w którym będą zapisywane uzyskane nagrania. Następnie konieczne jest naciśnięcie przycisku Capture, który został pokazany na rys. 63. Dzięki temu uzyskujemy dostęp do okna, w którym możliwe jest nadanie nazwy poszczególnym plikom. W tym obszarze możliwe jest również najważniejsza opcja, z punktu widzenia systemu Motion Capture, czyli nagrywanie ruchów znaczników w przestrzeni trójwymiarowej. Interfejs zakładki Capture został pokazany na rys. 64.



Rys. 63. Przycisk Capture.

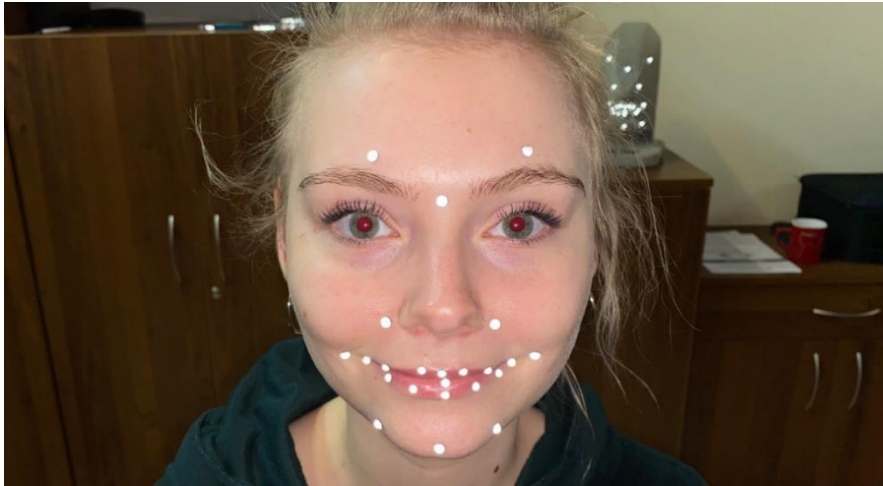


Rys. 64. Interfejs programu Blade, zakładka Capture.

Rozpoczęcie nagrywania powoduje przycisk Start. Natomiast powyżej ukazana jest przykładowa nazwa nagrania oraz zaznaczona jest opcja automatycznej inkrementacji numeru pliku. Takie rozwiązanie może przyspieszyć sesję Motion Capture, przy jednoczesnym braku możliwości nadpisania wcześniej wykorzystanej nazwy pliku.

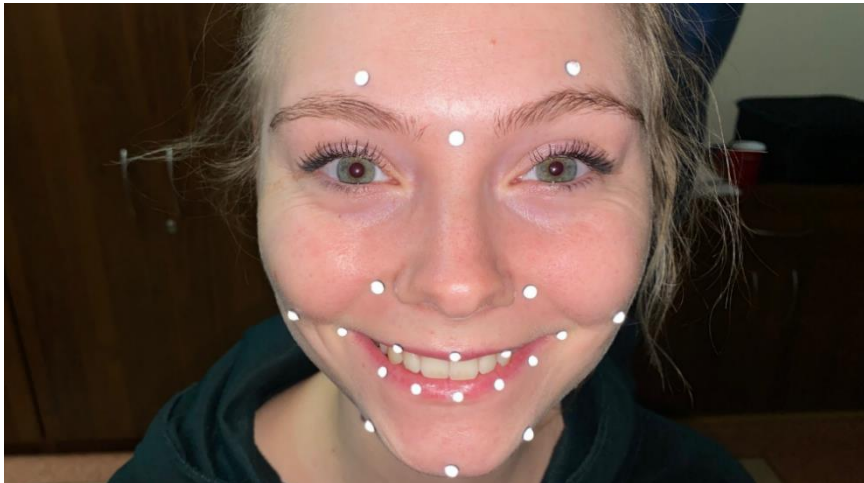
Po zakończeniu powyższych czynności uzyskujemy nagrania emocji. Każdą z nich można sprawdzić i zweryfikować poprawność nagrania w programie Vicon Blade. Na rysunkach 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73 i 74 znajdują się zarejestrowane emocje podczas sesji próbnej:

- uśmiech



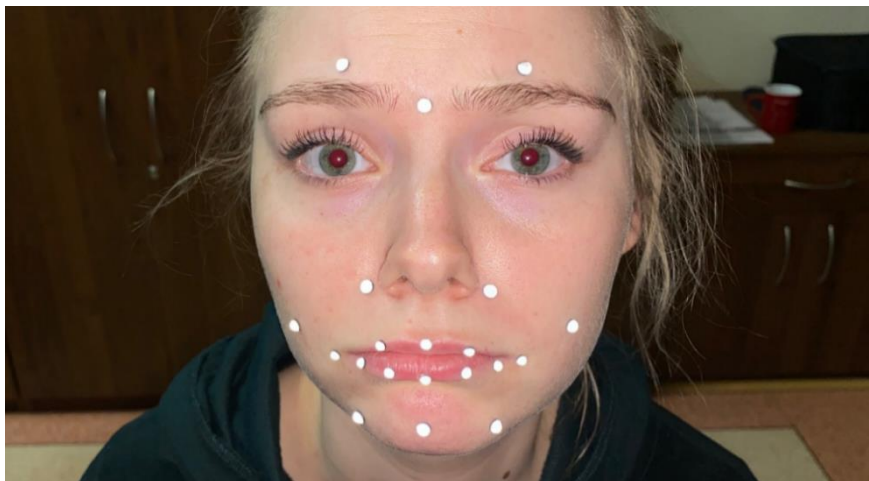
Rys. 65. Uśmiech aktorki podczas sesji testowej.

- uśmiech z zębami



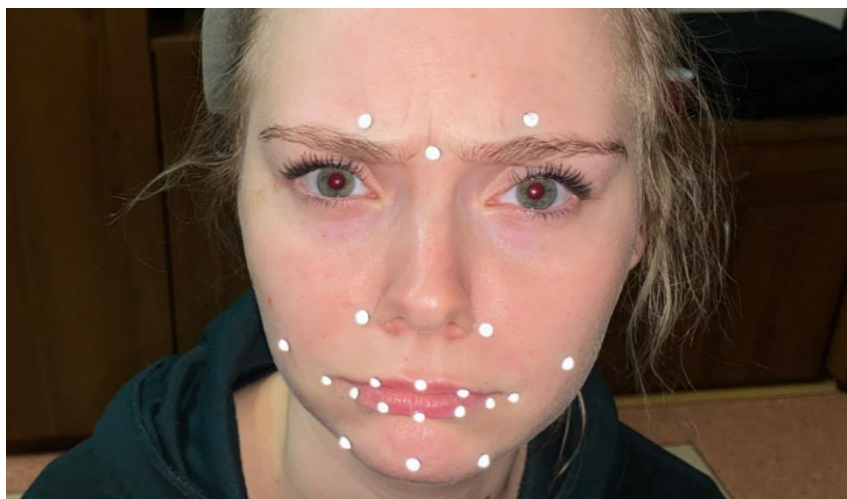
Rys. 66. Uśmiech z zębami aktorki podczas sesji testowej.

- smutek



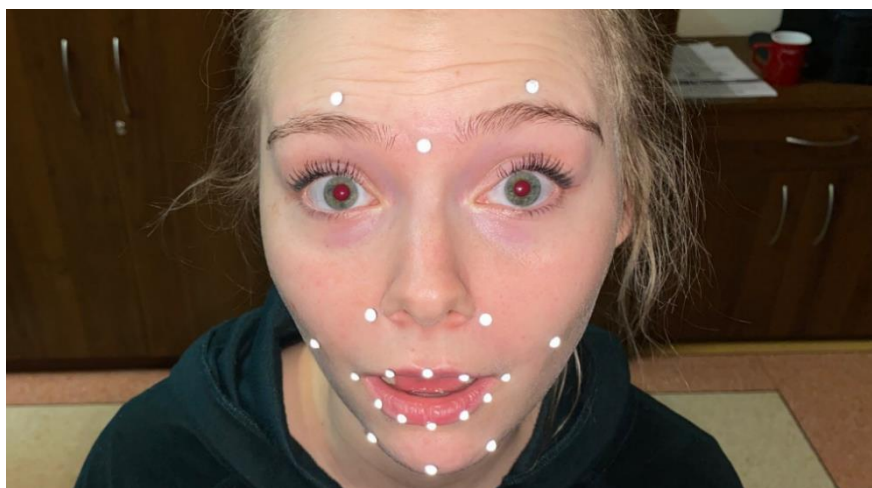
Rys. 67. Smutek aktorki podczas sesji testowej

- złość



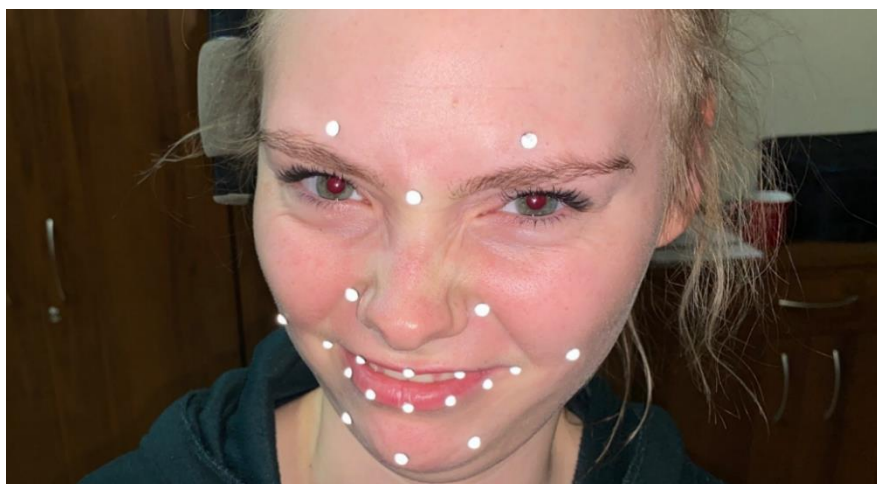
Rys. 68. Złość aktorki podczas sesji testowej.

- szok



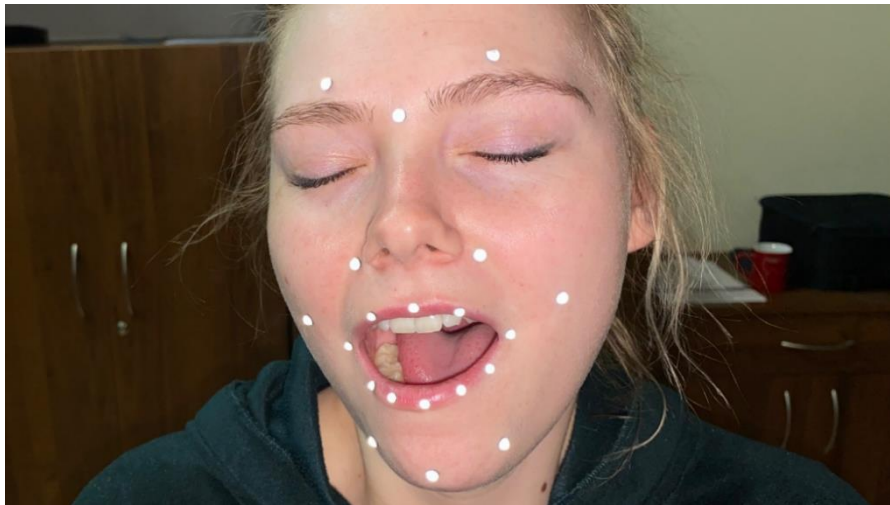
Rys. 69. Szok aktorki podczas sesji testowej.

- obrzydzenie



Rys. 70. Obrzydzenie aktorki podczas sesji testowej.

- ziewanie



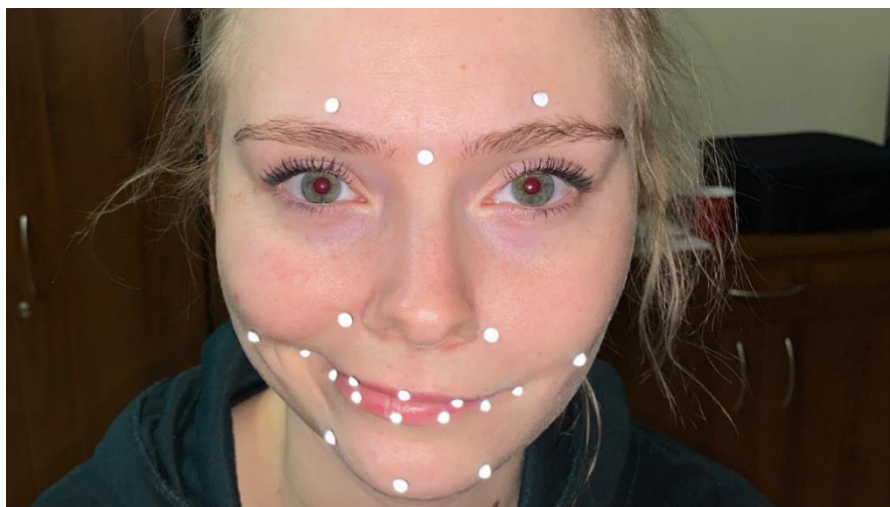
Rys. 71. Ziewanie aktorki podczas sesji testowej.

