

ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ **Η τεχνολογική διάσταση**

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ο άνθρωπος θυμάται, συλλογίζεται, αναρωτιέται, σκέφτεται, αντιλαμβάνεται, δημιουργώντας εικόνες. Όταν βλέπει μία εικόνα, πραγματική ή δημιουργημένη από την φαντασία του, βγάζει συμπεράσματα και με βάση αυτά τα συμπεράσματα αποφασίζει. Όλη η προσπάθεια του ανθρώπου είναι να παίρνει σωστές αποφάσεις, για να παίρνει σωστές αποφάσεις πρέπει να έχει αντικειμενικές εικόνες. Αυτό είναι και το θέμα του συγκεκριμένου άρθρου, οι αντικειμενικές εικόνες.

Η εξέλιξη του πολιτισμού της Γης, ανέκαθεν, εξαρτιόταν από τον τρόπο δημιουργίας εικόνων στους ανθρώπους. Τα αρχαία χρόνια, οι εικόνες που δημιουργούσαν οι άνθρωποι επηρεαζόταν από το λόγο, τους πιο πρόσφατους αιώνες επηρεαζόταν από τα βιβλία, τα πιο πρόσφατα χρόνια από το ραδιόφωνο και στις ημέρες μας επηρεάζονται από την τηλεόραση.

Στην εποχή που γεννιέται, οι εικόνες που θα δημιουργεί ο άνθρωπος δεν θα εξαρτώνται από τις παθητικές εικόνες της τηλεόρασης αλλά από τις δυναμικές εικόνες που θα μπορεί να δημιουργεί, να βλέπει, να συναλλάσσεται μαζί τους και να τις τροποποιεί σύμφωνα με την επιθυμία του αλλά και σύμφωνα με το λογισμικό της εκάστοτε εφαρμογής που θα χρησιμοποιεί. Η τεχνολογία αυτή της νέας εποχής, που περιλαμβάνει Ηλεκτρονικό Υπολογιστή με υψηλές γραφικές και ακουστικές δυνατότητες και ευφύες Λογισμικό, λέγεται Εικονική Πραγματικότητα. Όπως κάθε επαναστατική αλλαγή στη ζωή του ανθρώπου εμπεριέχει ταυτόχρονα και την θετική και την αρνητική δυνατότητα, το ίδιο θα συμβεί και στην νέα εποχή με την νέα τεχνολογία της εικονικής πραγματικότητας. Η επιρροή αυτή, όπως κάθε επιρροή στην εποχή μας, λόγω της μεγάλης ταχύτητας εξέλιξης των πραγμάτων, προβλέπεται να είναι καταλυτική και εξαιρετικά κρίσιμη για τον πολιτισμό μας ίσως δε και για την ίδια την τύχη της γήινης ανθρωπότητας.

Οι τεχνολογίες της Εικονικής Πραγματικότητας δεν θα έχουν πατρίδα και θα είναι διαθέσιμες σε όλους τους κατοίκους της γης.

Όλοι οι τομείς της ανθρώπινης ζωής, όπως η εκπαίδευση, η εργασία και η ψυχαγωγία θα γίνονται βάσει της εικονικής πραγματικότητας.

Ο κάθε άνθρωπος αυτής της Γης, κάθε κοινωνική ομάδα, κάθε κράτος, κάθε κυβέρνηση αρχίζουν να σκέφτονται τι πρέπει να κάνουν σ' αυτή την νέα κρίσιμη εποχή με αυτή τη νέα τεχνολογία της Εικονικής Πραγματικότητας. Για να δώσουν απάντηση στο τι πρέπει να κάνουν πρέπει πρώτα να καταλάβουν τι είναι αυτή η τεχνολογία και που πηγαίνει. Αυτό θα προσπαθήσω να κάνω στη συνέχεια με την περιγραφή των σημερινών (Σεπτέμβριος 2002) δεδομένων της τεχνολογίας των ηλεκτρονικών υπολογιστών και του λογισμικού.

Η ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΙ Η ΤΕΧΝΙΤΗ ΕΙΚΟΝΑ

Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής έχει δύο εξαιρετικές ικανότητες:

1^{ov}) την δυνατότητα να κάνει τεράστιο αριθμό πράξεων (προσθέσεις, αφαιρέσεις, πολλαπλασιασμούς και διαιρέσεις) π.χ. ένα δισεκατομμύριο πράξεις το δευτερόλεπτο, ενώ ο άνθρωπος μπορεί να κάνει το πολύ μία πράξη το δευτερόλεπτο.

2^{ov}) την δυνατότητα να ‘θυμάται’ ή να ‘ανατρέχει’ σε τεράστιο αριθμό πληροφοριών, π.χ. σε εκατοντάδες εγκυκλοπαίδειες, σε ελάχιστο χρόνο, ενώ ο άνθρωπος έχει ασθενή μνήμη και περιορισμένη δυνατότητα πρόσβασης στις πληροφορίες.

Αντίθετα ο άνθρωπος έχει την δυνατότητα, βλέποντας μία εικόνα, να βγάζει συμπέρασμα σε ένα δευτερόλεπτο, ενώ ο ηλεκτρονικός υπολογιστής θα χρειαζόταν μήνες για να κάνει την ίδια δουλειά.

Ο άνθρωπος επομένως δεν έχει παρά να αξιοποιήσει την δυνατότητα των ηλεκτρονικών υπολογιστών να κάνουν πράξεις ώστε να του δημιουργούν εικόνες και να του δίνουν πληροφορίες με τις οποίες ο ίδιος θα αντιλαμβάνεται και θα αποφασίζει.

Για να αντιληφθεί ένας άνθρωπος ένα αντικείμενο, π.χ. ένα αυτοκίνητο που δεν έχει ξαναδεί, μπορεί να ακούσει ή να διαβάσει την περιγραφή του από κάποιον που το γνωρίζει. Η αντίληψη που θα αποκτήσει ο άνθρωπος για το αντικείμενο θα είναι λιγότερο ή περισσότερο ελλιπής επειδή εξαρτάται από πάρα πολλούς παράγοντες οι κυριότεροι των οποίων είναι:

1^{ov}) η ορθή αντίληψη του αντικειμένου από τον άνθρωπο που περιγράφει το αντικείμενο,

2^{ov}) η αναλυτική και προσδιοριστική ικανότητα του ίδιου ανθρώπου που στη συνέχεια το περιγράφει,

3^{ov}) η αντιληπτική δυνατότητα του ανθρώπου που ακούει την περιγραφή,

Αν σ’ αυτούς τους παράγοντες προστεθούν και οι διαφορές εμπειρίας, τεχνικού επιπέδου, μορφωτικού επιπέδου, αφαιρετικής ικανότητας, κ.ά. γίνεται κατανοητή η δυσκολία αντικειμενικής αντίληψης του αντικειμένου, επειδή οι αδυναμίες, τόσο του περιγράφοντος όσο και του ακούντος, δεν προστίθεται απλά αλλά πολλαπλασιάζονται. Λάθος σε ένα μόνο σημείο της προσπάθειας αντίληψης του αντικειμένου μπορεί να παρασύρει σε τελείως άλλο συμπέρασμα από το πραγματικό.

Το σοβαρότερο πρόβλημα της περιγραφής ενός αντικειμένου με λόγια είναι η περιορισμένη αντίληψη σε ένα πολύ μικρό μέρος του συνόλου και αυτό μάλιστα υποκειμενικά.

Ο καλύτερος τρόπος περιγραφής ενός αντικειμένου είναι η ίδια η εικόνα του. Η εικόνα αυτή μπορεί να είναι η ζωγραφική ή φωτογραφική και βέβαια οι διάφορες παραλλαγές τους όπως π.χ. το σκίτσο.

Είναι γνωστή η ρύση ότι ‘μία εικόνα ισοδυναμεί με 1000 λέξεις’ και πραγματικά η αλήθεια αυτή επιβεβαιώνεται από κάθε άνθρωπο. Παρ’ όλο που η εικόνα αυτή, πράγματι περιέχει 1000 λέξεις, έχει ένα κρίσιμο περιορισμό, αποτυπώνει το αντικείμενο μόνο από μία οπτική θέση ή όπως λέγεται από μία οπτική γωνία.

Το σοβαρότερο μειονέκτημα της εικόνας ενός αντικειμένου είναι η από μία μόνο άποψη περιγραφή του και έτσι η περιορισμένη αντίληψη του αντικειμένου.

Μέχρι πριν από λίγα χρόνια η κυριότερη εικόνα περιγραφής ενός αντικειμένου ήταν η φωτογραφία.



