



**ΑΝΩΤΑΤΗ ΣΧΟΛΗ ΚΑΛΩΝ ΤΕΧΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΚΑΛΩΝ ΤΕΧΝΩΝ**

ΤΜΗΜΑ ΕΙΚΑΣΤΙΚΩΝ ΤΕΧΝΩΝ

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΤΕΧΝΗΣ**

YOUR SHORT WAY HOME
(Ο Σύντομός σου Δρόμος προς το Σπίτι)

Θεωρητική Εργασία στο πλαίσιο του Έργου

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

[Τακτικός Γ. Σταύρος]

Αθήνα 2021

Τριμελής Επιτροπή:

[Χαρβαλιάς Γεώργιος], Αναπληρωτής Καθηγητής Ανωτάτης Σχολής Καλών Τεχνών (επιβλέπων)

[Αρβανίτης Νικόλαος], Επίκουρος Καθηγητής Ανωτάτης Σχολής Καλών Τεχνών

[Γκινοςάτης Δημήτρης], Εντεταλμένος καθηγητής επί συμβάσει στο ΠΜΣ Ψηφιακές Μορφές Τέχνης της Ανωτάτης Σχολής Καλών Τεχνών

Copyright © [Τακτικός Σταύρος]

All rights reserved. Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αναδημοσίευση, μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της παρούσας διατριβής χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη άδεια του/της συγγραφέα/ως. Κατ' εξαίρεση, επιτρέπεται η μεμονωμένη αντιγραφή τμημάτων του περιεχομένου για εκπαιδευτικό σκοπό, χωρίς πρόθεση εμπορικής ή άλλης εκμετάλλευσης, και πάντα υπό την προϋπόθεση της αναγραφής της πηγής προέλευσής του, χωρίς αυτό να σημαίνει καθ' οποιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας.

Η έγκριση της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας / της διατριβής από την Ανωτάτη Σχολή Καλών Τεχνών δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του/της συγγραφέα/ως.

Περίληψη

Η μελέτη μου αφορά την έννοια της προσομοίωσης, τεχνικά και ιστορικά καθώς γίνεται παράλληλα μια προσέγγιση της ανάπτυξης των υπολογιστών, των βιντεοπαιχνιδιών και των εφαρμογών που έχουν τα παραπάνω στις τεχνολογίες του πολέμου. Παράλληλα κάνω μια δικιά μου απόπειρα σύνδεσης του καθολικού χαρακτήρα της έννοιας της προσομοίωσης με την γραφή ως μέσο και τον απόλυτο χαρακτήρα που ενέχουν ιστορικά τα δύο αυτά μέσα.

Λέξεις κλειδιά: προσομοίωση, υπολογιστής, παιχνίδια πολέμου, βιντεοπαιχνίδια, γραφή

Summary

My study is about the concept of simulation, technically and historically as it takes a parallel approach to the development of computers, video games and the applications that they have in war technologies. On the other hand, I make a venture to connect the absolute character of the concept of simulation with writing both as mediums through history and technical detailing.

Key words: simulation, computer, wargames, videogames, writing

Πτυχιακή Εργασία

Τακτικός Σταύρος

“War is a terrible thing, but so is peace.”

Herman Kahn

1. Περιγραφή Έργου

Στο έργο μου χρησιμοποίησα βίντεο στο χώρο, επενδύοντας τους τοίχους με κινούμενες εικόνες ως εγκατάσταση. Μέρος της είναι μακέτα ενός οικισμού της Μέσης Ανατολής. Η κεντρική προβολή με το κίτρινο χρώμα και τα στρατιωτικά οχήματα που πέφτουν λούζει σαν υπνωτιστική βροχή την κοιμωμένη πόλη. Ο ήχος πολεμικός, λειτουργεί ως ανάμνηση, ενός ελικοπτέρου που γεμίζει τον χώρο της προβολής. Τα στοιχεία αυτά λειτουργούν εν είδη χαρτογράφησης που βάζουν τον θεατή σε θέση επιτήρησης του τοπίου της ερήμου, επόπτευσης ενός πολέμου φτιαγμένου από κομφετί διαφημίσεων. Προσομιώσεις προσομοιωμένων καταστάσεων, σκηνικά επιθετικά ως προς την χρωματολογία τους, πολεμικά και αιχμηρά ως προς το περιεχόμενό και τη ρητορική τους, ένα ιστορικό που αναδύεται ως μνήμη την ώρα που ο θεατής τα παρακολουθεί. Μνήμη ενός πολέμου που έγινε και δεν έγινε ποτέ. Ταυτόχρονες θεάσεις, πολλαπλές οπτικές, ο θεατής ως Drone πανοπτικό, διασπασμένη προσοχή εν είδει πιλότου μαχητικού αεροσκάφους και στον ρόλο των δεξτρο-αμφεταμινών η διαφημιστική γλώσσα να επιτίθεται στις αισθήσεις, όπως στη διαφήμιση έτσι και στον πόλεμο, διεγείροντας το νευρικό σύστημα προς αναζήτηση του εχθρού. Ένας εχθρός που είναι εκεί αν κοιτάξει κανείς εμμονικά και αλληπάλληλα απειλώντας ταυτόχρονα εν τη απουσία του. Παραμορφώνει το έργο αυτό, ανασκευάζει το μήνυμα, παίζει με την ίδια τη φύση του διαφημιστικού περιεχομένου, τις αγοραστικές φράσεις, τα γεωστρατηγικά υπονοούμενα και παράγει το τελικό εφέ συμπλέκοντάς τα παραπάνω με την εικαστική πρακτική και αφήγηση. Εδώ έχουμε μια εικονοποία

της στρατιωτικής βιομηχανίας, αυτή τη φορά ως περιεχόμενο, έχουμε ατάκες και στοιχεία της βιομηχανίας του Real Estate στον Δυτικό κόσμο με έμφαση στις ΗΠΑ και μια προσπάθεια επινόησης εκ νέου του τροχού της διαδικασίας της διαφήμισης, με βασικό συστατικό την ειρωνεία του ίδιου του μέσου της. Το έργο μου έχει αναφορές σε έργα όπως του Alighiero Boetti – Aerei (Airplanes) 1940-1994, του Γιώργου Λάππα – Ο χάρτης του κόσμου 1988, οι εγκαταστάσεις με τα υποβρύχια του Anselm Kiefer, καλλιτέχνες όπως ο Pino Pascali, ο Harun Farocki, κινήματα όπως αυτό της Pop Art και πολεμικά βιντεοπαιχνίδια παλαιότερων δεκαετιών. Όσο αφορά τις μορφές και τα χρώματα των σχημάτων στο βίντεό μου έχουν αναφορές σε τυποποιημένα από τη βιομηχανία, παιδικά σπιτάκια, όπως αυτά που μπαίνουν σε κήπους μεγάλων σπιτιών ή παιδικές χαρές. Επίσης ο τρόπος που κινείται η κάμερα και ο τρόπος που έχουν σχεδιαστεί τα τρισδιάστατα μοντέλα, με λιγότερα πολύγωνα, λειτουργεί ως αναφορά σε παλαιότερα βιντεοπαιχνίδια όπως αυτά στα τέλη της δεκαετίας του 1990 με αρχές 2000.

