



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΑΙΝΙΑ ΜΙΚΡΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΜΕ 3D ANIMATION



Σπουδαστής: Καπετάνου Ευάγγελος

Εισηγητής: Ορφανός Ιωάννης

Μάρτιος 2018

# Περιεχόμενα

## ΜΕΡΟΣ Α: Θεωρητικές Γνώσεις

- 1. Εισαγωγή στα Computer Graphics**
  - 1.1 Βασικές Έννοιες
  - 1.2 Στάδια Παραγωγής
- 2. Τρισδιάστατη Μοντελοποίηση (3d Modeling)**
  - 2.1 Βασικές Έννοιες Μοντελοποίησης
  - 2.2 Μοντελοποίηση Σκηνικού
  - 2.3 Μοντελοποίηση Χαρακτήρα
- 3. Σχεδιοκίνηση (Animation)**
  - 3.1 Animation με Τεχνική Keyframing
  - 3.2 Animation με Τεχνική Motion Capture
  - 3.3 Animation με Τεχνική Stop Motion
- 4. Ηχητικός Σχεδιασμός (Sound Design)**
  - 4.1 Soundtrack (Score)
  - 4.2 Ήχοι Περιβάλλοντος (Environment Sounds)
- 5. Επεξεργασία Βίντεο (Video Editing)**
  - 5.1 Βασικές Έννοιες
  - 5.2 Ροή Εργασίας (Work Flow)
  - 5.3 Rendering

## ΜΕΡΟΣ Β: Διαδικασία Παραγωγής του “All The Money In The World”

- 1. Preproduction**
  - 1.1 Σενάριο
  - 1.2 Storyboard
- 2. Production**
  - 2.1 Μοντελοποίηση Σκηνικού
  - 2.2 Μοντελοποίηση Χαρακτήρα
  - 2.3 Σχεδιοκίνηση Χαρακτήρα (Character Animation)
  - 2.4 Camera and Rendering
- 3. Post Production**
  - 3.1 (Επεξεργασία Βίντεο) Video Editing
  - 3.2 Sound Design
  - 3.3 Rendering
- 4. Συμπεράσματα – Παρατηρήσεις**
- 5. Βιβλιογραφία**

# ΜΕΡΟΣ Α: ΘΕΩΡΗΤΙΚΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

## 1. Εισαγωγή στα Computer Graphics

Με τον όρο Computer Graphics ή CG ή CGI (Computer Generated Imagery) αναφερόμαστε σε εικόνες ή σειρές εικόνων που δημιουργούνται με τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή. Παρότι είναι δυνατή η δημιουργία δισδιάστατων εικόνων με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή όταν αναφερόμαστε σε CGI συνήθως αναφερόμαστε σε τρισδιάστατες εικόνες. Αυτές τις τρισδιάστατες εικόνες τις συναντάμε κυρίως στον κινηματογράφο, την τηλεόραση και βιντεοπαιχνίδια.

### 1.1 Βασικές Έννοιες

Για να γίνει κατανοητή η διαδικασία της παραγωγής μιας 3d animation ταινίας πρέπει πρώτα να γίνει αναφορά στις βασικές έννοιες των Computer Graphics. Για την δημιουργία μιας εικόνας με χρήση υπολογιστή πρέπει να ληφθούν υπόψιν κάποιες παράμετροι προκειμένου να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα. Αρχικά πρέπει να γίνει διαχωρισμός ανάμεσα σε μη διανυσματικές (raster images) και διανυσματικές εικόνες (vector images).

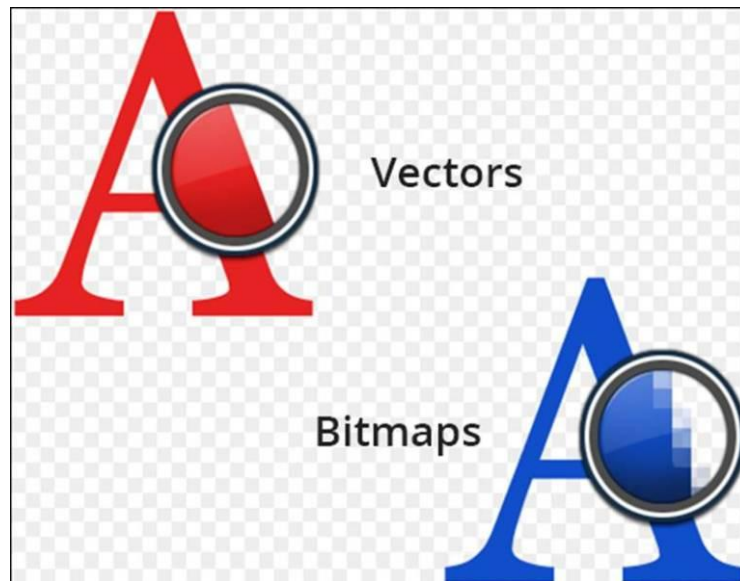
#### Μη διανυσματικές εικόνες (Raster ή Bitmap Images)

Ως μη διανυσματικές εικόνες (ψηφιογραφικές) ορίζονται οι εικόνες οι οποίες δημιουργούνται από ένα σύνολο εικονοστοιχείων (pixels). Οι εικόνες αυτές αποτελούν την πλειοψηφία των εικόνων που εμφανίζονται στον υπολογιστή. Χρησιμοποιώντας αυτού του τύπου εικόνες υπάρχει η δυνατότητα να γίνει επεξεργασία μιας ήδη υπάρχουσας εικόνας με τα κατάλληλα προγράμματα. Ακόμα, σε πολλές περιπτώσεις απαιτούν λιγότερο χώρο για την αποθήκευσή τους σε σχέση με τις διανυσματικές που θα εξεταστούν παρακάτω καθώς επίσης και μικρότερη επεξεργαστική ισχύ για την επεξεργασία τους. Το βασικό τους μειονέκτημα είναι ότι λόγω του τρόπου δημιουργίας τους είναι εξαρτώμενες από τα pixels που σημαίνει ότι η οποιαδήποτε επεξεργασία τους επιφέρει αλλοίωση στην αρχική εικόνα. Μεγαλύτερη αλλοίωση προκαλεί η περιστροφή της καθώς και η μεγέθυνση της δημιουργώντας το φαινόμενο που αποκαλούμε «pixelate» δηλαδή την εμφάνιση των εικονοστοιχείων που αποτελούν την εικόνα.

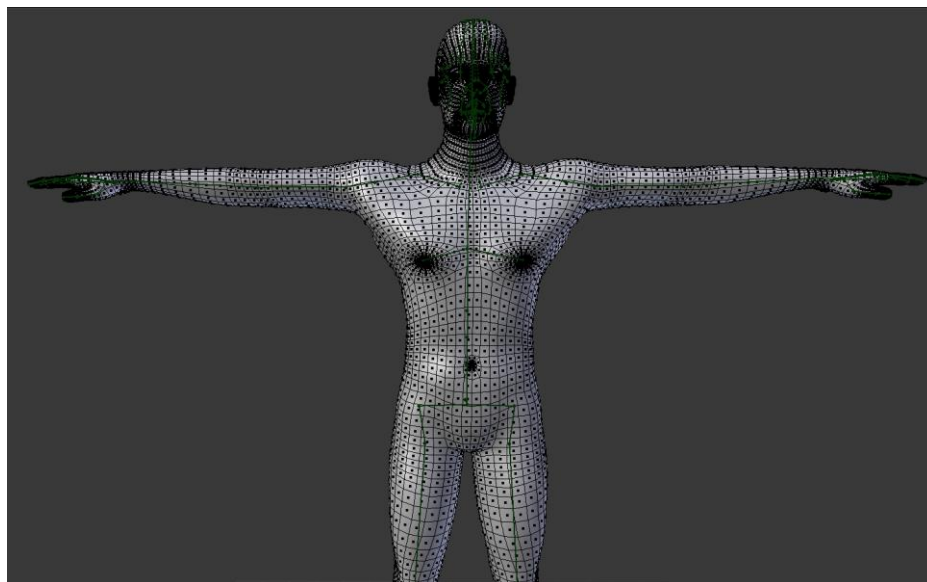
#### Διανυσματικές εικόνες (Vector Images)

Οι διανυσματικές εικόνες διαφέρουν τελείως από τις μη διανυσματικές όσον αφορά τον τρόπο δημιουργίας τους. Ενώ οι bitmap εικόνες δημιουργούνται όπως αναφέρθηκε παραπάνω από ένα σύνολο εικονοστοιχείων, στις διανυσματικές εικόνες χρησιμοποιούνται μαθηματικοί αλγόριθμοι και συντεταγμένες και έπειτα οι

πληροφορίες αυτές μετατρέπονται σε μη διανυσματικές εικόνες ώστε να αποτυπωθεί το αποτέλεσμα στην οθόνη. Βασικό πλεονέκτημα της χρήσης διανυσματικών εικόνων είναι η μη αλλοίωση τους κατά τη μεγέθυνση και περιστροφή. Γι' αυτό τον λόγο στα προγράμματα 3d μοντελοποίησης και animation χρησιμοποιούνται κατά κόρον διανυσματικές εικόνες με τη μορφή wireframe οι οποίες αργότερα μετατρέπονται σε μη διανυσματικές μέσω του rendering.



*Εικόνα 1 Vector Image αριστερά Bitmap Image δεξιά*



*Εικόνα 2 Character in Wireframe*

## Βάθος Χρώματος (Color Depth)

Όπως ειπώθηκε προηγουμένως, οι μη διανυσματικές εικόνες δημιουργούνται «αναθέτοντας» πληροφορίες σε pixels. Το κάθε pixel μπορεί να περιέχει ένα μόνο χρώμα το εύρος του οποίου εξαρτάται από το βάθος χρώματος που θα του ορίσει ο χρήστης. Το χρώμα που προκύπτει είναι διαβαθμίσεις τριών χρωμάτων, του κόκκινου, του πράσινου και του μπλε (Red, Green, Blue ή RGB). Ως βάθος χρώματος ορίζουμε το εύρος των δυαδικών ψηφίων που χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση του χρώματος κάθε εικονοστοιχείου (pixel). Το εύρος αυτό εκφράζεται ως δύναμη του 2.

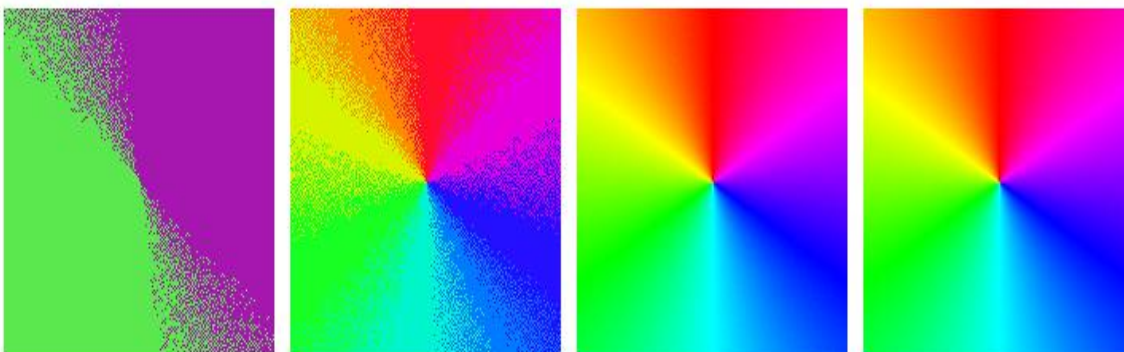
**Grayscale.** Η εικόνα που προκύπτει είναι άσπρη, μαύρη καθώς επίσης περιέχει και διαβαθμίσεις του γκρι.

**8-Bit Color.** Το βάθος χρώματος 8-bit είναι το τυπικό βάθος χρώματος που χρησιμοποιεί ένας υπολογιστής και περιλαμβάνει 256 αποχρώσεις καθενός από το κόκκινο, πράσινο και μπλε δηλαδή συνολικά 16.777.216 χρώματα .

**16-Bit Color.** Αντίστοιχα με το 8-bit, το 16-bit color παρέχει 65.536 αποχρώσεις του καθενός από τα τρία χρώματα. Χρησιμοποιείται κυρίως στην τηλεόραση και στον κινηματογράφο.

**32-Bit Color.** Το βάθος χρώματος σε 32-bit (ή Deep Color) παρέχει 4.294.967.296 αποχρώσεις του κάθε καναλιού χρώματος. Χρησιμοποιείται στον κινηματογράφο και ιδιαίτερα σε ταινίες που κάνουν έντονη χρήση CGI.

**High Dynamic Range Imaging (HDR).** Οι HDR εικόνες έχουν διαφορετική φιλοσοφία από τις συμβατικές εικόνες. Με αυτή την τεχνική αποτυπώνεται μια εικόνα με διαφορετικά επίπεδα φωτεινότητας (luminance levels) από ελάχιστη έκθεση (exposure) έως υπερβολική και έπειτα το λογισμικό κάνει σύνθεση των εικόνων σε μια με αποτέλεσμα η τελική εικόνα να έχει μεγαλύτερο εύρος φωτεινότητας από τις αρχικές εικόνες.



Εικόνα 3 Εικόνα σε διάφορα Color Depth 1-Bit, 4-Bit, 8-Bit, 24-Bit

## Color Channels

Ως Color Channel ορίζουμε το καθένα από τα τρία βασικά χρώματα που χρησιμοποιεί ο υπολογιστής για να συνθέσει όλα τα υπόλοιπα. Τα χρώματα αυτά όπως αναφέραμε παραπάνω είναι το κόκκινο, το πράσινο και το μπλε. Συχνά χρησιμοποιείται και ένα τέταρτο κανάλι που ονομάζεται alpha channel (ή matte channel) ως κανάλι διαφάνειας (transparency).

## Τύποι Αρχείων (File Formats)

Κατά τη δημιουργία το βασικότερο κομμάτι είναι η αποτύπωση του περιεχομένου σε μορφή κατανοητή για τον θεατή. Αυτή η αποτύπωση λέγεται Rendering. Κατά τη διαδικασία του Rendering, το 3d περιβάλλον μετατρέπεται είτε σε αρχεία βίντεο είτε σε μια σειρά εικόνων τις οποίες στην πορεία ενώνουμε διαδοχικά προκειμένου να παραχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα.

### Τύποι Εικόνων

**JPEG (Joint Photographic Expert Group).** Είναι ίσως ο πιο διαδεδομένος τρόπος απωλεστικής συμπίεσης εικόνας που όμως λόγω του μικρού μεγέθους εικόνων που προκύπτει η χρήση του είναι ευρέως διαδεδομένη.

**TIFF (Tagged Image File Format).** Οι εικόνες τύπου TIFF είναι ασυμπίεστες και συνεπώς μεγάλες σε μέγεθος καθώς περιλαμβάνουν μεγάλη ποσότητα πληροφοριών. Επίσης μπορούν να είναι είτε grayscale είτε RGB είτε σε CMYK δίνοντας έτσι μεγάλη ευελιξία στον χρήστη.

**RAW.** Είναι ασυμπίεστες, μη επεξεργασμένες εικόνες (συνήθως από φωτογραφική μηχανή) οι οποίες συνήθως μετατρέπονται σε TIFF πριν την επεξεργασία τους.

**PNG (Portable Network Graphics).** Πρόκειται ίσως για τον πιο διαδεδομένο τρόπο μη απωλεστικής συμπίεσης. Μπορεί να περιλαμβάνει alpha channel δηλαδή κανάλι διαφάνειας (transparency).

### Τύποι Βίντεο

**AVI (Audio Video Interleave).** Είναι από τους πιο παλιούς τύπους αρχείων βίντεο. Δημιουργήθηκε από τη Microsoft το 1992 και λόγω της συμβατότητας του με τα πιο γνωστά λογισμικά (Windows, Macintosh, Linux) αλλά και της απλότητας στην αρχιτεκτονικής τους θεωρείται το πιο γνωστό video format.

**MPEG-4 (Moving Pictures Expert Group 4, MP4).** Στα MP4 το κανάλι του βίντεο και του ήχου συμπίεζονται ξεχωριστά (συνήθως .H264 ή .H265 για το κανάλι του βίντεο και AAC για το

κανάλι του ήχου). Ακόμα, χάρη στο σχετικά μικρό μέγεθος του, της καλής ποιότητας του μετά τη συμπίεση που υφίσταται αλλά και της συμβατότητας του τόσο σε σταθερούς υπολογιστές όσο και σε συσκευές κινητής τηλεφωνίας το καθιστούν ένα από τους πιο διαδεδομένους τύπους βίντεο

**FLV (Flash Video Format).** Είναι αρχεία βίντεο που κωδικοποιούνται με το Adobe Flash Player. Αυτός ο τύπος αρχείου ήταν μέχρι πρόσφατα ο πιο διαδεδομένος για την προβολή βίντεο στο διαδίκτυο κυρίως λόγω του ότι στη πλειοψηφία των ιστοσελίδων που υποστηρίζουν αναπαραγωγή βίντεο χρησιμοποιείται το Adobe Flash Player. Πρόσφατα εξαιτίας κάποιων κενών ασφαλείας στο Adobe Flash Player αλλά και χάρη στην άνοδο άλλων τεχνολογιών όπως το HTML5 η χρήση των FLV αρχείων γίνεται ολοένα και πιο σπάνια.

