

## Τεχνολογίες Πολυμέσων

### Ενότητα: ΕΙΚΟΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

(Διδάσκων: Δημήτριος Χαρίτος)

## Εφαρμογές της εικονικής πραγματικότητας

### 1. Εισαγωγή

Η τεχνολογία της εικονικής πραγματικότητας (VR) έχει τις ρίζες της στις ερευνητικές προσπάθειες για εξέλιξη των συστημάτων προσομοίωσης πτήσης (flight simulation). Μόλις απο το 1968, ο Ivan Sutherland είχε κιόλας καταλάβει ότι οι δυνατότητες των υπολογιστών για απεικόνιση μέσω γραφικών, σε πραγματικό χρόνο, θα οδηγούσαν σε μία ολοκαίνουργια μορφή επικοινωνίας ανθρώπου-υπολογιστή, βασισμένη περισσότερο σε πραγματικές εμπειρίες παρά σε αναπαραστάσεις πληροφοριών. Χρειαζόταν όμως περισσότερα απο 15 χρόνια έρευνας και εξέλιξης των απαραίτητων τεχνολογιών μέχρι η σύλληψη του Sutherland να αρχίσει να δείχνει πραγματοποιήσιμη.

Παρότι η εξέλιξη των τεχνολογιών αυτών συνεχίστηκε με ακόμα γρηγορότερο ρυθμό, ειδικά τα δέκα τελευταία χρόνια, η όλη φασαρία και οι παράλογες απαιτήσεις των media οδήγησαν στην δυσπιστία του κόσμου και, το κυριώτερο, των επενδυτών για τις δυνατότητες της VR. Τελευταία όμως αυτή η τάση δείχνει να μεταβάλλεται, αφού η πληθώρα χειροπιαστών εφαρμογών, που κάνουν χρήση VR, και τα άμεσα οικονομικά οφέλη τους, έχουν αρχίσει να πείθουν για τη χρησιμότητα της τεχνολογίας αυτής.

Ο λόγος ύπαρξης της τεχνολογίας της VR δεν είναι η όσο το δυνατόν τελειότερη προσομοίωση της πραγματικότητας, γιατί κάτι τέτοιο και ακατόρθωτο φαντάζει, τουλάχιστον για αρκετές ακόμα δεκαετίες, αλλά και όχι απαραίτητα επιθυμητό. Ο στόχος της VR, τουλάχιστον κατά τη γνώμη του γράφοντος, θα έπρεπε να είναι: η δημιουργία συνθετικών περιβαλλόντων, τα οποία ο χρήστης του εκάστοτε συστήματος

βιώνει με τρόπους όμοιους με αυτούς που βιώνει το πραγματικό περιβάλλον, και τα οποία θα βοηθούν:

- την **προσομοίωση διαδικασιών** για χάρη εκπαίδευσης, αποφυγής κινδύνων, αξιολόγησης σχεδιασμού ή εκτίμησης συστημάτων πληροφοριών,
- την καλύτερη **επικοινωνία** του **ανθρώπου** με τον **υπολογιστή**,
- την αναζήτηση για καινούργιες μορφές **έκφρασης** και **επικοινωνίας**,
- την διευκόλυνση των **ανθρώπων** με **ειδικές ανάγκες**, κλπ.

Βέβαια, το πίο πιθανό είναι ότι οι βασικές δυνάμεις ώθησης για την τεχνολογία VR θα αποδειχθούν εκείνες που περιμένουν από αυτή τα μεγαλύτερα κέρδη (οικονομικά και πολιτικά), δηλαδή η βιομηχανία της διασκέδασης και η βιομηχανία του πολέμου. Αναπόφευκτα λοιπόν, αυτές θα ορίσουν και την κατεύθυνση που θα πάρει η έρευνα για την τεχνολογία αυτή.

Στη συνέχεια του κειμένου θα εξετάσουμε τα σημαντικότερα παραδείγματα εφαρμογών της VR, δίνοντας μεγαλύτερη σημασία στις προοπτικές εξέλιξης αυτών των εφαρμογών και λιγότερη στο πόσο εντυπωσιακά είναι τα μέχρι τώρα αποτελέσματά τους.