Εικόνα 1: Φωτογραφία της θρυλικής Chevrolet του 1957

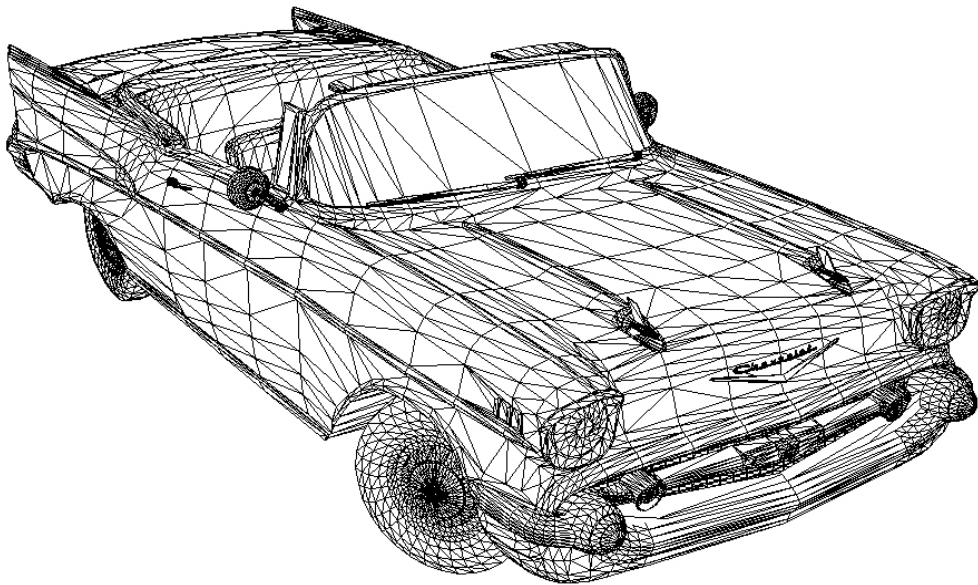
Το αστραφτερό αυτοκίνητο που βλέπουμε στην εικόνα 2, δεν είναι φωτογραφία!, είναι η 'ρεαλιστική αναπαράσταση' του στερεού ηλεκτρονικού μοντέλου, που χάριν συντομίας θα καλούμε στη συνέχεια 'στερεό μοντέλο', του συγκεκριμένου αυτοκινήτου στην οθόνη ενός σύγχρονου 'ηλεκτρονικού υπολογιστή'.



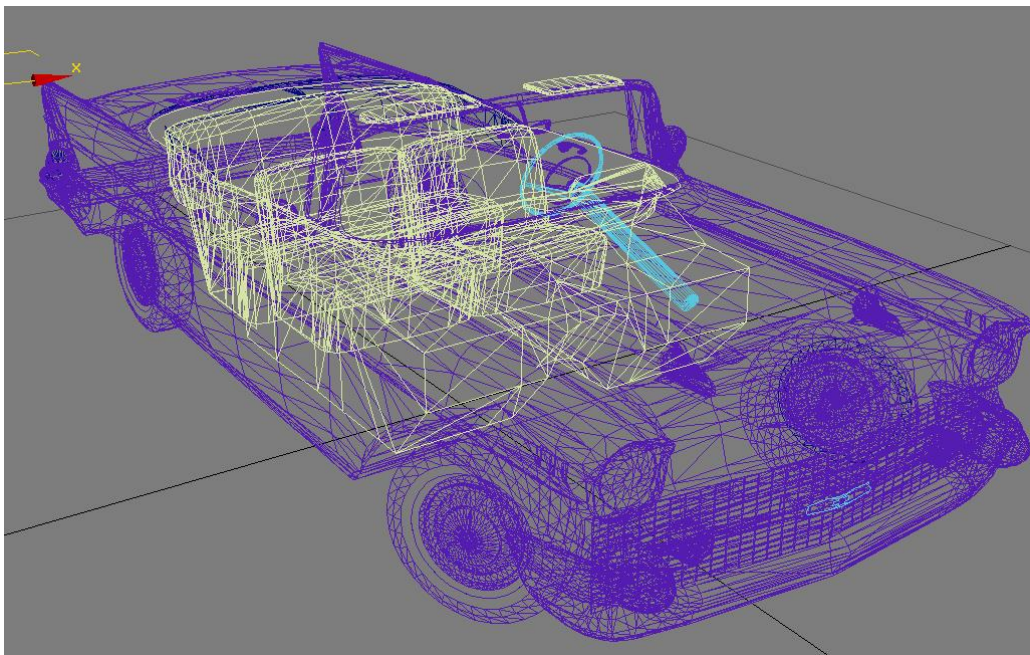
Εικόνα 2: η εικόνα της Chevy όπως προέκυψε από την ρεαλιστική αναπαράσταση του ηλεκτρονικού μοντέλου του συγκεκριμένου αυτοκινήτου

Έχει ενδιαφέρον να δούμε πως γίνεται τεχνικά αυτή η αναπαράσταση. Στην εικόνα 3 φαίνεται το εξωτερικό περίγραμμα του στερεού μοντέλου του αυτοκινήτου μετά από την διαδικασία απόκρυψης των μη εμφανών επιφανειών. Το μοντέλο αυτό αποτελείται από 30,000 τρίγωνα.

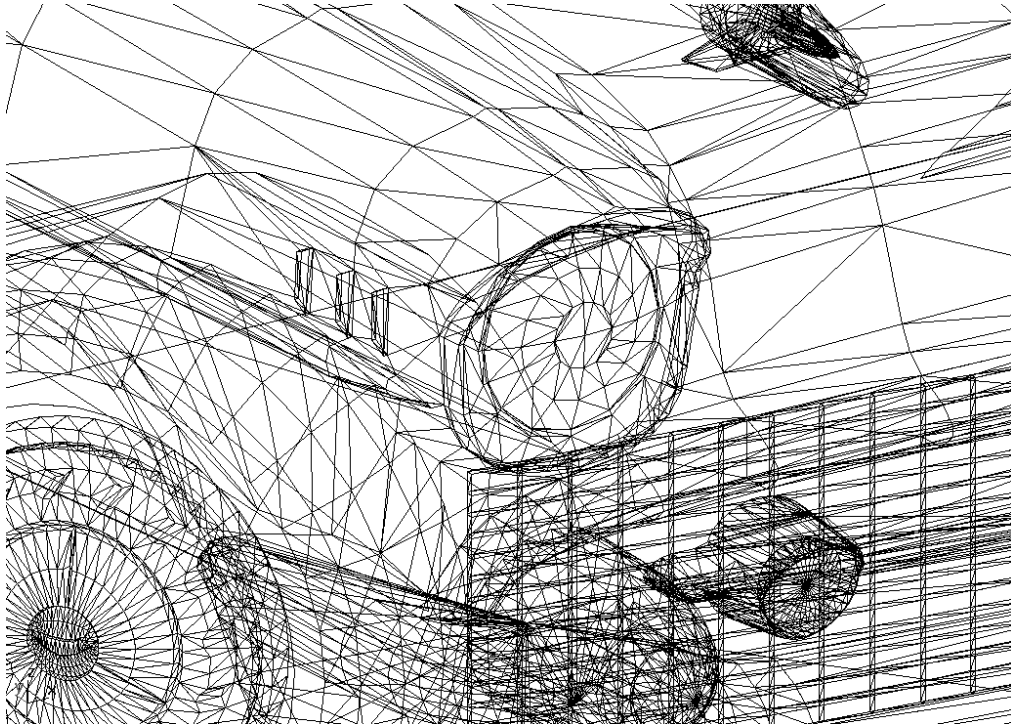
Κάθε στερεό αντικείμενο, π.χ. αυτοκίνητο, αποτελείται από στερεά τμήματα, π.χ. τιμόνι, καθίσματα, ρόδες, κ.τ.λ.. Κάθε στερεό τμήμα μπορεί να αναλυθεί σε ένα σύνολο επιφανειών που το περικλείουν. Κάθε επιφάνεια μπορεί να αναλυθεί σε ένα αριθμό τριγώνων που ανά δύο έχουν κοινές ακμές μεταξύ τους. Αναπαριστώντας τα τρίγωνα αυτά έχουμε την αναπαράσταση της επιφάνειας και επομένως έχουμε και την αναπαράσταση του αντικειμένου. Σε όσο περισσότερα τρίγωνα αναλυθεί η επιφάνεια τόσο μεγαλύτερη είναι η ακρίβεια αναπαράστασης αλλά ταυτόχρονα τόσο περισσότερη είναι και η υπολογιστική ανάγκη από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή που αναλαμβάνει να κάνει όλες τις αναγκαίες πράξεις για να αποδώσει τελικά φωτορεαλιστικά το αντικείμενο.



Εικόνα 3: Οι επιφάνειες του αυτοκινήτου έχουν χωριστεί σε 30,000 τρίγωνα.