### Ανάλυση (Resolution)

Η ανάλυση μας φανερώνει τον αριθμό των εικονοστοιχείων (pixels) μιας εικόνας. Εκφράζεται είτε ως H \* V (Horizontal \* Vertical) είτε ως X MP (X MegaPixels). Όσο μεγαλύτερη είναι η ανάλυση της εικόνας τόσο μεγαλύτερη λεπτομέρεια θα υπάρχει στην εικόνα. Οι πιο συνηθισμένες αναλύσεις σε βίντεο είναι:

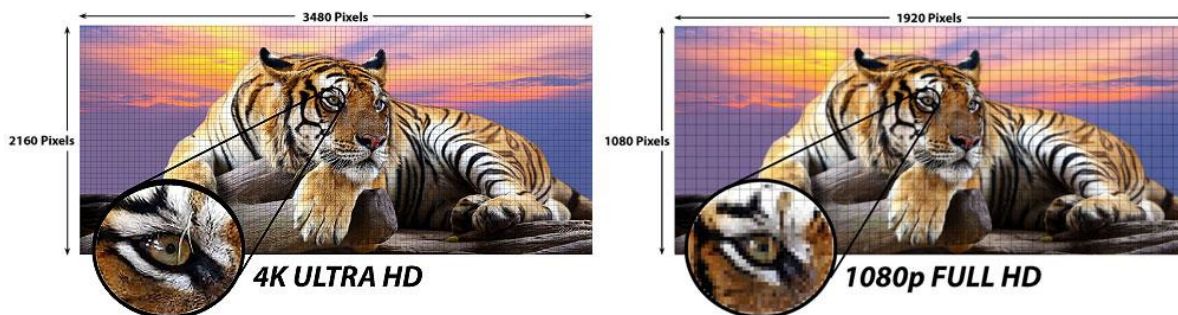
**Standard Definition (SD).** Η εικόνα σε αυτή την ανάλυση περιλαμβάνει 480 κάθετα pixels.

**High Definition (HD).** Η εικόνα σε αυτή την ανάλυση περιέχει περισσότερα από 480 κάθετα pixels. Συνήθως 720 ή 768 (αναφέρονται και ως 720p, 768p).

**Full High Definition (FHD, FullHD ή FullHD 1080).** Η εικόνα σε αυτή την ανάλυση περιλαμβάνει 1080 κάθετα pixels (1080p).

**4K Ultra High Definition (4K UHD).** Η εικόνα σε αυτή την ανάλυση περιλαμβάνει 2160 κάθετα pixels (2160p).

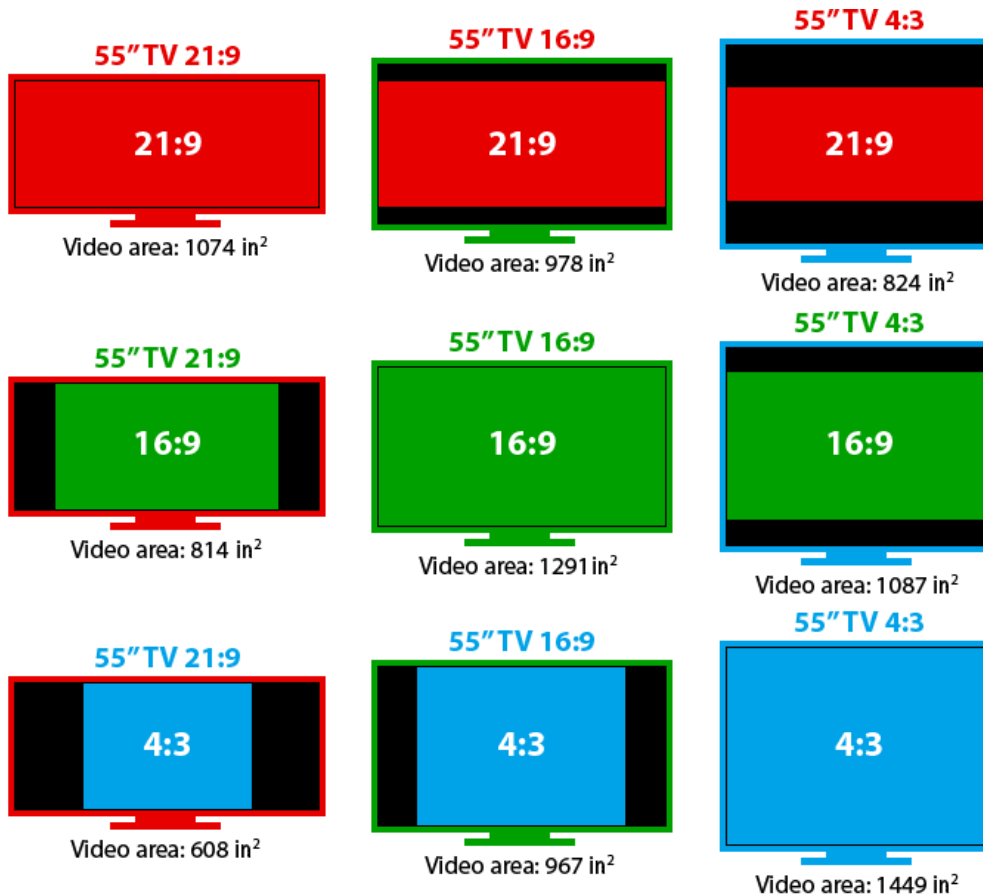
**8K Ultra High Definition (8K UHD).** Η εικόνα σε αυτή την ανάλυση περιλαμβάνει 4320 κάθετα pixels (4320p).



Εικόνα 4 Ανάλυση Εικόνας σε 4K (αριστερά) και Full HD (δεξιά)

## Λόγος Εικόνας (Aspect Ratio)

Ο λόγος εικόνας είναι ο λόγος του πλήθους των οριζόντιων pixels προς το πλήθος των κάθετων και εκφράζεται ως H:V. Για παράδειγμα σε μια εικόνα ανάλυσης 1920 \* 1080 (ή 2MP) ο λόγος εικόνας είναι 16:9. Παρότι υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί λόγοι εικόνων ο συνηθέστερος είναι ο λόγος 16:9 και 21:9 στον κινηματογράφο.



Εικόνα 5 Διαφορετικοί λόγοι εικόνας

## Ρυθμός αναπαραγωγής (Framerate)

Εκτός την ανάλυσης και του λόγου εικόνας είναι σημαντικό να γνωρίζουμε την ταχύτητα εναλλαγής των καρτέ. Αυτή η εναλλαγή ονομάζεται Framerate και εκφράζεται ως το πλήθος των καρτέ που παρέρχονται ανά δευτερόλεπτο (frames per second ή fps). Παρότι ο αριθμός των καρτέ ανά δευτερόλεπτο δεν είναι αυστηρά καθορισμένος υπάρχουν κάποιες τιμές που θεωρούνται standard τόσο στη προβολή βίντεο όσο και στη βιομηχανία του κινηματογράφου.

- Αναλογικό σήμα PAL: 25fps
- Αναλογικό σήμα NTSC: 30fps



- Κινηματογραφική ταινία: 24fps
- Προβολή βίντεο στο διαδίκτυο 30 ή 60fps

### **Bitrate (Ρυθμός μετάδοσης)**

Ως ρυθμό μετάδοσης ορίζεται το πλήθος των bits που χρησιμοποιεί ένα μέσο ή εφαρμογή σε μονάδα χρόνου. Συνήθως μετράμε το πλήθος αυτών των bits ανά δευτερόλεπτο. Όσο μεγαλύτερος ο αριθμός των bits που χρησιμοποιεί το μέσο για την κωδικοποίηση (στην περίπτωση που εξετάζουμε εμείς η αναπαραγωγή βίντεο) τόσο περισσότερες πληροφορίες μεταφέρονται την εκάστοτε στιγμή κάτι που συνεπάγεται καλύτερη ποιότητα εικόνας και ήχου αλλά παράλληλα και μεγαλύτερο μέγεθος αρχείου.

## **1.2 Στάδια παραγωγής (Workflow)**

Για την παραγωγή μιας ταινίας είναι σημαντικό να ακολουθήσουμε κάποια σημαντικά βήματα προκειμένου να εξοικονομήσουμε χρόνο και χρήματα ειδικά αν δουλεύουμε σε στενά χρονικά περιθώρια και περιορισμένη χρηματοδότηση, παράγοντες οι οποίοι μπορούν να βάλουν το project σε κίνδυνο. Γι' αυτό έχουν αναπτυχθεί 3 στάδια παραγωγής που σκοπό έχουν να βοηθήσουν τους συντελεστές στην ταχύτερη υλοποίηση όλου του project. Τα στάδια αυτά χωρίζονται βάσει των διαδικασιών που πραγματοποιούνται σε preproduction, production και post production και ο πιο συνετός τρόπος είναι να ακολουθούνται με αυτή τη σειρά.

### **Preproduction.**

Το στάδιο αυτό ξεκινάει αποτελεί το πρώτο βήμα στην παραγωγή της ταινίας. Τότε ξεκινάει η διαδικασία εύρεσης ηθοποιών, τεχνικών συνεργείων, κοστουμιών, σκηνικών καθώς και η ανάλυση του σεναρίου σε storyboards. Το storyboard είναι ο σχεδιασμός των σκηνών σε χαρτί και αποτελούν βασικό μέρος καθώς επιταχύνουν τη διαδικασία παραγωγής της ταινίας προσφέροντας μια οπτική αναπαράσταση της εκάστοτε λήψης της κάθε σκηνής. Στην περίπτωση ταινίας αποκλειστικά με CGI στοιχεία (animation) ισχύουν οι ίδιες διαδικασίες αλλά τη θέση των κοστουμιών και των ηθοποιών παίρνουν οι CGI artists που αναλαμβάνουν το σχεδιασμό των χαρακτήρων και των σκηνικών σε 2d και έπειτα σε 3d καθώς και voice actors που θα «χαρίσουν» τη φωνή τους στους χαρακτήρες.

### **Production.**

Στο στάδιο αυτό, και αφού έχουν ολοκληρωθεί οι διαδικασίες στο Preproduction στάδιο, ξεκινάνε τα γυρίσματα της ταινίας σύμφωνα με το storyboard και τις οδηγίες του σκηνοθέτη. Στην περίπτωση του animation, συναρμολογείται το

σκηνικό, τοποθετούνται οι χαρακτήρες στο χώρο και πραγματοποιείται η διαδικασία του animation με την οποία δίνεται κίνηση στους χαρακτήρες και τα λοιπά στοιχεία των σκηνικών.

### **Postproduction.**

Το Postproduction αποτελεί το τρίτο και τελευταίο στάδιο της παραγωγής της ταινίας. Ξεκινάει αφού τελειώσει το στάδιο της παραγωγής. Σε αυτό το στάδιο γίνεται το μοντάζ της ταινίας, η επεξεργασία ή επανηχογράφηση των διαλόγων, προσθήκη ειδικών εφέ και ηχογράφηση των μουσικών κομματιών που θα περιλαμβάνονται στην ταινία. Αφού τελειώσει και αυτό το στάδιο η ταινία θεωρείται έτοιμη και «κλειδωμένη».

## **2. Τρισδιάστατη Μοντελοποίηση (3D Modeling)**

Σε μια animation αποκλειστικά ταινία απαιτείται συνήθως να δημιουργήσουμε χαρακτήρες και σκηνικά από το μηδέν. Ακόμα και αν βασίζονται σε υπαρκτά πρόσωπα η περιβάλλοντα στην συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων θα χρειαστεί κάποιου είδους διαμόρφωση για τις ανάγκες της ταινίας. Αυτή η διαδικασία της δημιουργίας 3D χαρακτήρων και περιβαλλόντων ονομάζεται 3D Modeling.

### **2.1 Βασικές Έννοιες Μοντελοποίησης**

Για τη τρισδιάστατη μοντελοποίηση τόσο των χαρακτήρων όσο και των σκηνικών υπάρχουν διάφορες τεχνικές ανάλογα με τις ανάγκες του project. Οι δύο επικρατέστερες είναι η NURBS modeling και Polygonal Modeling τεχνικές.

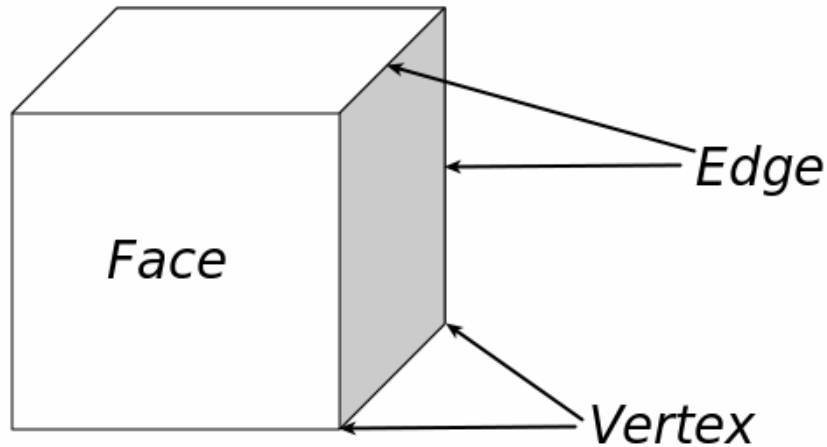
**Polygon Modeling.** Είναι η πιο συνηθισμένη τεχνική μοντελοποίησης χαρακτήρων αλλά και η προτιμότερη για μοντελοποίηση αντικειμένων στα οποία η λεπτομέρεια δεν κρίνεται απαραίτητη. Η αναπαράσταση του αντικειμένου προκύπτει από επί μέρους πολύγωνα, με παρόμοιο τρόπο δηλαδή με τις μη διανυσματικές εικόνες (raster, bitmap images) που αναλύσαμε παραπάνω. Αυτά τα πολύγωνα προκύπτουν από τρεις επί μέρους συνιστώσες.

**Vertices (Κορυφές).** Οι κορυφές είναι μονοδιάστατα σημεία στον 3D χώρο. Η κάθε κορυφή περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με τη γεωμετρική θέση της στο χώρο, πληροφορία χρώματος, υφής, αντανάκλασης.

**Edges (Ακμές).** Οι ακμές είναι δισδιάστατες ευθείες γραμμές οι οποίες ενώνουν δύο κορυφές.

**Faces (Επιφάνειες).** Οι επιφάνειες είναι το αποτέλεσμα της σύνδεσης τριών ή περισσότερων κορυφών. Οι επιφάνειες αυτές αποτελούν τα πολύγωνα τα οποία με τη σειρά τους συνθέτουν

το αντικείμενο που επιθυμούμε. Σε αντίθεση με τις κορυφές και τις ακμές, οι επιφάνειες είναι ορατές μετά τη διαδικασία του render.



Εικόνα 6 Κορυφές, Ακμές και Επιφάνειες Γεωμετρικού Σχήματος

Εξαιτίας του τρόπου δημιουργίας των αντικειμένων με το polygon modeling η ευκρίνεια του εξαρτάται από την ανάλυση του. Δηλαδή ένα αντικείμενο που δημιουργήθηκε από μικρό αριθμό πολύγωνων θα έχει μικρότερη λεπτομέρεια από ένα αντικείμενο που δημιουργήθηκε από μεγαλύτερο αριθμό πολύγωνων. Σ' αυτό βοηθάει μια τεχνική που ονομάζεται Subdivision Surface Modeling ή Subsurface Modeling με την οποία δημιουργούμε επί μέρους πολύγωνα από τα ήδη υπάρχοντα προκειμένου να αυξήσουμε τα επίπεδα λεπτομέρειας του αντικειμένου. Αυτή η διαδικασία όμως απαιτεί όπως είναι λογικό μεγάλη επεξεργαστική ισχύ οπότε καλό θα είναι να γίνεται με μέτρο και μόνο όταν πραγματικά χρειάζεται αυτή η επιπλέον λεπτομέρεια.



Εικόνα 7 Σφαίρα με μεγάλο (αριστερά) και μικρό (δεξιά) αριθμό πολύγωνων

### **NURBS Modeling (Non-Uniform Rational B-Spline).**

Σε αντίθεση με το Polygon modeling το NURBS modeling δεν προκύπτει από τη δημιουργία πολύγωνων αλλά αντίστοιχα με τις διανυσματικές εικόνες είναι αποτέλεσμα μαθηματικών αλγορίθμων. Για να δημιουργήσουμε ένα αντικείμενο με τη

NURBS τεχνική θέτουμε κάποια σημεία στον τρισδιάστατο χώρο και ο υπολογιστής με τους κατάλληλους αλγόριθμους δημιουργεί καμπύλες οι οποίες λόγω του ότι δεν περνάνε απαραίτητα από τα σημεία που του θέτουμε δεν έχουν απώλεια στην ακρίβεια. Η NURBS τεχνική χρησιμοποιείται κυρίως σε αντικείμενα που χρήζουν λεπτομέρειας όπως στη μηχανική αλλά και σε επιστημονικές προσομοιώσεις (Simulations).