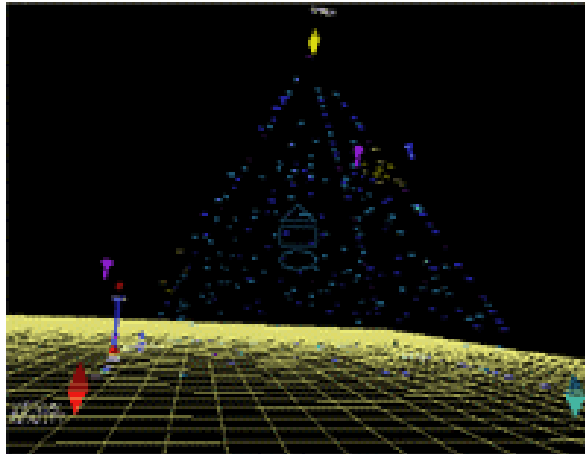
## **2. Εφαρμογές**

### **2.1 Απεικόνιση συστημάτων πληροφοριών**

Ενας φυσιολογικός άνθρωπος δεν είναι ιδιαίτερα ικανός στην επεξεργασία και αξιολόγηση συνόλων από πολυάριθμα δεδομένα, ονόματα η αριθμούς. Είναι όμως επιδέξιος στην αναγνώριση μοτίβων και διατάξεων, στο οπτικο-ακουστικό του περιβάλλον. Επομένως η απεικόνιση πολύπλοκων συστημάτων πληροφοριών σε οπτικο-ακουστικές μορφές, καθιστά ευκολότερη την εκτίμηση και μελέτη τους απο τον άνθρωπο.

Η τεχνολογία VR μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την δημιουργία πολυ-διάστατων οπτικο-ακουστικών απεικονίσεων πολυπλόκων συστημάτων πληροφοριών, σε μορφή αλληλεπιδραστικών (interactive) VEs, επιτρέποντας έτσι στον χρήστη να τα επεξεργαστεί με τον πλέον φυσικό, 'ενστικτώδη' τρόπο που ταιριάζει καλύτερα στην μέθοδο εργασίας του.

**α) Οπτικοποίηση συστημάτων πληροφοριών:** VR συστήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εξερεύνηση μιας βάσης δεδομένων, βυθίζοντας τον χρήστη μέσα σε μία τρισδιάστατη απεικόνιση της. Με κινήσεις των χεριών και του σώματος μπορεί να περιφέρεται πιο επιδέξια μέσα στους νοητούς χώρους της πληροφορίας, αναγνωρίζοντας, επιλέγοντας και οργανώνοντας πιο αποτελεσματικά τα δεδομένα του.



**Εικ. 1:** Οπτικοποίηση δεδομένων σε VE με στόχο την αναγνώριση μοτίβων και σχέσεων ανάμεσα στα οπτικοποιημένα δεδομένα – (VR-VIBE, University of Nottingham).<sup>1</sup>

**β) Οπτικοποίηση οικονομικών δεδομένων:** η παρακολούθηση και επεξεργασία της συνεχούς ροής οικονομικών-χρηματιστηριακών δεδομένων είναι μία ιδιαίτερα πολύπλοκη και απαιτητική εργασία. Ηδη στην αγορά υπάρχουν εφαρμογές που με την βοήθεια ενός VR συστήματος μετατρέπουν τον χείμαρρο απο ανάλογες πληροφορίες σε ένα desktop VE, το οποίο διευκολύνει τις εκτιμήσεις ενός χρηματιστή.

**γ) Οπτικοποίηση δομής δικτύων:** η δυνατότητα παρακολούθησης της δομής και των σχέσεων μεταξύ των στοιχείων που συνθέτουν ένα πολύπλοκο δίκτυο, είναι ιδιαίτερα

---

<sup>1</sup> Η ακριβής πηγή των εικόνων που παρουσιάζονται δεν αναφέρεται λόγω του ανεπίσημου χαρακτήρα αυτού του κειμένου.

σημαντική σε αρκετές δραστηριότητες διαχείρισης αυτού του δικτύου. Το desktop VR σύστημα που κατασκευάστηκε από την British Telecom για την διαχείριση του τεράστιου δίκτυου τηλεπικοινωνιών που διαθέτει, αποδεικνύει πως η τρισδιάστατη, τοπολογική απεικόνιση των συνδέσεων και των κόμβων του δικτύου βοηθά την παρακολούθηση, την αλληλεπίδραση αλλά και την σχεδίαση επεκτάσεων σε ένα τέτοιο πολύπλοκο σύστημα.