Παράλληλα ερευνώ την έννοια του οίκου, του τόπου ως μη τόπου, μη προσβάσιμου, εν είδει περιβλήματος, προστατευτικού μέσου, ύστατου σημείου αναφοράς απέναντι στον καθολικό χαρακτήρα της παρακολούθησης που διέπει την εποχή μας. Ανακατασκευάζω τα σπίτια-κρυσφήγετα νεκρών ισλαμιστών ανταρτών όπως ο Osama Bin Laden και ο Al Baghdadi. Τα τελευταία αυτά μέρη, ως ορόσημα, μη περατοί χώροι, πριν ισοπεδωθούν και απονοηματοδοθούν από τις συμμαχικές δυνάμεις. Τα κτήρια ανακατασκευάστηκαν μέσω κατασκοπευτικών εικόνων που είχαν τραβηχτεί πριν τις επιχειρήσεις καταστροφής τους. Βλέπουμε στα βίντεο να παρελαύνουν ανακατασκευασμένα οχήματα τύπου *technical* από τον εμφύλιο της Συρίας λειτουργώντας ως κεντρικός ήρωας της αφήγησης του έργου μου. Λειτουργώντας παρόμοια βλέπουμε στην βίντεο εγκατάσταση όχημα τύπου *humvee* με ηχεία, χαρακτηριστική στρατιωτική πλατφόρμα των ΗΠΑ για διεξαγωγή επιχειρήσεων ψυχολογικού πολέμου και μείωσης του ηθικού του εχθρού.

Όσο αφορά την έρευνά που έκανα γύρω από το έργο, αυτή κινήθηκε στα ιστορικά πλαίσια της κατασκοπείας, της παρακολούθησης και χειραγώγησης των πληθυσμών χωρών του τρίτου κόσμου από δυτικής προέλευσης ιδιωτική εταιρεία και με ενδιαφέρει το πως έφτασε αυτή με τη σειρά της έπειτα από χρόνια να επηρεάσει τις αμερικανικές εκλογές το 2016. Η Βρετανική Κατασκοπεία ήταν αυτή που εκίνησε τα γεγονότα, σε συνεργασία με τις ΗΠΑ, καθώς ενεπλάκη σε υπόθεση για την αλλαγή της άποψης του πληθυσμού μιας ολόκληρης πόλης στη μέση ανατολή. Πιο συγκεκριμένα το 2009 η Βρετανική κυβέρνηση σε συνεργασία με την ιδιωτική εταιρεία Cambridge Analytica, έφτιαξε

το ψυχολογικό προφίλ των κατοίκων δύο πόλεων της Υεμένης, Hadramout και Marib τότε οχυρά της Al Qaida, χωρίς οι ίδιοι να το γνωρίζουν. Η εν λόγω εταιρεία εμφανίστηκε με ερωτηματολόγια στον ντόπιο πληθυσμό και δήλωνε ψευδώς ότι έρχεται μέσω ενός πανεπιστημίου για μια τυπική έρευνα. Τα στοιχεία των ερωτηματολογίων χρησιμοποιήθηκαν ύστερα για τη δημιουργία διαφημίσεων στα τοπικά μέσα της Υεμένης, όπως το ραδιόφωνο και η τηλεόραση, οι οποίες απέτρεπαν τον ντόπιο πληθυσμό από το να ριζοσπαστικοποιείται πολιτικά και θρησκευτικά. Η ίδια εταιρεία το 2009 στο Πακιστάν με την αφορμή του εμβολίου ενάντια στην πολιομυελίτιδα, έπαιρνε dna δείγματα από τον πληθυσμό για να βρεί το γενεαλογικό δέντρο του Bin laden χωρίς να το γνωρίζει ο εν λόγω πληθυσμός. Η τεχνική αυτή με την ονομασία *strategic communication campaigns, psychological warfare, influence operations* ή αλλιώς *data mining* εφαρμόστηκε σε πολλές χώρες και πόλεις του κόσμου έκτοτε από την ίδια εταιρεία με αποκορύφωμα την νοθεία των αμερικανικών εκλογών το 2016 με την συνδρομή πλέον και του facebook. Σε αυτή την περίπτωση το facebook πήρε όλες τις πληροφορίες των χρηστών του ακόμα και τα προσωπικά μηνύματα, μέσω μιας φαινομενικά αθώας εφαρμογής ενός βιντεοπαιχνιδιού και τα έδωσε στην Cambridge Analytica. Δεν ήταν ανάγκη να έχεις εγκατεστημένη την εφαρμογή αυτή, αρκεί να την είχε κάποιος φίλος σου στο facebook και εκείνη τραβούσε ακόμα και τα δικά σου δεδομένα χωρίς να ζητήσει άδεια. Ύστερα από επεξεργασία των δεδομένων εκατομμυρίων χρηστών, κατασκευάστηκαν διαφημίσεις προσωποποιημένες μέσα στην πλατφόρμα του facebook που αφορούσαν τον κάθε χρήστη χωριστά και ήταν σχετικές με τις εκλογές του 2016 επηρεάζοντας έτσι τις ψήφους.

2. Εισαγωγή

Προσεγγίζοντας από ιστορική και τεχνική σκοπιά θα επιχειρήσουμε να κατανοήσουμε το θέμα των προσομοιώσεων στην εποχή μας, τον αντίκτυπο που έχουν και πως αυτές οι τεχνολογίες συνδέθηκαν με την μεταστροφή των πολεμικών παιχνιδιών και την βιομηχανία των βιντεοπαιχνιδιών στις μέρες μας, σε κάτι νέο που ο άνθρωπος δεν έχει αντιμετωπίσει ξανά. Σε ότι ακολουθεί δεν θα αναλύσουμε διεξοδικά τα συμβάντα πριν τον 20ο αιώνα που συνδέονται με την προσομοίωση, όπως είναι η κυβερνητική ή άλλες επιστήμες που συνέβαλαν στην εξέλιξή της, αλλά θα επικεντρωθούμε σε πολύ πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις, κυρίως από το 1990 και μετά. Σε επίπεδο ύφους και φόρμας επέλεξα ένα τρόπο γραφής αποτελούμενο από σύντομα κεφάλαια με κοφτό χαρακτήρα εν είδει στρατιωτικού - εμπιστευτικού εγγράφου ανάλογων υπηρεσιών.

3. Προσομοίωση ιστορικά

Τα πρώτα στοιχεία μοντελοποίησης της προσομοίωσης, τα συναντάμε στην πρωτοπόρα στατιστική μελέτη του John Snow, στο Λονδίνο το 1850. Ο Snow κατά την επιδημία της χολέρας που είχε εμφανιστεί, κατέδειξε μέσω στατιστικής μελέτης ότι ο πληθυσμός κάποιων συγκεκριμένων οικοδομικών τετραγώνων του Λονδίνου, στην συνοικία του Soho, μολυνόταν λόγω ενός συγκεκριμένου πηγαδιού από το οποίο έπαιρναν οι κάτοικοι νερό. Αυτή η μελέτη ήταν από τις πρώτες που έθεσε τις βάσεις της επιδημιολογικής έρευνας σε μεγάλη κλίμακα, μέσω προσομοίωσης συμπεριφοράς πληθυσμών.