- marszczenie brwi



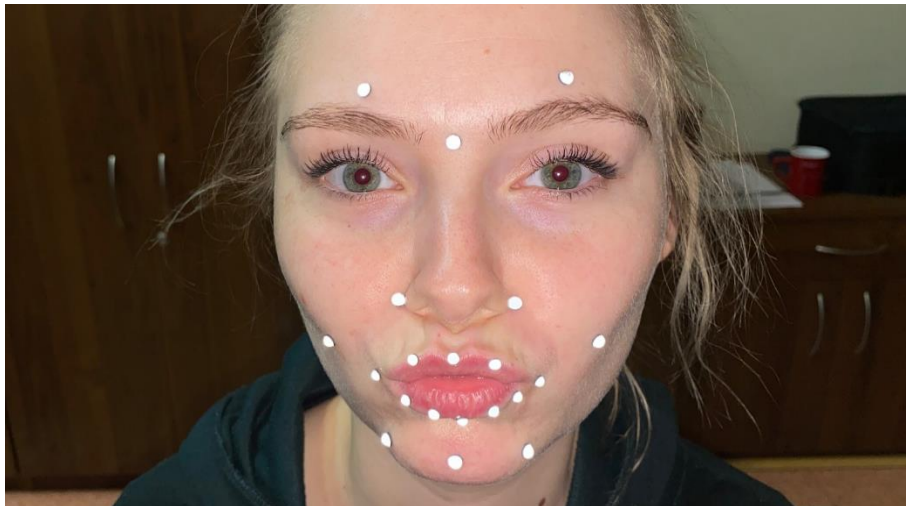
Rys. 72. Marszczenie brwi aktorki podczas sesji testowej.

- fałszywy uśmiech



Rys. 73. Fałszywy uśmiech aktorki podczas sesji testowej.

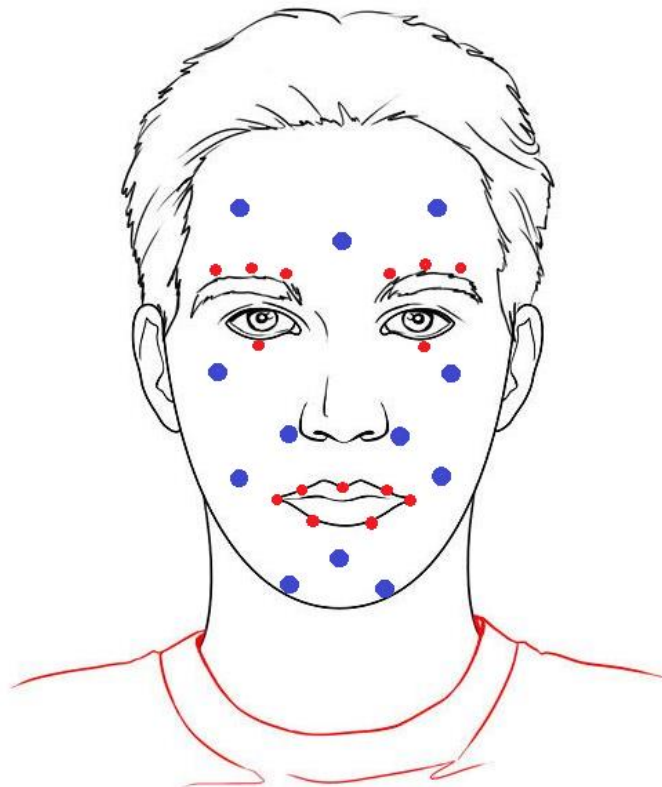
- ściśnięte usta



Rys. 74. Ściśnięte usta aktorki podczas sesji testowej.

Należy jednak uwzględnić fakt, że powyższe zdjęcia mają jedynie ukazać jakie emocje zostały nagrane. W rzeczywistości głowa aktorki była nieruchoma, oparta o zagłówek. Ruchy głowy przy ziewaniu lub obrzydzeniu mogłyby doprowadzić do niemiarodajnych wyników.

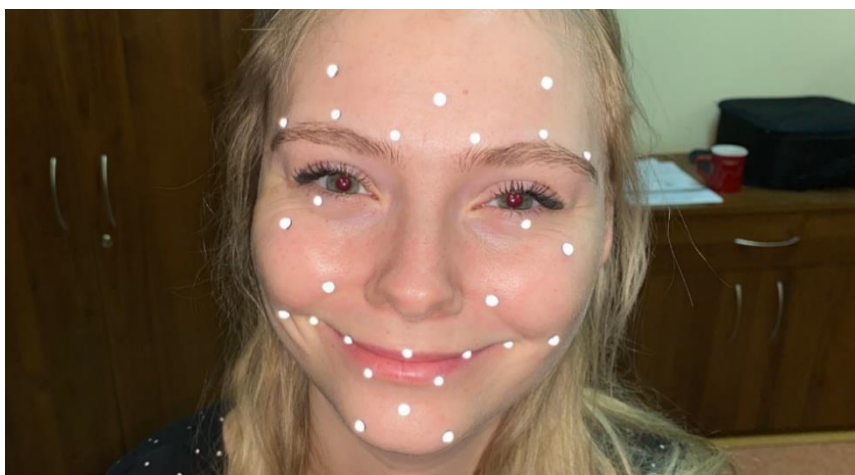
Po udanej sesji testowej i obejrzeniu powstałych animacji stwierdzono gotowość do ponowienia sesji. Jednak tym razem markery zostały rozstawione zgodnie ze wzorcem przedstawionym na rys. 75, gdzie ponownie niebieskie punkty oznaczają markery o średnicy 4 milimetrów a czerwone – 3 milimetry:



Rys. 75. Rozstawienie markerów w sesjach, których materiały wynikowe zostaną użyte do dalszej obróbki i kolejno, podczas ankietyzacji.

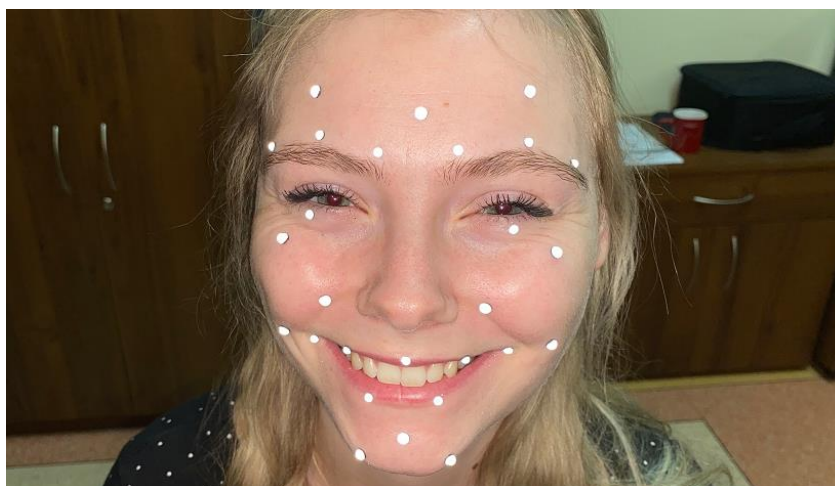
W tym przypadku wzorowano się na opisie zawartym w rozdziale trzecim, dotyczącym stopnia udziału poszczególnych znaczników na prawidłowe odwzorowanie emocji. Zredukowana została liczba mniejszych markerów w okolicach ust, natomiast większa ich liczba występuje nad brwiami. Dołożono również mniejsze znaczniki na dolnych powiekach, gdyż one również mają znaczący wpływ na odgrywanie emocji, przy mrużeniu oczu, na przykład podczas wyrażania radości. Dołożono parę markerów w okolicach kości policzkowych oraz trzy na czole. Po dokładnym nałożeniu wszystkich markerów, rozpoczęto sesję nagraniową. W tym przypadku zarejestrowane zostały emocje wymienione w rozdziale trzecim oraz uśmiech z zębami, który może dać lepsze efekty. Poniżej przedstawiono sześć zdjęć przedstawiających sześć emocji. Na rys. 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82 przedstawieni zostali aktorzy i aktorki, którzy najlepiej wykonali daną emocję:

- radość



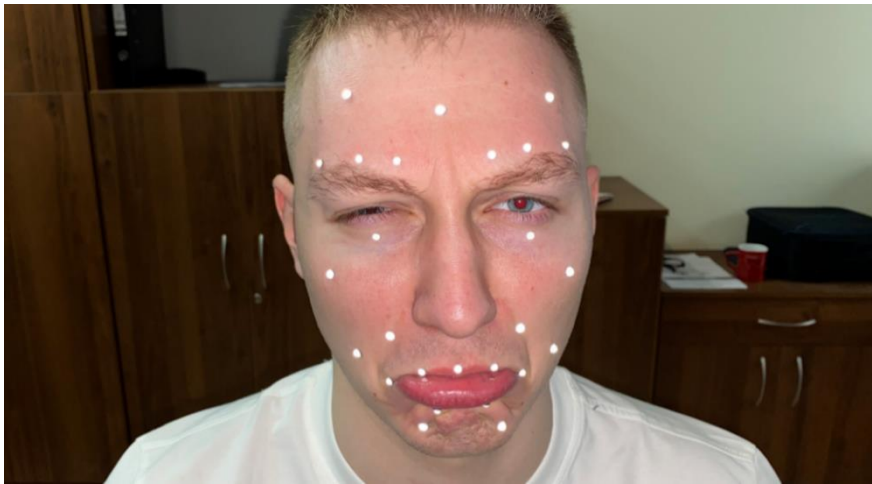
Rys. 76. Radość pierwszej aktorki podczas sesji Motion Capture.

- uśmiech z zębami



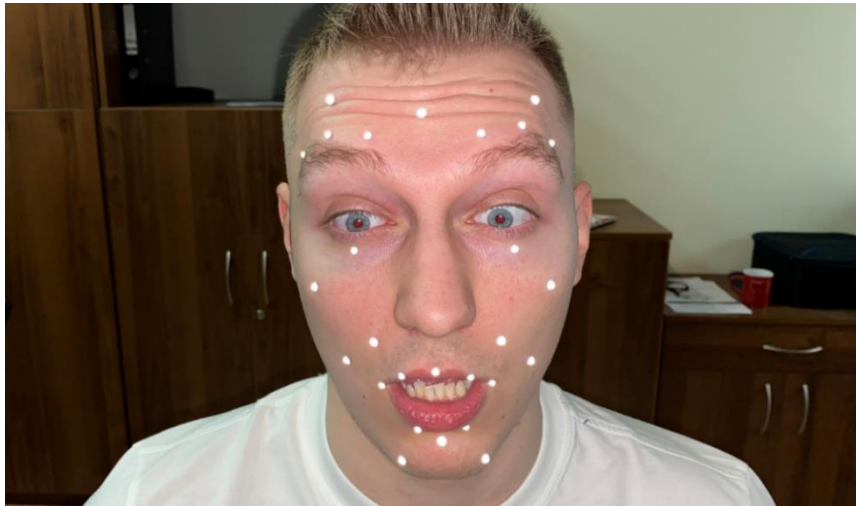
Rys. 77. Uśmiech z zębami pierwszej aktorki podczas sesji Motion Capture.

- smutek



Rys. 78. Smutek pierwszego aktora podczas sesji Motion Capture.

- zaskoczenie



Rys. 79. Zaskoczenie pierwszego aktora podczas sesji Motion Capture.

- strach



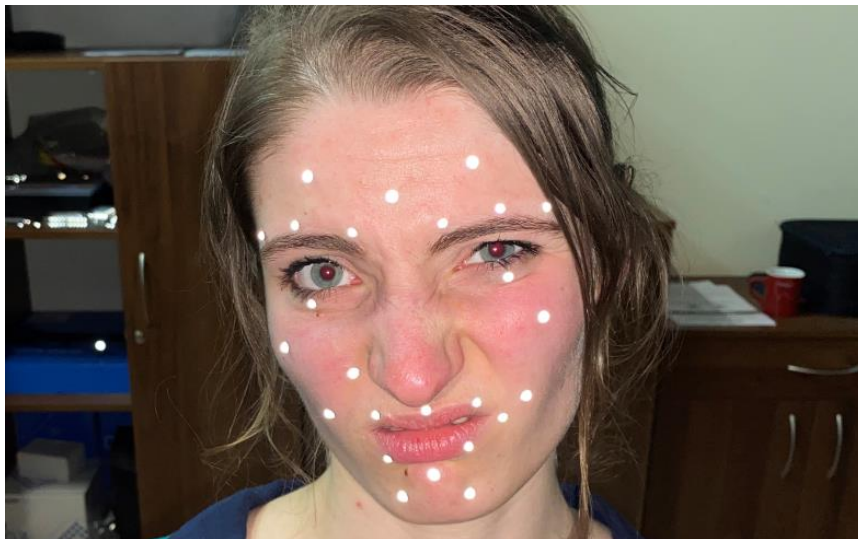
Rys. 80. Strach drugiego aktora podczas sesji Motion Capture.

- złość



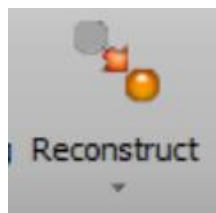
Rys. 81. Złość drugiego aktora podczas sesji Motion Capture.