**δ) Οπτικοποίηση λογισμικού:** τεχνικές απεικόνισης μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στην οπτικοποίηση της δομής λογισμικού, για να βοηθήσουν την συντήρηση και βελτίωση του. Απεικονίζοντας τα μέρη, τις ρουτίνες, τις διαδικασίες με ένα δυναμικό τρόπο στις τρεις διαστάσεις, διευκολύνεται κατά πολύ η διάγνωση προβλημάτων. Τέτοια συστήματα βρίσκονται ακόμα στο στάδιο της έρευνας.

## 2.2 Μοριακή μοντελοποίηση

Η πολύπλοκη δομή των μορίων γίνεται ευκολότερα κατανοητή με τρισδιάστατα μοντέλα και όχι με δυσδιάστατες αναπαραστάσεις. Επομένως, η χρήση VR συστημάτων για την προσομοίωση μοριακών ενώσεων, βοηθά κατά πολύ στην αντίληψή τους αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σαν εργαλείο για την ανίχνευση καινούργιων ενώσεων.

Στο Πανεπιστήμιο της North Carolina, κατασκευάστηκε για πρώτη φορά ένα τέτοιο σύστημα, το οποίο κάνει χρήση οπτικής αλλά και απτικής απεικόνισης πληροφοριών. Συγκεκριμένα, η τρισδιάστατη εικόνα των μοριακών ενώσεων προβάλλεται σε μία οθόνη ενώ ο χρήστης αλληλεπιδρά με τα μόρια μέσω ενός αρθρωτού βραχίονα (ARM), ο οποίος κατευθύνει τις κινήσεις των μορίων αλλά παρέχει και απτική αντίδραση στο χέρι του χρήστη. Οι δυνάμεις που αναπτύσσονται μεταξύ των ατόμων αναπαρίστανται μέσω της απτικής αντίδρασης του ARM, υποδεικνύοντας ποιές ενώσεις είναι εφικτές και ποιές όχι, βοηθώντας έτσι σημαντικά στην προσπάθεια για ανακάλυψη καινούργιων ενώσεων.



**Εικ. 2:** Μοριακή μοντελοποίηση στο Πανεπιστήμιο τη North Carolina με το σύστημα ARM.

### **2.3 Ιατρική προσομοίωση**

Ο συνδυασμός της τεχνολογίας VR με τις πρόσφατες εξελίξεις στο χώρο της απεικόνισης ιατρικών δεδομένων και την υιοθέτηση μερικών καινούργιων χειρουργικών διαδικασιών, δείχνουν να υπόσχονται πολλά.

**α) Εκπαίδευση:** ένα 'ψηφιακό πτώμα' (virtual cadaver) δηλαδή ένα τρισδιάστατο μοντέλο του ανθρωπίνου σώματος, συμπεριλαμβάνοντας δέρμα, μυικούς ιστούς, αιμοφόρα αγγεία και οστά, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκπαίδευση φοιτητών της ιατρικής στην ανατομία. VR συστήματα χρησιμοποιούνται για την εκπαίδευση σε καινούργιες τηλεχειρουργικές τεχνικές (ενδοσκοπήσεις, λαπαροσκοπήσεις), οι οποίες απαιτούν νέες μορφές χειρουργικών ικανοτήτων, που μπορούν να αποκτηθούν μόνο μέσω της προσομοίωσης των ειδικών συνθηκών μέσα στις οποίες λαμβάνουν χώρα.

**β) Διάγνωση:** μέχρι σήμερα, διάφορες δισδιάστατες μορφές απεικόνισης (τομογραφία, ακτινογραφία) βοηθούν στην διάγνωση διαφόρων προβλημάτων. Σήμερα όμως είναι δυνατή η απεικόνιση αυτών των πληροφοριών (με δεδομένα από ακτινογραφίες η μαγνητικές τομογραφίες) σε μορφή τρισδιάστατου μοντέλου και κατά συνέπεια η

διάγνωση μέσω της εξερεύνησης μέσα σε ένα VE που περιλαμβάνει το μοντέλο. Αυτές οι προσπάθειες βρίσκονται ακόμα σε ερευνητικό στάδιο.

**γ) Θεραπεία:** τρισδιάστατα μοντέλα μερών του ανθρωπίνου σώματος χρησιμοποιούνται για τον προγραμματισμό ορθοπεδικών η πλαστικών εγχειρήσεων. Στο Πανεπιστήμιο MIT γίνονται προσπάθειες για την κατασκευή του ψηφιακού μοντέλου ενός ποδιού με βάση την βιο - μηχανική (biomechanical) του συμπεριφορά, με στόχο η προσομοίωση των συνεπειών του προβλήματός του να βοηθά τον προγραμματισμό τυχόν εγχειρήσεων. Στο μέλλον οι προσπάθειες θα στραφούν στη επέκταση του μοντέλου και σε άλλα μέρη του σώματος και στην πιθανή διαδικασία μεταβολής του για την παραγωγή ενός μοντέλου που να αντιστοιχεί στον εκάστοτε ασθενή.