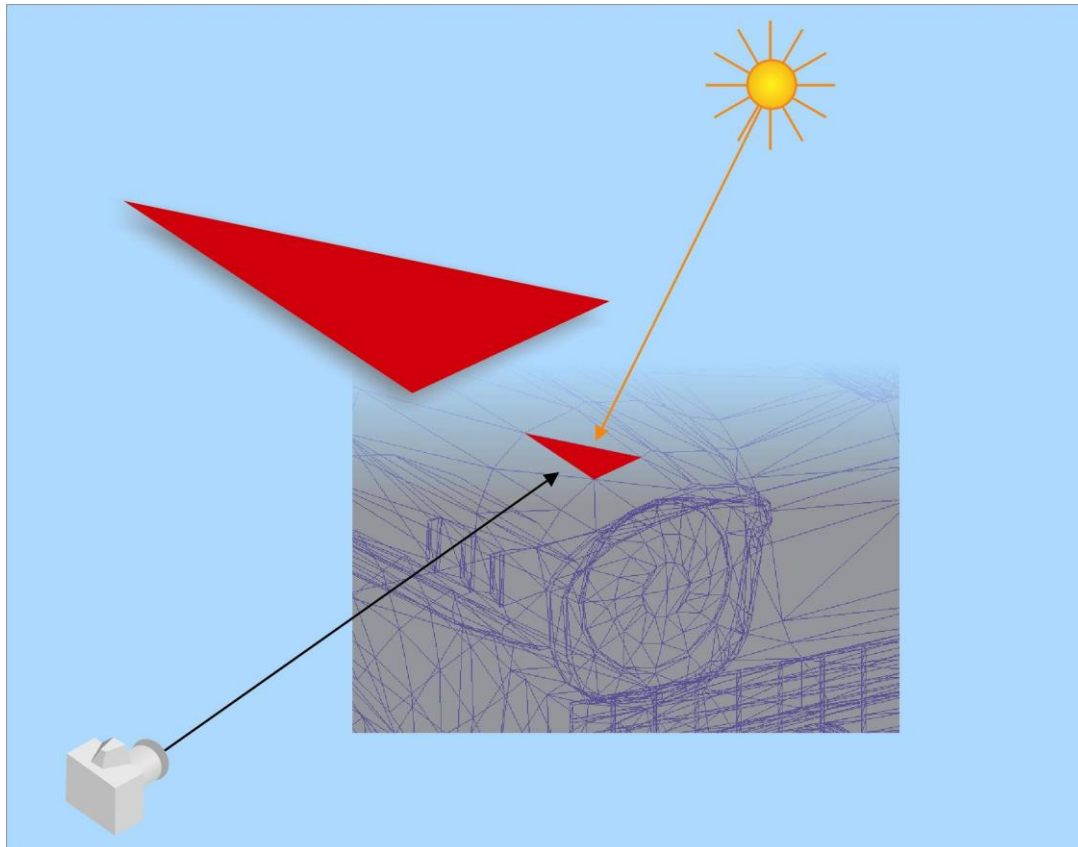
Εικόνα 4: Όλες οι επιφάνειες που ορίζουν τα στερεά μέρη του αυτοκινήτου, εξωτερικά και εσωτερικά, έχουν αναλυθεί σε τρίγωνα.



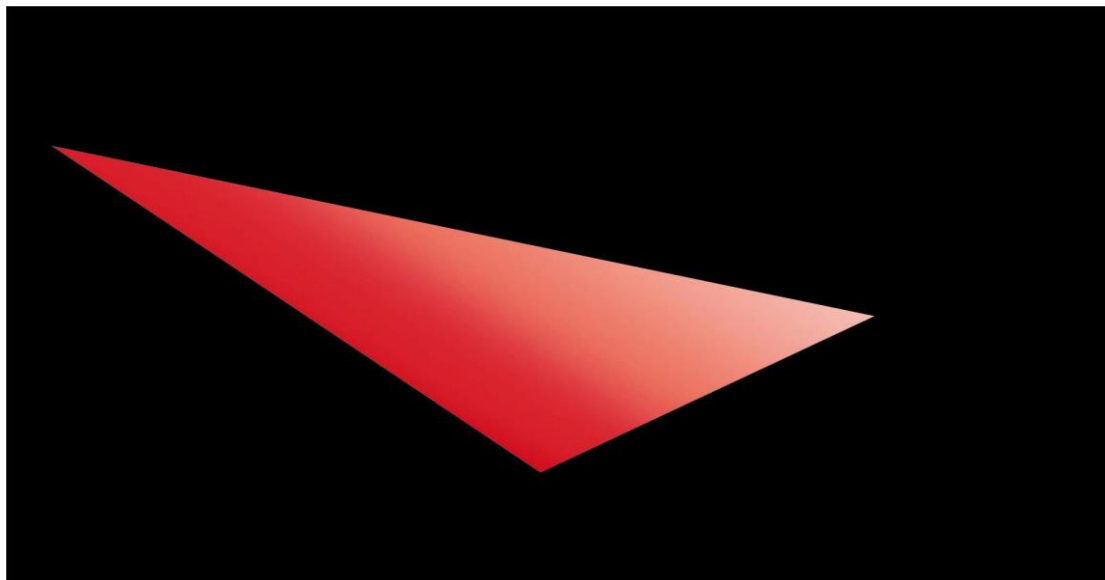
Εικόνα 5: Το μέγεθος των τριγώνων, άρα και ο αριθμός τους, ορίζουν την ακρίβεια αναπαράστασης των επιφανειών άρα και των στερεών τμημάτων του, άρα και του αυτοκινήτου.



Εικόνα 6: Σε κάθε τρίγωνο ορίζεται μαθηματικά το υλικό με τις ιδιότητές του. Ορίζοντας μαθηματικά την θέση, το είδος και την ένταση των φωτεινών πηγών καθώς και την θέση του παρατηρητή, το λογισμικό μπορεί να αναπαραστήσει φωτορεαλιστικά όλα τα τρίγωνα άρα και ολόκληρο το αντικείμενο.



Εικόνα 7: Ορίζοντας τη θέση και τις ιδιότητες της φωτεινής πηγής, την θέση του παρατηρητή (της κάμερας) και το τρίγωνο με την θέση και τις ιδιότητές του, μπορεί να αναπαρασταθεί φωτορεαλιστικά το τρίγωνο.



Εικόνα 8: Η φωτορεαλιστική αναπαράσταση του τριγώνου.

Με αυτό τον τρόπο, το πρόβλημα της αναπαράστασης ενός σύνθετου αντικειμένου ανάγεται στην αναπαράσταση μερικών χιλιάδων ή εκατομμυρίων τριγώνων. Ο

υπολογισμός της αναπαράστασης γίνεται με τη χρήση λογισμικού που χρησιμοποιεί απλές μεν γεωμετρικές πράξεις αλλά τεράστιες σε αριθμό.

Αν έχει κάποιος στη διάθεσή του ένα αντικείμενο προς φωτογράφιση, μπορεί να τραβήξει ένα αριθμό φωτογραφιών 10, 100 ή 1000, όταν έχει όμως ένα μοντέλο, μπορεί να ‘τραβήξει’ απεριόριστο αριθμό φωτογραφιών και μάλιστα όποτε αυτός το θέλει.

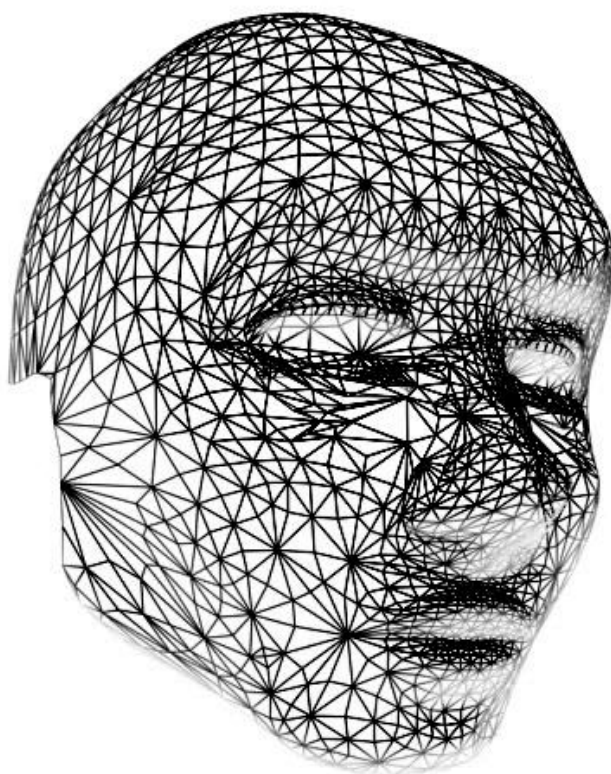
Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα της ‘φωτογράφισης’ μέσω εικονικού μοντέλου, είναι ο μηδενικός όγκος που καταλαμβάνει το εικονικό μοντέλο, ο πρακτικά απεριόριστος αριθμός ‘φωτογραφιών’ που μπορείς να έχεις, οποιαδήποτε στιγμή το θέλεις και μάλιστα χωρίς να σκέφτεσαι ποια κάμερα ή ποια φώτα θα χρησιμοποιήσεις και που θα τα στηρίζεις.

ΟΙ ΣΗΜΕΡΙΝΕΣ (ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2002) ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

Η πιο δύσκολη δουλειά που χρειάζεται να γίνει για την εικονική φωτογράφιση ενός αντικειμένου είναι η δημιουργία του μοντέλου αυτού του αντικειμένου.

Στη μοντελοποίηση του αντικειμένου δαπανάται ο περισσότερος χρόνος από τους χρήστες εικονικών φωτογραφιών και εκεί βρίσκεται όλη η αναμενόμενη εξέλιξη του λογισμικού αλλά και του ηλεκτρονικού εξοπλισμού.

Με την χρησιμοποίηση ειδικού λογισμικού και τη χρήση ειδικών ψηφιακών ανιχνευτών (scanners), είναι δυνατό το 'διάβασμα' των μορφών και η δημιουργία ενός τεράστιου αριθμού τριγώνων που περιγράφουν τη μορφή.



Εικόνα 9: Η μοντελοποίηση μέσω scanner στηρίζεται στον καθορισμό των συντεταγμένων πολλών σημείων της επιφάνειας ενός αντικειμένου και την κατάλληλη δημιουργία τριγώνων με αυτά τα σημεία. Τα τρίγωνα αυτά περιγράφουν τη μορφή του αντικειμένου.

Το είδος της μοντελοποίησης μέσω αφηρημένων τριγώνων είναι μία γρήγορη λύση που έχει όμως ένα μεγάλο μειονέκτημα, δεν μπορεί να ξεχωρίσει σε λογικές ομάδες(σε υποαντικείμενα) τα τρίγωνα.