- obrzydzenie

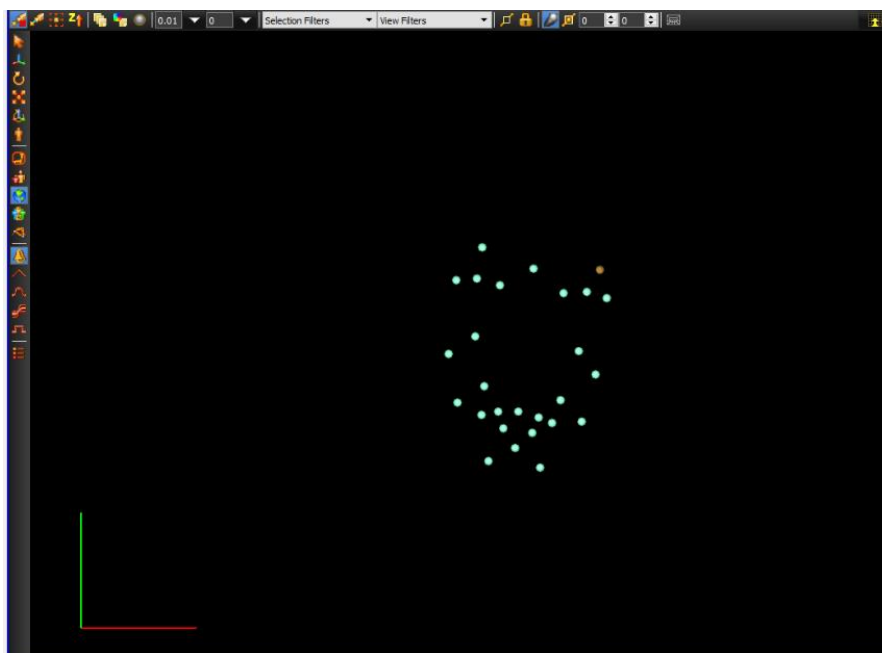


Rys. 82. Obrzydzenie drugiej aktorki podczas sesji Motion Capture.

Uzyskane wyniki wizualizowane są w programie Blade, jako punkty w przestrzeni 3D. Na tym etapie realizacji nagrań konieczne jest zweryfikowanie poprawności zarejestrowanej emocji. Pod uwagę szczególnie bierze się znaczniki, które “gubią” się w przestrzeni 3D. Polega to na drobnych ruchach markera na osi z, x lub y, co potem może mieć fatalne skutki podczas tworzenia animacji. Mogą w takim wypadku powstać tak zwane glitche, które powodują różne, nienaturalne ruchy powierzchni, w tym wypadku powierzchni twarzy. Zarejestrowanie kilku prób danej emocji, w prosty sposób pozwala ominąć powyższy problem, gdzie do dalszej obórki wybierany jest najlepszy materiał. W celu podejrzenia efektów nagrania należy nacisnąć przycisk Reconstruct, w górnej belce programu, po czym można uzyskać podgląd na ruch trójwymiarowych znaczników. Przycisk ten został przedstawiony na rys. 83. Natomiast na rys. 84 przedstawiono podgląd na zarejestrowaną animację w programie Vicon Blade.



Rys. 83. Przycisk Reconstruct.

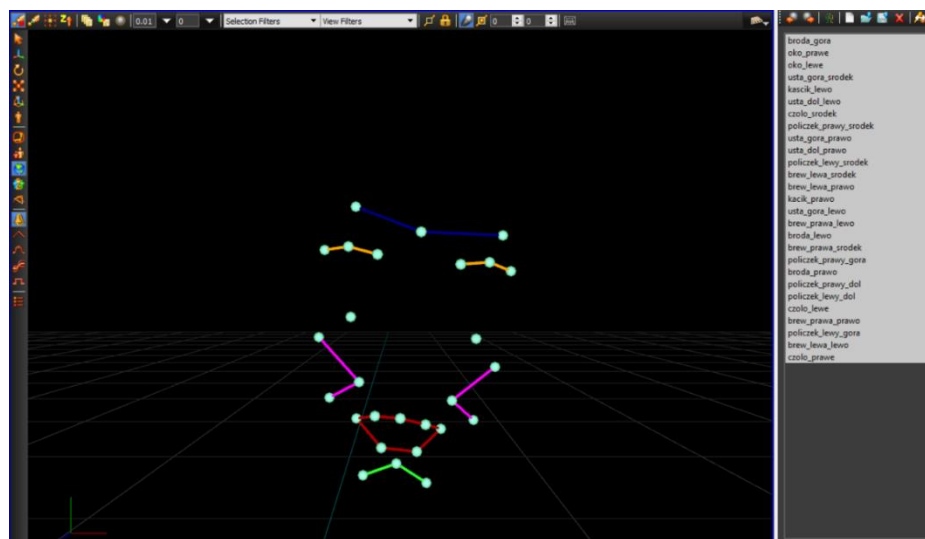


Rys. 84. Podgląd na zarejestrowane animacje w programie Blade.

W tym momencie również trzeba uwzględnić, że nawigacja w programie Blade pozostawia wiele do życzenia. Z każdym kolejnym dniem zdjęciowym odkrywano kolejne możliwości poruszania się w przestrzeni trójwymiarowej. W porównaniu do programu Blender ta czynność w powyższej aplikacji jest znacznie trudniejsza i mniej intuicyjna.

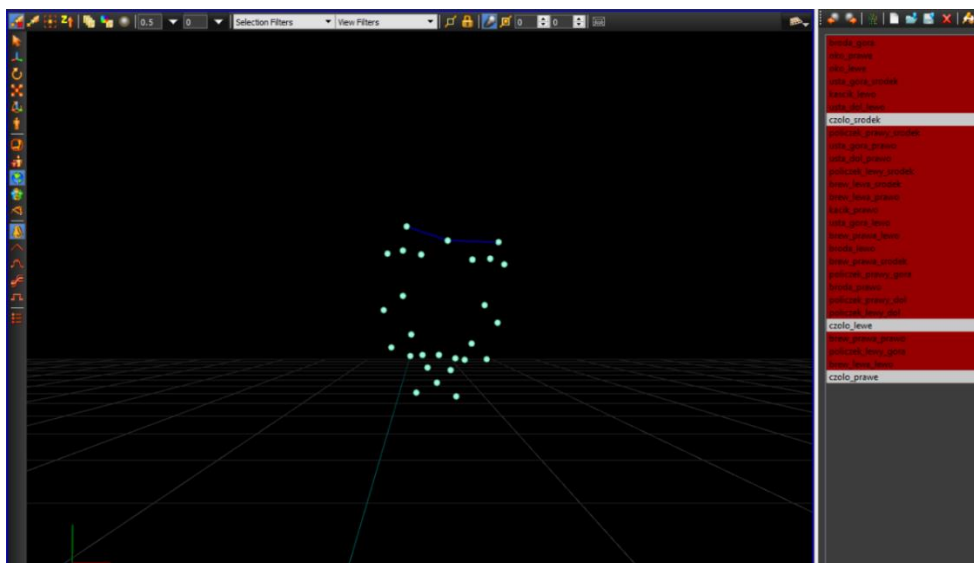
Kolejnym etapem operacji w programie Vicon Blade jest tworzenie pliku VST. Dzięki stworzeniu takiego pliku możliwe jest uzyskanie uniwersalnego wzorca dla takiego samego rozkładu markerów, przy różnych nagraniach. Na początku należy stworzyć obiekt Character w celu zgrupowania razem wszystkich komponentów szablonu. Kolejno należy stworzyć LabelingSetup, aby zgrupować wszystkie komponenty szablonu etykietowania. Następnie należy stworzyć LabelingBone aby ograniczyć znaczniki. Kolejnym krokiem jest ustanowienie hierarchii, gdzie markery muszą dziedziczyć po obiekcie Charakter. Ostatnim krokiem jest przyporządkowanie poszczególnych znaczników do danego LabelingBone. Możliwe jest również włączenie opcji sticks, która pokazuje markery tworzące dany LabelingBone. Dodatkowo na tym etapie możliwe jest nazwanie poszczególnych markerów, co w szczególny sposób ułatwi dalszą obróbkę. W ostatecznym rozrachunku należy wyeksportować stworzony plik VST. Jednak podczas wykonywania ostatniej operacji pojawiły się pewne problemy, który uniemożliwiały poprawny eksport pliku VST. Problem ten można rozwiązać dodając jeszcze jedno

LabelingBone, który dziedziczy po pierwszym stworzonym LabelingBone. Dzięki takiemu zabiegowi możliwe było wyeksportowanie stworzonych plików w sposób prawidłowy. Na rys. 85. przedstawiono pogrupowanie markerów, wraz z ich nazwami, na podstawie stworzonego powyżej pliku VST.



Rys. 85. Pogrupowane markery w programie Blade.

Powyższy szablon został stworzony na podstawie nagrań twarzy aktorki. Za pomocą opcji Auto-Label, możliwe jest w sposób szybki i automatyczny przypisanie poszczególnych markerów do danych grup, symbolizujących czoło, brwi, usta czy policzki. Jednak w przypadku uzyskanych nagrań ruchów znaczników dla mężczyzn, taka opcja nie działała prawidłowo lub w częstszych przypadkach w ogóle nie działała. Jest to oczywiście podyktowane różnicami pomiędzy twarzą kobiety a mężczyzny, gdzie twarz kobiet jest mniejsza, mniej masywna i bardziej delikatna niż w przypadku mężczyzn. Przez taki stan rzeczy system nie potrafił automatycznie dopasować markerów do wzorca. W takim przypadku tę czynność należało wykonać ręcznie, co zajmowało bardzo dużo czasu oraz powodowało szybkie zmęczenie i częste błędy. Interfejs programu Vicon Blade przy ręcznym grupowaniu znaczników został przedstawiony na rys. 86.



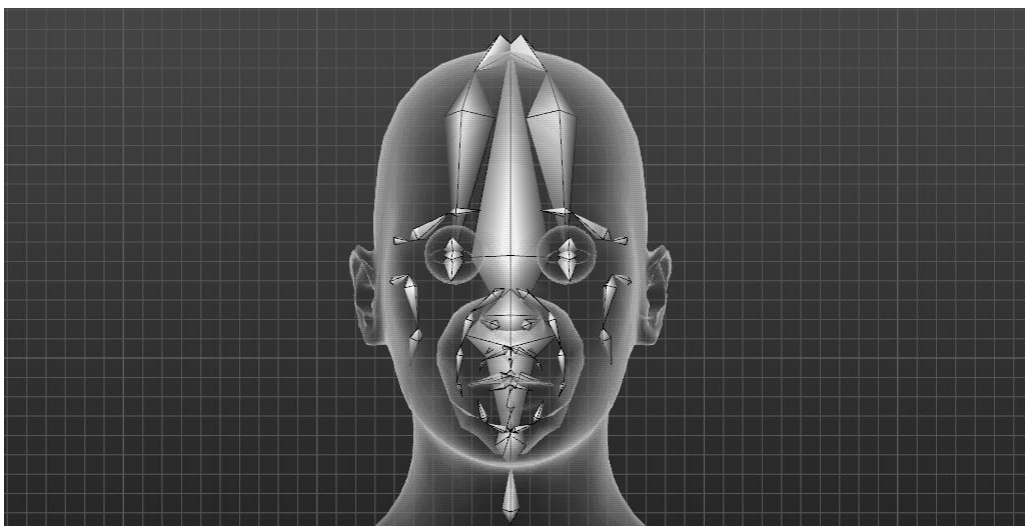
Rys. 86. Ręczne dopasowanie markerów do wzorca w programie Blade.

Po wykonaniu powyższych operacji, ostatecznym krokiem pozostało wyeksportowanie danych w formacie .bvh i .fbx, w celu umożliwienia dalszej obróbki w programie Blender. W poniższym podrozdziale opisano, czemu konieczny był eksport plików w dwóch formatach.

4.3 Mapowanie danych na twarz dowolnej postaci ludzkiej

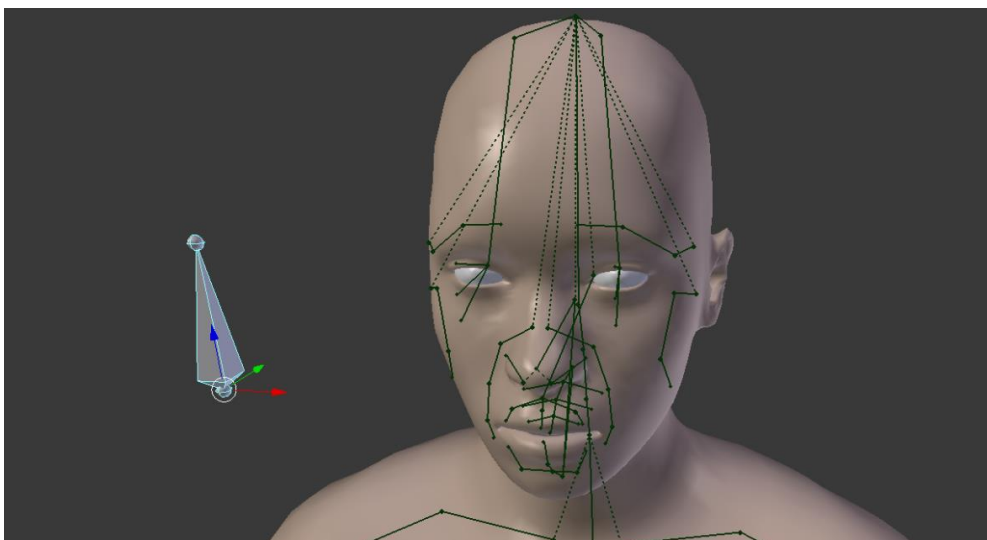
W tym podrozdziale przedstawiony został proces mapowania, czyli przenoszenia ruchu znaczników nagranych za pomocą systemu Motion Capture na cyfrowy model twarzy. W tym celu wykorzystany został program Blender wersji 2.79b oraz MakeHuman wersji 1.1.1. Jednak w obydwu wersjach należy wykorzystać wtyczkę programową umożliwiającą zapis i export wykreowanego modelu w formacie MakeHuman Exchange (.mhx2). Bez tej czynności niemożliwy by był import danych do programu Blender.

