

# Η Ολυμπία και οι Αρχαίοι Ολυμπιακοί Αγώνες: Τεχνικές για την παραγωγή πολυαισθητηριακών και εκπαιδευτικών εικονικών κόσμων

Αθανάσιος Γκαϊτατζής, Δημήτριος Χριστόπουλος, Γεώργιος Παπαϊωάννου

{gaitat,christop,gepap}@fhw.gr

Ίδρυμα Μείζονος Ελληνισμού



## Περίληψη

Στο άρθρο που ακολουθεί παρουσιάζουμε μια σειρά παραγωγών Εικονικής Πραγματικότητας, που αναπτύχθηκαν στο Ίδρυμα Μείζονος Ελληνισμού (ΙΜΕ) και συνδέονται με τους Ολυμπιακούς Αγώνες στην αρχαία Ελλάδα [3]. Σε αυτές τις παραγωγές σημαντικό ρόλο παίζει ο βαθμός αλληλεπίδρασης με τον επισκέπτη και ο εκπαιδευτικός τους χαρακτήρας. Έπειτα εξηγούνται οι τεχνικές πτυχές των παραγωγών. Από τα μοντέλα πολλαπλών αναλύσεων, στη ζωτικότητα των χαρακτήρων και στη δυναμική προσομοίωση, οι τεχνικές αυτές χρησιμοποιήθηκαν στις πρόσφατες εκπαιδευτικές παραγωγές ενσωματώνοντας το θεατή στη δραστηριότητα και παρέχοντας μια αξέχαστη εμπειρία εκμάθησης.

## 1. Εισαγωγή

Η Εικονική Πραγματικότητα ορίζεται ως εμπειρία παραγόμενη από υπολογιστή η οποία αποτελείται από στερεοσκοπικά, σε πραγματικό χρόνο, ανθρωποκεντρικά τρισδιάστατα γραφικά. Μια εμπειρία Εικονικής Πραγματικότητας μπορεί να είναι περαιτέρω εμπλουτισμένη με χωροθετημένο ήχο, μηχανήματα αφής και όσφρησης. Έτσι ο χρήστης μπορεί να πραγματοποιεί επικίνδυνες ή ανέφικτες εφαρμογές, να εξετάζει από διάφορες γωνίες και όψεις αντικείμενα ή χώρους που δεν υπάρχουν πια ή που δεν μπορούν να βιωθούν αλλιώς, να απεικονίζει το απρόσιτο ή το άμορφο ή να βιώνει τις εμπυθισιακές, διαδραστικές και αλληλεπιδραστικές ιδιότητες της συγκεκριμένης τεχνολογίας.

Το καινοτόμο σύστημα «Κιβωτός» που έχει εγκατασταθεί στο Πολιτιστικό Κέντρο του Ίδρυματος Μείζονος Ελληνισμού είναι ένα προβολικό σύστημα Εικονικής

Πραγματικότητας. Αποτελείται από οθόνες προβολής διατεταγμένες με τέτοιο τρόπο, ώστε να δημιουργούν ένα κυβικό δωμάτιο διαστάσεων 3x3x3 μέτρα. Σε κάθε οθόνη προβάλλεται ψηφιακή εικόνα που παράγεται από ηλεκτρονικό υπερυπολογιστή. Στην «Κιβωτό» χωρούν γύρω στα 10 άτομα, τα οποία φορώντας ειδικά γυαλιά έχουν τη δυνατότητα να βλέπουν την προβαλλόμενη εικόνα στερεοσκοπικά. Τα γυαλιά δηλαδή δίνουν στο χρήστη την αίσθηση του βάθους, την εντύπωση ότι η εικόνα έχει τρίτη διάσταση και ότι βυθίζεται σ' αυτή.

Χάρη στη διάταξη της κάθε οθόνης αλλά και στα ειδικά γυαλιά, η εικόνα καλύπτει 180 μοίρες από το οπτικό πεδίο των επισκεπτών, μπροστά, αριστερά, δεξιά και κάτω. Επιπλέον, το ένα ζευγάρι γυαλιών είναι συνδεδεμένο με έναν αισθητήρα, ο οποίος στέλνει στον ηλεκτρονικό υπολογιστή τη θέση του ατόμου που το φοράει στο χώρο. Έτσι ο υπολογιστής προβάλλει κάθε εικόνα με κέντρο αυτή τη θέση, δίνοντας στο συγκεκριμένο άτομο τη σωστή προοπτική. Με τη βοήθεια μιας διαδραστικής συσκευής χεριού, που μοιάζει με τρισδιάστατο ποντίκι, ο επισκέπτης μπορεί να κινηθεί μέσα στην προβαλλόμενη εικόνα ή να επιδράσει πάνω σ' αυτή. Έχει δηλαδή τη δυνατότητα να κατευθύνει την περιήγηση, να συμμετέχει ενεργά στην εξερεύνηση και μερικές φορές ακόμη και στην τροποποίηση του εικονικού περιβάλλοντος.