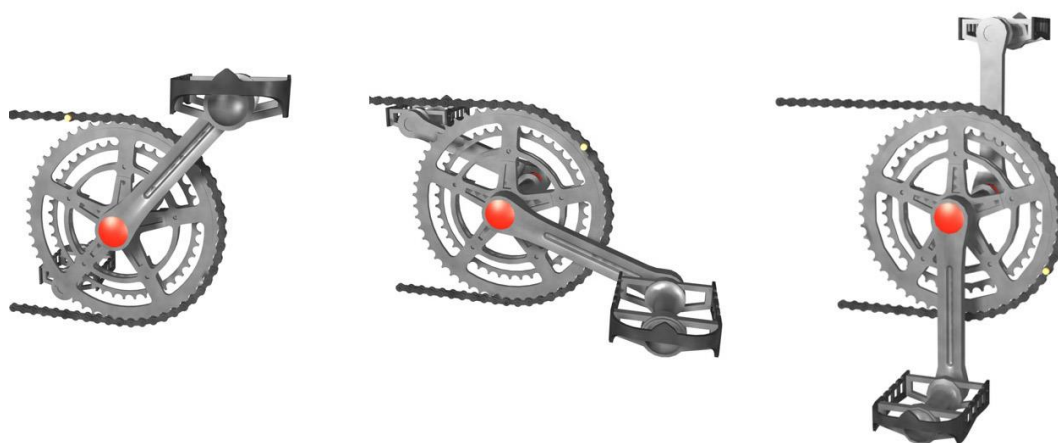
Για να παρατηρήσουμε και κατανοήσουμε ένα αντικείμενο υπάρχουν τρεις τρόποι:

- 1) να είναι σταθερός ο παρατηρητής και να κινείται το αντικείμενο,
- 2) να κινείται ο παρατηρητής και να είναι σταθερό το αντικείμενο,
- 3) να κινούνται ταυτόχρονα και ο παρατηρητής και το αντικείμενο

Και οι τρεις προηγούμενες καταστάσεις είναι απλές επειδή απαιτείται ένα μόνο μοντέλο του αντικειμένου και απλά κάθε χρονική στιγμή, π.χ. κάθε ένα $1/50$ (0.02)sec, γίνεται μία φωτορεαλιστική αναπαράσταση με μία συγκεκριμένη θέση του παρατηρητή και του αντικειμένου.

Η δυσκολία αρχίζει όταν το προς παρατήρηση αντικείμενο έχει κινητά μεταξύ τους μέρη, π.χ. ένα ποδήλατο όπου κάθε χρονική στιγμή το τιμόνι, τα πετάλια και οι ρόδες βρίσκονται σε διαφορετική θέση, οπότε κάθε χρονική στιγμή χρειάζεται και ένα διαφορετικό μοντέλο. Το πρόβλημα αυτό υπήρχε και στις ταινίες κινούμενων σχεδίων όπου οι δημιουργοί της ταινίας ζωγράφιζαν χιλιάδες αλληπάλληλες εικόνες που αποτύπωναν τις χιλιάδες διαδοχικές θέσεις του θέματος με τις μικροδιαφορές κάθε προηγούμενης εικόνας σε σχέση με την προηγούμενη.

Με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές και το σύγχρονο λογισμικό, το πρόβλημα λύνεται σχετικά απλά όταν οι σχετικές κινήσεις των τμημάτων του αντικειμένου ακολουθούν συγκεκριμένους κανόνες που μπορούν να εκφραστούν μαθηματικά. Σ' αυτές τις περιπτώσεις η μέθοδος που ακολουθείται είναι ο χωρισμός του αντικειμένου σε τόσα υποαντικείμενα όσα είναι τα επιμέρους σταθερά τμήματά του όπου κάθε στερεό τμήμα λειτουργεί σαν ένα αντικείμενο με το αντίστοιχο μοντέλο του που έχει τα δικά του τρίγωνα όπως είδαμε παραπάνω.



Εικόνα 10: Το αντικείμενο χωρίζεται σε τόσα στερεά όσα και τα σταθερά του τμήματα

Κάθε χρονική στιγμή υπολογίζεται μαθηματικά η θέση του κάθε υποαντικείμενου, δηλαδή του κάθε τμήματος του αντικειμένου, και έτσι το λογισμικό σε κάθε χρονική στιγμή δημιουργεί το αντικείμενο με απλούς μαθηματικούς μετασχηματισμούς.. Το σύγχρονο λογισμικό που χειρίζεται κινούμενα αντικείμενα αναπτύσσεται σήμερα με πολύ γρήγορους ρυθμούς και το μυστικό του έγκειται στην μαθηματική ανάλυση της κίνησης των διάφορων στερεών τμημάτων των αντικειμένων κυρίως όμως στην μαθηματική περιγραφή της κίνησης των διάφορων μελών του ανθρώπινου σώματος.

Σε κάθε περίπτωση αντικειμένων, με κινητά ή σταθερά μέρη, όταν υπάρχει το μοντέλο που αντιστοιχεί στη κάθε χρονική στιγμή, κατασκευασμένο με οποιοδήποτε τρόπο, ο ηλεκτρονικός υπολογιστής, με την χρήση ειδικού λογισμικού, μπορεί να δημιουργεί εικόνες που το αναπαριστάνει.. Ο χρόνος που απαιτείται για να δημιουργηθεί μία εικόνα από ένα μοντέλο με την χρήση του λογισμικού, δηλαδή ο χρόνος που απαιτείται για την δημιουργία ενός καρέ, είναι της τάξης των 10 έως 20 δευτερολέπτων.

Μια κινηματογραφική ταινία, για να έχει αδιάλειπτη κίνηση, χρειάζεται 30 καρέ το δευτερόλεπτο. Για να αναπαρασταθεί η κίνηση ενός ή περισσότερων αντικειμένων απαιτείται ένας τεράστιος αριθμός εικόνων π.χ. για ταινία 10 λεπτών απαιτούνται $10 \times 60 \times 30 = 18,000$ εικόνες που για να δημιουργηθούν, αν θεωρήσουμε μέσο χρόνο δημιουργίας μίας εικόνας τα 10sec, απαιτείται χρόνος $18,000 \times 10 = 180,000$ sec που αντιστοιχεί σε 30,000 λεπτά ή 500 ώρες ή 21 ημέρες! Με τον χρονοβόρο αυτό τρόπο δημιουργούνται οι σύγχρονες εικονικές ταινίες που βέβαια με την χρησιμοποίηση ειδικών υπολογιστών βελτιώνουν κατά δεκάδες φορές τον χρόνο, ο οποίος εξακολουθεί να είναι της τάξης των πολλών ωρών ή ημερών.

Επειδή ο τομέας της ρεαλιστικής αναπαράστασης υπεισέρχεται όλο και περισσότερο στις εφαρμογές της πληροφορικής, οι κατασκευαστές ηλεκτρονικών υπολογιστών έχουν αναπτύξει γραφικές πλατφόρμες συνδυασμένου software και hardware που κάνουν όλες τις πράξεις και την αναπαράσταση σε ελάχιστο χρόνο π.χ. 1000 φορές πιο γρήγορα απ' ό,τι το συνηθισμένο λογισμικό, δηλαδή 50 ή 100 καρέ ανά δευτερόλεπτο, για παράδειγμα, το αυτοκίνητο της εικόνας 2 παράγεται, σήμερα, με ταχύτητα που ξεπερνάει τα 100 αντίτυπα το δευτερόλεπτο (frames / sec). Η ταχύτητα αυτή ξεπερνάει την ταχύτητα που χρειάζεται το μάτι, για να δει την διαδοχή των εικόνων σαν κίνηση, που είναι 24 καρέ το δευτερόλεπτο, έτσι ώστε τελικά να έχουμε σε πραγματικό χρόνο την παρατήρηση του αντικειμένου. Το γραφικό λειτουργικό σύστημα που έχει περισσότερο επικρατήσει είναι το OpenGL έχει αναλάβει να κάνει την δουλειά. Το γραφικό αυτό σύστημα βελτιώνεται συνέχεια ενώ ταυτόχρονα αναπτύσσονται ραγδαία και οι γραφικοί επεξεργαστές οι οποίοι μετρούν την ισχύ τους σε δυνατότητα ρεαλιστικής αναπαράστασης τριγώνων ανά δευτερόλεπτο π.χ. 50 εκατομμύρια τρίγωνα το δευτερόλεπτο.



Εικόνα 11: Οι ταχύτητες που έχουν επιτύχει οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές και το λογισμικό υπερβαίνουν τα 24 καρέ/sec που είναι η πρακτική ταχύτητα αντίληψης του ανθρώπινου ματιού. Με αυτό τον τρόπο μπορούμε να έχουμε την παρακολούθηση ενός θέματος σε πραγματικό χρόνο.