**Shaders.** Τα shaders είναι λειτουργίες του προγράμματος 3D modeling. Ο κώδικας αυτός στέλνει ένα σύνολο από textures και συντεταγμένες στην κάρτα γραφικών και επιστρέφει το αποτέλεσμα. Το αποτέλεσμα αυτό αρχικά ήταν η σκίαση των εικόνων αλλά πλέον έχουν επιπλέον δυνατότητες όπως αντανακλάσεις, διαθλάσεις, απορρόφηση κτλ.



Εικόνα 8 Διαφορετικά Shaders στην ίδια σφαίρα

**Υφές (Textures).** Οι υφές ουσιαστικά αποτελούν μια προσομοίωση υλικών που συναντιούνται στην πραγματική ζωή. Χρησιμεύουν ώστε να γίνεται το σκηνικό και ο χαρακτήρας πιστευτά στο θεατή.



Εικόνα 9 Χαρακτήρας χωρίς και με Υφή

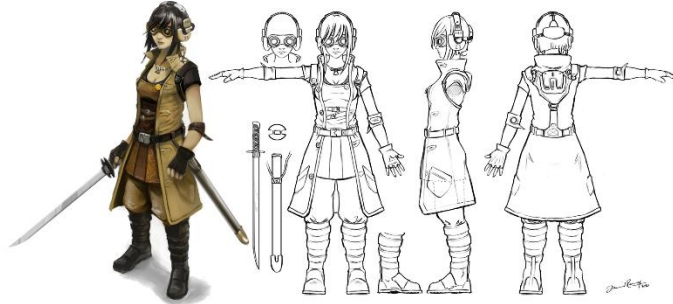
## 2.2 Μοντελοποίηση Σκηνικού

Η μοντελοποίηση του περιβάλλοντος (σκηνικού) είναι από τα σημαντικότερα στοιχεία που συνθέτουν την ταινία. Πρέπει να δημιουργηθεί ένα σκηνικό που θα ταιριάζει στις ανάγκες της ταινίας τόσο από αρχιτεκτονικής άποψης όσο και από άποψη φωτισμού. Για την ταχύτερη διεκπεραίωση της μοντελοποίησης συνήθως έχει προηγηθεί η αποτύπωση του σκηνικού σε χαρτί από designers αποκλειστικά για το περιβάλλον. Αφού γίνουν διορθώσεις το σχέδιο περνάει στα χέρια των Environment Artists προκειμένου να μεταφερθεί ο «κόσμος» από τις δύο διαστάσεις σε τρεις. Εκεί δημιουργούνται τα αντικείμενα, οι χώροι, η γεωμετρία του σκηνικού, υφές και shaders και τέλος ο φωτισμός ο οποίος πρέπει να ταιριάζει τόσο στην πραγματικότητα (π.χ. ώρα της ημέρας) όσο και στο ύφος της ταινίας. Πολλές φορές γίνεται χρήση και μη ρεαλιστικού φωτισμού προκειμένου να δώσει έμφαση στα συναισθήματα του χαρακτήρα ή σε κάποιο κομβικής σημασίας αντικείμενο που βρίσκεται στο σκηνικό.

## 2.3 Μοντελοποίηση Χαρακτήρα (Character Modeling)

Το ίσως πιο σημαντικό στοιχείο της ταινίας δεν είναι άλλο από τους χαρακτήρες που συμμετέχουν και ειδικά αυτοί που έχουν πρωταγωνιστικούς ρόλους. Αυτοί είναι που αρχικά «τραβάνε» τα βλέμματα των θεατών και συνήθως σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να δημιουργούν συναισθήματα στον θεατή με βάση τον ρόλο που έχουν στο σενάριο. Οι

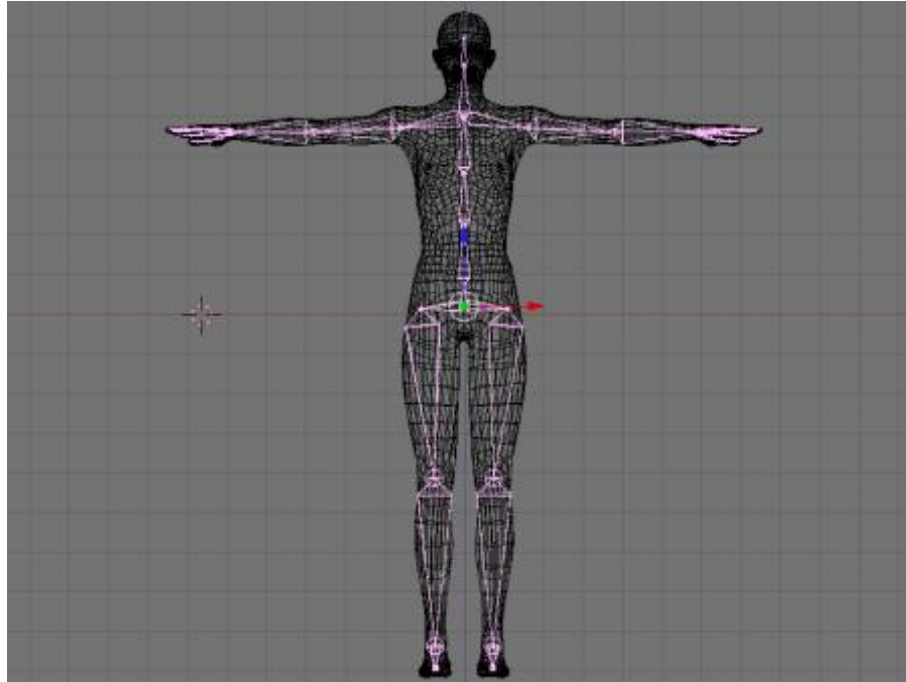
χαρακτήρες όπως και τα σκηνικά για τα οποία μιλήσαμε παραπάνω πρώτα σχεδιάζονται στο χαρτί από concept artists από διάφορες οπτικές γωνίες και σε διάφορες πόζες και εκφράσεις ώστε αργότερα να διευκολυνθεί η διαδικασία του 3D σχεδιασμού. Στο στάδιο του 3d modeling του χαρακτήρα μεταφέρεται το σχέδιο από το χαρτί στο πρόγραμμα 3d modeling όπου αφού γίνει η απεικόνιση του προστίθενται textures και shaders και γίνονται μικροδιορθώσεις ανάλογα με τις ανάγκες του project. Πολλές φορές σχεδιάζεται ο ίδιος χαρακτήρας πολλαπλές φορές αν κριθεί ότι το αρχικό 3d model δεν επαρκεί για κάποιες σκηνές ή λήψεις.



Εικόνα 10 Σχεδιασμός Χαρακτήρα και το αντίστοιχο 3D Model

### 3. Σχεδιοκίνηση (Animation)

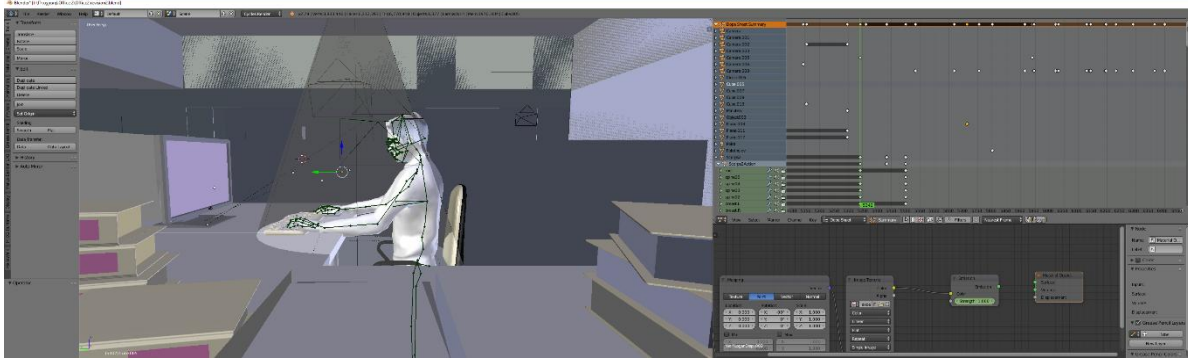
Το animation είναι η «ψυχή» της ταινίας. Αποτελεί το βασικότερο συστατικό της ταινίας καθώς τη «φέρνει στη ζωή» δίνοντας κίνηση στους χαρακτήρες και τα αντικείμενα που απαιτούν κίνηση. Για να δοθεί κίνηση σε κάποιο στοιχείο πρέπει πρώτα να προστεθεί σκελετός (armature). Όταν λοιπόν κινείται ένας χαρακτήρας ουσιαστικά αλλάζει η κλίμακα (scale), η περιστροφή (rotation) και η τοποθεσία (location) του σκελετού αυτού και κατά συνέπεια το μέρος του υλικού (mesh) που αυτός επηρεάζει. Ο σκελετός αυτός μπορεί να χτιστεί «κόκκαλο-κόκκαλο» (Single bone) ή να επιλεγθούν προεπιλεγμένοι αν το πρόγραμμα που χρησιμοποιείται προσφέρει αυτή τη δυνατότητα. Για τη δημιουργία κίνησης χρησιμοποιούνται κυρίως τρεις τεχνικές ανάλογα με την περίπτωση.



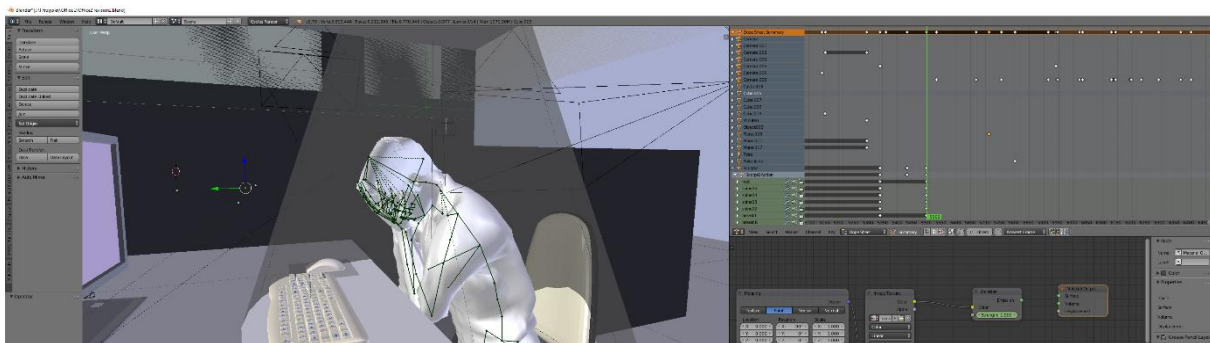
Εικόνα 11 Character Armature

### 3.1 Animation με τεχνική Keyframing

Πρόκειται για την πιο διαδεδομένη τεχνική καθώς είναι προσιτή σε οποιονδήποτε έχει πρόσβαση σε ένα πρόγραμμα 3d modeling χωρίς επιπλέον έξοδα για εξοπλισμό. Η τεχνική αυτή είναι πολύ χρονοβόρα αλλά τα αποτελέσματα είναι εκπληκτικά ακόμα και σε σύγκριση με την motion capture τεχνική που θα δούμε παρακάτω. Στην τεχνική αυτή μεταβάλλονται οι ιδιότητες του σκελετού (location, rotation, scale) χειροκίνητα για κάθε κόκκαλο αποθηκεύοντας κάθε αλλαγή στον άξονα του χρόνου. Θέτοντας δηλαδή ένα keyframe. Μπορούν να μεταβληθούν πολλά οστά στο ίδιο καρέ (frame) αλλά όχι το ίδιο. Η τεχνική αυτή είναι η πιο αποτελεσματική για ταινίες οι οποίες έχουν μη ρεαλιστικά στοιχεία. Για παράδειγμα οι ταινίες animation αποκλειστικά με ζώα ή με χαρακτήρες (ακόμα και ανθρωπόμορφους) που δε συμπεριφέρονται σαν άνθρωποι (stretch, μη ρεαλιστικό walk cycle) αποδίδονται καλύτερα όταν ο animator έχει πλήρη έλεγχο των κινήσεων και εκφράσεων του χαρακτήρα. Για μια κίνηση του χαρακτήρα σε ένα δευτερόλεπτο μπορούν να τεθούν ακόμα και χιλιάδες keyframes προκειμένου να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα. Γι' αυτόν τον λόγο στις animation ταινίες εκτός από τους animators υπάρχουν και οι junior animators. Ο animator θέτει την αρχική και τελική θέση του χαρακτήρα και οι junior animators καλούνται να «καλύψουν το κενό» των ενδιάμεσων καρέ. Αυτή η τεχνική χρησιμοποιείται από τις μεγαλύτερες εταιρίες παραγωγής ταινιών animation όπως Disney, Pixar και Dreamworks για τους λόγους που περιγράφηκαν παραπάνω.



Εικόνα 12 Keyframing με αρχική θέση του σκελετού.



Εικόνα 13 Keyframing με τελική θέση του σκελετού.

### 3.2 Animation με τεχνική Motion Capture (Mo-Cap)

Η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται κυρίως στη βιομηχανία του gaming καθώς μπορεί να δώσει γρήγορα αποτελέσματα σε ρεαλιστικές κινήσεις. Για παράδειγμα για μια πόζα όπου ο χαρακτήρας κρατάει ένα πιστόλι αντί να τεθούν keyframes για κάθε κίνηση που μεσολαβεί από τη στιγμή που θα ακουμπήσει το πιστόλι μέχρι τη τελική πόζα που στοχεύει, τα οποία μπορεί να είναι όπως αναφέραμε παραπάνω ακόμα και χιλιάδες ανάλογα με την περιπλοκότητα της κίνησης, χρησιμοποιείται ηθοποιός ο οποίος φοράει τον κατάλληλο εξοπλισμό και πραγματοποιεί την συγκεκριμένη κίνηση ενώ τον τραβάνε πολλαπλές κάμερες από όλες τις οπτικές γωνίες. Έτσι σε λίγη ώρα αποφεύγεται εργασία που με την τεχνική keyframing μπορούσε να πάρει ακόμα και μέρες. Με αυτή την τεχνική οι αισθητήρες που φοράει ο ηθοποιός ανιχνεύουν τις αλλαγές στον χώρο και μέσω ειδικού προγράμματος τις αποθηκεύουν σε ένα αρχείο motion capture .bvh. Έτσι αφού δημιουργηθεί ο χαρακτήρας και του δοθεί



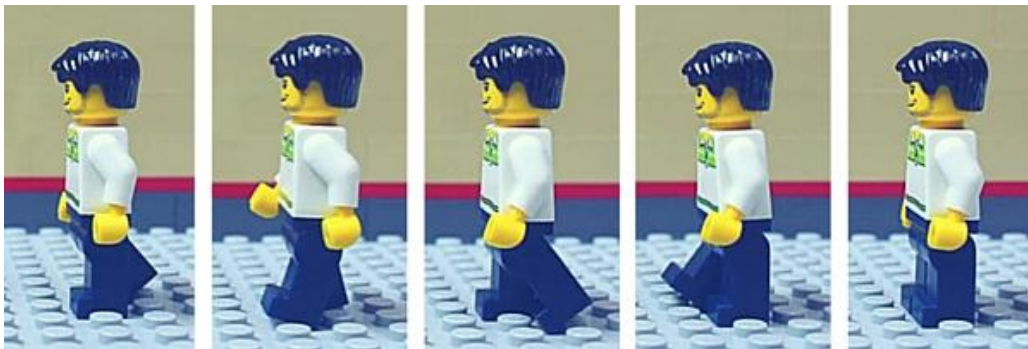
σκελετός (Rigging) μπορούμε να φορτώσουμε στον σκελετό αυτό το αρχείο αποφεύγοντας τη χειροκίνητη τοποθέτηση των keyframes.



Εικόνα 14 Ηθοποιός με Mo-cap αισθητήρες και δεξιά η αναπαράσταση σε 3d modeling πρόγραμμα

### 3.3 Animation με τεχνική Stop Motion

Η τεχνική αυτή χρησιμοποιήθηκε κυρίως στο παρελθόν καθώς δεν υπήρχαν ειδικά εφέ όποτε οι συντελεστές άλλαζαν τις πόζες των χαρακτήρων, οι οποίοι ήταν κατασκευασμένοι συνήθως από πηλό, καρέ καρέ δίνοντας την ψευδαίσθηση της κίνησης. Αυτή η τεχνική έχει εγκαταλειφθεί πλέον και χρησιμοποιείται μόνο για καλλιτεχνικούς λόγους.



Εικόνα 15 Stop Motion Animation. Η κάθε πόζα δημιουργείται "με το χέρι" του δημιουργού

## 4. Ηχητικός Σχεδιασμός

Ο ηχητικός σχεδιασμός μιας ταινίας είναι εξίσου και σε πολλές περιπτώσεις πιο σημαντικός με την εικόνα. Μπορεί να ανυψώσει ή να καταστρέψει όλο το project και γι' αυτόν τον λόγο δίνεται ιδιαίτερα μεγάλη προσοχή τόσο στη μουσική της ταινίας όσο και στους ήχους του περιβάλλοντος και τα ειδικά εφέ.