## **2. Παραγωγές Εικονικής Πραγματικότητας**

Η τέλεση των Ολυμπιακών Αγώνων στη γενέτειρά τους υπήρξε το εφελτήριο για μια πολυποίκιλη και πολυδιάστατη πολιτιστική δραστηριότητα. Η πρόκληση ήταν μεγάλη και το Ίδρυμα Μείζονος Ελληνισμού δεν μπόρεσε παρά να την αποδεχτεί. Με επίκεντρο την Αρχαία Ολυμπία, την ιστορία της και τους Αγώνες που τελούνταν εκεί, το ΙΜΕ δημιούργησε μια σειρά παραγωγές που αναδεικνύουν ποικίλες πτυχές του αρχαιοελληνικού πολιτισμού.

Οι παραγωγές αυτές φιλοξενούνται στην «Κιβωτό» του χρόνου, στις εγκαταστάσεις Εικονικής Πραγματικότητας του ΙΜΕ, προσκαλώντας μικρούς και μεγάλους να μοιραστούν μια μοναδική εμπειρία. Ο στόχος διπλός: η ανάδειξη της περιοχής της Αρχαίας Ολυμπίας και των μνημείων της και κυρίως η δημιουργία μιας βιωματικής εμπειρίας με τη χρήση της υπερσύγχρονης τεχνολογίας.

Για μια παραγωγή Εικονικής Πραγματικότητας ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στο σχεδιασμό της ρεαλιστικής τρισδιάστατης αναπαράστασης. Με βάση τα αρχαιολογικά και ιστορικά στοιχεία δημιουργείται το σενάριο της παραγωγής. Σταδιακά προστίθενται διαδραστικά στοιχεία που καλούν τον επισκέπτη να πάρει μέρος στη διαδραματιζόμενη πλοκή καθώς και ψυχαγωγικά στοιχεία που προσδίδουν έναν ευχάριστο τόνο στην εμπειρία. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην παιδαγωγική πτυχή της παραγωγής, καθώς η εμπειρική μάθηση αναδεικνύεται σε σημαντικό παράγοντα μόρφωσης.

Τα σχόλια των επισκεπτών επιβραβεύουν τις προσπάθειές μας. Επιπρόσθετα ενισχύουν την πεποίθησή μας –αλλά και την άποψη που διατυπώνεται στην επιστημονική κοινότητα– ότι η προτίμηση του κοινού είναι εμφανής σε διαδραστικές παραγωγές όπου ο βαθμός εμπλοκής του είναι υψηλός. Συντελούν με έναν τρόπο μοναδικό και ευχάριστο στην καλύτερη πρόσληψη της ιστορικής –στην προκειμένη περίπτωση– πληροφορίας [8].

## 2.1 Ο Ναός του Δία στην Αρχαία Ολυμπία

Στην πρώτη μας παραγωγή οι επισκέπτες έχουν την ευκαιρία να θαυμάσουν την αρχιτεκτονική του Ναού του Δία, γνωστού ως κανόνα της δωρικής ναοδομίας, καθώς και του διάσημου χρυσελεφάντινου αγάλματος του θεού, ενός από τα επτά θαύματα του αρχαίου κόσμου, το οποίο δε σώζεται σήμερα.

Στο ανατολικό αέτωμα αναπαρίσταται ο μύθος της γέννησης των Ολυμπιακών Αγώνων, ο αγώνας αρματοδρομίας των δύο μυθικών βασιλιάδων Πέλοπα και Οινόμαου. Το δυτικό αέτωμα κοσμεί ο αγώνας μεταξύ των Λαπιθών και Κενταύρων, αγώνας μεταξύ της Λογικής και του Ενστίκτου. Στις μετόπες εικονίζονται οι δώδεκα άθλοι του Ηρακλή, έξι στη δυτική πλευρά και έξι στην ανατολική. Η αναπαράσταση των άθλων του Ηρακλή μαζί με την αρματοδρομία και την Κενταυρομαχία, αποτελούν πολυσήμαντη τριλογία, σύμβολο και παράδειγμα για τους αθλούμενους στον ιερό χώρο της Ολυμπίας.



Εικόνα 1. Αποψη του ανατολικού αετώματος του Ναού του Δία.

Ο επισκέπτης μέσα από αυτή τη εμπειρία πληροφορείται την ιστορία του ναού και της ευρύτερης περιοχής επιλέγοντας τη διαδρομή που θα ακολουθήσει μέσα στο χώρο.