Z programu Vicon Blade zostały wyeksportowane pliki Motion Capture w dwóch formatach .bvh i .fbx. Podczas pierwszego podejścia, próby riggowania animacji, wykorzystany został standardowy model z programu MakeHuman, z dodanymi kośćmi twarzy oraz pliki w formacie .bvh. Taki stworzony model, z pokazanymi kośćmi, został przedstawiony na rys. 87.



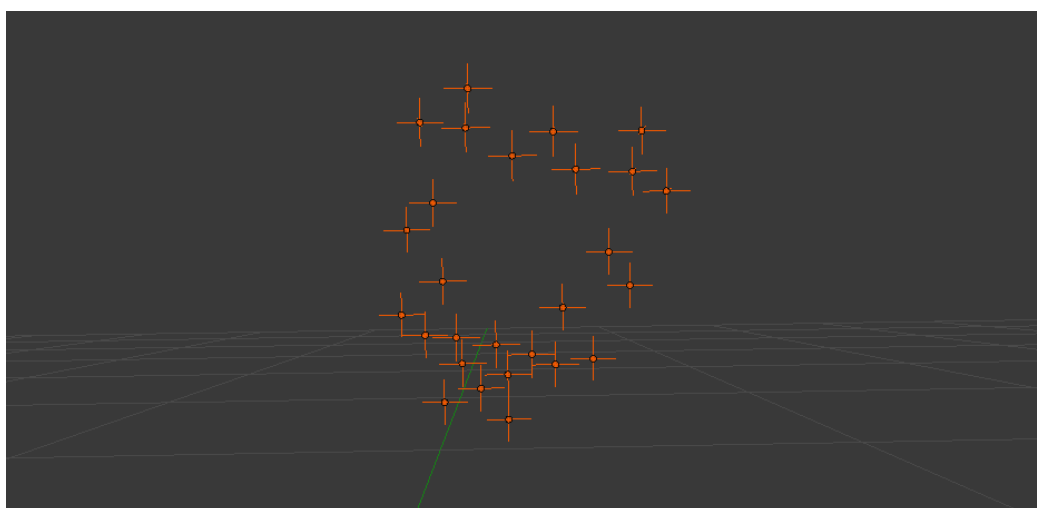
Rys. 87. Dodane kości twarzy, widok z programu MakeHuman.

Jednak takie podejście z założenia było błędne. Jak w powyższym rozdziale zostało opisane, zdefiniowane kości są wykorzystywane do animacji ciała. Są one sztywne, nie mogą się kurczyć ani rozszerzać. Do animacji twarzy kluczowe są delikatne ruchy poszczególnych mięśni, dlatego też w tym celu wykorzystuje się model twarzy zbudowany z siatki, na której, w późniejszym etapie będzie się wykonywać operacje. Kolejnym problemem był wykorzystany format plików .bvh. Po wczytaniu pliku do programu Blender, nagrany materiał jawił się jako jedna armatura, a nie zbiór znaczników. Operację tą wykonano na dwa różne sposoby. Za pomocą programowego importu oraz za pomocą wtyczki MakeWalk. Obydwa podejścia zwróciły ten sam, opisany powyżej wynik. Pokazane to zostało na rys. 88.



Rys. 88. Wyeksportowane pliki do programu Blender. Postać z kośćmi twarzy, dane z systemu Motion Capture jako pojedyncza armatura.

Po nieudanym podejściu z plikami w formacie .bvh, postanowiono działać na plikach .fbx. Rozszerzenie i jego nazwa pochodzi od nazwy aplikacji FilmBox. Program ten został w późniejszym okresie przemianowany na dzisiaj bardzo popularny MotionBuilder i został zakupiony przez Autodesk. W formacie .fbx można zapisać trójwymiarowe modele, oświetlenie materiałów oraz najważniejsze, z punktu widzenia tejże pracy magisterskiej dane z systemu Motion Capture [34]. Wykonano import danych o powyższym rozszerzeniu i otrzymano zbiór znaczników z wykonanej sesji przechwytywania ruchu, które poruszają się poprawnie. Przesłane dane systemu Motion Capture do programu Blender zostały pokazane na rys. 89. Dzięki wykorzystaniu plików .fbx możliwe są dalsze kroki prowadzące do mapowania danych na cyfrową twarz.



Rys. 89. Dane z pliku .fbx wczytane do programu Blender. Wyraźnie widoczny zarys twarzy aktorki.

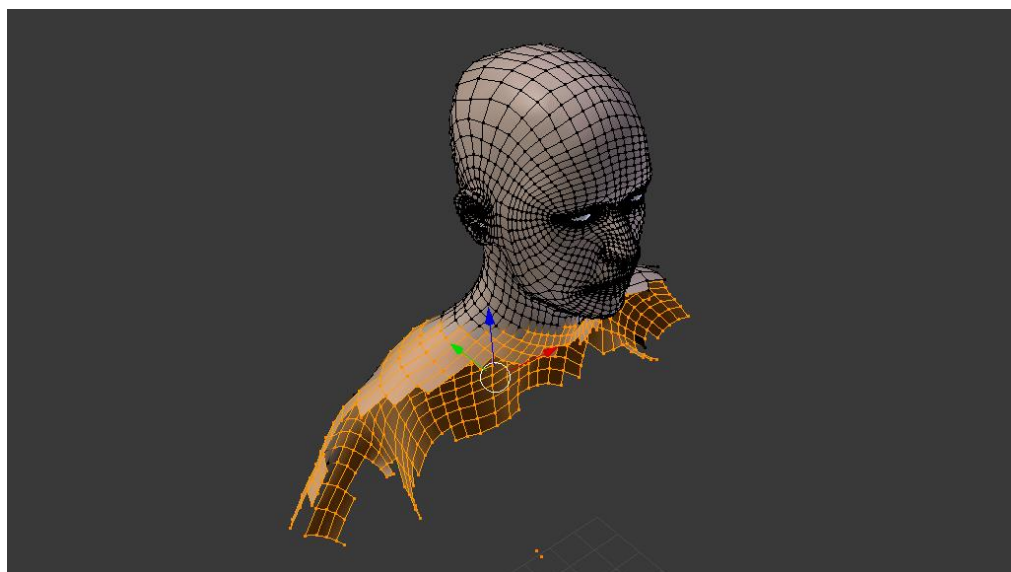
Po udanym eksporcie danych z systemu Motion Capture do programu Blender stworzono testowy model twarzy w aplikacji MakeHuman. Ponownie wykorzystano standardowy wzorec mężczyzny, tym razem bez dodanych kości twarzy. Postać posiada oczy oraz nie ma nałożonej tekstury, które są dostępne w programie MakeHuman. Należy zaznaczyć, że na tym etapie pracy, głównym celem

było znalezienie praktycznego sposobu na mapowanie danych, gdzie dopasowanie modelu zeszło na drugi plan. Model twarzy, przedstawiony na rys. 90, został wykorzystany jedynie w celach testowych.

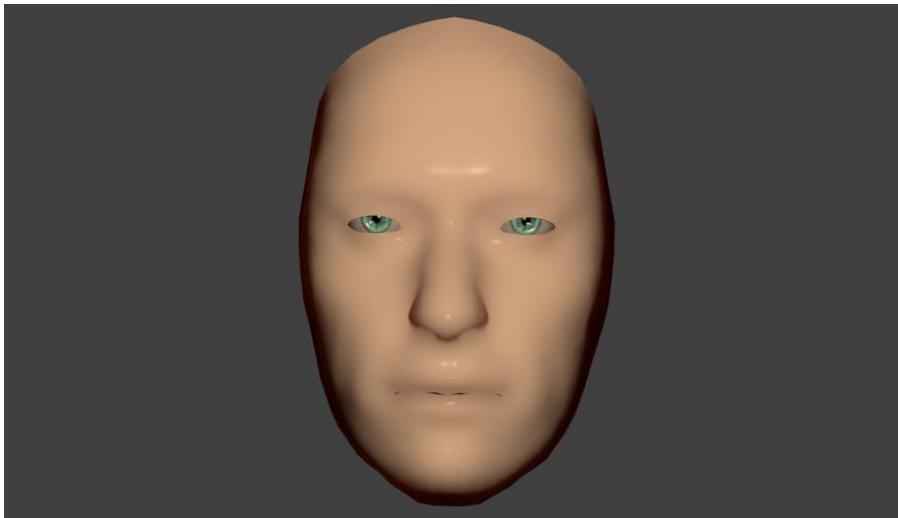


Rys. 90. Model testowy do nauki mapowania danych z systemu Motion Capture.

Model ten został przeniesiony do programu Blender za pomocą darmowej wtyczki programowej mhx2, której konieczność zainstalowania została wymieniona powyżej. W tym przypadku warto zaznaczyć, że program MakeHuman w wersji 1.1.1 umożliwia stworzenie jedynie całego ciała modelu, a nie tylko twarzy. Wiąże się to z koniecznością dalszej obróbki w wykorzystywanym programie do tworzenia animacji, w celu otrzymania modelu twarzy. Trójwymiarowy model człowieka podczas edycji w programie Blender został przedstawiony na rys. 91. Końcowy wynik, tj. próbny model twarzy, został przedstawiony na rys. 92.

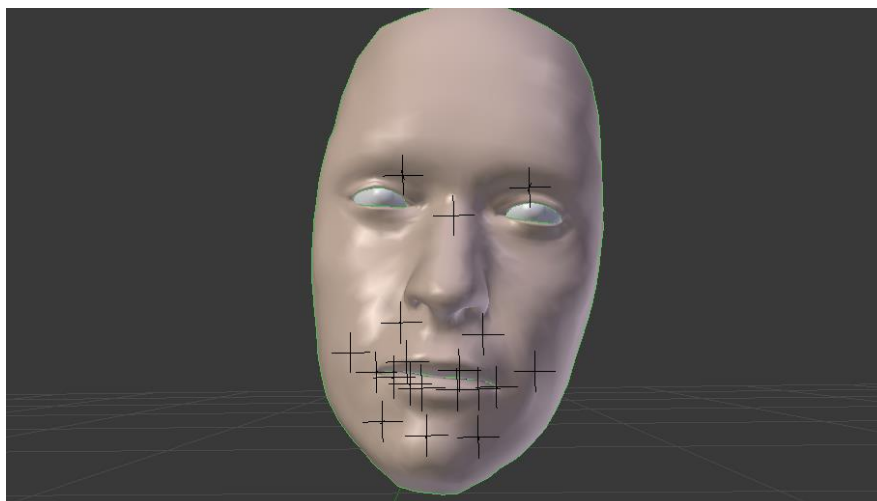


Rys. 91. Trójwymiarowy model podczas usuwania niepotrzebnych części ciała.



Rys. 92. Testowy model twarzy po obróbce w programie Blender.

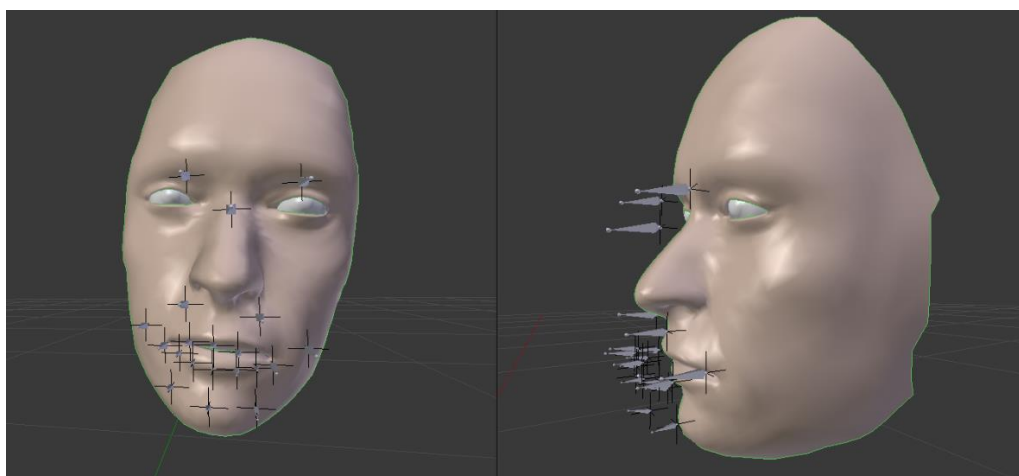
Po stworzeniu powyższego modelu twarzy, do programu Blender zaimportowano plik fbx. Kolejno należy dopasować twarz do markerów z pliku Motion Capture. Parametry jakie trzeba zmienić to wielkość modelu, należało go zmniejszyć oraz delikatnie obrócić. Jako że działano na męskim wzorcu, natomiast nagrania testowe były realizowane dla żeńskiej aktorki, na tym etapie można zauważyć różnice pomiędzy oboma rodzajami twarzy. Oblicze osoby męskiej jest większe i masywniejsze niż żeńskiej. Mimo prawidłowego dopasowania kącików ust z nagrania do kącików cyfrowego modelu, widoczne jest niedopasowanie szczególnie w okolicach brwi oraz nosa. W pierwszym przypadku znaczniki określające położenie brwi znajdują się na wysokości górnych powiek, natomiast marker, który powinien się znajdować pomiędzy brwiami znajduje się na grzbiecie nosa. Mimo powyższych niedogodności, model ten służy jedynie do nauki mapowania. Powyżej opisane dopasowanie markerów do wytworzonego modelu twarzy zostało przedstawione na rys. 93.