#### 4.1 Soundtrack

Το soundtrack της ταινίας είναι ένα μουσικό κομμάτι που συντροφεύει μια ταινία κυρίως στους τίτλους αρχής και τέλους αλλά μπορεί να εμφανίζεται και αποσπασματικά κατά τη διάρκεια της ταινίας σε σημεία που σκοπό έχουν να δοθεί έμφαση, τρόμος και γενικά σαν στόχο έχει τη δημιουργία συναισθημάτων στον ακροατή. Τα soundtracks αποτελούνται είτε από πρότυπα μουσικά κομμάτια που ηχογραφήθηκαν αποκλειστικά για τις ανάγκες της ταινίας (Star Wars, The Lord Of The Rings κ.α.) (Film Score) είτε από ήδη υπάρχοντα κομμάτια (Licensed Music Tracks) ή ακόμα και συνδυασμό των δύο. Συνήθως τα scores ηχογραφούνται κατά τη διάρκεια του postproduction σταδίου ώστε να «δένουν» με τις σκηνές υπό την καθοδήγηση του σκηνοθέτη. Το ύφος και το μουσικό είδος του soundtrack πρέπει να συνάδει με το ύφος και την εποχή που διαδραματίζεται η ταινία χωρίς όμως, όπως σε κάθε καλλιτεχνική δημιουργία, να είναι αυστηρός κανόνας.

#### 4.2 Ήχοι Περιβάλλοντος (Environment Sounds)

Εκτός του Soundtrack βασική θέση σε μια ταινία κατέχουν και οι ήχοι του περιβάλλοντος (Environment Sounds, Ambient Sounds). Αυτοί οι ήχοι δίνουν στον θεατή την αληθοφάνεια που χρειάζεται ώστε να ταυτιστεί με το φυσικό περιβάλλον της ταινίας. Κατά τη διάρκεια των γυρισμάτων, οι ήχοι αυτοί ηχογραφούνται στο περιβάλλον που διαδραματίζεται η σκηνή και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη τελική μορφή της ταινίας ή μπορούν να προστεθούν αργότερα αν οι αρχικοί ήχοι δεν ικανοποιήσουν τον σκηνοθέτη. Την ηχογράφιση τους αναλαμβάνει ο boom man (χειριστής του boom) και ένας ηχολήπτης που βρίσκεται στο σετ. Έπειτα τα ηχητικά αυτά κομμάτια περνάνε σε άλλον ηχολήπτη (supervisor sound editor) ο οποίος κρίνει αν οι ηχογραφήσεις είναι ικανοποιητικές για χρήση. Σε μεγάλες παραγωγές υπάρχουν πολλοί ακόμα συντελεστές στο postproduction στάδιο του ήχου. Εν συντομία:

**Dialogue Editor.** Ο Dialogue Editor είναι υπεύθυνος για τους διαλόγους.

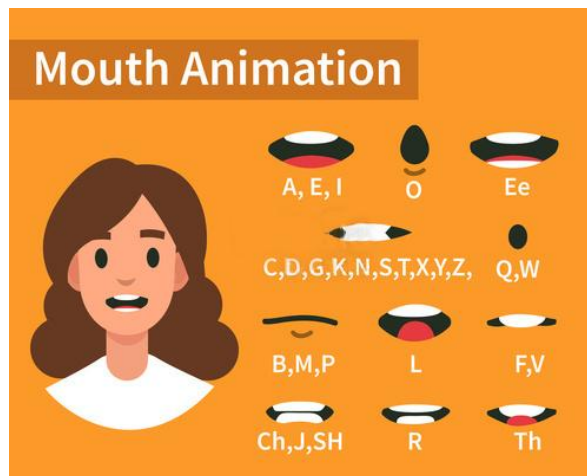
**ADR Editor (Automated Dialogue Replacement Editor).** Ο ADR Editor είναι υπεύθυνος για την επανηχογράφιση διαλόγων που δεν ικανοποίησαν κατά την αρχική τους ηχογράφιση.

**Special Effects Editor.** Ο Special Effects Editor είναι υπεύθυνος για τα ειδικά εφέ που θα χρησιμοποιηθούν.

**Foley Editor.** Ο Foley Editor είναι υπεύθυνος για τους ήχους του περιβάλλοντος όπως βήματα, θρόισμα των φύλλων κ.α.

### 4.3 Διάλογοι

Τελευταίο μέρος του ηχητικού σχεδιασμού μιας ταινίας αλλά εξίσου σημαντικό με τα υπόλοιπα είναι οι διάλογοι. Με τους διαλόγους μας παρουσιάζεται ευκολότερα το σενάριο αλλά και η ψυχική κατάσταση των χαρακτήρων. Οι διάλογοι συνήθως, όπως και οι ήχοι του περιβάλλοντος ηχογραφούνται την ώρα των γυρισμάτων και ακολουθούν την ίδια διαδικασία. Οι ζωντανές (live action) και οι animation ταινίες ακολουθούν διαφορετική φιλοσοφία ηχογράφησης. Ενώ όπως είπαμε στις live action ταινίες οι διάλογοι ηχογραφούνται είτε κατά τα γυρίσματα είτε στο postproduction στάδιο, στις animation ταινίες ηχογραφούνται στο preproduction στάδιο ώστε να δώσουν μια «εικόνα» στους animators και να τους καθοδηγήσουν ώστε τα χείλη να αντικατοπτρίζουν τη κάθε συλλαβή ή γράμμα (lip syncing).



Εικόνα 16 Mouth Animation

## 5. Επεξεργασία Βίντεο (Video Editing)

Η επεξεργασία βίντεο ανήκει στο τρίτο στάδιο παραγωγής δηλαδή στο postproduction. Σε αυτή τη διαδικασία συλλέγονται όλες οι λήψεις και ο σκηνοθέτης μαζί με τον Video Editor επιλέγουν ποιες από αυτές θα μπου στην ταινία. Τις περισσότερες φορές, τα γυρίσματα περιλαμβάνουν περισσότερες σκηνές από αυτές που τελικά καταφέρνουν να μπου στην τελική μορφή της ταινίας όπως για παράδειγμα πολλές διαφορετικές λήψεις της ίδιας σκηνής ή ακόμα και σκηνές οι οποίες κόβονται τελικά για διάφορους λόγους από τους παραγωγούς, όπως διάρκεια, αποφυγή αμφιλεγόμενων σκηνών ή αν κριθεί ότι αυτές οι σκηνές «απομακρύνουν τον θεατή» από το σενάριο. Πολλές φορές έπειτα από την επίσημη κυκλοφορία της ταινίας ενδέχεται να υπάρξει επανακυκλοφορία της ταινίας με επιπλέον σκηνές (Extended, Director's

Cut κ.α.). Οι animation ταινίες διαφέρουν σε αυτό το κομμάτι καθώς η λήψη μιας σκηνής απαιτεί πολύ περισσότερο χρόνο και συνεπώς ο αυστηρός προσχεδιασμός της κάθε σκηνής κρίνεται απαραίτητος. Σε αυτό βοηθάει η πιο λεπτομερής χρήση του Storyboard για το οποίο μιλήσαμε παραπάνω.

## 5.1 Βασικές Έννοιες.

Η διαδικασία επεξεργασίας μιας ταινίας απαιτεί άριστη τεχνική γνώση προκειμένου το αποτέλεσμα να είναι ικανοποιητικό και περιλαμβάνει πολλούς τεχνικούς όρους για την κατανόηση της. Μερικοί από αυτούς τους βασικούς όρους είναι οι εξής.

### Color Correction, Color Grading (Βαθμονόμηση χρώματος).

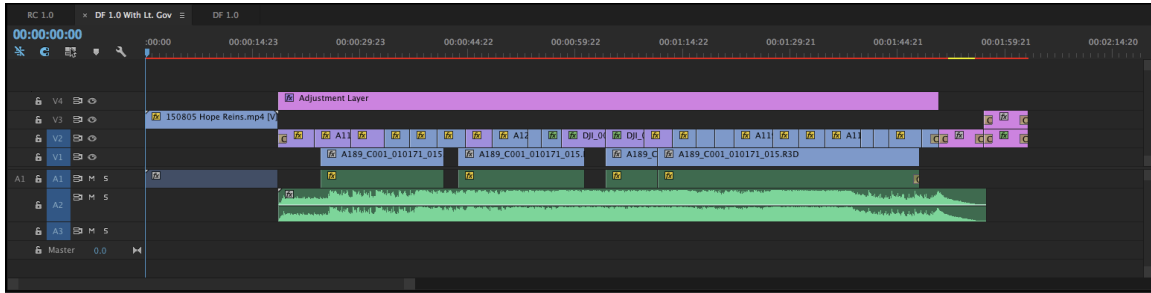
Μια βασική διαδικασία που δεν παραλείπεται ποτέ είναι το Color Correction. Σε αυτή τη διαδικασία γίνεται διόρθωση του χρώματος που κατέγραψε η κάμερα με σκοπό το βέλτιστο οπτικό αποτέλεσμα. Συνήθως στην τελική μορφή της ταινίας αναζητούμε το μέγιστο εύρος μεταξύ μαύρου και άσπρου, εύρος το οποίο δεν μπορεί να δώσει η κάμερα. Ακόμα, πολλές φορές χρησιμοποιούνται χρωματικά φίλτρα για συγκεκριμένες σκηνές με σκοπό τη δημιουργία υποσυνείδητων συναισθημάτων στον θεατή ή διακοπή της πορείας της ταινίας (για παράδειγμα Flashbacks). Αυτή η τεχνική ονομάζεται Color Grading και περιλαμβάνει τόσο το Color Correction όσο και μια καλλιτεχνική προσέγγιση της σκηνής.



Εικόνα 17 Τοπίο πριν (αριστερά) και μετά (δεξιά) το Color Correction

## Sequence.

Sequence ή ακολουθία είναι μια σειρά σκηνών που σκοπό έχουν την λογική εξέλιξη της ταινίας. Οι σκηνές αυτές ενώνονται μεταξύ τους με τη διαδικασία του μοντάζ. Η διαδικασία επιλογής και επεξεργασίας τους αναφέρεται παρακάτω.



Εικόνα 18 Sequences τοποθετημένα σε ένα Timeline

## Green Screen.

Η τεχνική Green Screen χρησιμοποιείται κυρίως σε ταινίες όπου γίνεται συχνή χρήση των special effects όπως ταινίες δράσης και ταινίες που αναφέρονται σε διαφορετική εποχή από το παρόν και τα γυρίσματα είναι αδύνατα σε πραγματικές τοποθεσίες. Με την τεχνική Green Screen ουσιαστικά το σκηνικό χωρίζεται σε background (παρασκήνιο) και foreground (προσκήνιο) και στη συνέχεια τα δύο αυτά σκηνικά ενώνονται για να δώσουν ένα αληθοφανές αποτέλεσμα. Το όνομά της δόθηκε λόγω της τεχνικής που χρησιμοποιείται. Τα στοιχεία του προσκήνιο βρίσκονται μπροστά από ένα πράσινο (ή άλλες φορές μπλε) τοίχο ή πανί. Κατά τη διάρκεια του video editing αυτό το πράσινο πανί ή τοίχος αφαιρείται ψηφιακά και τοποθετείται σαν δεύτερο κανάλι το background. Τέλος με κατάλληλη επεξεργασία δίνεται η εντύπωση ότι το προσκήνιο και το παρασκήνιο βρίσκονται στον ίδιο χώρο.



Εικόνα 19 Τεχνική Green Screen

### **B-Roll.**

Πολλές φορές μια τεχνική που χρησιμοποιούμε είναι τα B-Rolls. Τα B-Rolls είναι ουσιαστικά πλάνα τα οποία οπτικοποιούν την αφήγηση που ακούγεται εκείνη τη στιγμή. Δηλαδή αντί να χρησιμοποιηθεί το πλάνο που δείχνει τον αφηγητή/ηθοποιό, χρησιμοποιείται ένα πλάνο που δείχνει το θέμα της αφήγησης του. Για παράδειγμα αν ο ηθοποιός αφηγείται την καταστροφή μιας πόλης αντί το πλάνο να δείχνει τον ηθοποιό δείχνει πλάνα από την καταστροφή της πόλης. Έτσι καταφέρνουμε να κάνουμε τον θεατή πιο προσηλωμένο στην ταινία απ' ότι θα καταφέραμε με την απλή αφήγηση.

### **Montage (Μοντάζ).**

Μοντάζ είναι η διαδικασία της σύνδεσης των διαφορετικών σκηνών (Sequences) με σκοπό τη λογική συνέχεια της ταινίας με τρόπο κατανοητό από τον θεατή.

## **5.2 Ροή Εργασίας (Workflow).**

Για την ταχύτερη ολοκλήρωση της ταινίας, στη διαδικασία του Video Editing ακολουθείται επίσης μια ροή εργασίας (Workflow) η οποία εξαρτάται από τον Video Editor και τον ταχύτερο γι' αυτόν τρόπο να φέρει εις πέρας τη σύνδεση και την επεξεργασία των σκηνών.

Παρότι δεν μπορούμε να ορίσουμε αυστηρά τη σειρά που ακολουθείται, στις περισσότερες περιπτώσεις η διαδικασία περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

### **Ψηφιοποίηση (Digitizing).**

Αρχικά συλλέγονται όλες οι λήψεις όλων των σκηνών από την κάμερα και εισάγονται στο πρόγραμμα επεξεργασίας βίντεο (bins).

### **Ταξινόμηση (Logging).**

Σε αυτό το στάδιο ταξινομούνται οι λήψεις με σκοπό την ευκολότερη εύρεση τους αργότερα. Η διαδικασία αυτή είναι αρκετά χρονοβόρα ανάλογα με το πλήθος των πλάνων και έτσι αφού σκηνοθέτης και Video Editor ελέγξουν ένα προς ένα τα πλάνα τα ονομάζουν και τα τοποθετούν σε υποφακέλους.

### **Offline Editing.**

Έπειτα, παρουσία του σκηνοθέτη επιλέγονται οι καταλληλότερες λήψεις και τοποθετούνται με τέτοιο τρόπο ώστε να υπάρχει μια φυσική συνέχεια του σεναρίου και να μη δημιουργεί χάσμα γεγονότων στον θεατή (Initial Assembly). Σε αυτό το στάδιο η επιλογή των σκηνών είναι σε πρόωρο στάδιο και δεν αποτελεί απαραίτητα την τελική επιλογή. Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία επιλογής των σκηνών για όλη την ταινία, αρχίζει το επόμενο στάδιο του Offline Editing που ονομάζεται Rough Cut. Σε αυτό το στάδιο προστίθενται επιπλέον σκηνές και εισάγεται ο ήχος χωρίς όμως επεξεργασία. Τελικό στάδιο του Offline Editing είναι το Final Cut. Εδώ γίνεται η τελική επιλογή των καταλληλότερων πλάνων και σκηνών οι οποίες θα μπουν στην τελική μορφή της ταινίας.

### **Online Editing.**

Αφού ολοκληρωθούν τα 3 στάδια του Offline Editing σειρά έχει το Online Editing το οποίο περιλαμβάνει τη λεπτομερή επεξεργασία εικόνας και ήχου με σκοπό το βέλτιστο οπτικό και ηχητικό αποτέλεσμα. Σε αυτό το στάδιο προστίθενται τα ειδικά εφέ, γίνεται διόρθωση του χρώματος (Color Grading, Color Correction), οι τίτλοι και οι λεζάντες (Lower Third Titles) και γίνεται έλεγχος των τεχνικών χαρακτηριστικών όπως ο λόγος εικόνας κ.α. Στο κομμάτι του ήχου γίνεται επεξεργασία των διαλόγων, των ειδικών εφέ, των Foley Sounds αλλά και των μουσικών κομματιών που θα χρησιμοποιηθούν τελικά βάσει των σκηνών που επιλέχθηκαν.

### **Mix.**

Όταν τελειώσει το Online Editing στάδιο η εικόνα έχει φτάσει στη τελική της μορφή ενώ όσον αφορά τον ήχο υπάρχει άλλο ένα στάδιο που ονομάζεται Mix και το οποίο περιλαμβάνει την τελική μίξη του ήχου. Αυτό συνήθως γίνεται σε χώρους με καλή ακουστική όπως θέατρα, ή στούντιο με σκοπό τη βέλτιστη ηχητική εμπειρία του θεατή.

## **5.3 Rendering.**

Rendering ονομάζεται η αποτύπωση της επεξεργασίας της ταινίας σε μορφή βίντεο. Είναι το τελικό στάδιο της παραγωγής της ταινίας καθώς το αποτέλεσμα του Rendering αποτελεί την ταινία που θα παρακολουθήσουμε στα μέσα αναπαραγωγής. Στις animation ταινίες εκτός του τελικού rendering υπάρχει και το rendering από το 3D modeling πρόγραμμα που μετατρέπει το 3d περιβάλλον και τα animations του σε μια σειρά από 2D εικόνες οι οποίες με τη σειρά τους εισάγονται στο πρόγραμμα επεξεργασίας βίντεο και αφού ακολουθήσει η επεξεργασία τους με τον τρόπο που αναφέρθηκε παραπάνω περνάνε το στάδιο του rendering προκειμένου να πάρουν τη βίντεο μορφή τους.