## 2.2 Ολυμπιακά Αγγεία

Η μελέτη αρχαίων αγγείων αποτελεί σημαντική πηγή πληροφοριών για την Αρχαιότητα. Αντλούμε στοιχεία για τη καθημερινή ζωή, τα ήθη, τα έθιμα, τις θρησκευτικές τελετές των αρχαίων Ελλήνων. Μέσα από έναν πρωτοποριακό και ευχάριστο τρόπο καλούμε τον επισκέπτη να τα ανακαλύψει και ο ίδιος.

Στη δραστηριότητα αυτή το κοινό παίρνει το ρόλο του αρχαιολόγου, ο οποίος στις ανασκαφές του ανακαλύπτει θραύσματα από αγγεία, και καλείται να τα συναρμολογήσει. Όταν όλα τα κομμάτια τοποθετηθούν σωστά στη θέση τους, η παράσταση ζωντανεύει παρουσιάζοντας ένα ολυμπιακό αγώνισμα.



Εικόνα 2. Συναρμολογήστε τα αγγεία.

### 2.3 Το εργαστήριο του Φειδία στην Αρχαία Ολυμπία

Σε αυτή την παραγωγή οι επισκέπτες έχουν την ευκαιρία να πάρουν μέρος στη δημιουργία ενός χρυσελεφάντινου αγάλματος. Τα χρυσελεφάντινα αγάλματα θεωρούνταν αριστουργήματα της ελληνικής γλυπτικής και μόνο αγάλματα θεών και ηρώων κατασκευάζονταν με το συγκεκριμένο τρόπο.

Μεταφερόμαστε στο εργαστήριο του Φειδία, όπου ο διάσημος γλύπτης μαζί με άλλους καλλιτέχνες εργάζονται για την κατασκευή του κολοσσιαίου αγάλματος του Δία, το οποίο είχε ύψος 12 μέτρα. Μέσα από την ενεργό συμμετοχή στη δημιουργία του αγάλματος, γινόμαστε και εμείς ένας από τους βοηθούς του Φειδία, για να μάθουμε από κοντά τη διαδικασία και την τεχνική κάτω από τις οδηγίες του γλύπτη. Επεξεργαζόμαστε τα εργαλεία της εποχής και τα υλικά που χρησιμοποιούσαν για να καταλάβουμε τη χρήση τους. Τέλος, ακολουθούμε τη διαδικασία που θα χρησιμοποιούσε και ο ίδιος ο Φειδίας για να τοποθετήσουμε φύλλα χρυσού και ελεφαντοστού πάνω στο ξύλινο σκελετό του αγάλματος της Νίκης. Η τρισδιάστατη ψηφιακή αναπαράσταση του αγάλματος σε όλη του τη λεπτομέρεια πραγματοποιείται με βάση την εκτενή επιστημονική έρευνα και πληροφορίες από τις περιγραφές και τα νομίσματα.



Εικόνα 3. Αποψη του εργαστηρίου του Φειδία.

### 2.4 Περίπατος στην Αρχαία Ολυμπία

Βρισκόμαστε γύρω στο τέλος του 2ου αι. π.Χ. Ξημερώνει και μπροστά μας εκτείνεται η ιερή Άλτις στην Αρχαία Ολυμπία [4].

Μπορούμε να περπατήσουμε σε όλη την περιοχή ή να πετάξουμε πάνω από αυτή, αν το επιλέξουμε, να επισκεφτούμε τα δημόσια κτήρια και τις αθλητικές εγκαταστάσεις και να μάθουμε την ιστορία τους. Το Ηραίο, ναός αφιερωμένος στη θεά Ήρα, όπου σήμερα τελείται η τελετή αφής της ολυμπιακής φλόγας. Το Γυμνάσιο στο οποίο ασκούσαν οι ακοντιστές, οι δισκοβόλοι και οι δρομείς. Η Παλαίστρα όπου προπονούσαν οι



Εικόνα 4. Η ιερή Άλτις στην Αρχαία Ολυμπία.

παλαιστές, οι πυγμαχοί και οι αθλητές του άλματος εις μήκος. Το Βουλευτήριο όπου οι αθλητές, οι ελληνοδίκες, οι κριτές, και οι κήρυκες έπαιρναν όρκο ότι θα αγωνιστούν έντιμα. Το Ναό του Δία όπου βρισκόταν το περίφημο άγαλμα του θεού. Το Πελόπιο, κενοτάφιο του βασιλιά Πέλοπα, από τον οποίο πήρε το όνομα της η Πελοπόννησος. Το Στάδιο στο οποίο διεξάγονταν τα περισσότερα αγώνισμα και που στους φετινούς Ολυμπιακούς αγώνες παραχωρήθηκε για το αγώνισμα της σφαιροβολίας.