Rys. 93. Dopasowanie znaczników Motion Capture na model testowy.

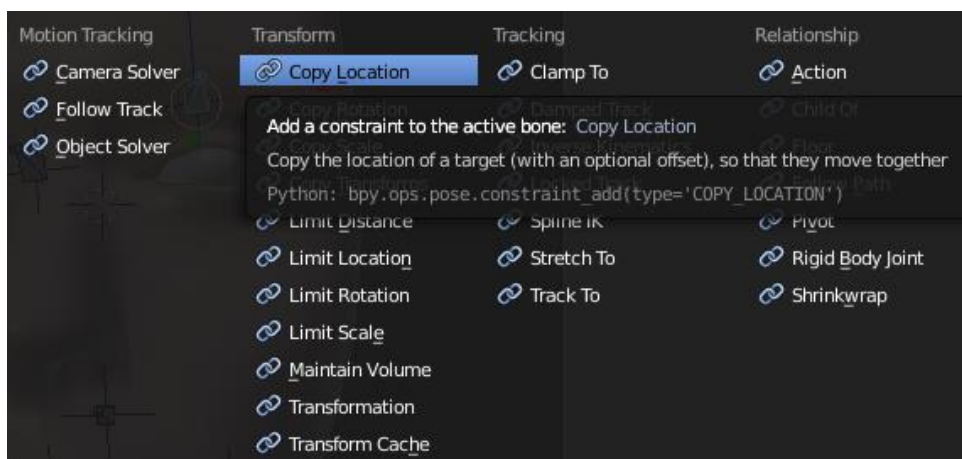
W kolejnym etapie należy zaznaczyć pojedynczy marker oraz wypośrodkować na nim kursor "Cursor to selected". W opcjach Create, w lewym pasku pomocniczym lub za pomocą komendy Shift+S należy dodać armaturę (kość). Czynność należy wykonać dla wszystkich nagranych znaczników. Ze

względu na bardzo duży rozmiar dodawanych obiektów, warto je zmniejszyć i obrócić na osi x. W późniejszym etapie pracy, taka czynność znacząco ułatwi kolejne działania. Na rys. 94 przedstawiono model w programie Blender po powyższych operacjach.



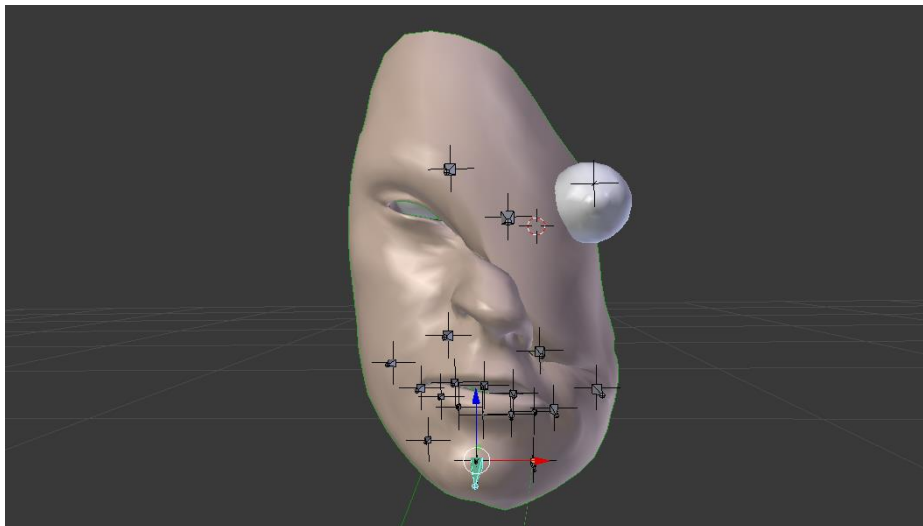
Rys. 94. Dodanie armatur do każdego z punktów z systemu Motion Capture

Następnie należy zaznaczyć wszystkie armatury razem, za pomocą Shift + LPM. Wykorzystując skrót klawiszowy Ctrl + J można połączyć wszelkie zaznaczone armatury w jeden obiekt. Operacja ta pozwoli na łatwiejsze ustawienie deformacji powierzchni, które są pod armaturami. Tą czynność wykonuje się za pomocą skrótu klawiszowego Ctrl + P, gdzie można wybrać różne opcje wag z jakimi dane armatury będą oddziaływać na powierzchnię twarzy. Podczas realizowania części praktycznej wybierano opcję "With Automatic Weights". Oczywiście w późniejszym etapie, jeśli efekt jest nie do końca poprawny, można manualnie zmieniać wagi oddziaływania. Na tym etapie armatury są podłączone pod model twarzy. Następnie należy zdefiniować ruch dla tych kości, taki sam jaki wykonują znaczniki z systemu Motion Capture. W tym celu należy przejść do trybu Pose Mode. Po zaznaczeniu jednej armatury trzeba dodać "Bone Constraint". W celu wymuszenia ruchu tak jak podczas sesji Motion Capture, należy skopiować lokalizację tychże znaczników w każdej klatce do lokalizacji armatur. Spośród wielu opcji oddziaływania na kości, należy wybrać "Copy Location" z tabeli "Transform". Została ona pokazana, wraz z opisem opcji programu Blender, na rys. 95.



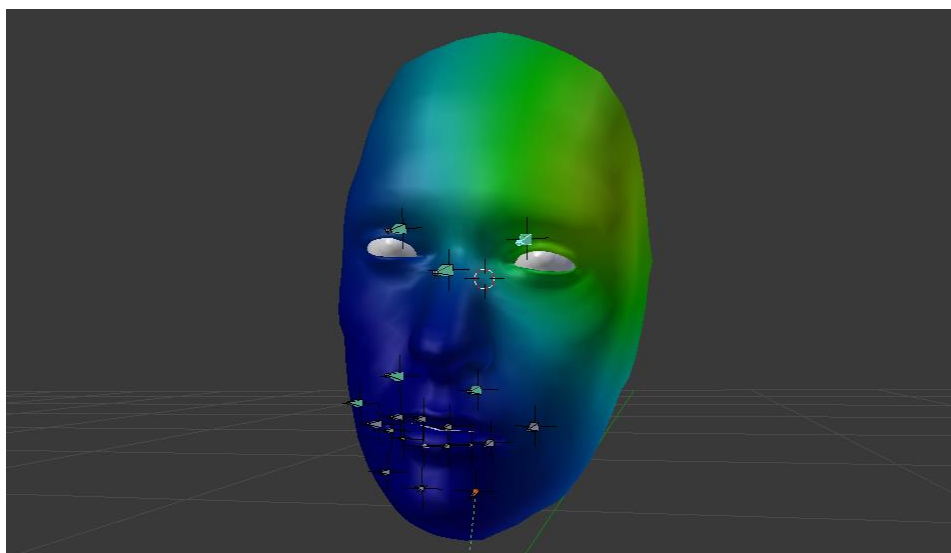
Rys. 95. Opcja Copy Location.

Kolejno pojawia się okno, w którym należy określić cel, który dana armatura będzie śledzić. Podczas wykonywania tej czynności należy szczególnie uważać. Każde źle dobrane parametry mogą spowodować kardynalne błędy w wynikowej animacji. Na przykład dobranie punktu z brody i brwi może doprowadzić do zupełnej deformacji modelu twarzy, pokazanej na rys. 96.



Rys. 96. Błędne dobranie parametrów w oknie Copy Location.

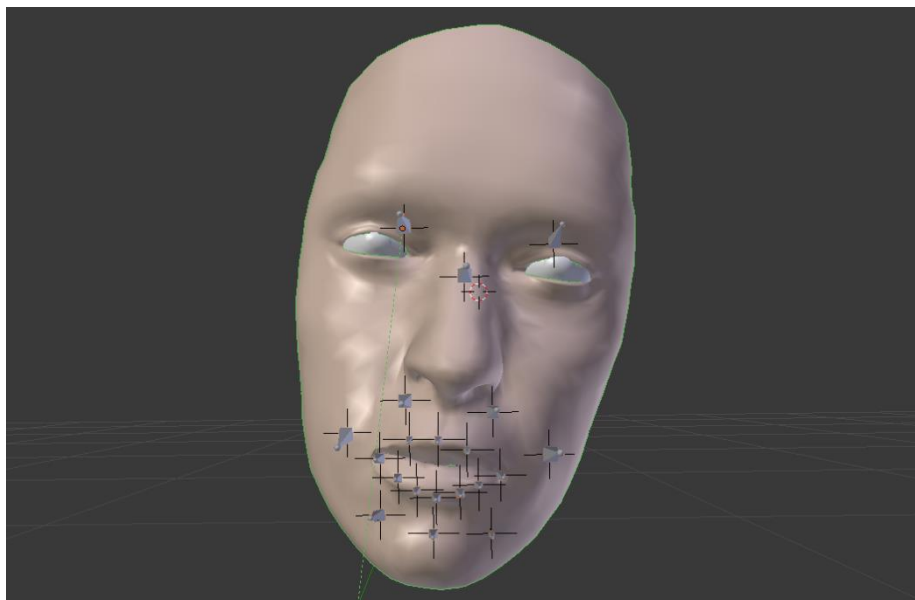
Aby uzyskać ruchy modelu twarzy takie jak podczas sesji Motion Capture należy starannie i dokładnie dobierać powyższe parametry. Czynność tą wykonuje się dla każdej armatury. Po wykonaniu zadania wszystkie kości śledzą lokalizację danych z systemu Motion Capture. Wagi oddziaływania można zmieniać w zakładce Weight Paint. Widok podczas operowania na wagach armatury w programie Blender, został przedstawiony na rys. 97.



Rys. 97. Manualna zmiana wag oddziaływania poszczególnych armatur na powierzchnię twarzy.

Po wykonaniu powyższych czynności wystarczy włączyć odtwarzanie animacji. Jednak należy uwzględnić, że przy nagrywaniu sesji testowej nie działała jedna kamera rejestrująca ruch znaczników. Taki stan rzeczy powoduje różne błędy lokalizacji znaczników, przez co mamy do czynienia z tak

zwanymi "glitchami". Mimo powyższego stanu rzeczy oraz niewłaściwie dobranego modelu twarzy, mapowanie danych na cyfrową twarz zakończyło się powodzeniem. Na rys. 98 przedstawiono wynik operacji – cyfrową twarz wykonującą tak zwany dzióbek. W dalszej części podrozdziału opisane zostało dobranie właściwego wzorca twarzy do nagrań oraz realizacja właściwych animacji, które zostaną wykorzystane podczas ankietyzacji.

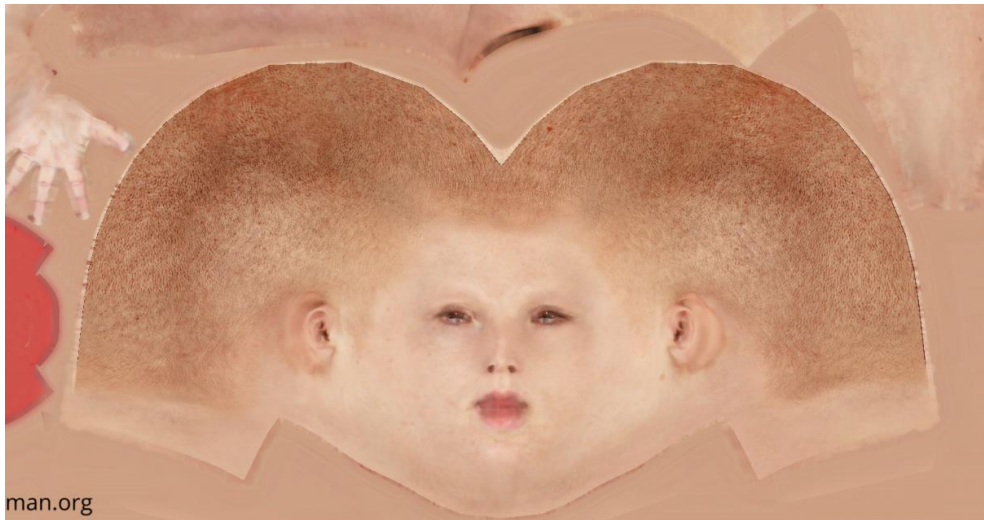


Rys. 98. Cyfrowa twarz po operacji mapowania danych, wykonująca tak zwany dzióbek.

Kolejnym etapem było sprawdzenie czy model kobiecej twarzy z zębami, rzęsami i brwiami, może zostać wykorzystany do stworzenia animacji powyższym sposobem. Tym razem w programie MakeHuman stworzono model kobiety, z teksturą i powyższymi cechami. Wynik operacji został przedstawiony na rys. 99. Natomiast na rys. 100 została przedstawiona tekstura, która została nałożona na model kobiety.