**Εικ. 3:** Προσομοίωση εγχείρησης σε σύστημα εμβύθισης VR

Ακόμα, στο UNC έχει εφαρμοσθεί μία μέθοδος προγραμματισμού της σκόπευσης των ακτίνων που κατευθύνονται σε κάποιο όγκο του ανθρωπίνου σώματος, μέσω εμβύθισης σε VE που περιλαμβάνει το τρισδιάστατο μοντέλο του σώματος και του όγκου του ασθενή.

## 2.4 Αξιολόγηση αρχιτεκτονικού σχεδιασμού

Ένα VR σύστημα επιτρέπει στο αρχιτέκτονα ή στον μελλοντικό χρήστη να κινηθούν μέσα στο τρισδιάστατο μοντέλο ενός κτιρίου ή ενός διαμορφωμένου χώρου, πριν την πραγματική κατασκευή του. Έτσι επιτυγχάνεται η αξιολόγηση του κτιρίου, είτε κατά την διάρκεια είτε μετά από την ολοκλήρωσή του σχεδιασμού του, εντοπίζονται τυχόν λάθη, και παίρνονται σημαντικές αποφάσεις που κατά την διάρκεια της κατασκευής θα θεωρούνταν μη πραγματοποιήσιμες ή θα κοστίζαν αρκετά. Η χρησιμότητα αυτής της εφαρμογής βασίζεται στο γεγονός ότι ο άνθρωπος αντιλαμβάνεται πολύ καλύτερα ένα οποιοδήποτε χώρο, όταν κινείται μέσα σε μία τρισδιάστατη, σε αληθινή κλίμακα, αναπαράστασή του, παρά μέσω δισδιάστατων απεικονίσεων (σχέδια, οθόνη).

Το πρώτο σύστημα τέτοιας 'αρχιτεκτονικής διαδρομής' (architectural walkthrough) κατασκευάστηκε στο Πανεπιστήμιο της North Carolina (UNC). Σήμερα υπάρχουν αρκετά τέτοια συστήματα στον κόσμο, τα οποία συνήθως χρησιμοποιούνται σαν εργαλεία για την προώθηση πώλησης κατοικιών, επίπλων κουζίνας ή ολόκληρων προκατασκευασμένων εσωτερικών διαμορφώσεων σπιτιών, προσφέροντας τη δυνατότητα στους μελλοντικούς χρήστες να δοκιμάσουν παραλλαγές, βιώνοντας 'εκ των έσω' το αποτέλεσμα και διαλέγοντας αυτό που βλέπουν να τους ταιριάζει περισσότερο. (πχ. Matsushita Electric Works - Division σύστημα για προσομοίωση εξελιγμένων οικιακών περιβαλλόντων).



**Εικ. 4:** Αρχιτεκτονική προσομοίωση εκκλησίας στη Δρέσδη η οποία καταστράφηκε κατά τη διάρκεια του 2ου Παγκοσμίου Πολέμου, με σκοπό την υποστήριξη της ανακατασκευής της

Ανάλογα συστήματα είναι εξίσου χρήσιμα για προσομοίωση περιβαλλόντων πολύ μεγαλύτερης κλίμακας. Στη μελέτη για την κεντρική προκυμαία του λιμανιού του Seattle, χρησιμοποιήθηκε μία εντυπωσιακή εγκατάσταση πολυχρηστικού, projection-based VE, για να πείσει υπευθύνους και να αποσπάσει την κρατική έγκριση (κατασκευάστηκε από την Worldesign Inc σε συνεργασία με το HIT lab του Πανεπιστημίου του Washington).

Υπάρχει ακόμα η δυνατότητα οπτικοακουστικής προσομοίωσης ακουστικών φαινομένων και άλλων παραμέτρων (ηχοαπορροφητικότητα υλικών, ανακλαστικές επιφάνειες) με σκοπό την δημιουργία μοντέλων της ακουστικής συμπεριφοράς ενός χώρου, χρησιμοποιώντας τις digital signal processing δυνατότητες συστημάτων όπως το *Convolvotron*.