Επιπλέον οι επισκέπτες έχουν την ευκαιρία να αλληλεπιδράσουν με τους τρισδιάστατους αθλητές του Αρχαίου Πεντάθλου το οποίο αποτελούνταν από αγώνα δρόμου 200 μέτρων, τη δισκοβολία, το άλμα εις μήκος, τη ρίψη ακοντίου και την πάλη. Εκτός από το να είναι θεατές στα αγώνισμα, οι επισκέπτες έχουν τη δυνατότητα να σηκώσουν το ακόντιο ή το δίσκο και να τα ρίξουν στην άλλη πλευρά του Σταδίου δοκιμάζοντας έτσι τις επιδόσεις τους.

Είναι τόσο συνεπαρμένοι από το περιβάλλον και τα αγώνισμα που μας ρωτούν πότε θα μπορούν να πάρουν μέρος σε περισσότερα αγώνισμα και ιδίως στην πάλη κάτι που ελπίζουμε να πραγματοποιήσουμε στο μέλλον.

### **3. Τεχνικά Θέματα**

Όλες οι παραγωγές Εικονικής Πραγματικότητας δημιουργούνται από τρισδιάστατα γραφικά πραγματικού χρόνου [6]. Αποτελούνται κυρίως από τρίγωνα και μέλημα μας είναι η ελαχιστοποίηση του αριθμού αυτών των τριγώνων, χωρίς όμως να ζημιώνουμε την πιστότητα της τρισδιάστατης αναπαράστασης. Μερικές από τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται για αυτό το σκοπό είναι οι παρακάτω:

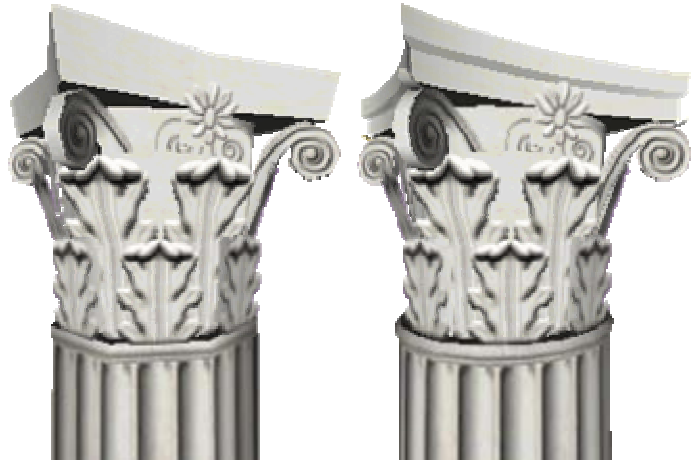
#### **3.1 Billboards**

Η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται για να ελαττώσει τον αριθμό των τριγώνων που απαιτούνται για να διαμορφωθεί μια σκηνή, με την αντικατάσταση της γεωμετρίας με μία υφή που εφαρμόζεται σε ένα τετράγωνο (ή δύο τρίγωνα). Ένα κλασικό παράδειγμα είναι η περίπτωση ενός δέντρου. Εξετάζοντας πόσα τρίγωνα απαιτούνται για την αναπαράσταση ενός δέντρου παρατηρούμε ότι είναι πάρα πολλά σε σχέση με τα τρίγωνα ολόκληρης της σκηνής. Οπότε η αντικατάσταση ενός τρισδιάστατου δέντρου με κάτι γεωμετρικά απλούστερο είναι επιβεβλημένη. Στη θέση του δέντρου τοποθετείται ένα billboard που πάντα «βλέπει» το χρήστη, οπότε ο τελευταίος δεν αντιλαμβάνεται ότι το δέντρο είναι στην πραγματικότητα ένα επίπεδο τετράγωνο με υφή. Έτσι δημιουργείται η ψευδαίσθηση της παρουσίας πολλών δέντρων σε ένα σκηνικό χωρίς την επιβάρυνσή του με μεγάλο αριθμό τριγώνων.

#### **3.2 Μοντέλα Πολλαπλών Αναλύσεων**

Ποικίλα μεγάλα, σε αριθμό τριγώνων, τρισδιάστατα μοντέλα, δεν είναι δυνατό να αποδοθούν σε πραγματικό χρόνο από τους σημερινούς υπολογιστές και τις κάρτες γραφικών. Ανεξάρτητα από το πόσο ισχυρή είναι η πλατφόρμα, ο επιθυμητός αριθμός τριγώνων πάντα φαίνεται να υπερβαίνει τον αριθμό τριγώνων που επιτρέπεται να χρησιμοποιήσουμε. Το πρόβλημα μπορεί να είναι η πολυπλοκότητα

του μοντέλου ή οι πόροι του υπολογιστή. Η θεμελιώδης έννοια μοντέλων πολλαπλών αναλύσεων είναι ότι κατά την απόδοσή τους, χρησιμοποιείται μια λιγότερο λεπτομερής αναπαράσταση του ίδιου μοντέλου για τα μικρά, απόμακρα, ή δευτερεύουσας σημασίας αντικείμενα του σκηνικού [5]. Η παραγωγή και η απόδοση αυτών των σταδιακά πιο χονδροειδών εκδόσεων των αντικειμένων είναι σημαντική πτυχή της απόδοσης γραφικών πραγματικού χρόνου.