*Εικόνα 20 Η σκηνή πριν (αριστερά) και μετά (δεξιά) το Render*



# ΜΕΡΟΣ Β: ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΟΥ “ALL THE MONEY IN THE WORLD ”

Το «All The Money In The World» είναι μια αποκλειστικά animation ταινία μικρού μήκους. Η δημιουργία της είχε σαν στόχο την καλύτερη γνώση και κατανόηση της διαδικασίας παραγωγής των animation ταινιών. Για την περάτωση της ταινίας ακολουθήθηκαν οι τεχνικές και οι διαδικασίες που αναλύθηκαν στο Α΄ Μέρος. Στο Β΄ μέρος θα γίνει η περιγραφή της διαδικασίας παραγωγής της ταινίας από την αρχή έως την περάτωσή της.

## 1. Preproduction Στάδιο.

### 1.1 Σενάριο (Script).

Κατά το preproduction στάδιο το πρώτο βήμα όπως σε όλες τις παραγωγές έτσι κι εδώ είναι η σύλληψη της κεντρικής ιδέας πάνω στην οποία θα περιστρέφεται η ταινία. Η αρχική μορφή του σεναρίου δε χρειάζεται να είναι λεπτομερής αρκεί να περιλαμβάνει τα βασικά γεγονότα που θα διαμορφώσουν την ταινία. Σε αυτή τη μορφή είναι πολύ εύκολο να γίνουν αλλαγές και διορθώσεις πριν αρχίσει η παραγωγή της ταινίας καθώς αργότερα μπορεί συντελέσει σε μεγάλες καθυστερήσεις. Αφού γραφτεί η κεντρική ιδέα και γίνουν οι αλλαγές και οι διορθώσεις, σειρά έχει η πιο λεπτομερής συγγραφή του σεναρίου. Σε αυτό το στάδιο γράφεται η κάθε σκηνή πλάνο-πλάνο μαζί με μία σύντομη περιγραφή της θέσης της κάμερας ώστε να είναι ευκολότερος ο σχεδιασμός του storyboard.

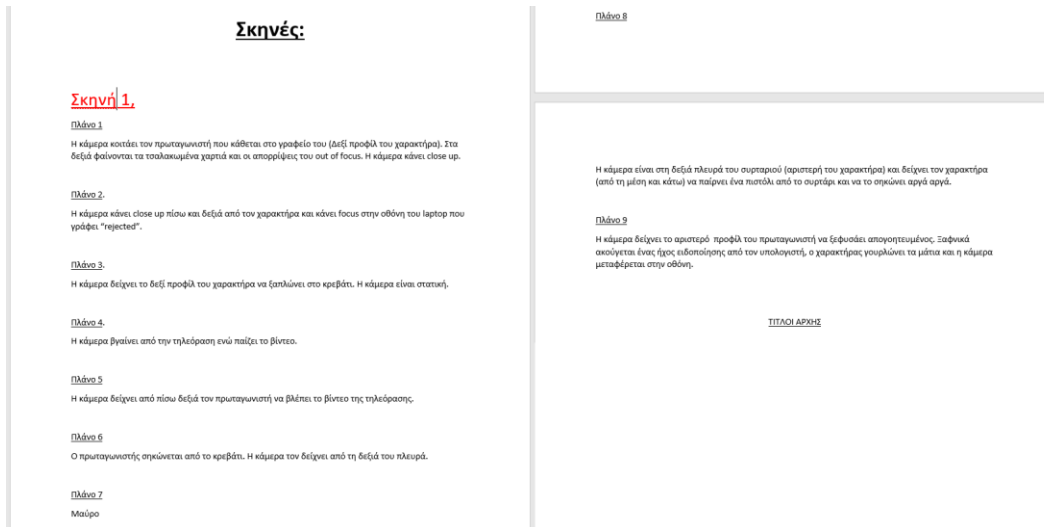
#### ALL THE MONEY IN THE WORLD

Η ταινία θα αφηγείται τη ζωή ενός νέου που αδυνατεί να βρει δουλειά και απορρίπτεται συνέχεια. Την ώρα που αποφασίζει να δώσει τέλος στη ζωή του λαμβάνει ένα μήνυμα που δείχνει ότι έγινε δεκτός για μια δουλειά.

Τον πρώτο καιρό είναι ευτυχισμένος για το γεγονός ότι βρήκε επιτέλους δουλειά και μπορεί πλέον να φτιάξει τη ζωή του.

Σύντομα όμως βλέπει ότι η δουλειά αυτή τον τρώει από μέσα και δεν του αφήνει προσωπικό χρόνο. Πάρα την προαγωγή του και την καλύτερη οικονομική του κατάσταση, ψυχικά έχει καταστραφεί. Βλέποντας λοιπόν ότι η «επιτυχία» που είχε στο μυαλό του δεν είναι τίποτα άλλο από μια ψευδαίσθηση και βλέποντας ότι πάρα την καλή του οικονομική κατάσταση δεν έχει κανέναν δίπλω του αποφασίζει άλλη μια φορά να δώσει τέλος στη ζωή του

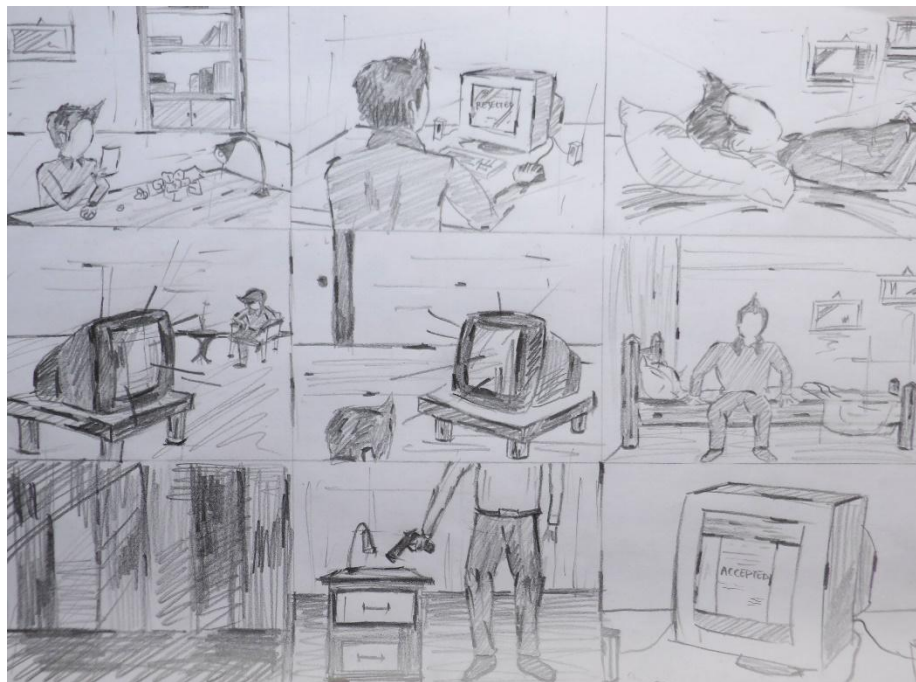
Εικόνα 21 Βασική ιδέα της ταινίας



Εικόνα 22 Ανάλυση σκηνής πλάνο-πλάνο

## 1.2 Storyboard.

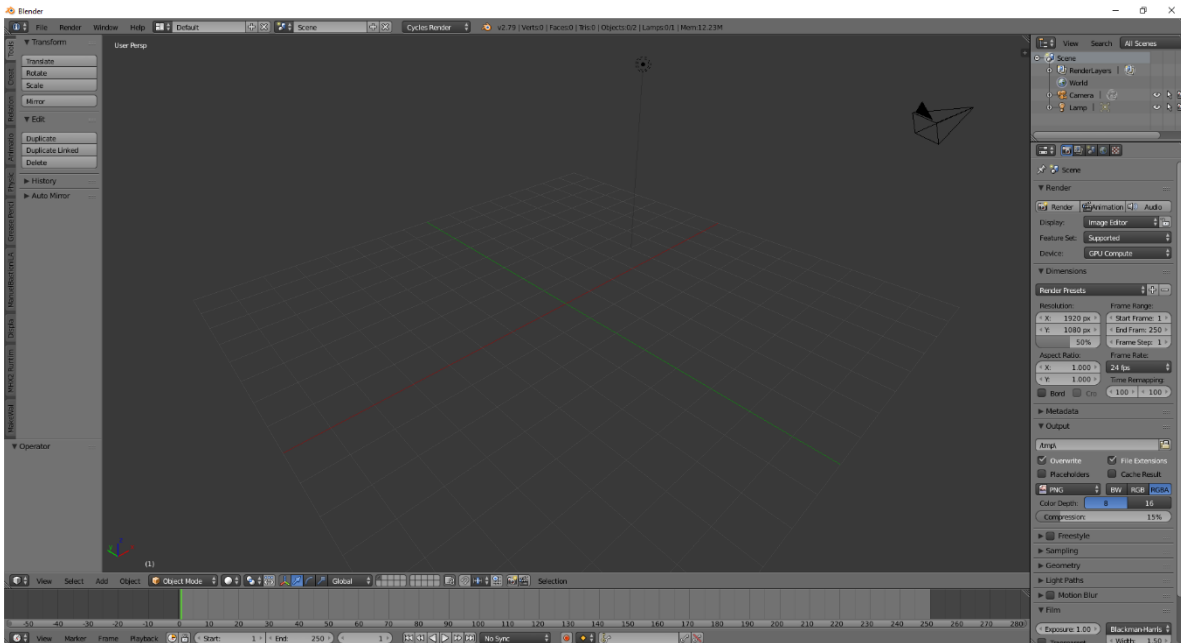
Για την ευκολότερη μοντελοποίηση των σκηνικών και χαρακτήρων αλλά και γενικά τη ροή της ταινίας, σχεδιάζεται το storyboard με βάση τα πλάνα και τις σκηνές που έχουν γραφτεί στο σενάριο. Στο Storyboard ο σχεδιασμός δε χρειάζεται να είναι λεπτομερής αρκεί να γίνεται κατανοητό το πλάνο. Παρακάτω εμφανίζεται το Storyboard της πρώτης σκηνής.



Εικόνα 23 Storyboard

## 2. Production Στάδιο.

Για την υλοποίηση της ταινίας χρησιμοποιήθηκε το 3d modeling πρόγραμμα Blender. Το Blender είναι ένα επαγγελματικό πρόγραμμα ανοιχτού κώδικα (open source) που προσφέρει όλα όσα χρειάζεται ο χρήστης για ένα τέτοιο project.

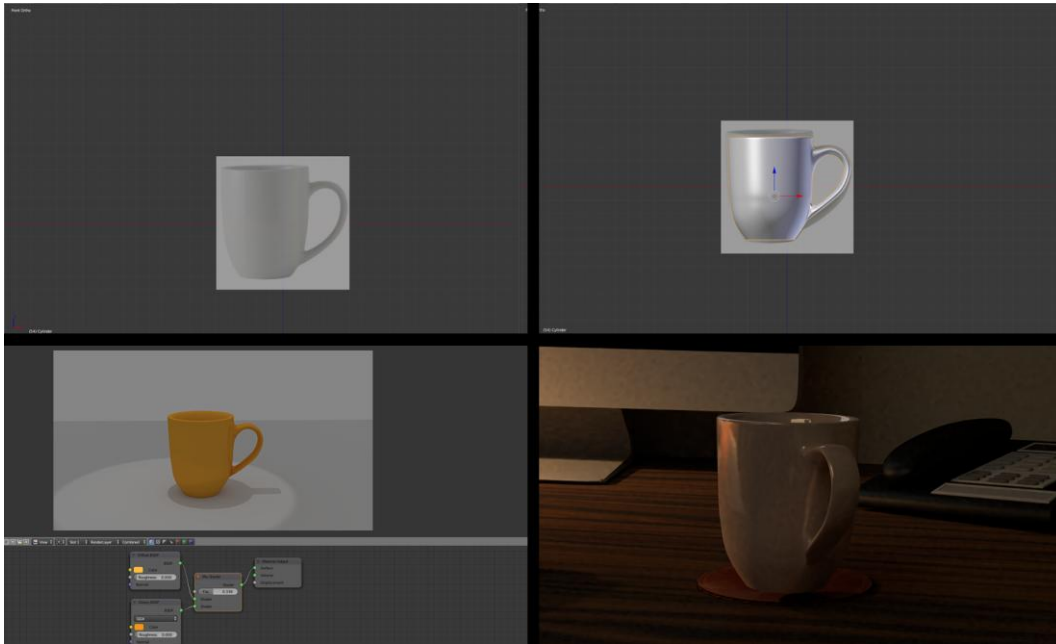


Εικόνα 24 Το αρχικό περιβάλλον εργασίας του Blender

### 2.1 Μοντελοποίηση Σκηνικού.

Για την μοντελοποίηση των αντικειμένων (assets) χρησιμοποιήθηκε η τεχνική του polygon modeling για την οποία μιλήσαμε στην εισαγωγή. Σε όσα αντικείμενα θα βρίσκονταν στο παρασκήνιο, σύμφωνα με το storyboard, αποφύγαμε να δώσουμε μεγάλη λεπτομέρεια για να γλυτώσουμε πόρους και επεξεργαστική ισχύ.

Για να γίνει σαφής ο τρόπος κατασκευής των αντικειμένων ας πάρουμε για παράδειγμα ένα ποτήρι. Η ίδια τακτική ισχύει για όλα τα αντικείμενα που δημιουργήθηκαν σε κάθε σκηνικό. Αρχικά εισαγάγαμε στο Blender τις εικόνες του αντικειμένου που θέλαμε να μοντελοποιήσουμε. Έπειτα, με οδηγό την εικόνα «χτίσαμε» το 3d αντικείμενο. Η διαδικασία αυτή μπορεί να είναι πολύ χρονοβόρα ανάλογα με τη γεωμετρία του αντικειμένου αλλά μας δίνει τη δυνατότητα να κατασκευάσουμε αντικείμενα πιστά στην πραγματικότητα. Αφού τελείωσε η κατασκευή, χρησιμοποιήθηκαν τα ανάλογα textures και shaders για να δώσουν ρεαλισμό στο εκάστοτε αντικείμενο. Τέλος, όταν το αντικείμενο είχε φτάσει στην τελική του μορφή το προστέθηκε στο σκηνικό.



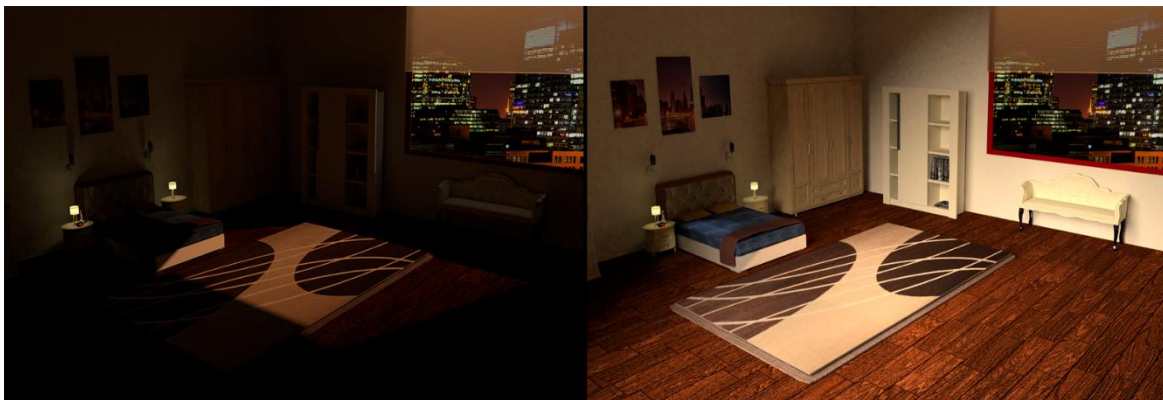
Εικόνα 25 Από πάνω αριστερά έως κάτω δεξιά η μοντελοποίηση μιας κούπας

Για τη δημιουργία του χώρου (δωματίων) της ταινίας χρησιμοποιήθηκε η ίδια τεχνική, φτιάχνοντας τους τοίχους πάνω σε κατόψεις και προσόψεις. Σημαντική λεπτομέρεια είναι οι διαστάσεις που πρέπει ο 3D artist να λάβει υπόψιν για την αποφυγή σφαλμάτων συγκριτικού μεγέθους αντικειμένων αλλά κυρίως στο φωτισμό αργότερα.