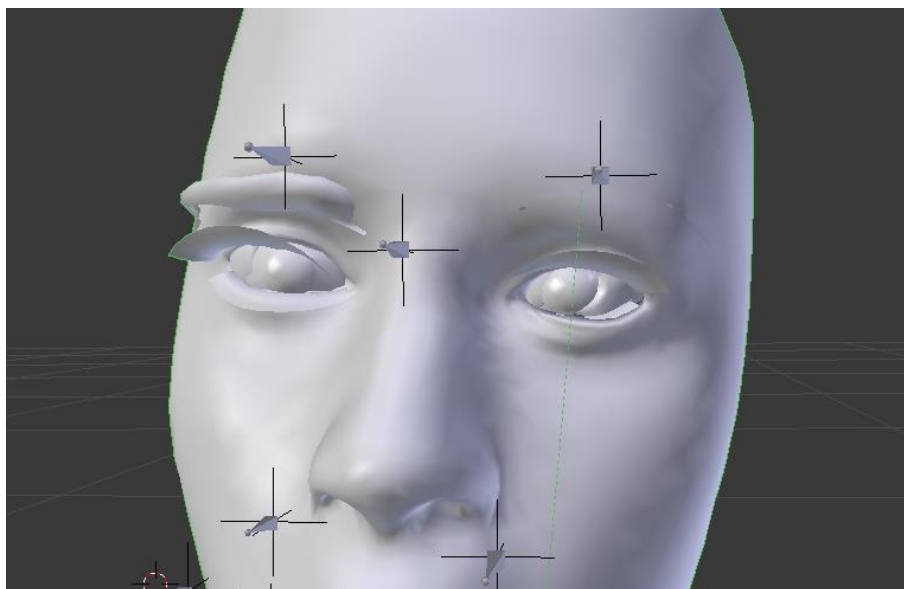


Rys. 99. Wykreowany model kobiety w programie MakeHuman.



Rys. 100. Tekstura nałożona na model kobiety.

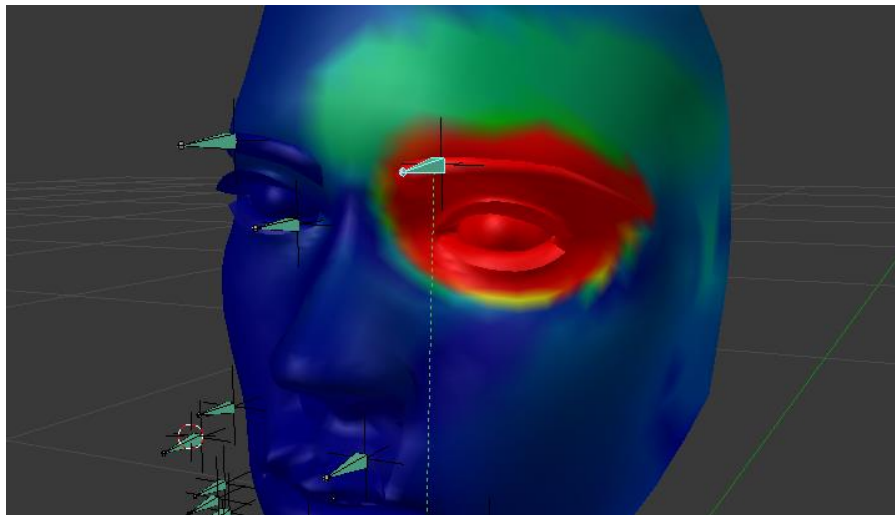
Tym razem, dzięki stworzonemu modelowi twarzy kobiety, możliwe było poprawniejsze dopasowanie markerów na cyfrowy model. Wszelkie operacje wykonano w taki sam sposób jak poprzednio. Jednak ze względu na fakt, że wszystkie dodatkowe elementy jak brwi czy rzęsy są oddzielnymi obiektami, ich ruch nie spełnił oczekiwań. Brwi zanikały pod skórą modelu twarzy podczas ruchu i rozciągały się w nienaturalny sposób, natomiast rzęsy próbując śledzić ruch powiek, komicznie się wydłużały. Problem również pojawił się z oczami, gdy podczas delikatnego ściśnięcia brwi do środka, pojawiał się zez. Omawiane problemy zostały przedstawione na rys. 101.



Rys. 101. Widoczny problem z oczami, brwiami i rzęsami.

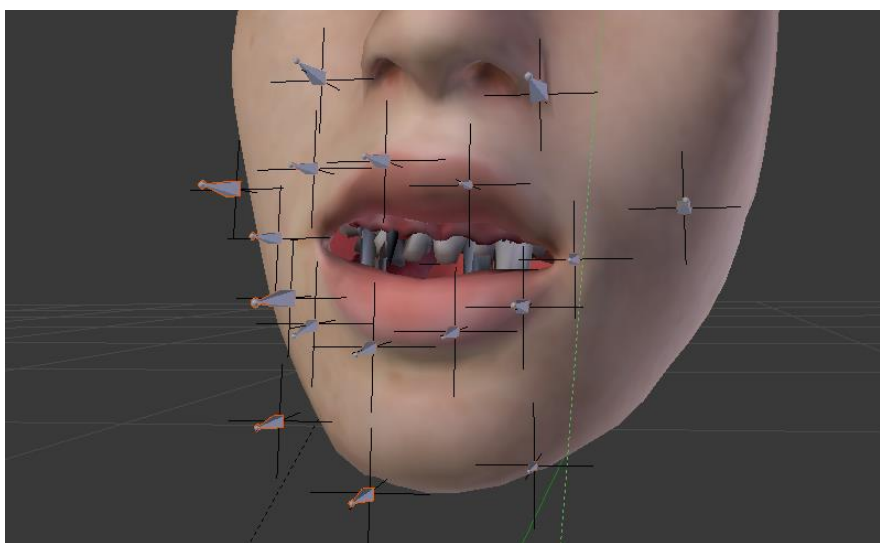
Powyższe problemy spróbowano naprawić wykorzystując wagi oddziaływania poszczególnych armatur na model twarzy. W celu wyeliminowania błędów konieczne było zakreślenie całego obszaru brwi, rzęs i oczu najmocniejszą wagą dla armatur w okolicach brwi. Operacja ta została przedstawiona na rys. 102. Jednak taki stan rzeczy, mimo poprawionego ruchu obiektów, które sprawiały problem, również nie jest najlepszym rozwiązaniem. W takim przypadku, zamiast ruchów brwi, kość oddziałuje

na cały oczodół, który porusza się tak jak brew. Taki stan rzeczy jest niedopuszczalny i w znaczący sposób mógłby przekłamać wynik rozpoznania emocji. Dlatego też w ostatecznym rozrachunku zrezygnowano z powyższych elementów, tak aby poszczególne armatury oddziaływały jedynie na model twarzy, odwzorowując rzeczywisty ruch mięśni.



Rys. 102. Zakreślony cały obszar oka za pomocą wagi o najwyższej wartości.

Dodatkowym problemem okazały się zęby, które rozciągały się w nienaturalny sposób, tak jak pokazano to na rys. 103. Problem ten próbowano rozwiązać wagami armatur, jednak okazało się to bardzo męczące, a wynik końcowy pozostawiał wiele do życzenia. Zaimportowany model zębów z MakeHuman okazał się być zbyt złożony, aby możliwe było w sposób prawidłowy odwzorować ruch (a raczej jego brak) zębów w krótkim czasie. Dodatkowo zęby nie mają kluczowego znaczenia podczas odwzorowywania danych emocji i mogą, ale nie muszą, pojawić się podczas odgrywania tylko kilku z nich. Biorąc pod uwagę powyższe argumenty usunięto zęby, pozostawiając jamę ustną w odcieniach czerwieni, wizualnie przypominająca język.



Rys. 103. Problem z uzębieniem podczas odtwarzania animacji w programie Blender.

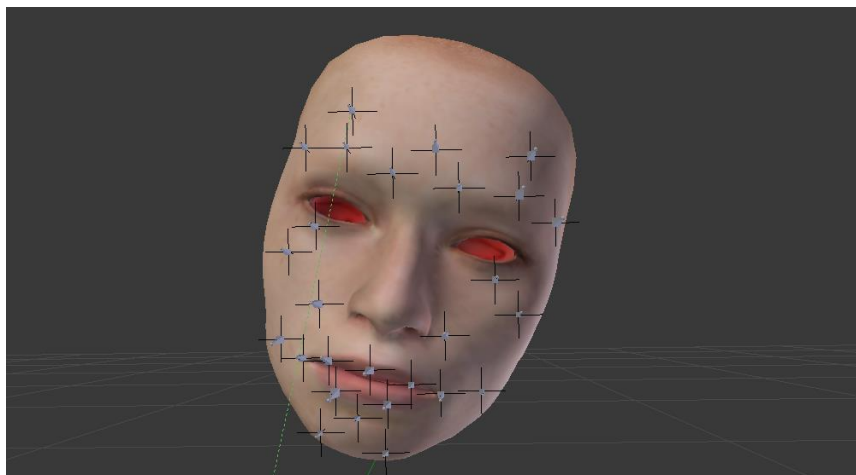
Powyższa animacja również nie zostanie wykorzystana podczas ankietyzacji. Te operacje miały za zadanie wybranie jak najlepszego modelu twarzy z możliwymi dodatkowymi elementami.

Po wykonaniu powyższych czynności zaczęto realizować mapowanie danych na model twarzy, którego wynikiem będzie animacja wykorzystana podczas badania. Zadanie rozpoczęto ponownie od stworzenia nowego modelu w programie MakeHuman. Interfejs programu został przedstawiony na rys. 104. Biorąc pod uwagę powyższe problemy, stworzono model bez brwi, rzęs i zębów, a w dalszej części w programie Blender usunięto również oczy. Dodatkowo wykonano kilka modeli, wzorując się na twarzy aktorki tak, aby jak najlepiej dopasować cyfrowy wzorzec do rozkładu markerów w przestrzeni trójwymiarowej.



Rys. 104. Interfejs programu MakeHuman podczas kreowania modelu aktorki.

Kolejno do programu Blender wyeksportowano wygenerowany model i usunięto niepotrzebne części ciała, jak nogi, tułów, ręce, pozostawiając jedynie maskę twarzy, na której przeprowadzane będą operacje. Wyeksportowano również plik .fbx z ruchem znaczników, które zostały rozstawione zgodnie z rys. 75. Kolejno postarano się w jak najdokładniejszy sposób dopasować rozstawienie markerów do modelu twarzy. Wykorzystano podczas tej operacji między innymi opcje zmniejszania rozmiaru czy obrotu modelu względem osi x,y,z. Dopasowanie markerów do cyfrowej twarzy zostało pokazane na rys. 105.



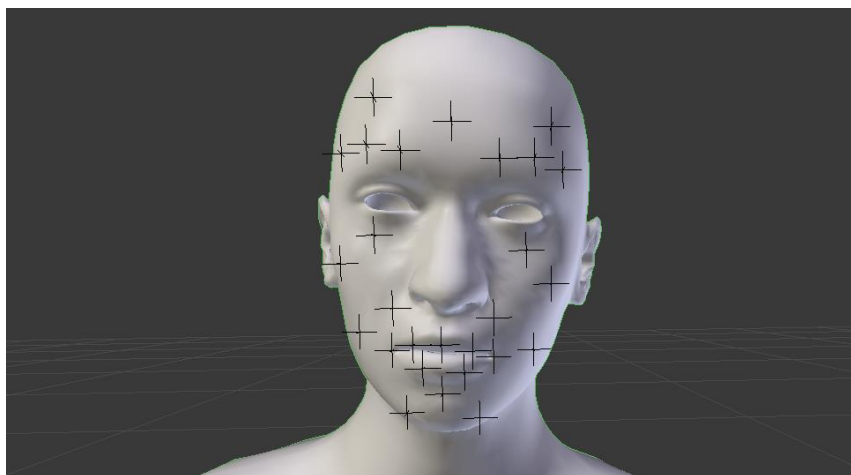
Rys. 105. Dopasowanie modelu twarzy do markerów.

W celu mapowania danych wykorzystano tą samą metodę, która została opisana na początku tego podrozdziału. Skorzystano również z narzędzi wag, aby w jak najlepszy sposób odwzorować oddziaływanie poszczególnych armatur na model twarzy. Dzięki większej liczbie wykorzystanych znaczników i strategicznemu ich rozstawieniu uzyskano wiarygodną emocję, przedstawiającą uśmiech. Należy zaznaczyć, że obraz przedstawiony na rys. 106 przedstawia tylko jedną z klatek animacji. Całościowy efekt sprawia znacznie lepsze wrażenie.



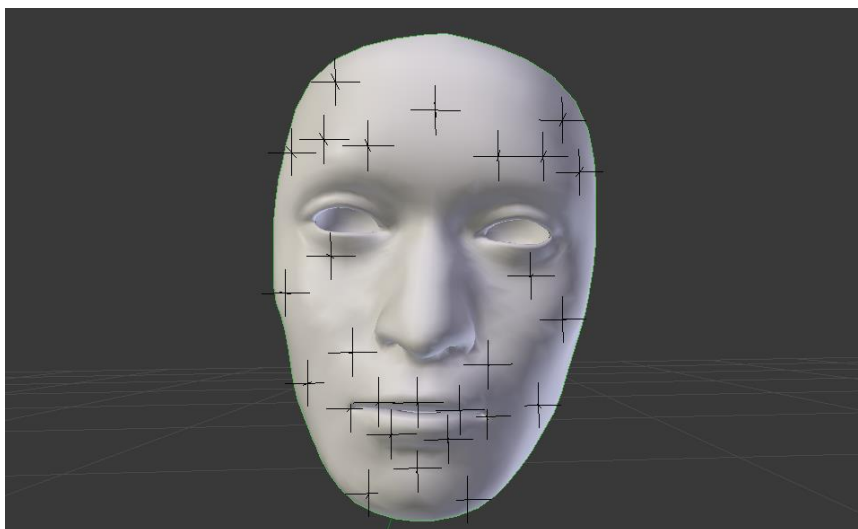
Rys. 106. Wynik operacji mapowania danych – radość.