Εικόνα 5. Κορινθιακό κιονόκρανο, μοντέλο πολλαπλής ανάλυσης.

### 3.3 Υφή λεπτομέρειας

Μια άλλη τεχνική για τη βελτίωση της οπτικής λεπτομέρειας σε μια εικονική σκηνή, και ειδικότερα στην απόδοση του εδάφους, είναι η χρήση της υφής λεπτομέρειας.

Όταν παρατηρεί κανείς από πολύ κοντά τα τρισδιάστατα μοντέλα η κύρια υφή τους αρχίζει να θολώνει (όταν π.χ. πλοηγούμαστε κοντά στο έδαφος μιας περιοχής και παρατηρούμε από κοντά τη λεπτομέρεια της υφής της αντιλαμβανόμαστε ότι είναι θαμπή). Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος εφαρμόζεται η μέθοδος της υφής λεπτομέρειας. Πρόκειται για μία δευτερεύουσα υφή, χαμηλότερης ανάλυσης αλλά μεγαλύτερης συχνότητας δεδομένων. Η υψηλής ευκρίνειας υφή λεπτομέρειας συνδυάζεται βαθμιαία πάνω στην κυρίως υφή και μόνο στην περιοχή γύρω από το χρήστη. Οι υφές λεπτομέρειας βελτιώνουν ουσιαστικά τη φυσικότητα της εικόνας, μιας και η κυρίως υφή μόνο, ανεξάρτητα από το πόσο μεγάλη είναι, δεν μπορεί να εμφανιστεί σωστά όταν παρατηρείται από κοντά. Συνήθως απαιτείται ένα δεύτερο πέρασμα της γεωμετρίας (διπλασιασμός αριθμού τριγώνων) με την υφή λεπτομέρειας για το ίδιο καρέ. Αυτό αποτελεί και το μειονέκτημα της μεθόδου, άρα πρέπει να χρησιμοποιείται με προσοχή.

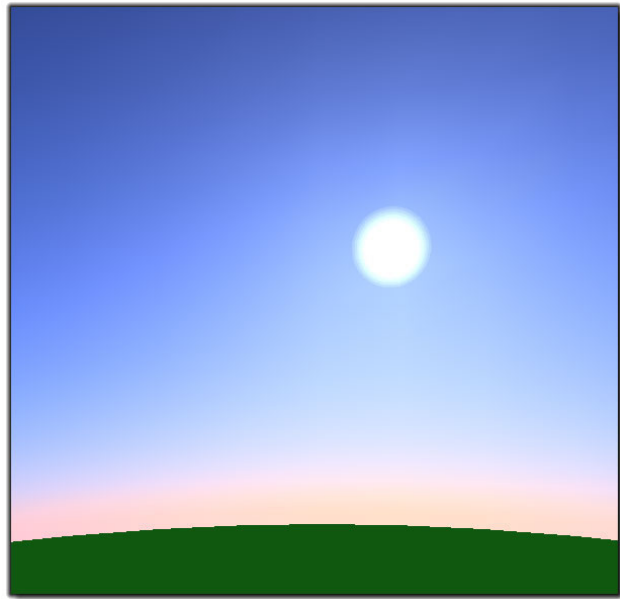
### 3.4 Ρεαλιστική προσομοίωση ουρανού

Η αναπαράσταση εξωτερικών χώρων επηρεάζεται σημαντικά όχι μόνο από το ηλιακό φως αλλά και από το φως που προέρχεται από την ουράνια θόλο (ατμόσφαιρα), η οποία επηρεάζεται από τις καιρικές συνθήκες.

Ένα μοντέλο προσομοίωσης ουρανού προσπαθεί να αναλύσει και να υπολογίσει με ακρίβεια τις διάφορες παραμέτρους που επηρεάζουν το φωτισμό (π.χ. καιρικές συνθήκες) σε ένα περιβάλλον Εικονικής Πραγματικότητας. Στόχος είναι η όσο το δυνατόν πιστότερη απόδοση της επίδρασης της φωτιστικής πηγής (χρωματική διαβάθμιση της ατμόσφαιρας) στο ιδεατό περιβάλλον σε σχέση με αυτή που ισχύει στην πραγματικότητα.

Το υπολογιστικό μοντέλο προσομοίωσης [9] [12] που υλοποιήθηκε για το πρόγραμμα «Περίπατος στην Αρχαία Ολυμπία» επιτρέπει την εισαγωγή των καιρικών συνθηκών και της θέσης του ήλιου και παράγει αυτόματα την κατάλληλη χρωματική πληροφορία για την ατμόσφαιρα προσαρμόζοντας και το φωτισμό της σκηνής.