Στα τέλη του 1940 ο μαθηματικός και σχεδιαστής υπολογιστικών συστημάτων John von Neumann ανακήρυξε το τέλος της εποχής του αναλογικού και της αναπαράστασης και το ξεκίνημα της εποχής της προσομοίωσης. Μια δεκαετία αργότερα στον έβδομο τόμο του *Epoche Atom und Automation*, ο μηχανικός και ψυχολόγος Abraham Moles προέβλεψε την μεταστροφή της σύγχρονης επιστήμης σε επιστήμη μοντελοποίησης. Πίστευε στην Κυβερνητική και στην δυναμική της δύναμη εκείνη την εποχή να απαντήσει στο ερώτημα, το τι είναι κάτι, μοντελοποιώντας αυτό το κάτι. Αυτές οι δύο αναφορές μιλούν για πλήθος επιστημών που έχουν υποστεί σιωπηρή ή εμφανή μεταστροφή σε υπολογιστικές επιστήμες πλέον. Είτε είναι φυσική, χημεία, βιολογία, ηλεκτρονική, μηχανολογία ή διαστημικές πτήσεις είτε πρόκειται για στρατιωτικές, γενετικές ή κλιματολογικές έρευνες, πολιτική, οικονομία, κοινωνιολογία, νευρολογία ή ναυτεχνολογία είναι πλέον σχεδόν αδύνατο να ονομάσουμε ένα ενιαίο χώρο έρευνας που δεν εξαρτάται ουσιαστικά από υπολογιστικές διαδικασίες και τεχνολογίες προσομοίωσης υπολογιστών. Ο Peter Galison δήλωσε ότι τη προσομοίωση υπολογιστών είναι μια μεταστροφή της ιδέας που έχουμε για τους υπολογιστές στις επιστήμες, από εργαλεία δουλειάς σε φύση.

Στα τέλη της δεκαετίας του 1950 εμφανίστηκαν οι προσομοιώσεις διαχείρισης [management simulations] για επιχειρήσεις, επηρεασμένες από τα πολεμικά παιχνίδια [war games] του στρατού. Την ίδια εποχή ο Arnold E. Amstutz που εργαζόταν στον τομέα των μικροαναλυτικών προσομοιώσεων συμπεριφοράς, θέλησε να μελετήσει την συμπεριφορά και τις πεποιθήσεις των

πελατών σε σχέση με συγκεκριμένα προϊόντα και εταιρείες, προσπαθώντας έμμεσα να επηρεάσει τις επιλογές τους. Οι προσομοιώσεις ήταν στο χαρτί με συννεφάκια που διακλαδώνονταν σε Ναι και Όχι. Ύστερα από 1400 ώρες η προσομοίωση δημιούργησε έναν πελάτη με συγκεκριμένη καταγωγή, γούστα, ποσό χρημάτων που σπαταλάει, τι αγοράζει ακριβώς, ποια καταστήματα θα προτιμήσει, βγάζοντας ακόμα και στοιχεία όπως το που κατοικεί και πόσο χρόνων είναι. Εδώ βλέπουμε χαρακτηριστικά ότι η προσομοίωση δεν μιμείται αλλά κατασκευάζει μοντέλα πάνω στα οποία η πραγματικότητα πάει και προσαρμόζεται. Τα αποτελέσματα αυτά λειτουργούν ως στατιστικά δεδομένα και επιβεβαιώνουν έτσι την ίδια την εγκυρότητα τους όπως και ακριβώς και στην περίπτωση του στρατού όπου τα πυρά των πολυβόλων στις προσομοιώσεις δείχνουν την ίδια κατανομή όπως τα αληθινά πυρά στο πεδίο βολής.

Τα μέσα της δεκαετίας του 1960 είναι μια περίοδος κατά την οποία οι υπολογιστές άρχισαν να παίρνουν έναν κεντρικό ρόλο σε πολλούς τομείς της ζωής και οι προσομοιώσεις αφορούσαν για πρώτη φορά διαφημιστικούς προϋπολογισμούς, στρατηγικές πωλήσεων και την εισαγωγή νέων προϊόντων στην αγορά. Στον πυρήνα των νέων τεχνολογιών βρίσκονται από τα τέλη της δεκαετίας του 1990 οι στρατιωτικοί προσομοιωτές ως περιβάλλοντα με τρισδιάστατα γραφικά σε υπολογιστή. Ήδη από τα μέσα κιάλας της δεκαετίας του '80 έχουμε στην υπηρεσία του στρατού των Ηνωμένων Πολιτειών, προγράμματα όπως το *SIMNET* [*simulator networking*] και το *ModSAF* [*Modular Semi-automated Forces*] όπου παρείχαν εμπειρία ενός πολέμου σε πραγματικό χρόνο, σε γραφικό περιβάλλον. Το *SIMNET* υπέστη αργότερα μικρές μετατροπές για να έχει εμπορική αξία και να πουληθεί ως παιχνίδι πλέον στην αγορά των βίντεο παιχνιδιών, εισάγοντας έτσι την κατηγορία των στρατιωτικών προσομοιωτών ή αλλιώς σοβαρών παιχνιδιών [*serious games*] στο ευρύ κοινό.

Το 1995 στο Portland του Oregon, κατασκευάστηκε μια προσομοίωση με το όνομα *TranSims* [*Transportation Analysis and Simulation System*] όπου δημιούργησε η *NISAC* [*National Infrastructure Simulation and Analysis Center*] και υπολόγιζε την κίνηση των οχημάτων και των μέσων μεταφοράς μια πόλης 1,6 εκατομμυρίων κατοίκων, με μεγάλη επιτυχία. Μέσα στην προσομοίωση αυτή υπολογίζονταν ακόμα και οι απρόβλεπτες συμπεριφορές του εκάστοτε ατόμου και πως αυτές θα είχαν αντίκτυπο στην καθυστέρηση των συγκοινωνιών ή την δημιουργία κυκλοφοριακής συμφόρησης.

Μετά την 11 Σεπτεμβρίου του 2001 αναπτύχθηκε η προσομοίωση *EpiSims* [*Epidemiological Simulation System*] στα πλαίσια των προετοιμασιών ενάντια σε πιθανές επιθέσεις άνθρακα. Μια από τις πιο χαρακτηριστικές προσομοιώσεις του πενταγώνου ήταν αυτή, της ίδιας χρονιάς, με το όνομα: *Future Warfare 20XX Wargame Series*. Η συγκεκριμένη προσομοίωση είχε σκοπό να υπολογίσει

όλες τις τεχνολογίες της εποχής και να βγάλει ένα αποτέλεσμα πάνω στον συσχετισμό των δυνάμεων ανάμεσα στις ΗΠΑ και μία αντίστοιχα μεγάλη και ισχυρή χώρα. Η χρονολογία ήταν μελλοντική κάπου ανάμεσα στο 2025 και 2030 και η εχθρική χώρα ήταν η Κίνα παρότι κανείς δεν την είχε ονομάσει ανοιχτά. Δύο ειδικοί σε θέματα πολέμου επίβλεψαν την προσομοίωση αυτή, ο Robert Martinage που αργότερα ήταν υπό την προεδρία του Β.Obama σε υψηλή θέση του πενταγώνου και ο Michael Vickers που ήταν σε αντίστοιχη θέση την ίδια εποχή. Τα αποτελέσματα που γέννησε αυτή η προσομοίωση ήταν πως η Αμερική θα δεχόταν αρκετά πλήγματα τόσο στις υποδομές της όσο και στον ίδιο τον στρατό της παρότι θα νικούσε το πόλεμο. Αυτό προκάλεσε μια σειρά αλλαγών στο πεντάγωνο και μια πορεία προς τον εκσυγχρονισμό που δεν πρόλαβε όμως να ολοκληρωθεί λόγω των χτυπημάτων της 11 Σεπτεμβρίου. Το τρομοκρατικό χτύπημα στους δίδυμους πύργους έστρεψε το ενδιαφέρον του στρατιωτικού – βιομηχανικού - πολιτικού συμπλέγματος στην αντιμετώπιση της τρομοκρατίας σε παγκόσμια κλίμακα αποτρέποντας μέχρι και πρόσφατα τον εκσυγχρονισμό και την αλλαγή νοοτροπίας όσο αφορά τις νέες τεχνολογίες του πενταγώνου και κατά συνέπεια των ενόπλων δυνάμεων των ΗΠΑ.