Θεωρείται σχεδόν βέβαιο ότι τα πολύ μεγάλα μελετητικά γραφεία ανά τον κόσμο θα είναι μελλοντικά από τους πρώτους χρήστες τέτοιων VR συστημάτων, σαν απλές επεκτάσεις των ήδη υπαρχόντων CAD συστημάτων που χρησιμοποιούν.

## **2.5 Αξιολόγηση βιομηχανικού σχεδιασμού**

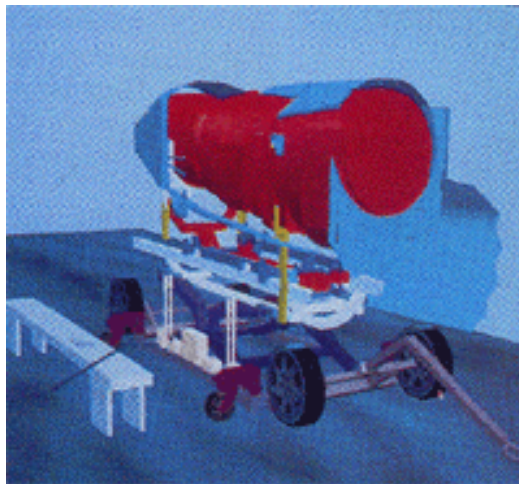
Οι περισσότερες εταιρείες παραγωγής οχημάτων (αυτοκινήτων, φορτωτών, φορτηγών) ή αεροσκαφών χρησιμοποιούν CAD συστήματα για το σχεδιασμό τους. Immersive η desktop VR συστήματα μπορούν λοιπόν να αξιοποιήσουν τις ήδη υπάρχουσες βάσεις δεδομένων, που περιγράφουν CAD μοντέλα των οχημάτων, για να κατασκευάσουν ψηφιακά πρωτότυπα. Έτσι τους δίνεται η δυνατότητα να εξετάσουν την κατασκευασσιμότητα, την εργονομία, την δυνατότητα συντήρησης, την ευκολία χειρισμού αλλά και την εμφάνιση του πρωτοτύπου, πριν αυτό κατασκευασθεί.

Η κατασκευή αληθινού πρωτοτύπου, σε πραγματική κλίμακα, για όλους αυτούς τους ελέγχους, κοστίζει υπερβολικά και χρειάζεται αρκετό χρόνο. Η χρήση ψηφιακού πρωτοτύπου κοστίζει πολύ λιγότερο και δίνει την δυνατότητα για διεξαγωγή τέτοιων ελέγχων κατά την διάρκεια του σχεδιασμού και όχι μόνο μετά την ολοκλήρωση του. Η



χρήση ψηφιακών μοντέλων για αξιολόγηση εργονομίας και αισθητικής μπορεί να βοηθήσει το σχεδιασμό οποιονδήποτε αντικειμένων ή μηχανημάτων πριν από την μαζική τους παραγωγή.

Στο Advanced Technology Center της Boeing Aircraft, αναγνωρίζεται ότι χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά VR συστήματα για κατασκευή virtual πρωτοτύπων πριν γίνει η κατασκευή αληθινών μοντέλων. Η Rolls-Royce χρησιμοποιεί VR τεχνικές για το σχεδιασμό των πολύπλοκων μηχανών αεροσκαφών που κατασκευάζει, οι οποίες αποτελούνται από χιλιάδες διαφορετικά εξαρτήματα. Η δυνατότητα συναρμολόγησης όλων αυτών των εξαρτημάτων εξετάζεται χωρίς την ανάγκη πολύμηνης εργασίας για την κατασκευή μίας μακέτας σε πραγματική κλίμακα.



**Εικ. 5:** Αξιολόγηση βιομηχανικού σχεδιασμού μέρους αεροσκάφους της εταιρείας McDonnell Douglas

Η εταιρεία Volvo χρησιμοποιεί VR συστήματα, για αξιολόγηση του σχεδιασμού του εξωτερικού του αυτοκινήτου, αλλά και για την μελέτη εργονομίας των οργάνων και συστημάτων χειρισμού στο εσωτερικό του (physical ergonomics). Πρόσφατα, άρχισαν να χρησιμοποιούνται immersive VR συστήματα για την παρακολούθηση και ανάλυση του τρόπου με τον οποίο αλληλεπιδρά ο οδηγός με το όχημα, και συγκεκριμένα με το περιβάλλον που δημιουργείται στο εσωτερικό του οχήματος. Ακόμη, για να διαφημιστεί η ασφάλεια των αυτοκινήτων τους, χρησιμοποιήθηκε ένα σύστημα προσομοίωσης οδήγησης, το οποίο αφού πρόσφερε στον ανυποψίαστο χρήστη την εμπειρία μίας

απότομης σύγκρουσης, επεδείκνυε την αντοχή του αυτοκινήτου μετά από ένα τέτοιο περιστατικό.