Με αυτό το μηχανισμό το πρόγραμμα εμπλουτίστηκε με δυναμικές αλλαγές στην ώρα της ημέρας, ξεκινώντας από την αυγή, συνεχίζοντας με την ανατολή του ηλίου και καταλήγοντας στο τέλος του προγράμματος στη δύση του ηλίου και στην αναπαράσταση του νυχτερινού ουρανού με άστρα και φεγγάρι. Συνεισφέρει όχι μόνο στην πιο ρεαλιστική απεικόνιση του τοπίου αλλά και στην ουσιαστικότερη ενσωμάτωση του επισκέπτη στο περιβάλλον.



Εικόνα 6. Προσομοίωση ουρανού.

### 3.5 Φωτογραφικές μέθοδοι αναπαράστασης

Στις αρχαιολογικές εφαρμογές το μεγαλύτερο μέρος της υπολογιστικής ισχύς χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση αρχαιολογικών χώρων (φυσικό περιβάλλον) αλλά και για την ανάδειξη αρχιτεκτονικών λεπτομερειών κτηρίων (εσωτερικοί και εξωτερικοί χώροι) που αποτελούν συνήθως τα κύρια σημεία του ενδιαφέροντος. Προκειμένου να εμπλουτιστούν αυτά τα περιβάλλοντα, χρησιμοποιούνται χαρακτηριστικές κινήσεις. Για να αποδοθούν όμως πολλοί χαρακτήρες με σύνθετα πολυγωνικά μοντέλα επιπροσθέτως των κτιρίων, σε πραγματικό χρόνο, θα χρειαζόταν ένα αρκετά ισχυρό υπολογιστικό σύστημα. Επομένως πρέπει να διατηρηθεί μία ισορροπία μεταξύ του αριθμού των μοντέλων και της πολυπλοκότητάς τους. Δυστυχώς, η χρήση μοντέλων χαμηλής ανάλυσης έρχεται σε αντίθεση με την ανάλυση του υπόλοιπου περιβάλλοντος, που είναι καλύτερης ποιότητας και έτσι χάνεται η ψευδαίσθηση.

Προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί η γεωμετρική πολυπλοκότητα του περιβάλλοντος και να επιτευχθεί μια ισορροπία μεταξύ του αριθμού και της ποιότητας των μοντέλων, συχνά χρησιμοποιούνται φωτογραφικές μέθοδοι αναπαράστασης. Η αρχή της μεθόδου [2] [7] έγκειται στην αντικατάσταση πολύπλοκων μοντέλων από μία σειρά φωτογραφιών που εφαρμόζονται σαν υφές πάνω σε απλούστερα πολύγωνα. Ανθρώπινες μορφές έχουν απεικονιστεί επιτυχώς χρησιμοποιώντας τη συγκεκριμένη μέθοδο. Έτσι ξεκινώντας από ένα χαρακτήρα υψηλής ανάλυσης (μεγάλο αριθμό τριγώνων) και φωτογραφίζοντας το χαρακτήρα από διαφορετικές θέσεις, συγκεντρώνουμε όλες τις υφές που χρειάζονται για να τις εφαρμόσουμε πάνω στην απλή γεωμετρία (π.χ. σε ένα billboard δύο τριγώνων). Ανάλογα με το ποια κατεύθυνση έχει ο χρήστης ως προς το χαρακτήρα, αντικαθιστούμε την υφή του

billboard με αυτή της σωστής άποψης. Συνήθως, γύρω στις δέκα με δώδεκα φωτογραφίες είναι αρκετές για να καλύψουν όλες τις γωνίες θέασης του χαρακτήρα.

Όταν χρησιμοποιείται σωστά η φωτογραφική μέθοδος αναπαράστασης, τα οφέλη σε ταχύτητα και μνήμη του υπολογιστικού συστήματος είναι μεγάλα. Η λεπτομέρεια των μοντέλων μπορεί να είναι υψηλή, ανάλογα με την ανάλυση της φωτογραφικής υφής και έτσι να επιτυγχάνεται φυσικότητα και ρεαλιστικότητα. Η δημιουργία των υφών δεν είναι απαραίτητο να γίνεται σε πραγματικό χρόνο και έτσι δεν επιβαρύνεται το υπολογιστικό σύστημα.