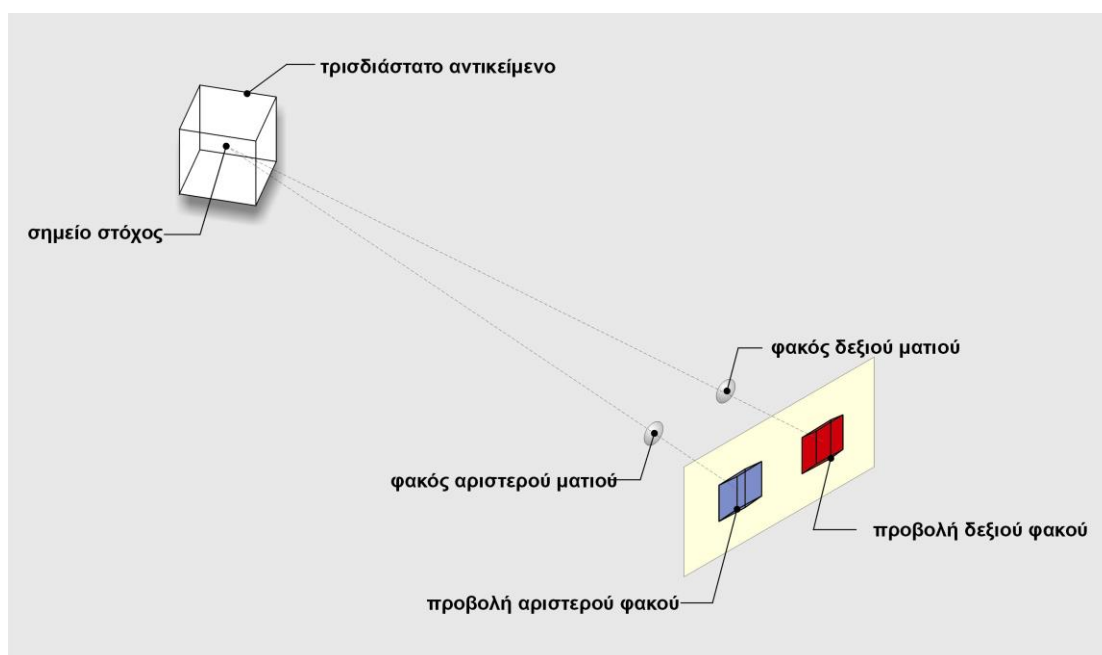
Οι ταχύτητες αυτές επιδιώχθηκαν, και τελικά επιτεύχθηκαν, για ένα κυρίως λόγο, για να είναι εφικτή η αναπαράσταση της κίνησης των αντικειμένων, σε πραγματικό χρόνο, δηλαδή για να είναι εφικτή η ρεαλιστική αναπαράσταση ενός θέματος, με διαρκώς μεταβαλλόμενα αντικείμενα, σε κάθε χρονική στιγμή με τέτοια ταχύτητα που να μη μπορεί να αντιληφθεί το ανθρώπινο μάτι. Με αυτό τον τρόπο, ο άνθρωπος, έχει την αίσθηση της ρεαλιστικής αναπαράστασης.

ΟΙ ΝΕΕΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

Η τεχνολογία των ηλεκτρονικών υπολογιστών και του λογισμικού έχουν αναπτυχθεί πολύ μέχρι σήμερα αλλά στο άμεσο μέλλον προβλέπεται η ανάπτυξη αυτή να είναι πιο εντυπωσιακή. Οι τομείς στους οποίους προβλέπεται να αναπτυχθεί η τεχνολογία τα προσεχή χρόνια περιγράφονται παρακάτω:

1. Η τρισδιάστατη στερεοσκοπική εικόνα

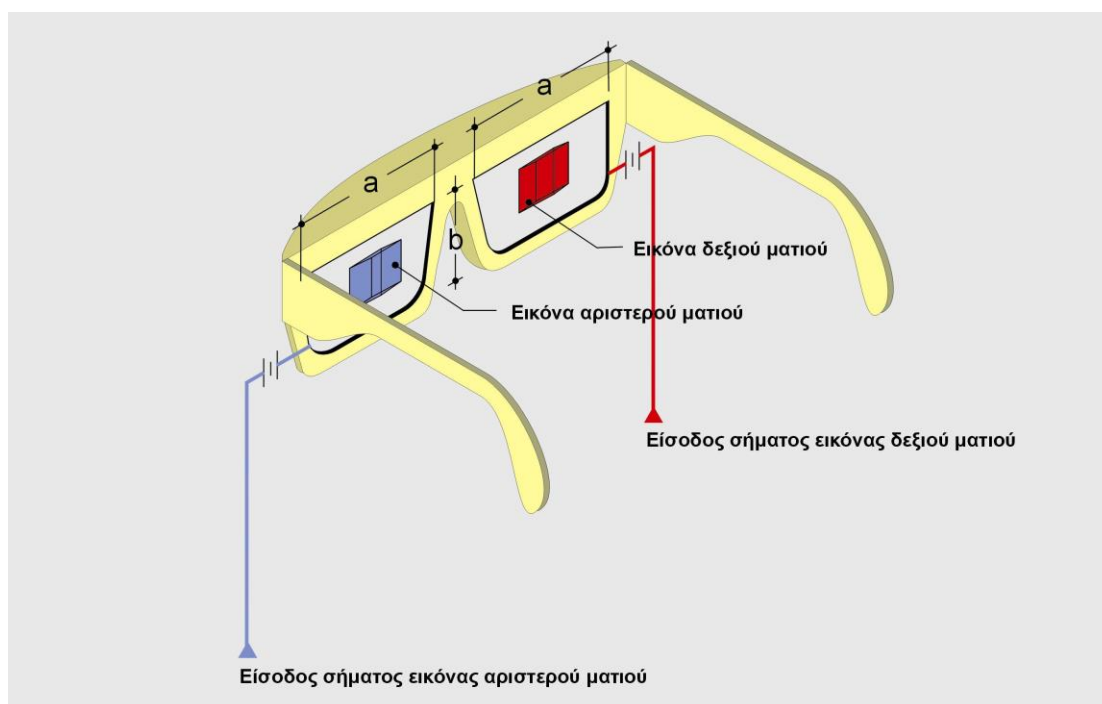
Ο άνθρωπος έχει δύο μάτια και αυτό δεν είναι τυχαίο. Κάθε χρονική στιγμή, το κάθε μάτι, αποτυπώνει από μία διαφορετική εικόνα και έτσι ο ανθρώπινος εγκέφαλος έχει δύο εικόνες του ίδιου θέματος (του ίδιου συνόλου αντικειμένων) ‘τραβηγμένες’ από δύο διαφορετικές ‘κάμερες’. Ακαριαία ο εγκέφαλος συγκρίνει αυτές τις δύο εικόνες και βγάζει συμπέρασμα για τη σχετική θέση των αντικειμένων μεταξύ τους και δίνει αντικειμενικότητα στην τρίτη διάσταση. Αυτός είναι ο μηχανισμός της ανθρώπινης όρασης που δίνει την πραγματική τρισδιάστατη αντίληψη. Αν ο άνθρωπος είχε ένα μάτι, δεν θα είχε τρισδιάστατη αντίληψη, ενώ αν είχε τρία μάτια, θα μπερδευόταν μια και θα περίσσευαν πληροφορίες. Αυτό είναι και το κλειδί για τον αναγκαίο τρόπο προβολής των εικόνων της εικονικής πραγματικότητας, να δίνονται δηλαδή όσες ακριβώς πληροφορίες είναι αναγκαίες, ούτε λιγότερες ούτε περισσότερες.



Εικόνα 20: Ο άνθρωπος χρειάζεται δύο εικόνες του ίδιου αντικειμένου, μία από τη θέση του αριστερού ματιού και μία από τη θέση του δεξιού ματιού, για να έχει πραγματική αίσθηση και των τριών διαστάσεων του χώρου (την τέταρτη διάσταση, την διάσταση του χρόνου, την αντιλαμβάνεται με την διαδοχή των εικόνων, με την κίνηση).

Στους σημερινούς ηλεκτρονικούς υπολογιστές έχουμε μία οθόνη όπου προβάλλεται το δισδιάστατο αποτύπωμα των τρισδιάστατων αντικειμένων, το οποίο μας δίνει έμμεσα την αίσθηση των τριών διαστάσεων, δηλαδή βλέπουμε μεν με τα δύο μάτια, αλλά την εικόνα που αποτυπώνει το ένα μάτι. Για να έχει ο άνθρωπος πραγματική

τρισδιάστατη αντίληψη πρέπει το κάθε μάτι του να βλέπει την αντίστοιχη άποψη του συγκεκριμένου θέματος.



Εικόνα 30: Οι οθόνες των ηλεκτρονικών υπολογιστών του μέλλοντος θα είναι διπλές, μία για το κάθε μάτι, στη λογική και το μέγεθος των γυαλιών. Τα σήματα για την προβολή των εικόνων θα προβάλλονται στις mini οθόνες των γυαλιών μέσω συρμάτων ή ασύρματα. Τα ‘γυαλιά’ αυτά μπορεί να είναι διαφανή ή αδιαφανή.