## **2.6 Εκπαίδευση**

Η πληροφορία που διακινείται με την μορφή εμπειρίας (άμεσης εμπειρίας, κάνοντας χρήση διαφόρων αισθήσεων, σε αντίθεση με το διάβασμα που είναι καθαρά οπτική-νοητική διεργασία), διατηρεί και καλλιεργεί τους συσχετισμούς της. Αυτός είναι ένας από τους λόγους που οι εκπαιδευτικές multimedia εφαρμογές καταφέρνουν να μεταφέρουν περισσότερη, ποιοτικά, πληροφορία στους χρήστες τους, όπως έχει διαπιστωθεί στην πράξη.

Βάσει αυτής της άποψης, η χρήση VR συστημάτων σε εκπαιδευτικές εφαρμογές, εμπλέκει ακόμα περισσότερο τον χρήστη στην διαδικασία εκμάθησης, προσφέροντάς του διάφορες επιλογές εξερεύνησης του γνωστικού 'χώρου' και οδηγώντας σε αποτελεσματικότερη εκπαιδευτική διαδικασία.

Εκπαιδευτικές εφαρμογές που κάνουν χρήση VR έχουν δοκιμαστεί σε:

- προσομοίωση εργαστηρίου φυσικής για διδασκαλία, μέσω εμπειρίας, των φυσικών νόμων σε μαθητές (πειραματική εφαρμογή από τη NASA),
- προσομοίωση περιήγησης σε περιβάλλοντα που είναι αδύνατο να πραγματοποιηθεί, είτε λόγω απόστασης (πχ. άλλοι πλανήτες) είτε λόγω του ότι ανήκουν στο παρελθόν (πχ. αρχαία μνημεία και τόποι).

## **2.7 VR για ανθρώπους με ειδικές ανάγκες**

Το γεγονός ότι η τεχνολογία της εικονικής πραγματικότητας μπορεί να προσφέρει εναλλακτικές, συνθετικές πραγματικότητες μέσω οπτικών, ακουστικών και απτικών αναπαραστάσεων, την καθιστά ιδεώδες μέσο για ενίσχυση των δυνατοτήτων ανθρώπων που δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν μία ή περισσότερες από τις αισθήσεις τους.

Ένα dataglove μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν συσκευή εισόδου από ένα βαρύκοο άτομο το οποίο επικοινωνεί μέσω χειρονομιών, και στη συνέχεια τα μηνύματά του, μέσω του συστήματος, να μεταφραστούν σε κείμενο (για απομακρυσμένο βαρύκοο συνομιλητή), ομιλία (για τυφλό συνομιλητή) ή braille (μέθοδος ανάγνωσης για τυφλούς).

Ένα ειδικά κατασκευασμένο HMD έχει χρησιμοποιηθεί, στο John Hopkins University της Βαλτιμόρης, σαν συσκευή ενίσχυσης όρασης για ανθρώπους με χαμηλή όραση. Ακόμα, ένα immersive VR σύστημα που δέχεται είσοδο από dataglove και μία αναπηρική καρέκλα πάνω σε ρόδες με αισθητήρες, έχει χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση του σχεδιασμού περιβαλλόντων, όσον αφορά τις ειδικές απαιτήσεις και την εργονομική αποτελεσματικότητα για χρήστες σε αναπηρική καρέκλα.

## **2.8 Προσομοίωση πτήσης**

Οι πρώτες γεννήτριες εικόνας (Image Generators), δηλαδή τα πρώτα συστήματα προσομοίωσης πτήσης, που έκαναν χρήση computer graphics, άρχισαν να χρησιμοποιούνται στις αρχές της δεκαετίας του 70. Όπως και τότε, έτσι και σήμερα, η ανάγκη για όσο το δυνατόν μεγαλύτερη αληθοφάνεια, απεικονισμένη με την μεγαλύτερη δυνατή ανάλυση και σχεδιασμένη στον μικρότερο δυνατό χρόνο, ωθεί τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για προσομοίωση πτήσης στα όρια των δυνατοτήτων τους.