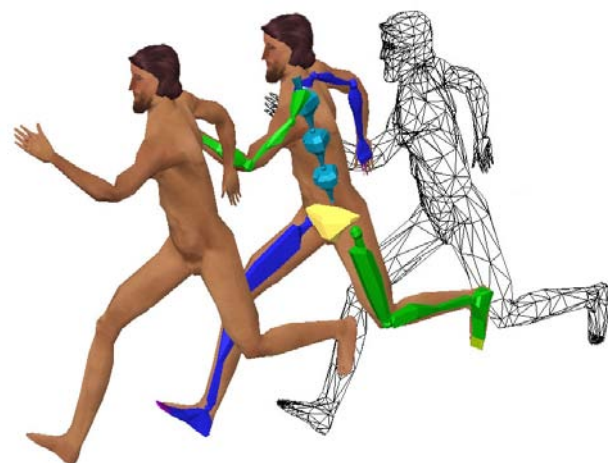
Τις δυνατότητες της παραπάνω μεθόδου χρησιμοποιήσαμε για να εμπλουτίσουμε με κίνηση και ζωντάνια την παραγωγή «Το Εργαστήρι του Φειδία», όπου ο διάσημος γλύπτης της αρχαιότητας και οι συνεργάτες του φιλοτεχνούν το άγαλμα του Δία.



Εικόνα 7. Αναπαράσταση καλλιτέχνη μέσα από φωτογραφίες.

### 3.6 Τρισδιάστατοι Χαρακτήρες Κίνησης

Η χρήση των τρισδιάστατων χαρακτήρων κίνησης [10] [11] είναι απαραίτητη σε περιβάλλοντα Εικονικής Πραγματικότητας, όπου οι θεατές καλούνται να εξερευνήσουν και να συμμετέχουν ενεργά στην εξέλιξη της πλοκής. Είναι παρατηρημένο ότι ο βαθμός αλληλεπίδρασής τους αυξάνεται, όταν συνδυάζονται με εικονικούς ανθρώπους, στους οποίους αναγνωρίζουν φυσικά χαρακτηριστικά, όπως τις χειρονομίες τους και την κίνησή τους.



Εικόνα 8. Αθλητής σε κίνηση, ο ενδοσκελετός και το τελικό πλέγμα.

Υπάρχουν αρκετές τεχνικές για να δοθεί κίνηση σε τρισδιάστατες φιγούρες σε πραγματικό χρόνο. Η τεχνική όμως που έχει καθιερωθεί είναι αυτή της κίνησης ενός αρθρωμένου ενδοσκελετού πάνω στον οποίο προσκολλάται στην συνέχεια το πλέγμα του αντικειμένου. Έτσι μετά τον αρχικό σχεδιασμό της φιγούρας σε χαρτί δημιουργείται μια ιεραρχική δομή, ένας ενδοσκελετός, που αποτελείται από όσα κόκαλα (bones) χρειάζεται κάθε χαρακτήρας για να κινηθεί. Καθένα από τα



κόκαλα αντιστοιχεί σε ένα μέλος του σώματος. Πρόκειται απλώς για ένα μετασχηματισμό που καθορίζει τη θέση του συγκεκριμένου κόκαλου σε σχέση με αυτό που βρίσκεται πιο ψηλά στην ιεραρχία. Στη συνέχεια το εξωτερικό πλέγμα του μοντέλου προσαρμόζεται στο σκελετό (skinning) και επεξεργάζονται τα σημεία καθένα ξεχωριστά (envelopes), ώστε να ανταποκρίνονται σωστά σε κάθε δυνατή κίνηση του σκελετού. Για να ζωντανέψουμε τη φιγούρα το μόνο που έχουμε να κάνουμε είναι να κινήσουμε το σκελετό με το να μετασχηματίσουμε τα κόκαλα σε πραγματικό χρόνο. Το εξωτερικό πλέγμα, αν έχει σχεδιαστεί σωστά, ακολουθεί τις κινήσεις του σκελετού. Έτσι καταλήγουμε σε μια ρεαλιστική ανθρώπινη φιγούρα γεμάτη ζωντάνια.

Στο τελευταίο μας έργο «Περίπατος στην Αρχαία Ολυμπία» η παραπάνω μέθοδος εφαρμόστηκε με επιτυχία για τους αθλητές του αρχαίου πεντάθλου. Στο μέλλον προσβλέπουμε στη δημιουργία ακόμη πιο ρεαλιστικών χαρακτήρων, φιγούρων στις οποίες να είναι εφικτός ο χειρισμός των εκφράσεων του προσώπου. Προσδοκία μας επίσης είναι η ένδυση των χαρακτήρων μας με υφάσματα αποδοσμένα τόσο ρεαλιστικά, ώστε να μπορούν να ακολουθούν τις κινήσεις του σώματος και να τυλίνουν σαν αληθινά τους ήρωες στις παραγωγές μας.