Το 2008 η Αμερικανική κυβέρνηση μέσω του Οργανισμού Πληροφοριών Άμυνας [*DIA - Defense Intelligence Agency*] ζήτησε από το Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας [*NRC - National Research Council*] να συγκροτήσει μια επιτροπή για να διερευνήσει τις πιθανές επιπτώσεις της ανάπτυξη νέων μοντέλων προσομοιώσεων σε συνδυασμό με τις τεχνολογίες των βιντεοπαιχνιδιών, για την εθνική ασφάλεια. Η επιτροπή εντόπισε επιτυχώς τρόπους με τους οποίους αυτές οι τεχνολογίες θα μπορούσαν να επηρεάσουν την κυβέρνηση και την κοινωνία στο μέλλον.

4. Προσομοίωση Τεχνικά

Το 1960s ο Joseph Licklider παρομοίασε την ανακάλυψη της προσομοίωσης σε υπολογιστή με την ανακάλυψη της τυπογραφίας, λόγω του βαθμού που επηρέασε έκτοτε τις επιστήμες. Αυτές ξεκίνησαν ως προσομοιώσεις πραγμάτων που μπορούσαμε και βλέπαμε εκεί έξω αλλά πλέον υπολογίζουν πράγματα και καταστάσεις που εμείς δεν έχουμε την δυνατότητα να δούμε. Για παράδειγμα τα τεστ με πυρηνικά όπλα στο παρελθόν μας έχουν δώσει μια καλή εικόνα για τις καταστροφικές τους δυνατότητες. Πλέον με αυτά τα στοιχεία μέσα από τις προσομοιώσεις και την περιπλοκότητα των σεναρίων που προσφέρουν, μπορούν να δοκιμαστούν τα αποτελέσματα μιας έκρηξης, χωρίς να χρειαστεί να εκραγεί μια πραγματική βόμβα σε ένα πραγματικό μέρος. Οι

προσομοιώσεις χρησιμοποιούνται για να υπολογίσουμε τα πάντα: απο τις τροχιές των πλανητών στο ηλιακό μας σύστημα, τις εσωτερικές καύσεις ενός άστρου, τις αλλαγές τροχιών κομητών στον γαλαξία μας, τον ίδιο τον τρόπο που διαστέλλεται το σύμπαν στο άπειρο, μέχρι μοντέλα για εξαγωγή πετρελαίου, για το πως θα εξελιχτεί ένας τυφώνας, πως θα λειτουργήσει ένας πυρηνικός αντιδραστήρας, πως κυλάει το φυσικό αέριο μέχρι το σπίτι μας, πως κυλάνε τα ποτάμια κλπ. Η σταθερότητα ενός συστήματος προσομοίωσης είναι σημαντικός παράγοντας καθώς ένα μικρό λάθος μπορεί να αυξηθεί δραματικά μέσα από τους συνεχείς αλγοριθμικούς υπολογισμούς και να κάνει όλο το σύστημα να καταρρεύσει.

Η προσομοίωση είναι ουσιαστικά δυναμικές διεργασίες φτιαγμένες σε ένα μοντέλο ικανό να τις εκτελέσει πειραματικά σε σειρά, σε ορισμένο χρονικό πλαίσιο, για τη δημιουργία γνώσης. Ενώ οι αναλυτικές λύσεις αποτυγχάνουν να ερμηνέυσουν την πολυπλοκότητα των καθημερινών προβλημάτων, η συνεχώς αυξανόμενη υπολογιστική δύναμη σε συνδυασμό με τους ακριβείς αριθμητικούς υπολογισμούς μας δίνουν λύσεις για τα χαοτικά προβλήματα που αντιμετωπίζουμε. Έτσι οι προσομοιώσεις λειτουργούν πλέον σαν κλάδος ανάμεσα στις παραδοσιακές επιστημολογικές κατηγορίες της θεωρίας και του πειράματος, κάνοντας τα όρια ασαφή. Αυτό συμβαίνει γιατί λόγω της δύναμης των προσομοιωτών συγγενεύουν με άλλες επιστήμες και με την θεωρία, καταλαμβάνοντας χώρους ανάμεσα στην πράξη και την θεωρία αλλάζοντας τον τρόπο που κατανοούμε τις θετικές επιστήμες. Με την απόδοσή τους λοιπόν χτυπούν την ίδια την ακρίβεια της θεωρίας. Είναι αυτό που ο Thomas Lippert ορίζει ως *simultability*, περιγράφοντας με αυτό τον όρο τον άμεσο αντίκτυπο των τεχνολογιών των μέσων, στη διαδικασία της θεωρητικοποίησης. Για παράδειγμα, στην φυσική των σωματιδίων, προωθούνται μόνο εκείνες οι θεωρίες που μπορούν να αποδειχθούν από μια ολόκληρη υπολογιστική προσομοίωση. Εδώ έχουμε ουσιαστικά την εξέλιξη της υπολογιστικής δύναμης και όχι τόσο των αλγορίθμων. Οι ποσότητες πλέον μετατρέπονται στις νέες ποιότητες, οι οποίες με την σειρά τους συνοδεύονται από τεχνολογικά πρότυπα και διατάξεις, οι οποίες αποκλείουν εξαρχής ορισμένες θεωρητικές προσεγγίσεις πριν καν αυτές πέσουν στο τραπέζι. Οι προσομοιώσεις μέσω της δύναμης της τεχνολογίας που τους παρέχει ο υπολογιστής, ορίζουν το νέο μέτρο. Η επιστήμη λόγω των τεχνο – μιντιακών της παραμέτρων πλέον γίνεται μετά-μοντέρνα και μιας και οι επιστημολογικές συνθήκες της πλέον είναι τεχνο-ιστορικές αφήφά την κλασική φιλοσοφία και την ιστορία της επιστήμης. Κάθε τεχνολογία προσομοίωσης φέρει και το πλαίσιο εφαρμογής της, συνδυάζοντας ταυτόχρονα την εξιδανίκευση και την υλοποίησή της. Έτσι όλες οι επιστήμες αργά ή γρήγορα μετατρέπονται σε συμπεριφορικές επιστήμες καθώς εξαρτώνται από τις

εκάστοτε υπολογιστικές προσομοιώσεις. Ουσιαστικά εδώ διαψεύδεται στην πράξη το concept του Blumberg περί *Vorahnung* δηλαδή της προ- απομίμησης γιατί οι προσομοιώσεις δημιουργούν ξεκάθαρα τους δικούς τους κόσμους δίχως ανάγκη για μίμηση του εξωτερικού κόσμου. Παράλληλα υπάρχει ένα παράδοξο στις προσομοιώσεις όταν υπολογίζονται πολύπλοκα χαοτικά φαινόμενα: αυτό της επαλήθευσης των αποτελεσμάτων. Δύσκολα μπορεί να επαληθευτεί η εγκυρότητα τους και μόνο τα ίδια, μέσα απο πολλαπλά “τρεξίματα” μπορούν να επαληθεύσουν την αλήθεια τους. Ακυρώνεται εδώ έτσι ο κλασικός ορισμός της απόδειξης που υπήρχε μέχρι πρόσφατα στις θετικές επιστήμες και αποτελούσε τον κεντρικό πυλώνα πάνω στον οποίο στηρίχτηκαν. Οι προσομοιώσεις λειτουργούν πολύ περισσότερο μέσω της λογικής της δοκιμής και του σφάλματος [*trial and error*] παρά μέσω πάγιων κανόνων. Είναι κατασκευάσματα μαθηματικώς γινωμένα, γραφικά διατεταγμένα και αποτελούν ουσιαστικά μια πρωτοφανή ιστορική εφεύρεση.