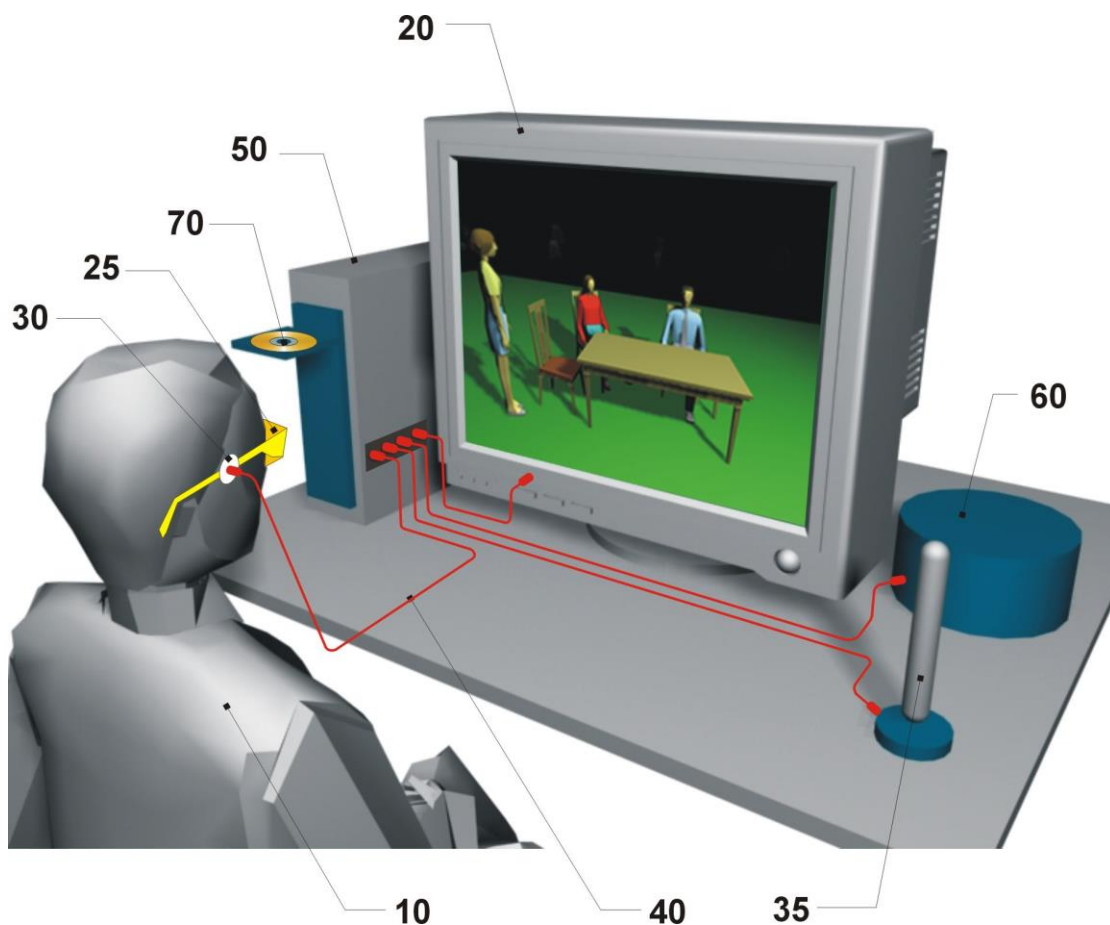
Οι οθόνες των ηλεκτρονικών υπολογιστών του μέλλοντος προβλέπεται να είναι δίδυμες, τύπου γυαλιών οράσεως, ώστε ο χρήστης να έχει πλήρη επίγνωση των τριών διαστάσεων.

Παραλλαγή των δύο ξεχωριστών κανονικών οθονών τύπου γυαλιών, αποτελεί η διπλή πολωμένη προβολή σε ειδική μεγάλη οθόνη και η παρακολούθηση από ένα ή περισσότερους ανθρώπους με γυαλιά που φέρουν ανάλογα πολωτικά τζάμια που επιτρέπουν στο κάθε μάτι να βλέπει την προβολή που αντιστοιχεί σ’ αυτό, την μία προβολή για το αριστερό μάτι και την άλλη προβολή για το δεξιό μάτι).

2. Η ομιλία

Η ομιλία είναι μία από τις βασικές ικανότητες που έχει ο άνθρωπος. Είναι μία ικανότητα αμφίπλευρης επικοινωνίας. Ο άνθρωπος ομιλεί ο ίδιος εκφράζοντας τις θελήσεις του προς το περιβάλλον του και ακούει τους άλλους ανθρώπους αντιλαμβανόμενος τις απόψεις τους.

Η ομιλία, σαν τρόπος επικοινωνίας, είναι επόμενο να αποτελεί και εργαλείο επικοινωνίας της Εικονικής Πραγματικότητας, για δύο λόγους, ο ένας είναι για να δίνει εντολές (π.χ. ‘κινήσου αριστερά’) και ο δεύτερος είναι για να ακούει αναφορές (π.χ. ‘επαρκής αντοχή’) από την εκάστοτε εφαρμογή που χρησιμοποιεί κάθε φορά ο άνθρωπος.



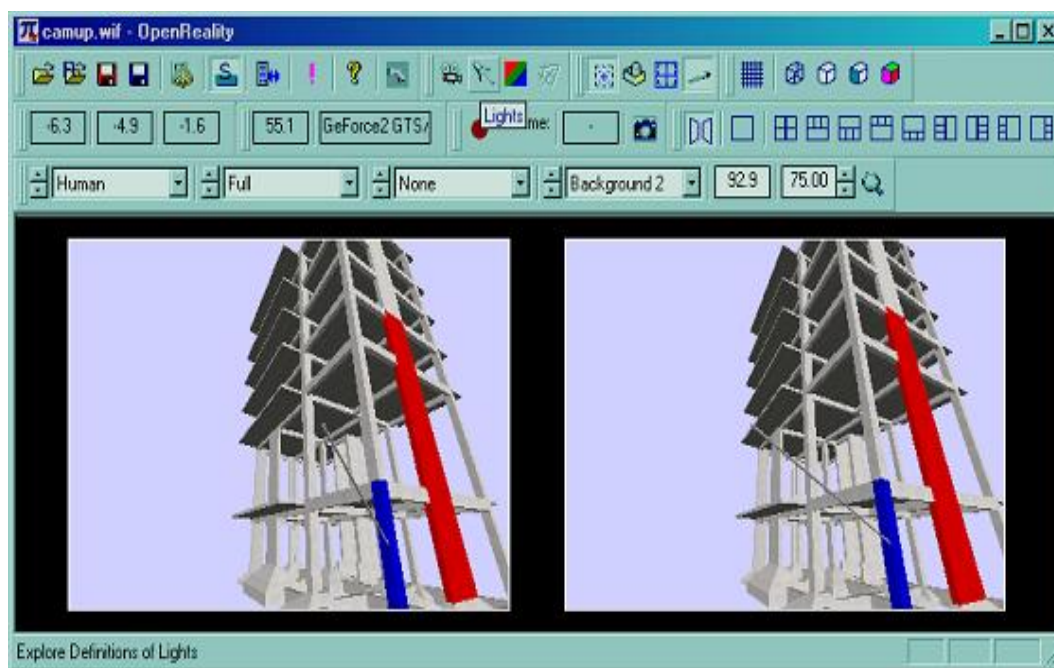
Εικόνα 40: Η ομιλία, προφορά και άκουσμα, είναι βασική λειτουργία της Εικονικής Πραγματικότητας τόσο για την έκφραση των εντολών όσο και για το άκουσμα των συμπερασμάτων και των υποδείξεων της εκάστοτε εφαρμογής που εκτελείται.

Η ομιλία εκτός από οικείος τρόπος επικοινωνίας, πολύ ανώτερος από το πληκτρολόγιο ή το mouse των ηλεκτρονικών υπολογιστών, είναι πολύ ξεκούραστος τρόπος και για το δόσιμο των εντολών και για την συμπτωνόμενη ακουστική αναφορά πάνω στο εκάστοτε θέμα με το οποίο ασχολείται η εφαρμογή της Εικονικής Πραγματικότητας.

3. Η επικέντρωση (η επιλογή)

Στον πραγματικό κόσμο, όταν ο άνθρωπος παρατηρεί ένα θέμα, π.χ. ένα δρόμο με αυτοκίνητα, πεζοδρόμια και κτίρια, και από το συνολικό αυτό θέμα θελήσει να εξετάσει ένα συγκεκριμένο αντικείμενο, π.χ. ένα σταθμευμένο αυτοκίνητο, επικεντρώνει το βλέμμα του σ' αυτό το αντικείμενο, κατά κάποιο τρόπο κάνει 'zoom' σ' αυτό το θέμα και το μελετάει με προσοχή. Το ίδιο συμβαίνει και στον ιδεατό χώρο. Ο άνθρωπος, σκεπτόμενος, φέρνει το θέμα που τον απασχολεί στη φαντασία του και επιλέγει το αντικείμενο στο οποίο θέλει να. Στη συνέχεια το εξετάζει κάνοντας ένα είδος zoom, και όχι μόνο βλέπει το επικεντρωθεί αντικείμενο αλλά 'κατεβάζει' στο επίκεντρο της σκέψης του όλες τις πληροφορίες που διαθέτει στη μνήμη του, γι' αυτό το αντικείμενο.

Στην Εικονική Πραγματικότητα πρέπει να γίνεται το ανάλογο, πρέπει δηλαδή το λογισμικό να καταλαβαίνει πότε ο χρήστης θέλει να επιλέξει ένα αντικείμενο. Η επιλογή μπορεί να είναι οπτική ή νευρική. Η οπτική επιλογή μπορεί να προσδιοριστεί, πάντοτε με το κατάλληλο λογισμικό, με στερεοσκοπική προβολή και ταυτόχρονη χρήση συσκευής που παρακολουθεί την κίνηση της κόρης του ματιού. Η νευρική επιλογή γίνεται με συσκευή που παρακολουθεί τα ηλεκτρικά σήματα του νευρικού συστήματος. Τέλος υπάρχει και μία ακόμα επιλογή, αυτόματη από το ίδιο το λογισμικό, που μπορεί να προβλέπει την άμεση ανάγκη του χρήστη και να φέρνει στο επίκεντρο το συγκεκριμένο αντικείμενο. Βέβαια, ένας συνδυασμός των τριών δυνατοτήτων επιλογής είναι ο καλύτερος τρόπος επιλογής αντικειμένου από τον χρήστη.