#### 4. Επίλογος

Καθώς η αυλαία των Ολυμπιακών Αγώνων της Αθήνας έπεσε, ήρθε και το τέλος της δημιουργίας της σειράς των παραγωγών του ΙΜΕ για την ιστορία της αρχαίας Ολυμπίας. Για άλλη μια φορά επιβεβαιώνεται η σημασία της αλληλεπίδρασης του κοινού με το περιβάλλον, του σεναρίου που έχει σχέση με τον πολιτισμό και της προηγμένης γραφικής αναπαράστασης. Αυτοί οι βασικοί παράγοντες συντελούν στην δημιουργία παραγωγών Εικονικής Πραγματικότητας που προσφέρουν μια ικανοποιητική, καλαίσθητη και εκπαιδευτική εμπειρία για το κοινό. Ενθαρρυμένοι από τους αριθμούς επισκεπτών (περ. 7.500) και τη θετική τους κρίση, κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού των Ολυμπιακών Αγώνων, αισθανόμαστε πεπεισμένοι ότι πετύχαμε στην πρόκληση να φέρουμε την αρχαία Ολυμπία στο κοινό και σίγουροι ότι οι μελλοντικές μας παραγωγές θα αναδείξουν και νέες πτυχές του ελληνικού πολιτισμού, χρησιμοποιώντας τα πιο σύγχρονα τεχνολογικά μέσα στο χώρο της Εικονικής Πραγματικότητας.

Παραθέτουμε μερικά από τα σημαντικότερα αποσπάσματα από το βιβλίο των επισκεπτών μας:

«Τι καταπληκτική έκθεση, και η πραγματική και η εικονική. Διατηρήστε την καλή εργασία» – Τ. Berners-Lee, εφευρέτης του World Wide Web.

«Σήμερα, στην τρίτη επίσκεψή μου, θαύμασα πάρα πολύ το νέο τρισδιάστατο πρόγραμμα της Αρχαίας Ολυμπίας» – J. Rogge, Πρόεδρος της Διεθνούς Ολυμπιακής Επιτροπής.

«Καταπλήσσομαι με την επίσκεψή μου στο Ναό του Δία. Θα επιθυμούσα να εκφράσω το θαυμασμό και τα ειλικρινή συγχαρητήριά μου» – Ι. Σκουλαρίκης, δήμαρχος της Ολυμπίας.

## 5. Ευχαριστίες

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την κα Αιμιλία Βούλγαρη για τη δημιουργία των τρισδιάστατων μοντέλων και υφών και την κα Χαρά Σφυρή για τη μοντελοποίηση και το animation των χαρακτήρων, καθώς και για τη δημιουργία των υφών για τις παραπάνω παραγωγές.

Τέλος θερμές ευχαριστίες οφείλονται στο Ίδρυμα Μείζονος Ελληνισμού που μας δίνει τη δυνατότητα να χρησιμοποιούμε και να εφαρμόζουμε την τελευταία λέξη της τεχνολογίας.

## Βιβλιογραφία

1. Cohen-Or, D. – Chrysanthou, Y.L. – Silva, C.T. – Durand, F., «A Survey of Visibility for Walkthrough Applications», *IEEE TVG*, 9.3, 2003, σελ. 412-431.
2. Christopoulos, D. – Gaitatzes, A. – Papaioannou, G., “Image-Based Techniques for Enhancing Virtual Reality Environments”, Proc.: *Arts and Cultural Heritage, 2nd International Workshop on ICTs*, ARTNOUVEAU, 2003.
3. Gaitatzes, A. – Christopoulos, D. – Roussou, M., “Reviving the Past: Cultural Heritage Meets Virtual Reality”, Proc.: *Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage*, VAST, 2001.
4. Gaitatzes, A. – Christopoulos, D. – Papaioannou, G., “The Ancient Olympic Games: Being Part of the Experience”, Proc.: *5th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Intelligent Cultural Heritage*, VAST, 2004.
5. Luebke, D. – Reddy, M. – Cohen, J.D. – Varshney, A. – Watson, B. – Huebner, R. (2003), *Level of Detail for 3D Graphics*, Morgan Kaufmann.
6. Möller, T. – Haines, E. (1999), *Real-Time Rendering*, AK Peters.
7. Papaioannou, G. – Gaitatzes, A. – Christopoulos, D., “Enhancing Virtual Walkthroughs of Archaeological Sites”, Proc.: *4th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage*, VAST, 2003.
8. Preece, J. – Rogers, Y. – Sharp, H. – Benyon, D. – Holland, S. – Carey, T. (1994), *Human – Computer Interaction*, Addison-Wesley.
9. Preetham, A.J. – Shirley, P. – Smits, B.E., “A Practical Analytic Model for Daylight”, Proc.: *ACM SIGGRAPH*, σελ. 91-100, 1999.
10. Watt, A. – Watt, M. (1993), *Advanced Animation and Rendering Techniques, Theory and Practice*, Addison-Wesley.
11. Woodland, R. (2000), *Filling the Gaps – Advanced Animation Using Stitching and Skinning. Game Programming Gems*, DeLoura, M. (επιμ.), Charles River Media, σελ. 476-483.
12. Wyszecki, G. – Stiles, W.S. (2000), *Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulae*, Wiley-Interscience.