5. Η μέθοδος Monte Carlo

Κατά τη διάρκεια του Δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου οι επιστήμονες στις ΗΠΑ εργάζονταν στο σχεδιασμό της πρώτης ατομικής βόμβας. Αντιμετώπιζαν προβλήματα που δεν είχαν απασχολήσει ξανά τους επιστήμονες και χρειάζονταν να λυθούν σε σύντομο χρονικό διάστημα. Ένα τέτοιο πρόβλημα αφορούσε τον τρόπο με τον οποίο τα νετρόνια διαπερνούν ένα εμπόδιο. Αυτό το πρόβλημα δεν λυνόταν με συμβατικές μαθηματικές πράξεις, έτσι την λύση έδωσε ο Ulam και ο Von Neumann με μια καινοτόμα προσέγγιση. Ακολούθησαν την πορεία ενός νετρονίου που περνούσε από το εμπόδιο και άφηναν όλες τις πιθανότητες ανοιχτές κάθε φορά που συνέβαινε. Για να έχουν αποτέλεσμα κάναν το αριθμητικό ισοδύναμο της ρίψης ενός ζαριού ή της περιστροφής ενός τροχού ρουλέτας, εξού και το όνομα της μεθόδου *Monte Carlo*. Έτσι παρατηρώντας την πορεία του νετρονίου, έπαιρναν μια απόφαση τύπου *Monte Carlo* για κάθε νετρόνιο και έβρισκαν αν περνούσε ή όχι το εμπόδιο. Επαναλαμβάνοντας αυτή τη διαδικασία για μεγάλο αριθμό μεμονωμένων νετρονίων βρήκαν το ποσοστό που μπορούσε να περάσει το εμπόδιο με μεγάλη ακρίβεια. Η μέθοδος *Monte Carlo* αποτελεί έκτοτε μια από τις πιο σημαντικές μεθόδους προσομοίωσης.

6. Ψυχρός Πόλεμος, LeMay

Χαρακτηριστικό παράδειγμα της φύσης του αποτρεπτικού δόγματος των πυρηνικών και της εν δυνάμει

φύσης ενός τέτοιου πολέμου αποτελεί ο Curtis LeMay. Ο LeMay αξιωματικός στα ανώτερα κλιμάκια της Πολεμικής Αεροπορίας των ΗΠΑ ενορχήστρωσε τις πρώτες πυρηνικές δοκιμές στο Bikini Atoll το 1946. Αντίστοιχα σχεδίασε μια σειρά προσομοιώσεων στα πλαίσια αντιμετώπισης των σοβιετικών το 1948, οργανώνοντας μια σειρά ασκήσεων που περιλάμβαναν απαιτητικές και πολύωρες πτήσεις μαχητικών και πυρηνικών βομβαρδιστικών συνολικής διάρκειας 96 ωρών, χωρίς στάση, γύρω από την υδρόγειο. Τον Ιούνιο του 1950 διηύθυνε έναν τεράστιο εναέριο ελιγμό με σχηματισμό αεροσκαφών B-29, με σκοπό να προσομοιώσει τον βομβαρδισμό της Σοβιετικής Ένωσης. Χρησιμοποίησε αμερικανικές πόλεις ως εικονικούς στόχους, μιας και ήταν στα πρότυπα παλαιότερων πολεμικών παιχνιδιών αυτή η προσομοίωση και δεν περιλάμβανε υπολογιστές. Οι βόμβες "χτύπησαν" και τις δεκαεπτά αμερικανικές πόλεις όπως προβλεπόταν. Τρεις εβδομάδες αργότερα, η Βόρεια Κορέα εισέβαλε στη Νότια Κορέα. Η στρατηγική αεροπορική διοίκηση της LeMay ήταν έτοιμη να βομβαρδίσει τη Βόρεια Κορέα με πυρηνικά. Φυσικά ο Στρατός των ΗΠΑ δεν είχε πρόσβαση σε αυτά όπως αργότερα εκμυστηρεύτηκε με πικρία ο Le May. Ο ίδιος ο στρατός προστάτευε τα πυρηνικά όμως η απόφαση για την χρήση τους ανήκε στην πολιτική ηγεσία της χώρας. Ο LeMay χαρακτηριστικά είπε μετά την συνταξιοδότησή του: «Αυτές οι βόμβες ήταν πολύ φρικτές και πολύ επικίνδυνες για να τις εμπιστευτούν στον στρατό. Ήταν κλειδωμένες και το κλειδί είχε η Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας [Atomic Energy Commission]". Κατά τη διάρκεια της κρίσης των πυραύλων στην Κούβα το 1962 ο LeMay προσπάθησε να πείσει τον Πρόεδρο Κένεντι να βομβαρδίσει τα σημεία που βρίσκονταν οι σοβιετικοί πύραυλοι στην Κούβα. Το δόγμα του στηριζόταν στο ότι μια μαζική πυρηνική επίθεση των ΗΠΑ θα ανάγκαζε τους Σοβιετικούς στη συνθηκολόγηση και την λήξη του Ψυχρού πολέμου. Οι πολιτικοί βέβαια γνώριζαν ότι ο ψυχρός πόλεμος ήταν μια κατάσταση που παιζόταν στα θεσμικά πρωτόκολλα χρήσης των υπερόπλων της πυρηνικής ενέργειας και όχι σε ολοκληρωτικές αποφάσεις και ακραίες ενέργειες. Κυρίαρχο ρόλο είχε κατά τον ψυχρό πόλεμο η έννοια της προσποίησης, της απόκρυψης, της χειραγώγησης των σημείων με σκοπό την παραπλάνηση του αντιπάλου. Το στρατιωτικό-πολιτικό σύμπλεγμα τελεί εκείνη την περίοδο υπό τον αστερισμό του "εάν", του εν δυνάμει και αυτό δεν σταμάτησε στις στρατιωτικές δυνάμεις αλλά απλώθηκε σε όλο τον ανθρώπινο πολιτισμό έκτοτε.