Εικόνα 50: η επιλογή του αντικειμένου μπορεί να γίνεται με συνδυασμό οπτικής και φωνητικής επισημάνσης.

Με όποιο τρόπο και αν γίνεται η επιλογή του αντικειμένου, που θα αποτελεί το επίκεντρο του ενδιαφέροντος εκείνης της στιγμής, πρέπει να επισημαίνεται αυτό το αντικείμενο ώστε ο χρήστης να επιβεβαιώνει την επιλογή του οπτικά ή/και ηχητικά.

Οπτική επισήμανση μπορεί να γίνει με αλλαγή χρώματος, με δημιουργία διαφάνειας στο υλικό, με αναβόσβυμα του αντικειμένου ή με zoom κοντά στο αντικείμενο ενώ ηχητική επισήμανση μπορεί να γίνει είτε με φωνή είτε με ηχητικό σήμα.

4. Η ερώτηση (η εντολή)

Στη καθημερινή του ζωή ο άνθρωπος διαρκώς εξετάζει διάφορα θέματα και σε κάθε θέμα που εξετάζει, πραγματικά ή νοητικά, διαρκώς επιλέγει ένα αντικείμενο στο οποίο επικεντρώνει το ενδιαφέρον του. Στο κάθε αντικείμενο που επικεντρώνεται, θέτει διάφορες ερωτήσεις και σε κάθε ερώτηση που θέτει περιμένει μία απάντηση.

Η εικόνα W1-2-celect-3.jbg

Εικόνα 60: Η ερώτηση μπορεί να αφορά σε αισθητικό, σε οικονομικό, σε συνδυασμό αισθητικού και οικονομικού προβλήματος ή σε οποιοδήποτε άλλο πρόβλημα.

Το λογισμικό της εκάστοτε εφαρμογής Εικονικής Πραγματικότητας μπορεί να απαριθμεί όλες τις πιθανές ερωτήσεις και να περιμένει από τον χρήστη να επιλέξει σε ποιες από αυτές τις ερωτήσεις χρειάζεται απάντηση π.χ. ποιο είναι το κόστος του συγκεκριμένου επίπλου; Επίσης μπορεί το συγκεκριμένο λογισμικό να προβλέπει ποιες είναι οι απαραίτητες ερωτήσεις και να τις θέτει αυτόματα παρουσιάζοντας ταυτόχρονα και όλες τις αντίστοιχες απαντήσεις.

5. Η επεξεργασία

Ο πυρήνας του ανθρώπου, θέλει ο εγκέφαλός του να κάνει όλες τις εργασίες που απαιτούνται για να πάρει μία απάντηση στην ερώτηση-επιλογή που του θέτει. Για να απαντήσει σε μία ερώτηση, ανακαλεί στη μνήμη του όλες τις πληροφορίες που έχει κατά καιρούς συλλέξει για το συγκεκριμένο αντικείμενο και αρχίζει να τις συνδυάζει και να τις επεξεργάζεται, σύμφωνα πάντοτε με την συλλογιστική ικανότητα που διαθέτει και βέβαια σύμφωνα με την πείρα που έχει έως εκείνη τη στιγμή.

Φωτό: ίσως κάτι γενικό και αφηρημένο π.χ. μία πλακέτα Η/Υ.

Εικόνα 70: Το ισχυρό σημείο του Ηλεκτρονικού Υπολογιστή είναι η δυνατότητα αποθήκευσης και ανάκλησης τεράστιου αριθμού πληροφοριών και η εκπληκτική ταχύτητα εκτέλεσης πράξεων.

Ανάλογη είναι η λειτουργία της εντολής σε κάθε εφαρμογή Εικονικής Πραγματικότητας και από εδώ αρχίζει η πραγματική βοήθεια που το λογισμικό της συγκεκριμένης εφαρμογής μπορεί να δώσει στον άνθρωπο. Δηλαδή η εκάστοτε εφαρμογή Εικονικής Πραγματικότητας μπορεί να δώσει στον άνθρωπο αυτό που του λείπει και αυτό είναι η δυνατότητα αφ' ενός μεν της πρόσβασης σε τεράστιο αριθμό πληροφοριών και αφ' ετέρου η δυνατότητα πρακτικά απεριόριστου αριθμού πράξεων και συγκρίσεων.

Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής έχει την (διαφορετική) ικανότητα σε σχέση με τον άνθρωπο να κάνει υπολογισμούς, να ανακαλεί γιγαντιαίο όγκο πληροφοριών και να κάνει συνδυασμούς χωρίς να βλέπει και χωρίς να δείχνει αυτό που κάνει. Αυτό έχει πολύ μεγάλη σημασία γιατί μπορεί να καταλήγει σε συμπεράσματα περνώντας από αλληπάλληλες απίστευτες υπολογιστικές λειτουργίες ώστε να προετοιμάζει όλες τις αναγκαίες πληροφορίες-απαντήσεις που θα βοηθήσουν τον χρήστη να κάνει την δουλειά του.

6. Η απάντηση (η αναφορά)

Ο σκοπός του ανθρώπου είναι να παίρνει αποφάσεις στα διάφορα θέματα της ζωής του, για να μπορέσει να πάρει σωστές αποφάσεις σε ένα συγκεκριμένο θέμα, χρειάζεται απαντήσεις σε όλα τα επιμέρους ερωτήματα που αφορούν το συγκεκριμένο θέμα. Εξετάζοντας το συγκεκριμένο θέμα, θέτει ερωτήσεις στον εγκέφαλό του και παίρνει απαντήσεις –αναφορές- σε κάθε ερώτημα. Στη συνέχεια συνδυάζει τις επιμέρους απαντήσεις και βγάζει ένα δικό του συμπέρασμα. Ανάλογα με τον βαθμό εκπαίδευσής του, ο άνθρωπος μπορεί να θέτει στον εγκέφαλό του συγκεκριμένες ερωτήσεις και να παίρνει μία ή περισσότερες απαντήσεις σε κάθε ερώτηση.

Ανάλογα με την ανθρώπινη λειτουργία, η εκάστοτε εφαρμογή Εικονικής Πραγματικότητας οφείλει να είναι σε θέση να υπολογίσει και να συνδυάσει όλα τα στοιχεία και να δώσει στον χρήστη μία απάντηση ή ένα συμπέρασμα στη συγκεκριμένη ερώτηση.

Η κάθε εφαρμογή Εικονικής Πραγματικότητας που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος γνωρίζει τη ανάγκη και το είδος των πληροφοριών που έχει ανάγκη ο χρήστης και μπορεί ή να του τις δίνει κατ' ευθείαν, αν η επιλογή είναι μονόδρομος, ή αλλιώς με το κατάλληλο interface (φωνητικό ή άλλο) να δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να επιλέγει την ερώτηση και να παίρνει την ανάλογη απάντηση.

Ο τρόπος με τον οποίο θέλει την απάντηση ο άνθρωπος είναι με μία εικόνα, κατά προτίμηση, στερεοσκοπική και με ομιλία 'χρωματισμένη' κατάλληλα.

7. Η συμβουλή (η βελτιστοποίηση)

Σκοπός του ανθρώπου είναι να δώσει ο ίδιος απάντηση στο συνολικό πρόβλημα και όχι απλώς να παίρνει απαντήσεις στα επιμέρους ερωτήματα. Η προσφιλέστερη διαδικασία του ανθρώπινου μυαλού είναι η αναλυτική διαδικασία. Όσο σύνθετη και όσο εκτενής αν είναι η αναλυτική διαδικασία, ο άνθρωπος καλείται να πάρει μία απόφαση δηλαδή να κάνει μία σύνθεση.

Η ορθότητα της τελικής απόφασης του ανθρώπου δοκιμάζεται στο τέλος, αποτιμώντας το συνολικό 'όφελος'. Συνήθως στον πραγματικό κόσμο, ο άνθρωπος αξιολογεί την ορθότητα της απόφασης μετρώντας τα αποτελέσματα. Αν, μετά την αποτίμηση των αποτελεσμάτων της απόφασης, καταλήξει σε αρνητικό ισοζύγιο, αλλάζει την απόφασή του, αν βέβαια υπάρχει χρόνος και αν το επιτρέπουν οι συνθήκες

Μία εφαρμογή Εικονικής Πραγματικότητας έχει την δυνατότητα πριν δώσει την τελική απάντηση- συμβουλή, να εξετάσει χιλιάδες πιθανές λύσεις και να απαντήσει με την βέλτιστη. Σε πρακτικά οικονομοτεχνικά προβλήματα η αξιοπιστία προσδιορισμού της βέλτιστης λύσης μπορεί να είναι πολύ υψηλή αλλά σε άλλα προσωπικά και κοινωνικά θέματα μπορεί να είναι πολύ αμφισβητήσιμη. Όταν ένα πρόβλημα μπορεί να διατυπωθεί μαθηματικά, υπάρχει η δυνατότητα να λυθεί άμεσα μαθηματικά, κατά κανόνα όμως ακόμα και τα μαθηματικά προβλήματα

είναι τόσο πεπλεγμένα που ο μοναδικός τρόπος εύρεσης της βέλτιστης λύσης είναι ο ‘δοκιμαστικός’, δηλαδή η εξέταση όλων των πιθανών συνδυασμών, η μέτρηση της απόδοσης κάθε μίας χωριστά και τελικά η επιλογή της βέλτιστης.