Kolejno stworzono model twarzy pierwszego aktora. W tym przypadku kreowanie wzorca zajęło znacznie więcej czasu, ze względu na chęć idealnego dopasowania modelu do rozkładu znaczników, a co za tym idzie, do możliwie najlepszej cyfrowej reprezentacji twarzy aktora. Podstawowy wzorec z programu MakeHuman zupełnie się nie nadawał do realizacji animacji, ze względu na zbyt dużą głowę. Dodatkowo należało obniżyć poziom oczu oraz je powiększyć, zwęzić i pomniejszyć usta tak, aby w szczególności kąski ust pasowały do rozstawienia markerów. Program MakeHuman pozwala również na zmianę detali, które nie mają większego znaczenia podczas mapowania danych. Zadbano również o to, aby pod oczami delikatnie widoczne były „wory” ze zmęczenia czy też bardziej spiczasty nos. Na rys. 107 przedstawiono pierwszy model twarzy, który został wczytany do programu Blender, w celu weryfikacji poprawności rozłożenia znaczników na modelu.



Rys. 107. Próba dopasowania męskiego modelu do rozłożenia znaczników.

Na pierwszy rzut oka można dostrzec, że usta są znacznie za duże, jeżeli chodzi o ich objętość. Kolejnym niepasującym aspektem jest umiejscowienie oczu. Są one za wysoko, przez co markery definiujące ruch dolnych powiek nie są na wyznaczonym dla nich miejscu. Dodatkowo niekorzystnym aspektem wizualnym po renderingu mógłby się okazać niezbyt naturalnie duży nos. Na rys. 108 przedstawiono model twarzy, przystosowany do mapowania danych i na nim ta operacja została przeprowadzona dla wszystkich, sześciu emocji:



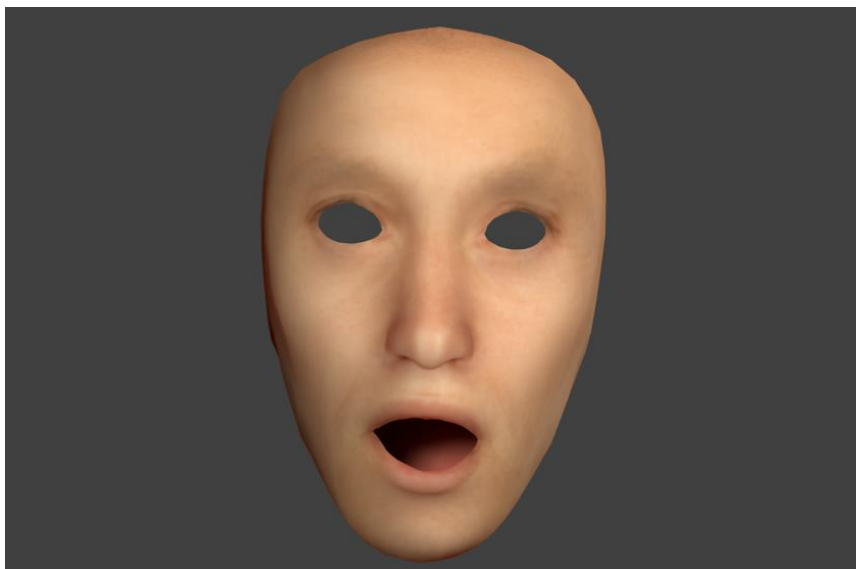
Rys. 108. Model twarzy wykorzystany do mapowania danych drugiego aktora.

Proces mapowania danych na powyższy obiekt w programie Blender został przeprowadzony tak samo jak opisano na początku podrozdziału. W tym przypadku również konieczne było wykorzystanie trybu manualnego wag, ze względu na niedoskonałość ich automatycznego dopasowania. W przypadku automatyzacji tego procesu niekiedy armatury górnej wagi oddziaływały na dolną. Taki stan rzeczy powodował, że część dolnej wargi nienaturalnie się wydłużała w kierunku górnej wargi na przykład przy emocji szok, przedstawionej na rys. 109. Dodatkowo dla emocji złość należało określić wagi brwi na maksymalną wartość. Takie działanie spowodowało delikatne marszczenie się powierzchni modelu pomiędzy oczami i w górnej części nosa.



Rys. 109. Oddziaływanie górnych armatur wargi na dolną.

Na rys. 110 zaprezentowano prawidłowe odwzorowanie emocji szok, dla pierwszego aktora. Widoczne jest bardzo mocne rozwarście ust oraz uniesienie brwi w górę. Materiał ten zostanie użyty podczas ankietyzacji.



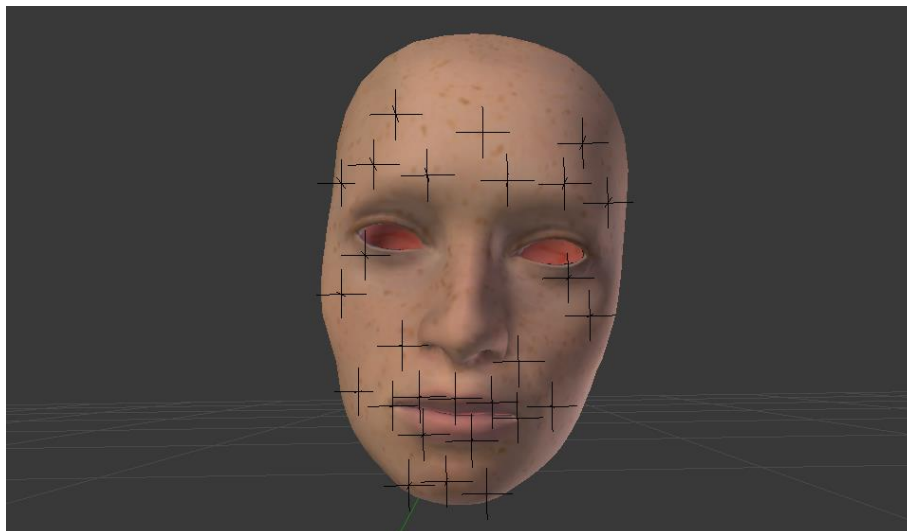
Rys. 110. Wynik operacji mapowania danych – szok.

Kolejno stworzono nową postać w programie MakeHuman. Jednak podstawowy program oferuje bardzo ubogą bazę tekstur nakładanych na model, szczególnie dla żeńskich postaci. Dlatego też pobrano nowy materiał, który został stworzony przez społeczność w internecie. Baza tekstur stworzonych przez fanów aplikacji MakeHuman jest całkiem szeroka [80]. Można doinstalować takie tekstury jak elfy, zombie czy też bardzo popularne postacie z komiksów i filmów, na przykład Batman, Hulk, Dr. Manhattan oraz postacie historyczne: wiking Ragnar. Jednak w celu realizacji tej pracy badawczej wybrano teksturę przedstawiającą kobietę z piegami, którą przedstawiono na rys. 111.



Rys. 111. Wykorzystana tekstura dla drugiej modelki [80].

Po wybraniu tekstury postaci należało prawidłowo odwzorować twarz aktorki, tak aby nagrane markery idealnie wpasowały się w stworzony model. Szczególnie zwrócono uwagę na całkiem chudą twarz, przy jednoczesnych, bardzo wyrazistych kościach policzkowych. Dlatego też dosyć drastycznie obniżono poziom tłuszczu głowy oraz wysunięto kości policzkowe w programie MakeHuman. Aktorka również charakteryzuje się sporymi oczami o szerokim rozstawie oraz dużymi objętościowo ustami. Wszystkie te cechy uwzględniono podczas tworzenia cyfrowej twarzy. Po obróbce modelu w programie Blender, tj. usunięciu ciała, pozostawiając jedynie maskę twarzy, uzyskano bardzo dobry wzorzec do rozkładu markerów. Przedstawiony na rys. 112.



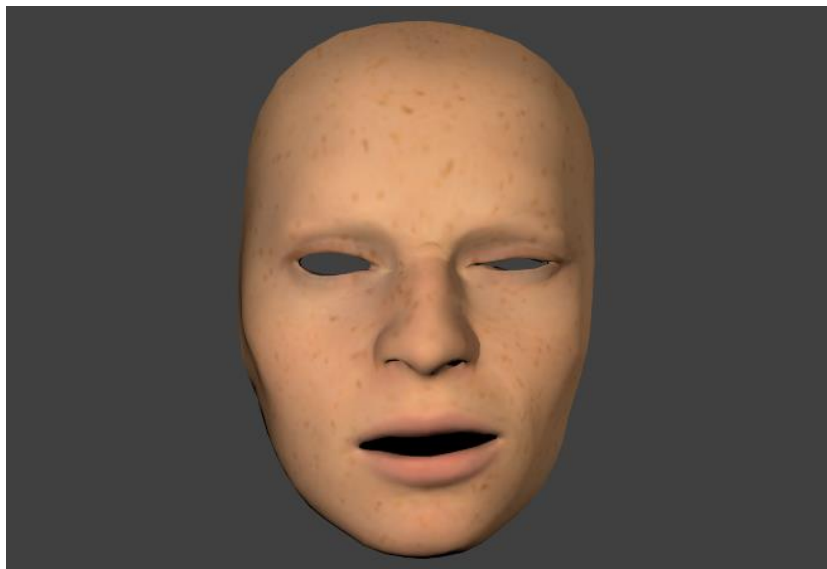
Rys. 112. Dopasowanie modelu twarzy do danych z systemu Motion Capture.

W przypadku nagrań tejże aktorki, należy również wspomnieć o problemach z systemem Motion Capture. Jedna z sześciu kamer nagrywających markery, z niewiadomych przyczyn przestała działać. W tym przypadku nie pomogło resetowanie kamery, resetowanie programu Blade, ani resetowanie całego systemu, co więcej nie pomogło również ustawienie współczynników kamer, po wyłączeniu, do takich samych, jakie miały pozostałe kamery. Część nagrań zostało nagranych bez jednej kamery ukazując w postprodukcji delikatne ruchy jednego z markerów umiejscowionego w pobliżu brwi, który "gubił" się w przestrzeni trójwymiarowej. Mimo powstałych problemów możliwe było wyeliminowanie błędu, przejmując wagami część ruchów, za które odpowiedzialny był dany, błędny znacznik przez inny marker znajdujący się w pobliżu. Jednak taka sytuacja została naprawiona samoczynnie, przez nagle zadziałanie problematycznej kamery, gdzie nagrano wszystkie emocje od początku podczas jednej sesji. Sprawdzenie w programie Blender, możliwości wyeliminowania opisanego błędu, miało charakter testowy.

Dodatkowo w przypadku omawianej aktorki, należało wykonać dwie sesje nagraniowe. Podczas pierwszej sesji jeden z kluczowych markerów, umiejscowiony w kącie ust, odpadł. Taka sytuacja miała miejsce w połowie nagrań i nikt ze znajdujących się w studiu nagraniowym nie zaobserwował spadającego markera. Błąd ujrzał światło dzienne dopiero podczas próby eksportu nagrań z programu Blade do formatu .fbx, gdzie aktorka była już daleko poza studiem nagraniowym. W takim przypadku

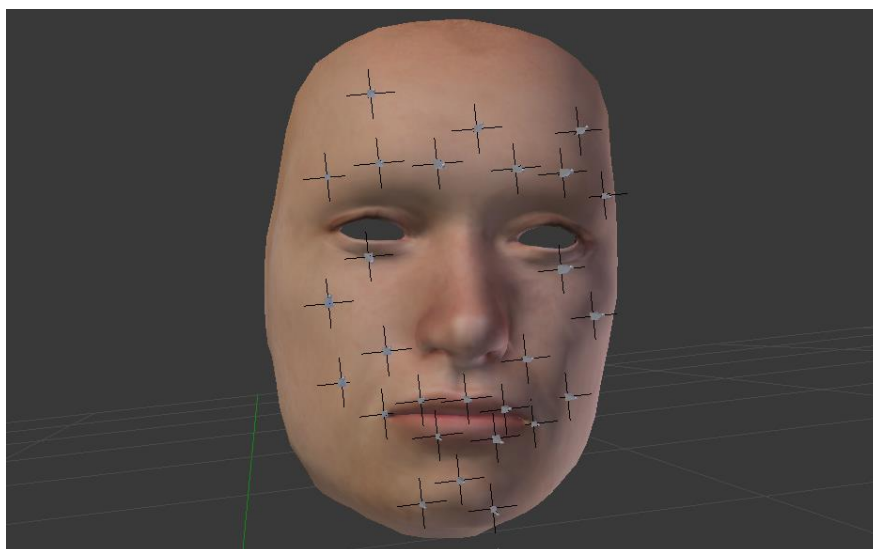
należało powtórzyć nagrania w innym terminie, który tym razem zakończyły się powodzeniem, mimo opisanego powyżej problemu z kamerą.