7. Υπολογιστής Ιστορικά

Το 1945 κατασκευάστηκε ο πρώτος ηλεκτρονικός υπολογιστής γενικής χρήσης με το όνομα ENIAC

[*Electronic Numerical Integrator and Computer*] και λειτούργησε κατά κύριο λόγο για να λύσει προβλήματα σχεδίασης της πρώτης βόμβας υδρογόνου. Αν κοιτάξει κανείς ιστορικά είναι πάντα στρατιωτικές και επιχειρησιακές οι ανάγκες που οδηγούν στην ανακάλυψη των νέων μέσων και των τεχνολογικών καινοτομιών. Τα μεγάλα προβλήματα της υλικοτεχνικής υποστήριξης στις αρχές του Δευτέρου Παγκόσμιου Πόλεμου οδήγησαν στην ανάπτυξη πιο σύνθετων επιτραπέζιων προσομοιώσεων, για επιχειρήσεις μεγαλύτερης κλίμακας, σε μια προσπάθεια να λυθεί το πρόβλημα του να φτάσεις απ'το Α σημείο στο σημείο Β, μεταφέροντας τις σωστές προμήθειες, μέσω των σωστών δρόμων επίγειων ή μη. Ο υπολογιστής δεν θα μπορούσε να διαφέρει τεχνικά και ως προς τον τρόπο που λειτουργεί η εσωτερική δομή του, καθώς δημιουργήθηκε για να καλύψει τέτοιες στρατιωτικές ανάγκες. Οι σύμμαχοι θέλαν να αποκρυπτογραφήσουν τα μηνύματα των γερμανών, οι οποίοι χρησιμοποιούσαν μια μηχανή κωδικοποίησης των επικοινωνιών τους που ονόμαζαν *enigma*. Ο Alan Turing ήταν ο άνθρωπος που δημιούργησε τον υπολογιστή που έσπασε την κρυπτογράφηση των ναζι και έθεσε τις βάσεις για τον σύγχρονο προσωπικό υπολογιστή. Παράλληλα την ίδια εποχή έχουμε το πρώτο έργο αλληλεπίδρασης, τον υπολογισμό των τροχιών των βλημάτων του πυροβολικού.

8. Υπολογιστής Τεχνικά

Από τότε που τα πειράματα ελέγχονται, καταγράφονται και αναλύονται με υπολογιστές, φτάσαμε σε σημεία μεγάλης ακρίβειας και πολυπλοκότητας όσο αφορά το τι μπορούμε να υπολογίσουμε. Το πιο σημαντικό που προέκυψε μέσα από τις προσομοιώσεις σε υπολογιστή είναι η νέα μεθοδολογία που είναι ενδιάμεση μεταξύ θεωρίας και πειράματος. Πλέον καθημερινά προβλήματα του κόσμου μας μπορούν να αναλυθούν μέσα από περίπλοκα υπολογιστικά μοντέλα, με πολλές αλληλεπιδράσεις. Η επιτυχία των προσομοιωτών δεν θα ήταν δυνατή χωρίς την ταυτόχρονη ανάπτυξη των γραφικών υπολογιστή [CGI] των οποίων η εξερεύνηση - τουλάχιστον στο αρχικό της στάδιο την δεκαετία του 1960 πραγματοποιήθηκε κάπου μεταξύ της επιστήμης και της τέχνης. Τα CGI [*Computer Generated Imagery*] όπως λέγονται, συνδυασμένα με τις τεχνικές προσομοίωσης, είναι ένα πολύτιμο εργαλείο που χρησιμοποιείται ως γραφιστική δύναμη ή επεξεργαστική δύναμη για υπολογισμούς. Το εύρος και η πολυπλοκότητα των αποτελεσμάτων των προσομοιώσεων αποδείχθηκαν δυσνόητα για τον ανθρώπινο παρατηρητή όταν είχαν την μορφή γραφής και αριθμών κατά τα πρώτα χρόνια των υπολογιστών. Έτσι με τον ερχομό των γραφικών του υπολογιστή απογειώθηκε η όλη διαδικασία της προσομοίωσης και ως προς την υπολογιστική της δύναμη αλλά και ως προς το γραφικό περιβάλλον που μπορούσε πλέον να

δώσει με μεγαλύτερη ακρίβεια και αμεσότητα τα αποτελέσματα της στον χρήστη.

Μέχρι πρόσφατα οι περισσότερες κυβερνητικές και στρατιωτικές προσομοιώσεις τρέχαν σε υπέρ-υπολογιστές όπως το SGI, SUN κλπ και σε ειδικά σχεδιασμένα hardware όπως το Evans & Sutherland, Delta Graphics κλπ. Η βιομηχανία παιχνιδιών και η βιομηχανία προσωπικών υπολογιστών έχουν παράξει καινοτομίες στα γραφικά και το υλικό των υπολογιστών που μας έδωσαν την πρόσβαση σε μικρής κλίμακας προσομοιώσεις στον προσωπικό υπολογιστή που μπορεί να έχει κάποιος σπίτι του. Έτσι το συνολικό κόστος της προσομοίωσης μικρής κλίμακας μειώνεται. Μπορούμε πλέον σε πραγματικό χρόνο να αλλάζουμε τις παραμέτρους και να απαντούμε σε καθημερινά υπολογιστικά ζητήματα που πριν δεν μπορούσαμε. Παράλληλα υπάρχει σημαντική αύξηση στην ανάπτυξη των σοβαρών παιχνιδιών τα οποία έχουν σκοπό εκτός της ψυχαγωγίας να αναπτύξουν δεξιότητες ή να βελτιώσουν την φυσική και πνευματική υγεία του χρήστη.

9. Βιντεοπαιχνίδια

Ιστορικά, η βιομηχανία ηλεκτρονικών παιχνιδιών ξεκίνησε στα τέλη της δεκαετίας του 1970 ως δραστηριότητα κάποιων χομπιστών. Δεδομένης της πρωταρχικής κατάστασης των μικροϋπολογιστών και των γραφικών τότε, τα περισσότερα παιχνίδια μπορούσαν να είναι σχεδιασμένα και αναπτυγμένα από έναν μόνο προγραμματιστή που εργαζόταν στο σπίτι και δεν είχε καμιά σχέση με την βιομηχανία των δισεκατομμυρίων που είναι σήμερα οι εταιρείες βιντεοπαιχνιδιών. Το είδος των παιχνιδιών προσομοίωσης, στην αγορά των βιντεοπαιχνιδιών σήμερα είναι σχετικά μικρό σαν ποσοστό, όμως έχει φανατικούς και αφοσιωμένους παίκτες όπως και αφοσιωμένους προγραμματιστές. Αυτά τα παιχνίδια είναι από τα πρώτα είδη που ενσωμάτωσαν πολλούς παίκτες ταυτόχρονα σε ένα δίκτυο υπολογιστών και επειδή τους ρόλλους τους έπαιρναν αληθινοί παίκτες, υπήρχε ελάχιστη έως καθόλου ανάγκη για εξέλιξη της τεχνητής νοημοσύνης μέσα σε αυτά.

Τον Οκτώβριο του 1996 το Συμβούλιο Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών του Εθνικού Συμβουλίου Έρευνας πραγματοποίησε ένα εργαστήριο, φέρνοντας μαζί μέλη της βιομηχανίας ψυχαγωγίας και μέλη της εθνικής άμυνας, για να συζητήσουν κοινά ερευνητικά ενδιαφέροντα που αφορούν την μοντελοποίηση και την προσομοίωση. Οι συζητήσεις αυτές βρήκαν κοινό έδαφος για συνεργασία σε πολλούς τομείς και επίσης έφεραν στην επιφάνεια πιθανά πολιτιστικά και υλικοτεχνικά εμπόδια στην

επιτυχία αυτής της συνεργασίας.