Τα σημερινά συστήματα χρησιμοποιούν τεχνικές όπως smooth shading, texture mapping, transparency, anti-aliasing και προσομοιώσεις καιρικών φαινομένων. Μερικά Image Generators παράγουν τέτοιες εικόνες σε ρυθμό μεγαλύτερο από 50 frames ανα sec και αναλύσεις άνω των 1000 γραμμών. Ο χειριστής περιβάλλεται συνήθως από 3-5 οθόνες προβολής, που αντιστοιχούν στα παράθυρα της καμπίνας, για να έχει όσο το δυνατόν πιο αληθοφανή εικόνα του περιβάλλοντος κατά την διάρκεια της προσομοίωσης πτήσης. Κάθε οθόνη τροφοδοτείται από μία γεννήτρια εικόνας, ενώ κάθε γεννήτρια πρέπει να έχει πρόσβαση στην ίδια βάση δεδομένων που περιγράφει γεωμετρικά ολόκληρο το περιβάλλον, για να αναπαραστήσει την άποψη (Point of View) του περιβάλλοντος, που θα έπρεπε να βλέπει ο χειριστής από το αντίστοιχο παράθυρο της καμπίνας.

Οι πρόσφατες εξελίξεις στις τεχνολογίες που υποστηρίζουν τις προσομοιώσεις, έχουν άμεσες συνέπειες στις επιδόσεις και την αληθοφάνεια της εμπειρίας που προσφέρει ένα τέτοιο σύστημα. Πάντως τα περιθώρια εξέλιξης στον τομέα αυτό είναι απεριόριστα. Πρέπει ακόμα να γίνει αντιληπτό ότι το κόστος τέτοιων συστημάτων είναι τεράστιο.

## **2.9 Βιομηχανία άμυνας**

Η βιομηχανία της άμυνας είναι ίσως ο μεγαλύτερος χρηματοδότης της έρευνας της τεχνολογίας VR. Πέρα από τους εξομοιωτές πτήσης, στους οποίους ήδη αναφερθήκαμε, κατασκευάζονται προσομοιώσεις σχεδόν όλων των πολεμικών διαδικασιών που έχουν να κάνουν με τον χειρισμό κάποιου οχήματος, σκάφους, υποβρυχίου ή οπλικού συστήματος, προς χάρη της εκπαίδευσης των μελλοντικών χειριστών. Οι λόγοι που ωθούν στη χρήση προσομοιώσεων στην εκπαίδευση σε τέτοια συστήματα είναι:

- η ασφάλεια των χειριστών,
- το τεράστιο κόστος της εκπαίδευσης με αληθινά πυρά και οχήματα.

Ολικά εμπυθισμένοι χρήστες-στρατιώτες εκπαιδεύονται ακόμα και σε μάχη εδάφους, σε ομάδες και σε συνδυασμό με οχήματα. Αυτό βέβαια σημαίνει ότι όλοι αυτοί οι χρήστες πρέπει να έχουν πρόσβαση στην βάση δεδομένων που περιγράφει το περιβάλλον της μάχης, και συγχρόνως να είναι βυθισμένοι αλλά και να απεικονίζονται με κάποιο τρόπο μέσα στο περιβάλλον.

Το SIMNET είναι το σύνολο δικτυωμένων συστημάτων το οποίο συνδέει σχεδόν όλα τα συστήματα πολεμικής προσομοίωσης που βρίσκονται στην Αμερική, έτσι ώστε να είναι δυνατή η εμπλοκή απόμακρων χρηστών, σε οποιοδήποτε σημείο της χώρας, σε εκπαιδευτική άσκηση μέσα στο ίδιο VE. Το καινούργιο standard που μελετάται για την δικτύωση πολυάριθμων, απόμακρων συστημάτων και υποστηρίζει μεγαλύτερη πολυπλοκότητα και ρεαλισμό στις προσομοιώσεις, ονομάζεται DIS (Distributed Interactive Simulation). Είναι φανερό ότι οι απαιτήσεις τέτοιων συστημάτων σε

υπολογιστική ισχύ και δυνατότητες δημιουργίας εικόνων αγγίζουν τα όρια του τι είναι σήμερα εφικτό.