Mapowanie znaczników na model twarzy aktorki przebiegło w taki sam sposób jak dla pozostałych osób. Na rys. 113 przedstawiono wynik operacji na podstawie emocji obrzydzenie:



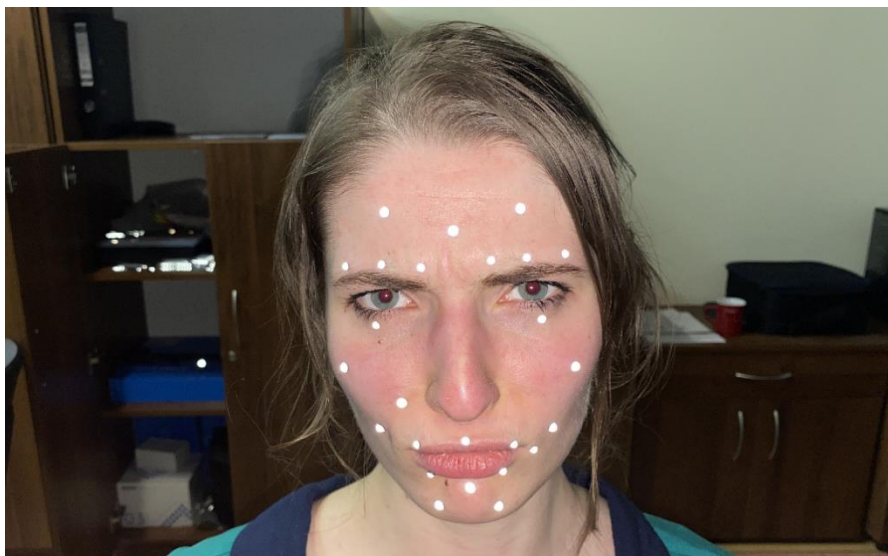
Rys. 113. Wynik operacji mapowania danych – obrzydzenie.

Ostatnim aktorem, który został poproszony o “użyczenie” swojej twarzy był mężczyzna o masywnych, męskich rysach. Dlatego też w programie MakeHuman przygotowano model, o szerokiej szczęce i brodzie tak, aby jak najlepiej oddawał charakter muskularności powyższej twarzy. Dodatkowo, ze względu na duże różnice pomiędzy rysami oblicz obu aktorów nie było konieczne pobieranie nowej tekstury od społeczności MakeHuman. Wykorzystany został materiał z podstawowej wersji programu. Natomiast mapowanie danych na cyfrową twarz przeprowadzono tak samo jak w poprzednich przypadkach. Na rys. 114 pokazano wykreowany model wraz z przyczepionymi armaturami określającymi ruch poszczególnych części twarzy:



Rys. 114. Wykreowany model twarzy dla drugiego aktora.

W przypadku tego aktora, mimika twarzy wygląda najlepiej. Szczególnie dobrze wypadła emocja złość, w której naprawdę widać osobę bardzo zdenerwowaną, złą. Jak do tej pory, szczególnie aktorki żeńskie, przy emocji złość wykonywały jedynie grymas, oznaczający zdenerwowanie. Na rys. 115 i 116 przedstawiono porównanie tejże emocji wykonanej przez powyższego aktora oraz jednej z aktorek:



Rys. 115. Zdjęcie przedstawiające emocje złość u aktorki.



Rys. 116. Zdjęcie przedstawiające emocje złość u aktora.

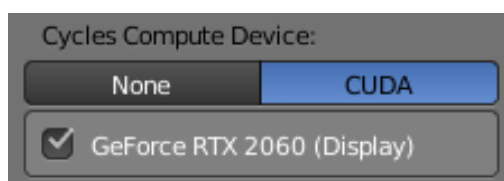
Jest to podyktowane różnicami pomiędzy męską a żeńską twarzą opisanymi w rozdziale pierwszym tejże pracy badawczej. Męska twarz jest większa oraz masywniejsza, przekładając się na silniejsze mięśnie twarzy, które powodują, że emocje są spektakularne, bardziej wyraziste. Natomiast twarz kobiety jest delikatniejsza, powodując, że wyrażanie emocji jest bardziej subtelne. Na rys. 117 przedstawiono emocje złość ostatniego aktora, który brał udział w sesji nagraniowej, której wynikowe animacje zostaną wykorzystane podczas ankietyzacji:



Rys. 117. Wynik operacji mapowania danych – złość.

4.4 Generowanie animacji

Po mapowaniu danych na cyfrowych modelach twarzy, konieczne jest wyrenderowanie animacji. W ogólności render obrazu polega na wyliczeniu przez program zjawisk zachodzących na scenie. Wyliczane są cienie, sposoby załamania światła. Umożliwia zwizualizowanie na przykład mgły. Jednak poprzez złożone procesy zachodzące podczas tej operacji, może to trwać bardzo długo. W celu jak najszybszego stworzenia materiału przydatnego do badania, w dobrej jakości, do pracy zaprężone zostały dwie stacje robocze. Pierwsza z nich została wyposażona w jednostkę graficzną rtx2060 natomiast druga w rtx2080super. Jednak w programie Blender domyślnym ustawieniem jest rendering oparty o jednostkę CPU. W celu zmiany tych ustawień należy wejść w okno User Preferences/System. Następnie należy przełączyć opcje w polu Cycles Compute Device z None na CUDA (jeśli używamy gpu firmy Nvidia) i zaznaczyć dostępną kartę graficzną. Takim sposobem renderujemy sceny przy wykorzystaniu jednostki gpu. Zaznaczona karta graficzna, wykorzystywana podczas renderingu, została pokazana na rys. 118.



Rys. 118. Pole Cycles Compute Device służące do ustawienia urządzenia wykonujące render.

Podzespoły pierwszej stacji roboczej:

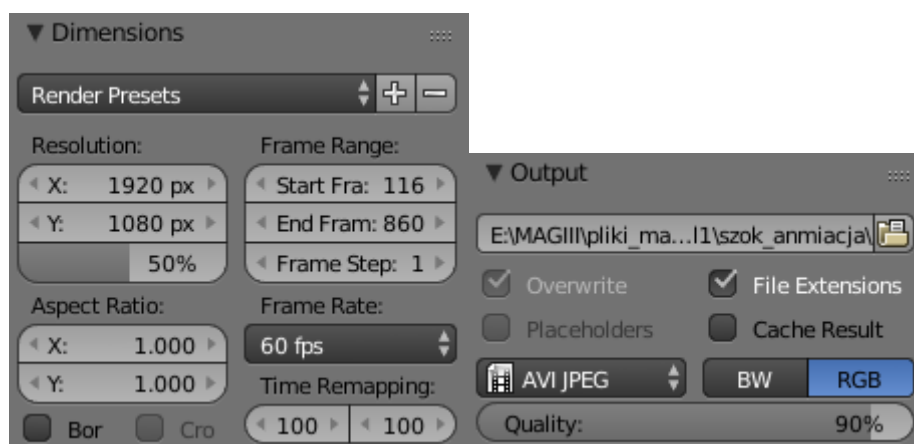
- MB: Asus ASRock Z170 Gaming K6
- GPU: Zotac RTX2060
- CPU: Intel i5 6600k
- RAM: G-Skill TridentZ 16 GB 2133 MHz
- OS: Windows 10

Podzespoły drugiej stacji roboczej:

- MB: MSI MPG X570 GAMING PRO CARBON WIFI
- GPU: Gigabyte RTX2080SUPER
- CPU: AMD Ryzen 7 3700X
- RAM: Crucial Ballistix 32 GB 3200 MHz
- OS: Windows 10

Natomiast jako algorytm renderingu użyto technikę śledzenia promieni (ang. ray tracing). Jak sama nazwa wskazuje polega ona na analizie promieni światła wstecz. To znaczy, że analizie nie podlegają promienie biegnące stricte ze źródła światła, lecz pod uwagę na początku brane są piksele obiektu, w tym przypadku modelu twarzy. Kolejno śledzona jest droga od takiego punktu na modelu aż promień osiągnie źródło światła lub gdy opuści daną scenę. Liczba promieni, które muszą zostać przeanalizowane jest równa liczbie pikseli w renderowanym obrazie. Mimo złożoności opisywanej metody, gdzie często obliczane są równania nieliniowe na przykład podczas przecinania się promieni. W dzisiejszych czasach możliwe jest renderowanie obrazu przy użyciu metody ray tracing w czasie rzeczywistym za pomocą kart graficznych nvidia rtx.

Kolejnymi bardzo ważnymi polami, który należy przytoczyć są pola Dimensions i Output. W oknie Dimensions można określić rozdzielczość generowanego obrazu, od której i do której klatki wykonać render czy też częstotliwość wyświetlania klatek. Natomiast w polu Output można ustawić w jakim folderze wygenerowany zostanie plik wynikowy. Jest to najważniejsza opcja w tym polu, jednakże można w nim również ustawić format pliku wynikowego, jakość obrazu czy też render w kolorach RGB lub też tryb czarno-biały. Na rys. 119 przedstawiono pola Dimensions i Output, wraz z możliwymi ustawieniami.

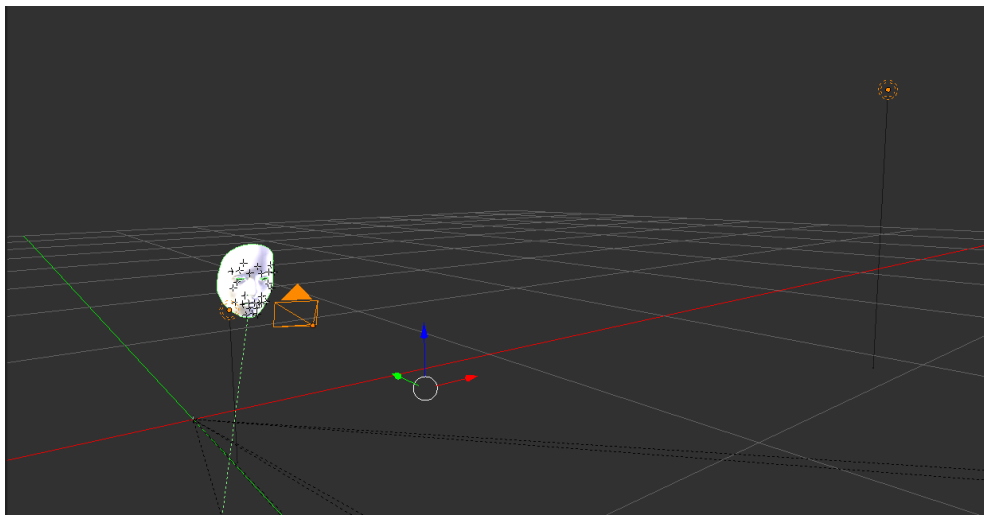


Rys. 119. Pola Dimensions i Output służące do ustawiania opcji renderingu.

W celach tejże pracy magisterskiej do wyrenderowania obrazu wykorzystano rozdzielczość fullHD (1920x1080px 50%), gdzie klatkaż wynosi 60 fps. Natomiast wygenerowane pliki zapisano w formacie .avi z 90% jakości.

Oczywiście jednym z kluczowych aspektów przed wyrenderowaniem sceny jest ustawienie kamery oraz oświetlenia, tak aby dana animacja tworzyła spójny materiał, który będzie przydatny

podczas ankietyzacji. Ważną kwestią podczas ustawienia kamery jest obrany kadr, gdzie cyfrowa twarz nie powinna wychodzić poza niego. Dodatkowo ustawiając kamerę zadbane o margines błędu, gdzie przy niektórych emocjach (złość) aktorzy i aktorki wykonywali spory ruch głową w przód. Również ustawiono kamery tak, aby większość cyfrowych twarzy była widoczna z innej perspektywy, jednocześnie zachowując przy tym znaczenie odgrywanej emocji. Może to wyeliminować poczucie monotoności u osób badanych, a w dalszej części przy ankietyzacji. W przypadku źródeł światła, użyto dwóch lamp typu point. Jedną z nich ustawiono bliżej modelu twarzy, odchylając lampę w lewo lub prawo, w zależności jaka perspektywa została przyjęta. Natomiast druga została ustawiona znacznie dalej po przeciwnej stronie do pierwszego źródła. Parametr energy, który określa natężenie światła, dla pierwszej z nich został ustawiony na 1.000, natomiast dla drugiej, parametr ten znacznie obniżono do około 0.300. Takie ustawienie pozwala na doświetlenie jednej strony twarzy, jednocześnie uzyskując miękkie cienie. Takie ustawienie dało znacznie lepsze efekty niż ustawienie źródła światła na wprost twarzy. Dodatkowo w znaczącej większości lamp wykorzystano ciepłe światło, które dawała na przykład żarówka z żarnikiem wolframowym. Zastosowanie takiego oświetlenia dawało poczucie delikatnej opalenizny modelu i wyglądało bardziej naturalnie niż przy wykorzystaniu idealnie białego źródła światła, domyślnie ustawionego w programie Blender. Co więcej, ze względu na podobieństwo niektórych emocji, postanowiono delikatnie doświetlić niektóre modele innym światłem odpowiadającym danej emocji. Na przykład dla emocji złość wykorzystano delikatną poświatę czerwieni, a dla strachu wykorzystano jaśniejsze oświetlenie, dające wrażenie bledości skóry. Takie rozwiązanie może w sposób subtelny nakierować osoby badane, przy jednoczesnym braku ingerencji w uzyskane ruchy mięśni z systemu Motion Capture. Na rys. 120 pokazano przykładowe rozstawienie sceny:



Rys. 120. Przykład ustawienia obiektów na scenie.

Średni czas trwania obróbki modelu, dopasowywania do rozkładu znaczników, mapowania danych, poprawiania oddziaływania poszczególnych armatur za pomocą wag oraz ustawiania obiektów na scenie zajęło około dwóch godzin dla każdej animacji. Dodatkowo sam rendering jednej animacji złożonej z pięciuset klatek zajął średnio półtorej godziny, co w wyniku daje około jedenastu sekund potrzebnych do wyrenderowania jednej klatki. Łącznie, wykonanie samych animacji zajęło około osiemdziesiąt cztery godziny. Po wykonaniu renderu, wszystkie pliki pogrupowano zgodnie z

nagrywanym aktorem lub aktorką. Uzyskane materiały zostaną wykorzystane w ankietyzacji, która została opisana w poniższym rozdziale.