Το 1997 στις ΗΠΑ το Υπουργείο Άμυνας αποφάσισε να χρησιμοποιήσει τα βιντεοπαιχνίδια μετά την έκδοση της αναφοράς του Εθνικού Ερευνητικού Συμβουλίου με τίτλο *Modeling and Simulation: Linking Entertainment and Defense* (NRC, 1997). Αυτή η σημαντική μελέτη έδειξε στο υπουργείο τον δρόμο προς την ενσωμάτωση των βιντεοπαιχνιδιών σαν μέσο ανάπτυξης των μοντέλων προσομοίωσης της επόμενης γενιάς. Εκτός από την ανάπτυξη παιχνιδιών για την εκπαίδευση, την μοντελοποίηση, την προσομοίωση και την ανάλυση το υπουργείο χρηματοδότησε έρευνες και για την ανάπτυξη βιντεοπαιχνιδιών.

Η ανάπτυξη της αγοράς βιντεοπαιχνιδιών την δεκαετία του 1990 περιελάμβανε πλέον μεγαλύτερο αγοραστικό κοινό που απαιτούσε πιο εξελιγμένα προϊόντα, αυξημένη υπολογιστική ισχύ και ισχύ γραφικών στο σπίτι. Τελικά όλο αυτό κατέληξε στις αρχές του 2000 σε παιχνίδια με πολλούς παίκτες που χρησιμοποιούν μεγάλα τοπικά δίκτυα ή το ίδιο το διαδίκτυο. Αθροιστικά αυτές οι αλλαγές είχαν πολλές συνέπειες στον τρόπο με τον οποίο φτιάχνονται πλέον τα παιχνίδια, τα οποία με την σειρά τους έχουν αντίκτυπο στην κοινωνία σαν εργαλεία εκμάθησης, ως κοινωνικοί μηχανισμοί ή παραγωγικά εργαλεία. Φυσικά οι εξελίξεις αυτές επηρέασαν και το στρατιωτικό γίνεσθαι όπως θα δούμε παρακάτω.

Το 2010 ο Αμερικάνικος Στρατός επένδυσε 50 εκατομμύρια δολάρια σε βιντεοπαιχνίδια για την εκπαίδευση των στρατιωτών του. Αυτό ήταν μέρος του προγράμματος *Games for Training*.

10. Σοβαρά Παιχνίδια

Σοβαρά παιχνίδια [*Serious Games*] λέγονται τα παιχνίδια με στόχο όχι την διασκέδαση αλλά την εξάσκηση των ικανοτήτων του χρήστη. Αυτά χρησιμοποιούν τις τεχνολογίες των βιντεοπαιχνιδιών και κατασκευάζονται για να αντιμετωπίσουν κάποιες ανάγκες εκτός της ψυχαγωγίας. Δεδομένου του ονόματός τους ίσως φαίνεται εύκολο να τα κατηγοριοποιήσει κανείς ως είδος παιχνιδιού, αλλά στην πραγματικότητα τα σοβαρά παιχνίδια είναι περισσότερο ένα πεδίο δραστηριότητας παρά ένα είδος παιχνιδιού. Τα περισσότερα από αυτά μπορούν να μπουν σε μια από τις κατηγορίες των βιντεοπαιχνιδιών όμως το πρόθεμα του σοβαρού έχει προστεθεί για να φανεί η πρωταρχική πρόθεση

του δημιουργού του προϊόντος.

11. Προσομοίωση και Πολεμικά Παιχνίδια

Τα πολεμικά παιχνίδια [*war games*] έχουν χρησιμοποιηθεί από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα για τον υπολογισμό της έκβασης μιας σύγκρουσης με αντίπαλες δυνάμεις. Αυτά τα παιχνίδια έχουν δύο βασικούς σκοπούς: πρώτον εφαρμόζονταν μετά την σύρραξη για να εκτιμηθεί η πορεία που θα είχε η μάχη αν είχε παρθεί μια διαφορετική απόφαση, δεύτερον για να σχεδιαστεί μια μελλοντική πορεία ή δράση και να υπολογιστεί ο πιθανός αντίκτυπός της. Ανεξάρτητα από το είδος του πολεμικού παιχνιδιού έχουν όλα μεταξύ τους κάποια κοινά χαρακτηριστικά: μεμονωμένα μέρη (άτομα, εξοπλισμό, εγκαταστάσεις) με ξεχωριστές δυνατότητες, προκαθορισμένους και συμφωνημένους κανόνες διάταξης, γνώση της δύναμης και των αποτελεσμάτων τους απέναντι στα μέρη άλλων παικτών και προκαθορισμένες τελικές καταστάσεις που καθιστούν κάποιον νικητή. Η μία πλευρά κινεί τα κομμάτια του παιχνιδιού, συνήθως μέσω μιας προ-προγραμματισμένης στρατηγικής, για να επιτύχει έναν στόχο, σε ένα περιβάλλον που έχει εμπόδια. Αντίστοιχα ένας αντίπαλος παίχτης περνάει ακριβώς από τις ίδιες διαδικασίες. Παίζοντας το παιχνίδι δίνεται η δυνατότητα στον παίκτη να σκέφτεται, να αντιδρά, να καταλαβαίνει και να παίρνει καλύτερες αποφάσεις σχετικά με τις μετακινήσεις και τις εναλλακτικές επιλογές που έχει έτσι ώστε να αναπτύσσει καλύτερα τις στρατηγικές του. Αυτό είναι η διαδικασία της ανατροφοδότησης στα πολεμικά παιχνίδια και αποτελεί ένα ακόμα κοινό στοιχείο που μοιράζονται με τους προσομοιωτές. Ο Πρωσικός στρατός πιστώνεται ως ο πρώτος οργανωμένος στρατός που χρησιμοποίησε ρεαλιστικά πολεμικά παιχνίδια ως μέθοδο για την βελτιστοποίηση της εκπαίδευσής του, τον σχεδιασμό και της αξιολόγησης ενός επιχειρησιακού σχεδίου ως προς τις δυνάμεις και τις αδυναμίες του στρατεύματος. Καθώς το πεδίο της μάχης γινόταν πιο περίπλοκο, τα πολεμικά παιχνίδια μετατράπηκαν σε μαζικές ασκήσεις που απαιτούσαν εκτεταμένο σχεδιασμό, μεγάλο αριθμό εξειδικευμένου προσωπικού και πολύ μεγάλα, πολύπλοκα μοντέλα με όλο και πιο αυστηρούς κανόνες. Ταυτόχρονα όμως ο πραγματικός πόλεμος άλλαξε σε κάτι άλλο: σε ένα ταχύτατο ασύμμετρο γεγονός. Οι συμβατικοί κανόνες του πολέμου ήταν ολοένα και πιο παρωχημένοι καθώς αντικαταστάθηκαν από έναν πολύ πιο γρήγορα προσαρμόσιμο και ταχέως μεταβαλλόμενο εχθρό. Πλέον όπως είναι φυσικό μια σκακιέρα ή ένα παλιό war game δεν αρκεί να συλλάβει το μέγεθος των συρράξεων που μπορεί να συμβούν σε παγκόσμιο επίπεδο. Η πυρηνική βόμβα άλλαξε τόσο τον κόσμο μας όσο αφορά τους πολέμους που κατέστησε τις επιτραπέζιες προσομοιώσεις μουσειακό έκθεμα.