Εικόνα 26 Μοντελοποίηση συνόλου αντικειμένων και σύνθεση σκηνικού

Αφού συντεθεί το σκηνικό με όλα τα αντικείμενα (assets), γίνεται επιλογή φωτισμού. Ο φωτισμός είναι πολύ βασικός τόσο για την αληθοφάνεια του σκηνικού όσο και για την ποιότητα της εικόνας. Όπως και στις πραγματικές κάμερες έτσι και στις εικονικές που βρίσκονται στο πρόγραμμα μοντελοποίησης η έλλειψη φωτός μπορεί να καταστρέψει τις λεπτομέρειες της εικόνας. Από την άλλη, η υπερβολική έκθεση φωτός μπορεί να «κάψει» το σκηνικό. Γι' αυτό τον λόγο πρέπει να επιλεγθεί ο κατάλληλος φωτισμός τόσο ώστε να είναι ορατά τα αντικείμενα της εικόνας αλλά και να μη χάνεται η λεπτομέρεια όσο και να δίνει το κατάλληλο ύφος στη σκηνή. Το Blender προσφέρει αρκετές επιλογές διαφορετικού φωτισμού όπως spot, hemi, sun, point και άλλα, αλλά υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας presets φώτων με ρυθμίσεις και συνδυασμό των παραπάνω.



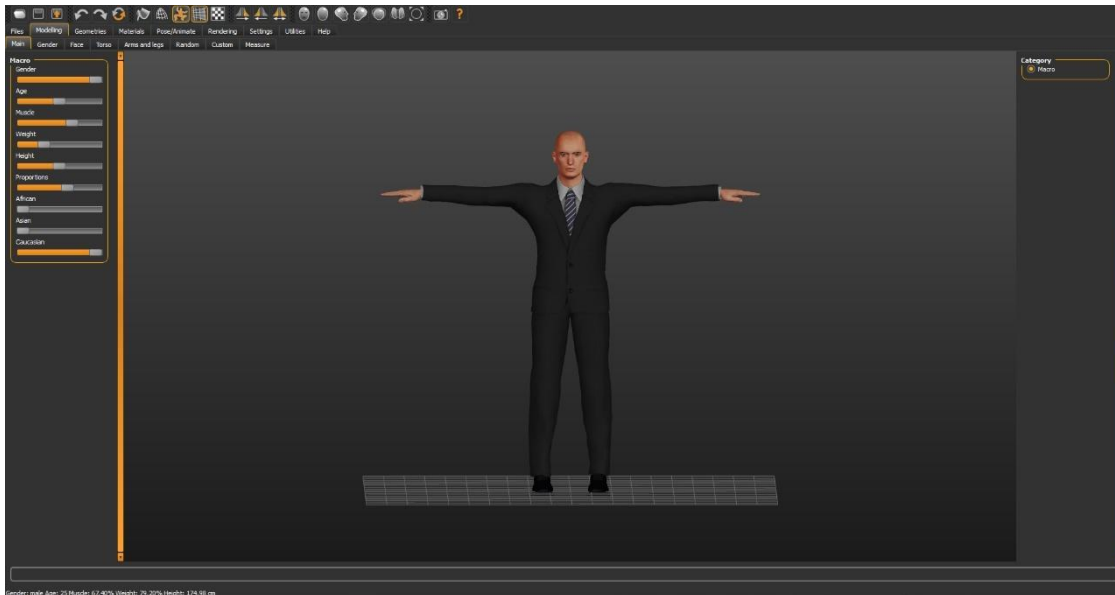
Εικόνα 27 Σύγκριση σωστού (αριστερά) και λάθος (δεξιά) φωτισμού

Στις παραπάνω εικόνες διακρίνουμε δύο διαφορετικούς φωτισμούς της ίδιας σκηνής. Η δεξιά είναι λάθος γιατί η πηγή φωτός «καίει» το σκηνικό και δεν «αφήνει» το φως από τον εξωτερικό χώρο να εισέλθει στο δωμάτιο. Η πρώτη παρότι σκοτεινή δίνει την αίσθηση της ώρας (νύχτα) και το φως που εισέρχεται από το παράθυρο φαίνεται να είναι η κύρια πηγή φωτισμού.

## 2.2 Μοντελοποίηση Χαρακτήρα (Character Modeling).

Η μοντελοποίηση του χαρακτήρα είναι ίσως η πιο δύσκολη διαδικασία μοντελισμού σε μια ταινία. Ειδικά για τον πρωταγωνιστή η κάθε λεπτομέρεια μετράει και γι' αυτόν τον λόγο μια ολόκληρη ομάδα μπορεί να δουλεύει μόνο σε αυτόν. Η διαδικασία που ακολουθείται γενικά περιεγράφηκε στο Α' μέρος και είναι παρόμοια με τη δημιουργία αντικειμένων. Για την ταινία αυτή χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Make Human με το οποίο δίνεται η δυνατότητα δημιουργίας χαρακτήρων χωρίς να χρειαστεί να έχουν σχεδιαστεί σε χαρτί αλλά να «χτιστούν» απευθείας με την τεχνική polygon modeling. Με αυτό το πρόγραμμα επιλέγονται με sliders οι διάφορες παράμετροι του χαρακτήρα, όπως σωματότυπο, γεωμετρία του κεφαλιού, ηλικία, φυλή και άλλα. Ακόμα, το Make Human δίνει την δυνατότητα επιλογής ρουχισμού, μαλλιών,

χρώμα ματιών, βλεφαρίδων, δοντιών και γενικά όλων των στοιχείων για πλήρη δημιουργία χαρακτήρα.



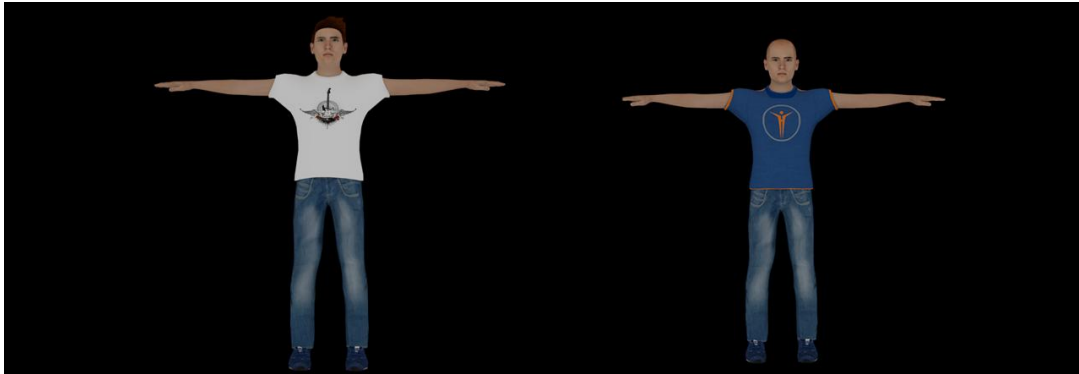
Εικόνα 28 Το περιβάλλον εργασίας του Make Human

Για την ταινία αυτή τα μαλλιά δημιουργήθηκαν χειροκίνητα στο Blender με χρήση (μορίων) particles για πιο ρεαλιστικό αποτέλεσμα. Το μειονέκτημα αυτής είναι η τεράστια επεξεργαστική ισχύς που χρειάζεται καθώς χρησιμοποιεί NURBS modeling για 4000 parent hair και 400000 children hair. Τα children hair είναι πολλαπλά αντίγραφα των parent hair και συμπεριφέρονται όπως το parent hair στο οποίο αντιστοιχεί το συγκεκριμένο πλήθος children hair.



Εικόνα 29 Χαρακτήρας με τεχνική Hair Particles

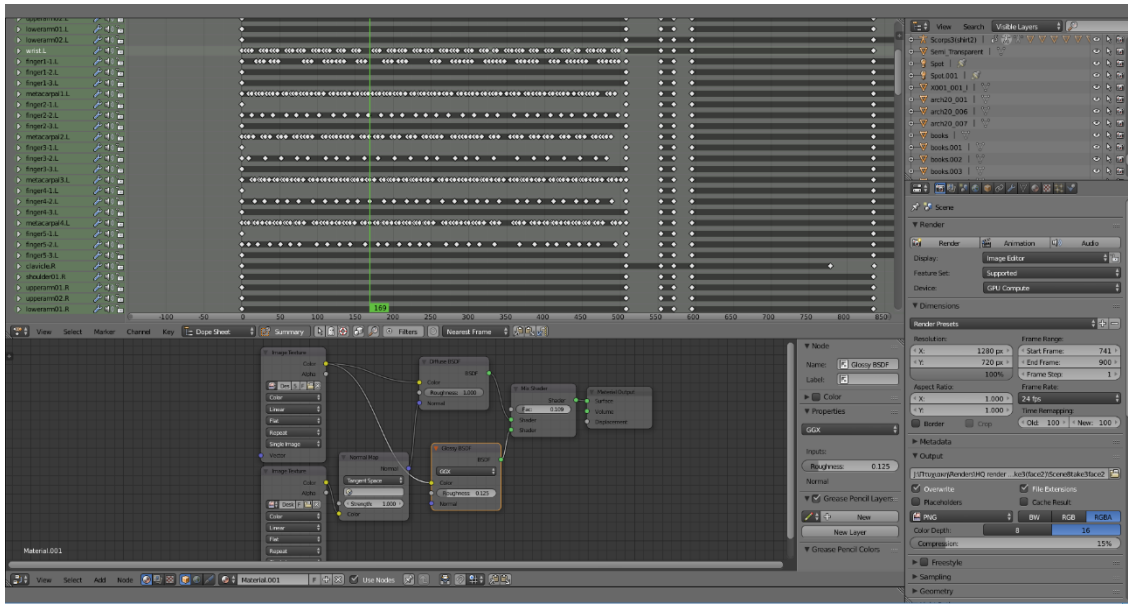
Για τον ρουχισμό του χαρακτήρα παρότι επιλέχθηκαν presets από το Make Human χρησιμοποιήθηκε το photoshop για την αλλαγή τους και έπειτα εισήχθησαν στο Blender ως νέα Textures.



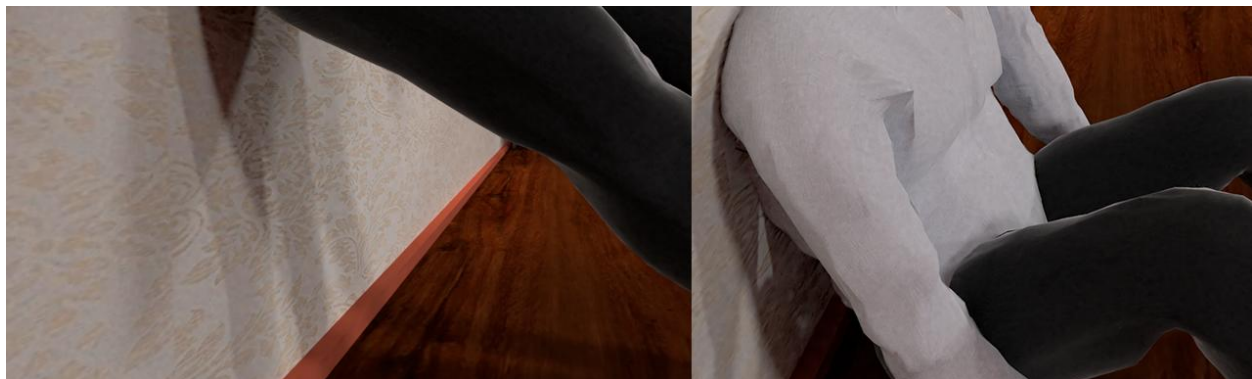
Εικόνα 30 Ρουχισμός μετά την επεξεργασία (αριστερά) και Ρουχισμός με Preset (δεξιά)

## 2.3 Σχεδιοκίνηση Χαρακτήρα (Character Animation).

Το βασικότερο στάδιο όλης της ταινίας είναι το animation. Το animation όπως είπαμε και παραπάνω δίνει «ζωή» στο σκηνικό και είναι καθοριστικό για τη λογική συνέχεια της ταινίας. Η διαδικασία αυτή είναι η πιο χρονοβόρα από όλο το production καθώς απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή και δουλειά για να προκύψει το σωστό αποτέλεσμα. Η τεχνική που χρησιμοποιήθηκε στην ταινία «All The Money In The World» ήταν η Keyframing τεχνική. Αφού τελείωσε η μοντελοποίηση των σκηνικών, των χαρακτήρων και εισήχθησαν οι χαρακτήρες στα σκηνικά και τοποθετήθηκαν στην αρχική τους θέση ξεκίνησε η επεξεργασία του σκελετού των χαρακτήρων και η τοποθέτηση keyframes ώστε να «αποθηκευτεί» η συγκεκριμένη πόζα του χαρακτήρα στη συγκεκριμένη στιγμή. Μεταξύ δύο keyframes η κίνηση καθορίζεται από τον υπολογιστή οπότε χρειάζεται συνεχώς ο έλεγχος καρέ-καρέ της κίνησης ώστε η κίνηση να δημιουργηθεί με αληθοφάνεια. Πολλές φορές χρειάστηκε η τοποθέτηση των keyframes ακόμα και σε διαδοχικά καρέ δηλαδή αλλαγή της κίνησης κάθε εικοστό τέταρτο του δευτερολέπτου προκειμένου να γίνουν μικροδιορθώσεις από την εκτίμηση του υπολογιστή.



Εικόνα 31 Τοποθέτηση των Keyframes στα αντίστοιχα καρτέ

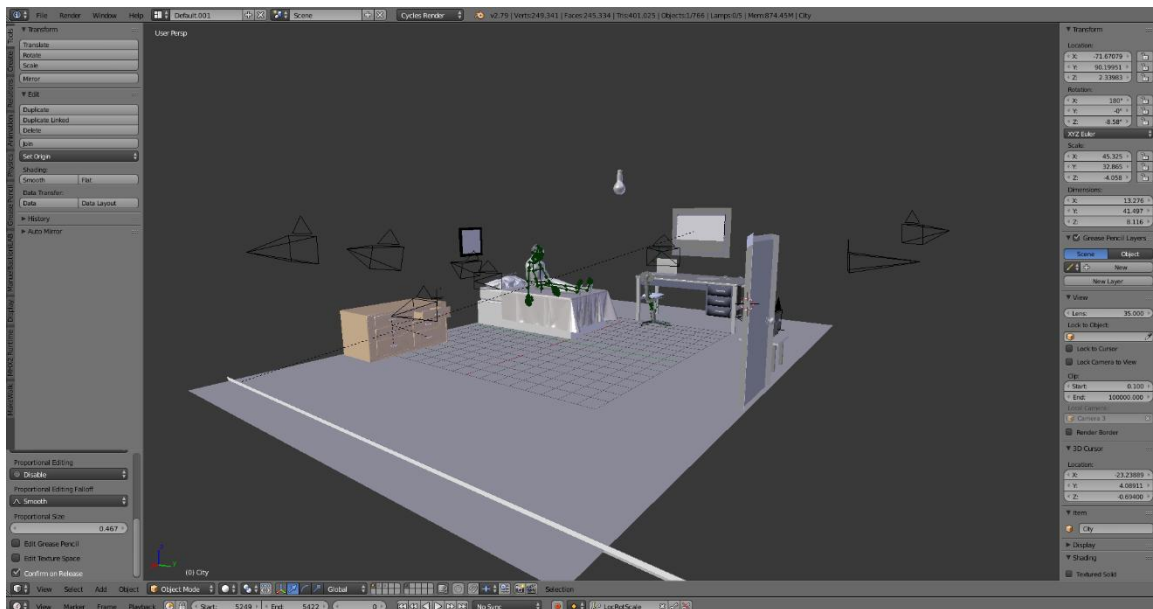


Εικόνα 32 Η κίνηση του χαρακτήρα από την αριστερή φωτογραφία ως τη δεξιά απαιτεί 172 Keyframes

## 2.4 Camera.

Αφού ολοκληρωθεί και το animation της σκηνής τοποθετούνται οι κάμερες. Η κάθε κάμερα ρυθμίζεται για μία λήψη. Μια σκηνή συνήθως περιλαμβάνει πολλές κάμερες με διαφορετικές ρυθμίσεις η κάθε μια όπως διαφορετικό άνοιγμα διαφράγματος (aperture), διαφορετικό ISO και άλλα τα οποία καθορίζονται με βάση το φωτισμό της λήψης, την απόσταση του εκθέματος το αν θέλουμε το παρασκήνιο ξεφονταρισμένο η όχι κ.α. Συνεπώς η σωστή ρύθμιση της κάμερας για την κάθε λήψη κρίνεται απαραίτητη. Για την λήψη ενός πλάνου πρέπει να επιλεγεί η κάμερα, να ρυθμιστεί σωστά σύμφωνα με τα παραπάνω και αν είναι κινούμενο πλάνο να τοποθετηθούν και στην κάμερα keyframes βάσει της επιθυμητής κίνησης.