Εικ. 6: Δικτυωμένα συστήματα προσομοίωσης μάχης για περισσότερους από 300 χρήστες - NPSNET research group, Naval Postgraduate School

## 2.10 Η βιομηχανία της διασκέδασης

Αναμφίβολα η βιομηχανία της διασκέδασης φαντάζει σαν εφαρμογή VR, η οποία απευθύνεται στην πλέον πολυπληθή ομάδα χρηστών. Η έκρηξη σε αυτή την αγορά θα συμβεί όταν, επιτρέποντος του κόστους του hardware, ο μέσος καταναλωτής θα μπορεί εύκολα να αγοράσει ένα πειστικό immersive VR σύστημα σε μορφή και τιμή computer games console. Για την ώρα ο κοινός θνητός μπορεί να βυθιστεί σε αρκετά πειστικά συνθετικά περιβάλλοντα:

- στα *arcade games κέντρα*, όπου υπάρχουν διάφορα coin-up συστήματα, για έναν ή πολλούς χρήστες,
- στα *location-based κέντρα*, όπου κατασκευάζονται μεγάλης κλίμακας εγκαταστάσεις για πολυάριθμους χρήστες, οι οποίοι βιώνουν την εμπειρία μέσα σε χώρους μορφής θεάτρων (με πολλαπλές οθόνες προβολής) ή μορφής καμπινών για ένα ή λίγα άτομα.

Τρανταχτές συνεργασίες εταιρειών που μέχρι τώρα γνωρίζαμε σαν κατασκευάστριες εξομοιωτών πτήσης ή ισχυρών συστημάτων δημιουργίας γραφικών, με εταιρείες παραγωγής κινηματογράφου, κινουμένων σχεδίων ή computer games έχουν ήδη αρχίσει να πραγματοποιούνται (Evans & Sutherland-Iwerks, Silicon Graphics-Walt Disney,

Silicon Graphics-Nintedo). Το σίγουρο είναι ότι στο κοντινό μέλλον θα μπορέσουμε να αξιολογήσουμε τι πραγματικά είναι εφικτό και πόσο εντυπωσιακές μπορούν να είναι αυτού του είδους οι ομαδικές και μη εμπειρίες.

## 2.11 Άλλες εφαρμογές

Πέρα από τις προαναφερόμενες εφαρμογές, VR συστήματα ήδη χρησιμοποιούνται και σε κάποιες άλλες όχι λιγότερο σημαντικές εφαρμογές, που επιβεβαιώνουν την χρησιμότητα της εικονικής πραγματικότητας, όπως:

- αλληλεπιδραστική (interactive) χρήση οπτικοποίησης επιστημονικών δεδομένων (πχ. Computational Fluid Dynamics visualisation, mathematical modelling, κλπ.) για ορθότερες εκτιμήσεις και αξιολογήσεις,
- προσομοίωση για την εκπαίδευση χειριστών διαφόρων οχημάτων, όπως φορτηγών, φορτωτικών, η γερανών,
- χρησιμοποίηση VR μοντέλων για τον σχεδιασμό και την δοκιμασία επικίνδυνων περιβαλλόντων (λατομεία, πυρηνικοί αντιδραστήρες),
- προσομοίωση διαδικασιών τηλεχειρισμού για εκπαίδευση του χειριστή,
- οπτικοποίηση περιβαλλόντων άλλων πλανητών από δεδομένα που έχουν ληφθεί από διαστημικό τηλεσκόπιο η απο διαστημικά σκάφη (επιφάνεια πλανήτη Αρη από την NASA),
- προσομοίωση πραγματικών ή μη περιβαλλόντων για διεξαγωγή πειραματικής έρευνας για μελέτη της ανθρώπινης αντίληψης (τα αποτελέσματα της οποίας έχουν μεγάλη σημασία και για την εξέλιξη της VR),
- συνεργασία πολλών χρηστών πάνω στο ίδιο αντικείμενο, μέσα σε πολυχρηστικά VE (Computer Supported Cooperative Work environments).

Τέλος, δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι η VR πέρα από τεχνολογία, είναι και ένα μέσο (medium), όπως η φωτογραφία, το φιλμ η το βίντεο, και σαν τέτοιο θα υιοθετηθεί από δημιουργούς με στόχο την καλλιτεχνική δημιουργία. Ήδη υπάρχουν καλλιτέχνες που έχουν παρουσιάσει έργα στα οποία κάνουν χρήση VR τεχνολογίας, όπως η Nicole

Stenger, η Jenny Holzer, η Char Davies, ο έλληνας Marcos Novak καθώς και ο μουσικός Thomas Dolby.