Για να γίνει αντιληπτό το μέγεθος του προβλήματος, ας υποθέσουμε ότι ένα πρόβλημα χρειάζεται 7 επί μέρους αποφάσεις και η κάθε απόφαση έχει 3 επιλογές, τότε οι συνδυασμοί είναι $3^7=2187$, ενώ αν οι επί μέρους αποφάσεις είναι 10 και η κάθε απόφαση έχει πάλι 3 επιλογές, τότε οι συνδυασμοί είναι $3^{10}=59049$. Επομένως ένα τέτοιο πρόβλημα που απαιτεί πολλά τρισεκατομμύρια πράξεων είναι αδύνατο να επιλυθεί από έναν άνθρωπο αλλά είναι ‘παιχνίδι’ για έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή. Στα σύνθετα προβλήματα της ζωής, το πεπλεγμένο των συναρτήσεων τους είναι τεράστιο και οι συνδυασμοί ακόμα περισσότεροι και η λύση πολύ δύσκολη. Αλλά αυτό είναι ένα θέμα, ίσως, της επόμενης εποχής.

8. Η απόφαση

Σ’ όλη του την ζωή ο άνθρωπος καλείται να λαμβάνει αποφάσεις, από τα απλούστερα έως τα πιο σύνθετα θέματα της ζωής του. Από τις αποφάσεις αυτές εξαρτάται η επιτυχία και η ισορροπία του. Πολλές φορές ο άνθρωπος δεν γνωρίζει καλά όλο το περιβάλλον μέσα στο οποίο κινείται και το οποίο κατά κανόνα είναι εξαιρετικά σύνθετο.

Το γενικό μοντέλο της ζωής του ανθρώπου, δηλαδή η Νομοτέλεια, είναι δύσκολο να προσδιοριστεί και να ταξινομηθεί σ’ αυτή την υλιστική φάση εξέλιξης της ανθρωπότητας, αλλά τα πρακτικά θέματα της ζωής του ανθρώπου όσο σύνθετα και αν είναι μπορούν να προσδιορισθούν και να ταξινομηθούν ώστε να μπορούν να αντιμετωπισθούν μέσω λογισμικού.

Επομένως ανεξάρτητα που θα οδηγηθεί και πότε η Εικονική Πραγματικότητα, το σίγουρο είναι ότι τα περισσότερα πρακτικά προβλήματα του ανθρώπου θα μπορούν να εξετασθούν από μία κατάλληλη εφαρμογή για την περίπτωση. Για πολλά χρόνια ακόμα, προβλέπεται, την λύση των πρακτικών προβλημάτων να εξακολουθούν να την χειρίζονται οι επαγγελματίες, π.χ. την μελέτη ενός σπιτιού ο Αρχιτέκτονας. Οι επαγγελματίες αυτοί θα λύνουν τα προβλήματα των πελατών τους με εφαρμογές Εικονικής Πραγματικότητας. Το αποτέλεσμα του τελικού σχεδιασμού θα είναι real time εικόνες που θα επιδεικνύονται στον ιδιοκτήτη του σπιτιού που θα συμφωνεί ή θα ζητάει τροποποιήσεις, αλλά το μεγαλύτερο όφελος για τον Αρχιτέκτονα και τον πελάτη του θα είναι η βοήθεια της εφαρμογής για τον προσδιορισμό της βέλτιστης λύσης.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Είναι βέβαιο ότι η Εικονική Πραγματικότητα θα επηρεάσει την ζωή μας στο άμεσο μέλλον. Σ’ αυτό το άρθρο παρουσιάζεται η θετική αξιοποίηση της νέας τεχνολογίας, αλλά είναι βέβαιο, όπως συμβαίνει με κάθε εξέλιξη, ότι η νέα τεχνολογία θα εμπεριέχει ταυτόχρονα και την θετική αξιοποίηση και την αρνητική κατάχρηση. Οι προσομοιωτές πτήσεων συγκεκριμένων τύπων αεροσκαφών που χρησιμοποιούνται για την εκπαίδευση των πιλότων αποτελούν εποικοδομητικές εφαρμογές των νέων τεχνολογιών. Τα παιχνίδια ηλεκτρονικών υπολογιστών της νέας γενιάς δίνουν μια ιδέα για τις εποικοδομητικές αλλά και τις καταστροφικές συνέπειες των εξελίξεων που αναμένονται.

‘Εργασία-Εκπαίδευση-Ψυχαγωγία’ θα είναι ένα πράγμα στο προσεχές μέλλον και έτσι θα λειτουργούν τα πράγματα στην θετική τους εξέλιξη.

Ένα σύστημα Εικονικής Πραγματικότητας πρέπει να κάνει τρεις δουλειές:

1^ο) Να επικοινωνεί με τον άνθρωπο

Όσο πιο υψηλή είναι μία τεχνολογία, τόσο περισσότερο πρέπει να είναι κατανοητή, οικεία, ξεκούραστη, απλή και αυτονόητη, δηλαδή φιλική, προς τον άνθρωπο. Άρα μία επιτυχημένη εφαρμογή Εικονικής Πραγματικότητας πρέπει να επικοινωνεί με τον τρόπο που είναι εξοικειωμένος ο άνθρωπος να επικοινωνεί και αυτό είναι η εικόνα και ο ήχος (ομιλία, μουσική, κ.τ.λ.).

2^ο) Να ‘θυμάται’ και να ‘υπολογίζει’

Στην πραγματικότητα, η μόνη ‘ικανότητα’ που έχει ο Ηλεκτρονικός Υπολογιστής σε σχέση με το άνθρωπο είναι η απεριόριστη δυνατότητα αποθήκευσης πληροφοριών(data) και η εκπληκτική ταχύτητα εκτέλεσης πράξεων. Μία εφαρμογή Εικονικής Πραγματικότητας πρέπει να αξιοποιεί στο μέγιστο αυτές τις δύο δυνατότητες.

3^ο) Να δίνει απαντήσεις και συμβουλές

Εκεί φαίνεται η πραγματική αξία μίας εφαρμογής Εικονικής Πραγματικότητας, να είναι σε θέση να δίνει απαντήσεις σε κάθε ερώτημα του χρήστη. Και όταν του ζητείται, να μπορεί να συνδυάζει όλες τις απαντήσεις και να δίνει επί μέρους συμβουλές.

Η μεγαλύτερη τεχνική δυσκολία στη δημιουργία μίας εφαρμογής Εικονικής Πραγματικότητας βρίσκεται, όπως πάντα, στον ανθρώπινο παράγοντα ο οποίος δημιουργεί το λογισμικό και πιο συγκεκριμένα η δυσκολία βρίσκεται στην αξιοπιστία των εκάστοτε δημιουργούμενων νοηματικών μοντέλων λειτουργίας. Τα μοντέλα αναπαράστασης που περιγράφονται στο πρώτο μέρος δεν έχουν προβλήματα επειδή η ορθότητά τους επιβεβαιώνεται κάθε στιγμή με την οπτική αναπαράσταση, αλλά η επιβεβαίωση της αξιοπιστίας των νοηματικών μοντέλων είναι πολύ δύσκολη.

Η λύση στο πρόβλημα της αξιοπιστίας των νοηματικών μοντέλων είναι αφ’ ενός η συνεχής βελτίωση του λογισμικού κάθε εφαρμογής και αφ’ ετέρου η συνεχής επαγρύπνηση του ανθρώπινου παράγοντα που με την πείρα του καλείται ανά πάσα στιγμή να επιβεβαιώνει την ορθότητα ή μη προτεινόμενων λύσεων, όπως π.χ. στο προηγούμενο παράδειγμα ο Αρχιτέκτων πρέπει να συμφωνήσει με την βέλτιστη λύση που του προτείνει η εφαρμογή ή/και να κάνει διάφορες δικές του δοκιμές τροποποιώντας τις παραμέτρους και τα κριτήρια στα οποία είναι υποχρεωμένη να δίνει πρόσβαση η εφαρμογή.

Οι δημιουργοί λογισμικού εφαρμογών Εικονικής Πραγματικότητας πρέπει να γνωρίζουν ότι όπως στη πραγματική ζωή ο άνθρωπος πρέπει να ολοκληρώνει τις αποφάσεις του και μετά να τις αξιολογεί, έτσι και στις εφαρμογές υπάρχει η ανάγκη υλοποίησης ενός πλήρους κύκλου για να υπάρχει η δυνατότητα στη συνέχεια η εφαρμογή να κάνει βελτιστοποίηση, διότι η βελτιστοποίηση χρειάζεται πάρα πολλούς κύκλους που ο καθ’ ένας πρέπει να είναι πλήρης.

Κατακλείδα

Αν δεν καταλάβατε πολλά πράγματα από αυτό το άρθρο, μην ανησυχείτε γιατί αυτή είναι η επιβεβαίωση και η συνέπεια αυτού του άρθρου που ισχυρίζεται ότι μόνο με την χρήση ενός λογισμικού Εικονικής Πραγματικότητας μπορείτε να κατανοήσετε ένα σύνθετο θέμα όπως αυτό που μόλις τώρα διαβάσατε. Υπομονή λοιπόν μέχρι να δημιουργηθεί το κατάλληλο λογισμικό ...