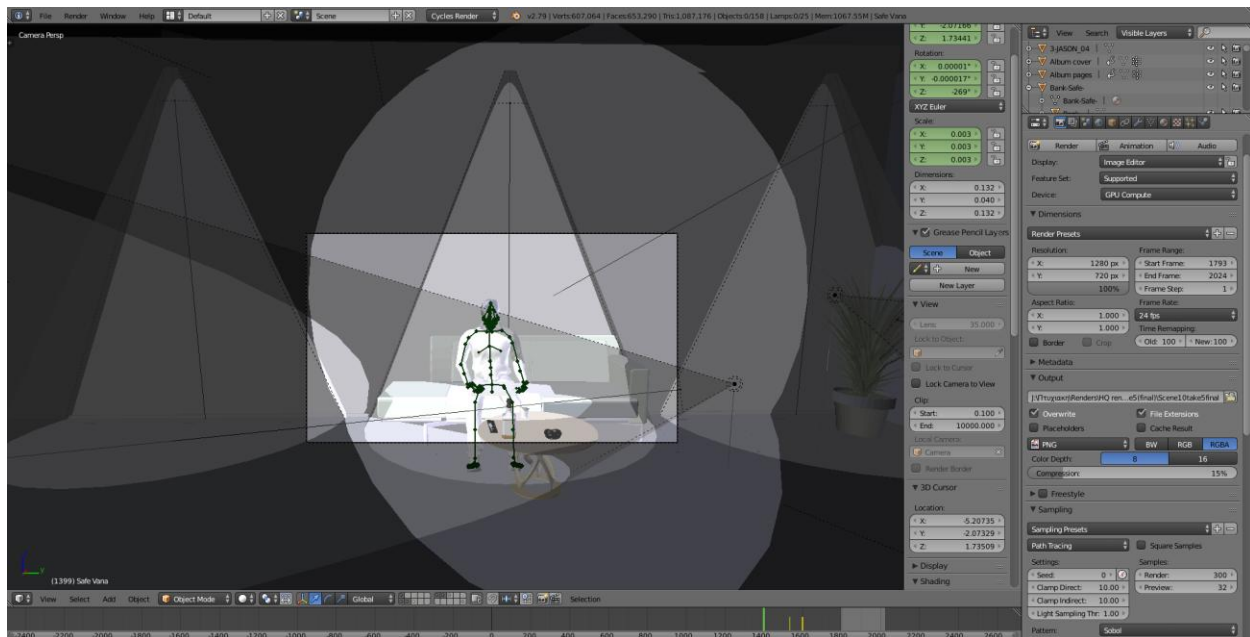




Εικόνα 33 Για την πρώτη σκηνή χρησιμοποιήθηκαν 9 κάμερες

## 2.5 Rendering.

Αφού ολοκληρωθεί και η τοποθέτηση και ρύθμιση των καμερών το τελικό στάδιο είναι το rendering. Το Rendering είναι επίσης μια χρονοβόρα διαδικασία η οποία μπορεί να διαρκέσει από μερικές ώρες έως μερικές εβδομάδες ανάλογα με την περιπλοκότητα της σκηνής. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, μια λήψη της σκηνής διαρκούσε περίπου δώδεκα με δεκατέσσερις ώρες. Στο Rendering Panel του Blender μπορούν να γίνουν οι απαραίτητες ρυθμίσεις όπως βάθος χρώματος, ανάλυση, τρόποι ανάκλασης του φωτός, λόγο εικόνας και άλλα. Αυτές οι ρυθμίσεις επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τον χρόνο που θα κάνει η συγκεκριμένη λήψη να εξαχθεί. Η εξαγωγή μπορεί να γίνει με δύο τρόπους. Είτε εξαγωγή κατευθείαν σε βίντεο είτε αρχικά σε ένα σύνολο εικόνων που με τη σειρά τους θα μετατραπούν σε βίντεο αργότερα. Για το «All The Money In The World» επιλέχθηκε ο δεύτερος τρόπος καθώς προσφέρει δύο βασικά πλεονεκτήματα. Το πρώτο είναι ότι κατά τη διάρκεια είναι δυνατός ο έλεγχος ξεχωριστά της κάθε εικόνας και να γίνει διάγνωση σφαλμάτων όπως κακός φωτισμός, artifacts, λάθος κινήσεις που δεν γίνονται αντιληπτές στο preview, έλεγχος των shaders και textures και πολλά άλλα. Το δεύτερο πλεονέκτημα είναι ότι σε περίπτωση διακοπής ρεύματος ή δυσλειτουργίας του υπολογιστή το βίντεο καταστρέφεται (corrupt) και δεν είναι δυνατή η ανάγνωση του. Με τη δημιουργία διαδοχικών εικόνων είναι δυνατή η συνέχιση του rendering από το καρέ στο οποίο δημιουργήθηκε το πρόβλημα. Αυτή η τεχνική δεν έχει κανένα μειονέκτημα καθώς ακόμα και αν ο χρήστης δε διαθέτει πρόγραμμα επεξεργασίας βίντεο το Blender περιλαμβάνει δικό του sequence editor που μπορεί να «ενώσει» τις εικόνες και να τις κάνει εξαγωγή ώστε να προκύψει ένα αρχείο βίντεο.



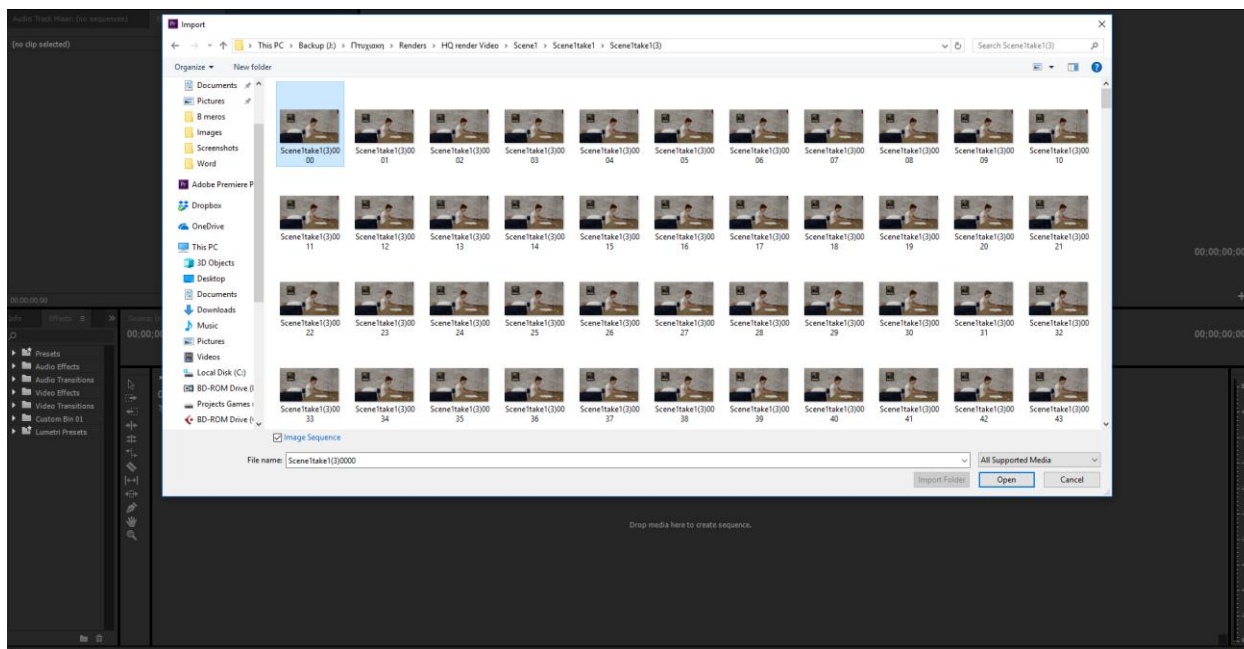
Εικόνα 34 Δεξιά το Rendering Panel με τις επιλογές που μας δίνει

### 3. Postproduction Στάδιο.

Σε αυτό το στάδιο όπως αναφέρθηκε και στο Α' μέρος μαζεύονται όλες οι σκηνές στο πρόγραμμα επεξεργασίας βίντεο, σε αυτήν την περίπτωση το Adobe Premiere Pro CC 2015, και ξεκινάει η διαδικασία της επεξεργασίας βίντεο. Ακόμα, σε αυτό το στάδιο ηχογραφήθηκαν οι ήχοι και τα μουσικά κομμάτια που ακούγονται κατά τη διάρκεια της ταινίας.

#### 3.1 Επεξεργασία Βίντεο (Video Editing).

Αφού τελείωσε το Rendering από το πρόγραμμα μοντελισμού το αποτέλεσμα, όπως είπαμε παραπάνω είναι ένα σύνολο εικόνων. Το Premiere δίνει τη δυνατότητα εισαγωγής αυτών των εικόνων ως image sequences δηλαδή αντί της εισαγωγής των μία προς μία είναι δυνατή η επιλογή της ένωσης τους σε ακολουθία βίντεο. Αυτό μπορεί να γλυτώσει το χρήστη από τη χειροκίνητη εισαγωγή των εικόνων μίας προς μία το οποίο σημαίνει ότι για μια λήψη τριών δευτερολέπτων θα έπρεπε να εισαχθούν  $3 \times 24 = 72$  εικόνες ή 11.232 για τη συνολική διάρκεια της ταινίας. Εκτός αυτού θα έπρεπε να γίνει επιπλέον διαδικασία για την μετέπειτα επεξεργασία τους (nesting).



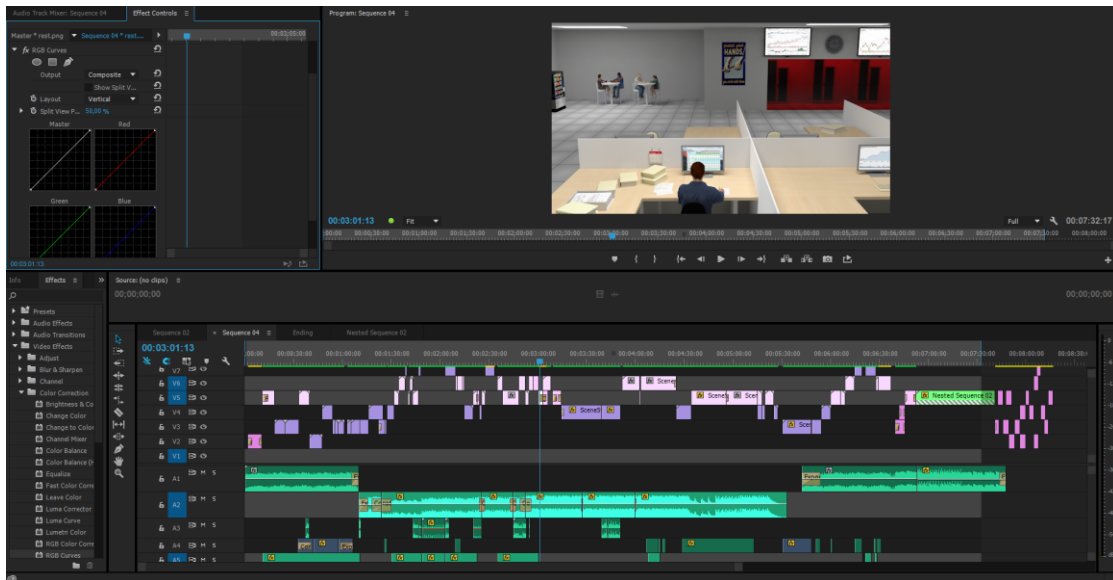
Εικόνα 35 Εισαγωγή εικόνων ως Image Sequences

## Offline Editing.

Αφού εισήχθησαν όλες οι ακολουθίες εικόνων για όλες τις λήψεις και όλες τις σκηνές ξεκίνησε η επιλογή και τοποθέτηση όλων των πλάνων που θα εμφανιστούν στη τελική μορφή της ταινίας (Initial Assembly). Έπειτα έγιναν μικρές τροποποιήσεις στο κάθε clip όπως κόψιμο κάποιων αχρείαστων καρτέ. Αφού τελείωσε αυτή η διαδικασία, εισήχθησαν οι ήχοι του περιβάλλοντος (Foley Sounds) χωρίς κάποια επεξεργασία για να γίνει έλεγχος αν χρειάζεται προσθήκη επιπλέον ήχων ή αν κάποιοι ήχοι δεν αντικατοπτρίζουν την πραγματικότητα (Rough Cut). Στη συγκεκριμένη περίπτωση δε χρειάστηκε να γίνουν διορθώσεις στο Final Cut καθώς οι το storyboard, οι λήψεις, το rendering αλλά και το Rough Cut κρίθηκαν ικανοποιητικά.

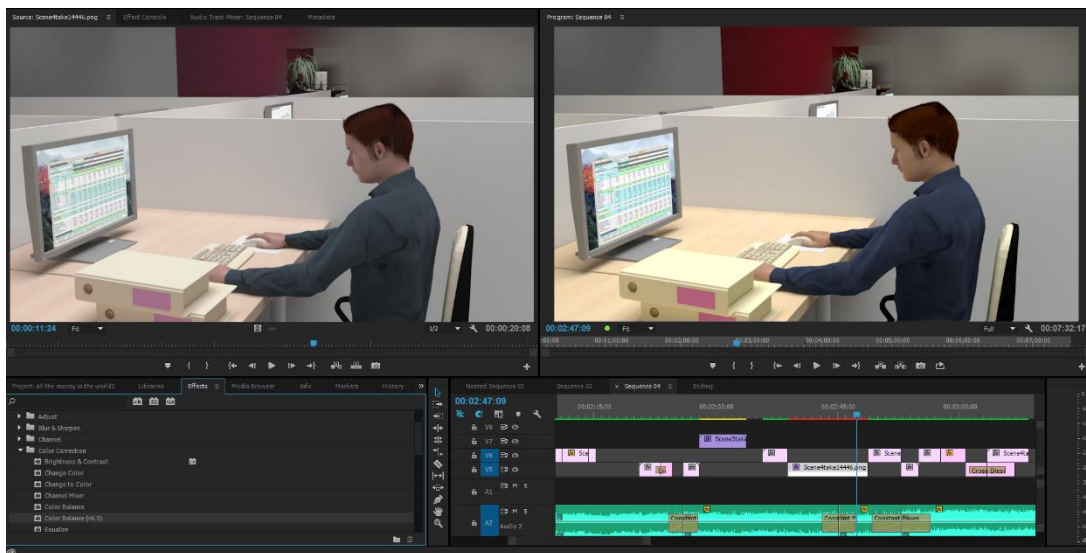
## Online Editing.

Με το πέρας του Offline Editing ξεκίνησε η διαδικασία του Online Editing. Σε αυτή τη διαδικασία αρχικά έγινε επεξεργασία της εικόνας. Πρώτα έγινε το μοντάζ μεταξύ των sequences επιλέγοντας τις κατάλληλες μεταβάσεις μεταξύ τους (Video Transitions). Κυρίως χρησιμοποιήθηκε η τεχνική Dip to Black δηλαδή του σταδιακού σβησίματος της εικόνας και σταδιακή εμφάνιση του επόμενου πλάνου.



Εικόνα 36 Το περιβάλλον εργασίας κατά τη διάρκεια του Video Editing

Αφού τελείωσε έγινε ένα πλήθος prerenders για να ελεγχθεί το αποτέλεσμα. Όταν αυτό ήταν ικανοποιητικό έγινε Color Correction. Σε αυτό το στάδιο διορθώθηκε ο χρωματισμός της εικόνας που είχε γίνει εξαγωγή από το Blender, αυξήθηκε το χρωματικό εύρος (Black to White) και έγινε Color Grading με βάση τη συναισθηματική κατάσταση του πρωταγωνιστή. Σε άλλα σημεία χρησιμοποιήθηκε αρκετός κορεσμός για να δώσει έντονα χρώματα και σε άλλα σημεία μειώθηκε για να βγει ένα πιο νωθρό αποτέλεσμα.



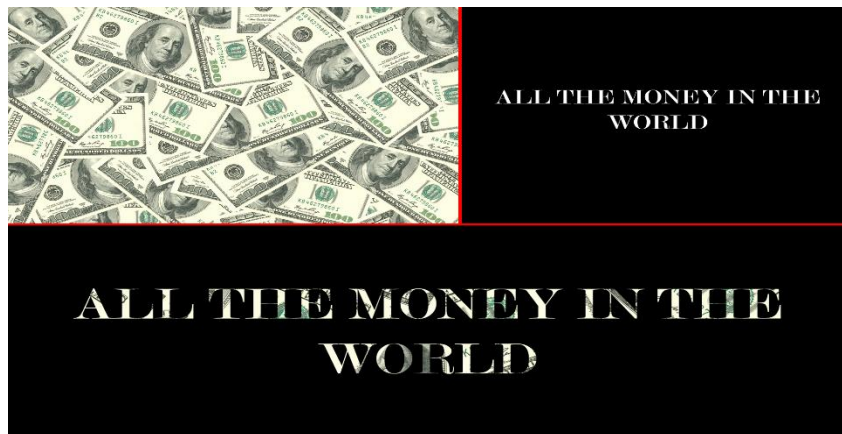
Εικόνα 37 Πριν (αριστερά) και μετά (δεξιά) το Color Correction

Αφού τελείωσε η επεξεργασία εικόνας για όλη την ταινία, δημιουργήθηκαν οι λεζάντες και οι τίτλοι. Για τα αποφθέγματα και τους τίτλους τέλους χρησιμοποιήθηκε η γραμματοσειρά Aka-Acid-Steelfish.



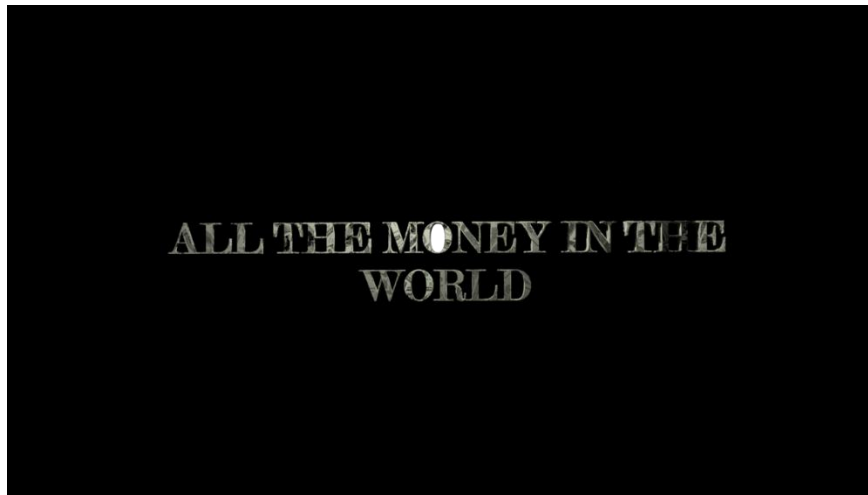
Εικόνα 38 Τίτλοι τέλους

Για τον τίτλο της ταινίας χρησιμοποιήθηκε η γραμματοσειρά Modern No. 20. Ο τίτλος αρχικά σχεδιάστηκε στο Photoshop για εύκολη προεπισκόπηση. Για να δημιουργηθεί ο τίτλος, έγινε χρήση της τεχνικής clipping mask, δηλαδή χρησιμοποιήθηκε μια υφή για να καλύψει τη γραμματοσειρά. Η υφή που χρησιμοποιήθηκε ήταν χαρτονομίσματα ώστε να δώσουν μια έμφαση στον τίτλο.



Εικόνα 39 Υφή(αριστερά), τίτλος (δεξιά) και το αποτέλεσμα (κάτω) μετά τη τεχνική Clipping Mask

Αφού το οπτικό αποτέλεσμα κρίθηκε ικανοποιητικό χρησιμοποιήθηκε το Blender για να δωθεί κίνηση στον τίτλο όπως επίσης τη δυνατότητα της ταινίας να ξεκινάει μέσα από το γράμμα «Ο». Για τη διαδικασία αυτή αρχικά δημιουργήθηκε το κείμενο «ALL THE MONEY IN THE WORLD», έπειτα το μετατράπηκε από κείμενο σε υλικό (mesh) και τέλος χρησιμοποιήθηκε bevel για να «στρογγυλευθούν» οι γωνίες. Έπειτα χρησιμοποιήθηκαν τα χαρτονομίσματα σαν υφή και το shader της διάθλασης φωτός. Ακόμα τέθηκε το background διαφανές (Transparent) και δημιουργήθηκε ένα μαύρο επίπεδο πίσω από τον τίτλο με μία τρύπα πίσω από το γράμμα «Ο». Έπειτα ρυθμίστηκε ο φωτισμός ώστε να δημιουργεί σκιάσεις στην αριστερή και δεξιά πλευρά του τίτλου. Τέλος τοποθετήθηκε η κάμερα αρχικά απέναντι από τον τίτλο και έπειτα με την τεχνική keyframing μετακινήθηκε μέσα από το γράμμα «Ο».



*Εικόνα 40 Η τελική μορφή του τίτλου με το διαφανές Background πίσω από το "Ο"*

Αφού έγινε το render στο Blender, εισήχθη ο τίτλος στο Premiere και δόθηκε, με την τεχνική keyframing, ένα έντονο Gaussian Blur (θολούρα) το οποίο καθώς ο τίτλος «πλησίαζε» στην οθόνη, έσβηνε και το βίντεο στο δεύτερο κανάλι ξεκινούσε με Additive Dissolve. Αυτός ήταν ο λόγος που δημιουργήθηκε το διαφανές background στο Blender και το κενό πίσω από το «Ο».

### **3.2 Sound Design.**

Το ηχητικό μέρος του postproduction περιελάμβανε την ηχογράφιση τόσο των Foley Sounds όσο και του Score.

#### **Foley Sounds.**

Για τους ήχους του περιβάλλοντος χρησιμοποιήθηκε το καταγραφικό Zoom H1 για την ηχογράφιση ήχων που θα υπήρχαν στα αντίστοιχα περιβάλλοντα με αυτά των σκηνικών. Κυρίως ηχογραφήθηκαν οι ambient ήχοι από γραφείο και αίθουσα συνεδριάσεων. Για τις

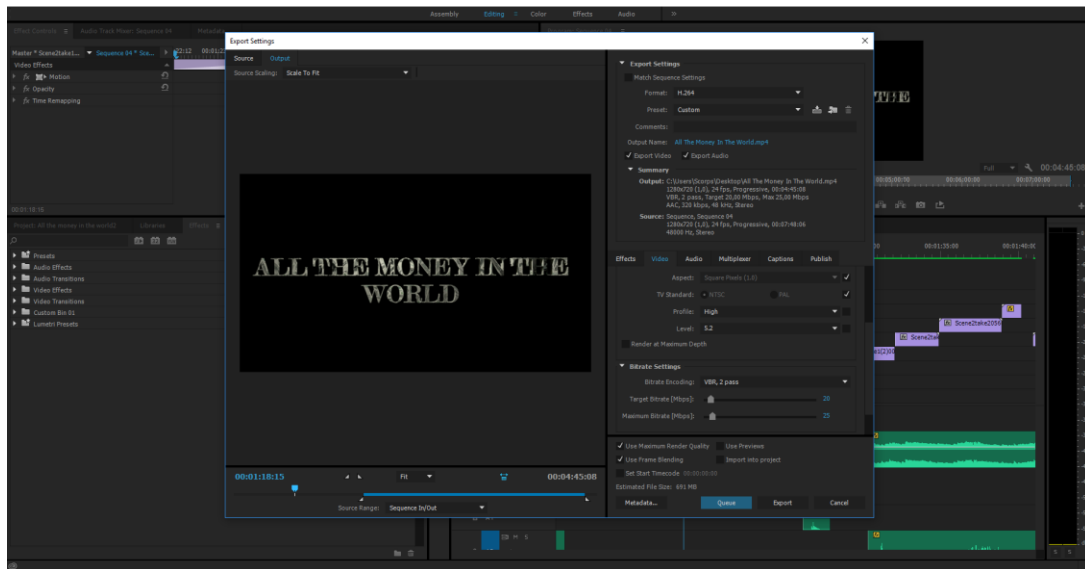
ανάγκες τις ταινίας έγινε λήψη και συμπληρωματικών ήχων από το διαδίκτυο των οποίων η καταγραφή δεν ήταν δυνατή ή η ηχογράφηση τους δεν ήταν ικανοποιητική. Αφού τελικά συλλέχθηκαν όλοι οι ήχοι εισήχθησαν στο Cubase. Παράλληλα εισήχθη και το βίντεο της ταινίας ώστε να ταιριάζουν οι ήχοι στο αντίστοιχο συμβάν του βίντεο. Μετά το ταίριασμα τους έγινε επεξεργασία ώστε οι ήχοι να ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα. Χρησιμοποιήθηκε κυρίως reverb για να δοθεί η εντύπωση του χώρου και διάφορες καμπύλες fade in και out για την ομαλή μετάβαση από το ένα sound effect στο άλλο.

### **Soundtrack (Official Score).**

Τα Soundtrack της ταινίας ηχογραφήθηκαν στο Red House Studio στη Θεσσαλονίκη, όπου έγινε και η μίξη και το Mastering τους. Το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Cubase της Steinberg. Οι οδηγοί των κομματιών είχαν ηχογραφηθεί σε Home Studio και μοιράστηκαν στους μουσικούς μέρες πριν την επίσημη ηχογράφηση των κομματιών για την εξοικονόμηση χρόνου. Τα κομμάτια είχαν σαν στόχο την εναλλαγή συναισθημάτων του πρωταγωνιστή καθ' όλη τη διάρκεια της ταινίας ώστε να κάνει τον θεατή να «νιώσει» και ο ίδιος τα συναισθήματα του πρωταγωνιστή. Αφού τελείωσε και το Mastering του κομματιού εισήχθη μαζί με τους Foley Sounds στο Premiere για το τελικό Rendering.

### **3.3 Rendering.**

Η τελική διαδικασία της παραγωγής είναι όπως είπαμε παραπάνω το Rendering., δηλαδή η αποτύπωση της επεξεργασίας, των εφέ και του ήχου σε μορφή βίντεο. Για την ταινία «All the money in the world» η κωδικοποίηση έγινε με το .H264 Codec σε μορφή MPEG-4 με μεγάλο Bitrate (20Mbps) για βέλτιστη ποιότητα εικόνας, σε ανάλυση υψηλής ευκρίνειας 720p, και ρυθμό αναπαραγωγής στα 24fps (Movie Standard) και κωδικοποίηση ήχου AAC στα 48000Hz.

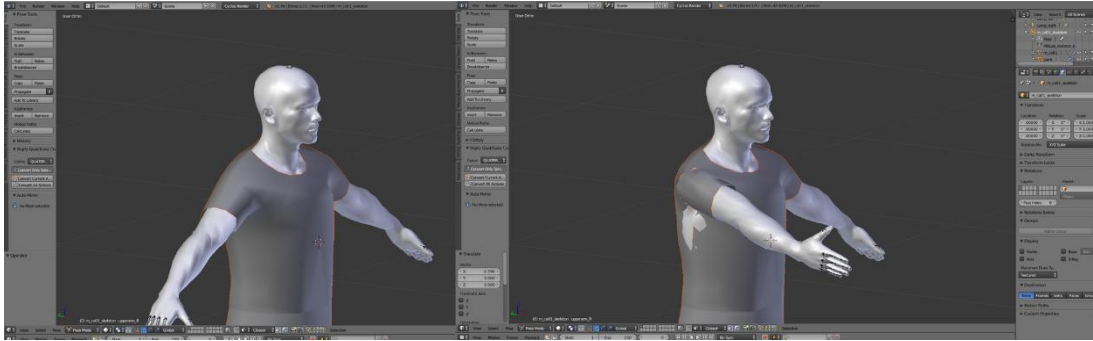


Εικόνα 41 To Render Panel του Adobe Premiere Pro CC 2015

#### 4. Συμπεράσματα-Παρατηρήσεις.

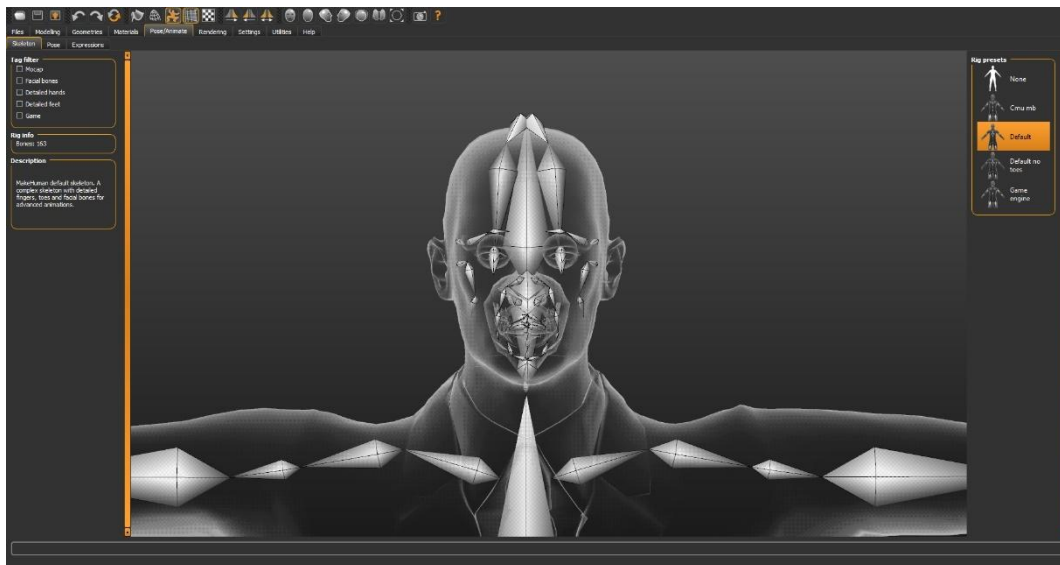
Στο πλαίσιο της πτυχιακής αυτής εργασίας αναπτύχθηκε μια ταινία 3D animation μικρού μήκους πάνω στα πρότυπα των μεγάλων παραγωγών. Χρησιμοποιήθηκαν δηλαδή ίδιες ή παρόμοιες τεχνικές και διαδικασίες όσο το δυνατόν καλύτερα με βάση την τεχνογνωσία και οικονομική δυνατότητα που υπήρξε. Το project υλοποιήθηκε σύμφωνα με τα όσα διδάχτηκαν στο μάθημα «Εισαγωγή στη Τεχνολογία της Εικόνας» αλλά και έπειτα από προσωπική έρευνα όσον αφορά το οπτικό μέρος της ταινίας. Για το κομμάτι του ήχου εφαρμόστηκαν γνώσεις που αποκτήθηκαν κατά τη διάρκεια των σπουδών στο Τμήμα Μουσικής Τεχνολογίας και Ακουστικής καθώς και έπειτα από προσωπική έρευνα σε εκπαιδευτικά συγγράμματα και ιστοσελίδες. Τα προβλήματα που προέκυψαν κατά τη διάρκεια της υλοποίησης της ταινίας ήταν αποτέλεσμα κυρίως λόγω περιορισμένης χρηματοδότησης. Τα κύρια προβλήματα ήταν η αδυναμία δημιουργίας εκφράσεων προσώπου (Facial Expressions) και περιορισμένων προεπιλογών για τη δημιουργία χαρακτήρα (Presets). Το τελευταίο, ξεπεράστηκε χάρη στην επεξεργασία των textures από πρόγραμμα επεξεργασίας εικόνων (Photoshop). Αρχικά επιλέχθηκε άλλος τρόπος αντιμετώπισης που περιελάμβανε τη δημιουργία ρουχισμού χειροκίνητα με την τεχνική Polygon Modeling αλλά στο στάδιο του animation υπήρξε πρόβλημα (cloth clipping) για το οποίο μετά από πολυήμερη έρευνα δεν βρέθηκε λύση.





Εικόνα 42 Cloth Clipping

Για τα Facial Expressions όμως ήταν αδύνατο να βρεθεί λύση με αποτέλεσμα να αλλάξει το σενάριο πριν την μοντελοποίηση των χαρακτήρων. Ο τρόπος αντιμετώπισης αυτού του προβλήματος θα ήταν η χρήση άλλου προγράμματος δημιουργίας και rigging χαρακτήρων στο οποίο όμως δεν υπήρχε πρόσβαση. Εναλλακτική λύση θα ήταν η παρουσία ενός πιο λεπτομερούς σκελετού (Rigging) σε κάποια μελλοντική έκδοση του Make Human.



Εικόνα 43 Facial Rigging στο Make Human

Συνοψίζοντας, η υλοποίηση μιας 3d animation ταινίας παρά τις δυσκολίες που αναλύθηκαν και του βαθμού δυσκολίας της είναι μια διαδικασία που προσφέρει σε βάθος γνώση των γραφικών με χρήση υπολογιστή, γίνεται εφαρμογή των θεωρητικών γνώσεων που αποκτήθηκαν ενώ παράλληλα καλλιεργείται η καλλιτεχνική έκφραση. Σε θεωρητικό επίπεδο ο φοιτητής έχει τη δυνατότητα να μάθει πολλές τεχνικές και διαδικασίες που ακολουθούνται στην παραγωγή μιας ταινίας οι οποίες αναφέρθηκαν στο Α' μέρος και εφαρμόστηκαν στο Β' μέρος αυτής της πτυχιακής εργασίας.

## 5. Βιβλιογραφία

- [1] Roland Hess, *Animating with Blender: How to Create Short Animations from Start to Finish*, Elsevier, China (2009)
- [2] Lesa Snider, *Photoshop CS5: The Missing Manual*, O'Reilly Media, Canada (2010)
- [3] Peter Weishar, *CGI: The Art of the 3D Computer-Generated Image*, Harry N. Abrams, United States (2004)
- [4] Mike Figgis, *Digital Film-Making*, Faber and Faber Ltd, London (2012)
- [5] Tony Mullen, *Introducing Character Animation with Blender*, Wiley Publishing, Canada (2007)
- [6] Bastian Müller, *Sound Design: The Development of Sound Design for Hollywood Films and its Impact on Modern Cinema*, German National Library, Hamburg (2008)
- [7] Andrew Price, *Tips for Better Lighting*, [www.blenderguru.com/articles/6-tips-for-better-lighting](http://www.blenderguru.com/articles/6-tips-for-better-lighting) - (28/12/17)
- [8] Jonathan Williamson, *Blender Basics Course*, [www.cgcookie.com](http://www.cgcookie.com) - (15/10/17)