Ενώ η αρχική χρήση των πολεμικών παιχνιδιών επικεντρώθηκε σε μεγάλο βαθμό να μελετήσει την τέχνη του πολέμου και των τακτικών ελιγμών, τα σύγχρονα πολεμικά παιχνίδια μέσα από τις προσομοιώσεις του υπολογιστή έχουν πάρει διαφορετική στρατηγική αξία, εξυπηρετώντας πιο εξεζητημένους σκοπούς όπως:

- Ως εργαλείο πρόβλεψης για την αξιολόγηση συγκεκριμένων δυνατοτήτων της μάχης και των επιπτώσεών τους όταν συμπίπτουν με άλλες δυνατότητες μάχης.
- Ως εκτίμηση του συνολικού αριθμού οπλικών συστημάτων από τον απλό στρατιώτη μέχρι το μηχανοκίνητο μέρος και πώς αυτά ιεραρχούνται κατά προτεραιότητα, κατά χρονοδιάγραμμα, υπολογισμό των πιθανών καθυστερήσεών τους και ο αντίκτυπος που συνδέεται με τη στρατηγική επιλογή μεταξύ διαφορετικών πολεμικών θεάτρων.
- Ως μέσο μελέτης των επιπτώσεων της φθοράς του στρατεύματος λόγω των απωλειών στο πεδίο της μάχης.
- Ως αξιολόγηση διαφορετικών επιχειρήσεων, χρησιμοποιώντας τις υπάρχουσες δυνατότητες.
- Για τη πρακτική εφαρμογή και την αξιολόγηση της "πρόβας πολέμου" που παρέμεινε σταθερή ιστορικά ως σήμερα.
- Για την ανάπτυξη νέων CONOP [*concept of operations*], νέων τακτικών και στρατηγικών.

Η Πολεμική Αεροπορία των ΗΠΑ συμμετείχε σε κάποια αναθεωρημένα πολεμικά παιχνίδια με σημαντικό αντίκτυπο στους ανώτερους αξιωματούχους, οι οποίοι άντλησαν πολύ περισσότερα συμπεράσματα από ότι είχαν αντλήσει από παλαιότερα πολεμικά παιχνίδια. Αυτές οι αλλαγές στα πολεμικά παιχνίδια μέσω της τεχνολογίας των προσομοιώσεων έδωσαν δυνατότητες εφευρετικότητας και δημιουργικότητας σε βαθμό που δεν υπήρχε πριν. Μπόρεσαν έτσι να συνδυαστούν οι δυνατότητες και η εμπειρία του στρατού με τα εμπορικά βιντεοπαιχνίδια, τα οποία διεξάγονται σε εικονικό περιβάλλον όλο το εικοσιτετράωρο, κάθε μέρα, με συνεχείς επιθέσεις, με συνεχή μαθήματα και παίκτες που προσαρμόζονται στους κανόνες του παιχνιδιού ακαριαία. Η χρήση πολεμικών παιχνιδιών με προσομοίωση υπολογιστή έχει αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια σε εργαλείο που επηρεάζει τις αποφάσεις στις εθνικές επιθεωρήσεις άμυνας, όπως η επιθεώρηση Quadrennial Defense Review, την οποία διέταξε το Κογκρέσο. Σε αυτή την επιθεώρηση καταδείχθηκε η ικανότητα των παιχνιδιών να προσδιορίζουν τις ικανότητες της κάθε στρατιωτικής υπηρεσίας έναντι των υπολοίπων, μιας και

βρίσκονται σε συνεχή ανταγωνισμό για τους περιορισμένους αμυντικούς προϋπολογισμούς. Κάθε υπηρεσία χρησιμοποιεί τα προτιμώμενα μοντέλα της για να προσφέρουν πλεονεκτήματα στις δυνάμεις και στα συστήματα όπλων έναντι μιας άλλης υπηρεσίας. Σήμερα τα στρατιωτικά πολεμικά παιχνίδια παίζουν κρίσιμο ρόλο στους προϋπολογισμούς των υπηρεσιών και στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων. Παρόλα αυτά παρά τις προόδους και πέρα από το τι προβάλλουν οι ταινίες του hollywood οι ένοπλες δυνάμεις των ΗΠΑ ενσωματώνουν με πιο αργούς ρυθμούς, από ότι θα περίμενε κανείς, αυτές τις τεχνολογίες σε σχέση με το ποσο έχει αναπτυχθεί η τεχνολογία των προσομοιωτών στο εμπορικό κομμάτι της στον υπόλοιπο κόσμο.

12. ΗΠΑ - Τεχνολογικός κόσμος εναντίων Πολεμικού κόσμου

Είναι σημαντικό σε αυτό το σημείο να δούμε πότε και υπό ποιες συνθήκες δημιουργήθηκε το *στρατιωτικό-βιομηχανικό-πολιτικό* σύμπλεγμα στην Αμερική και ποια η σχέση του με τον κόσμο της τεχνολογίας τότε και σήμερα. Την ονομασία *στρατιωτικό-βιομηχανικό-πολιτικό* την έδωσε ο πρόεδρος των ΗΠΑ Dwight Eisenhower θέλοντας να χαρακτηρίσει την στενή σχέση που δημιουργήθηκε κατά τον ψυχρό πόλεμο, ανάμεσα σε ιδιωτικές εταιρείες και τον κρατικό μηχανισμό. Λέγοντας ιδιωτικές εταιρείες εννοούμε εδώ τον τεχνολογικό κόσμο της California της δεκαετίας του '50 με επίκεντρο την γνωστή σε όλους Silicon Valley. Αυτή η σχέση συνεργασίας που ξεκίνησε λαμπρά σήμερα βρίσκεται στην χειρότερη κατάσταση που έχει βρεθεί ποτέ ιστορικά και θα δούμε παρακάτω τον λόγο. Ο Eisenhower κατά την περίοδο εκείνη χρηματοδότησε άτομα με τεχνολογικές γνώσεις για έρευνες που θα εφαρμόζονταν στον πόλεμο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ο Bernard Schriever, με πεδίο έρευνας πάνω στους διηπειρωτικούς βαλλιστικούς πυρηνικούς πυραύλους. Ο πρόεδρος των ΗΠΑ στήριξε οικονομικά το πρότζεκτ αυτό και προστάτησε τον Schriever από ανταγωνιστές όπως ο LeMay που ήταν της άποψης ότι τα βομβαρδιστικά με πιλότους δεν θα πρέπει να αντικατασταθούν από πυραύλους. Εν τέλει ο Schriever μέσα σε 5 χρόνια ανέπτυξε τους πυραύλους: Thor, Atlas, Titan, και Minuteman με ικανότητα να στέλνουν πυρηνικές κεφαλές στην άλλη πλευρά του πλανήτη μέσα σε λίγα λεπτά. Στην ίδια τεχνολογία βασίστηκε η Αμερική για να φτάσει στο φεγγάρι αργότερα. Στον πόλεμο του κόλπου το 1991 τα πυραυλικά συστήματα που είχαν οι Αμερικάνοι και έβαλαν τον εχθρό ήταν κατ' ουσίαν τα ίδια με αυτά του Schriever.

Η ρήξη του κράτους με την Silicon Valley ξεκίνησε το '70 με τον πόλεμο του Βιετνάμ μιας και το

πεντάγωνο σταμάτησε να χρηματοδοτεί ατομικές πρωτοβουλίες και μικρές επιχειρήσεις, όπως συνήθιζε, για έρευνα πάνω σε τεχνολογίες πολέμου. Η γραφειοκρατία με το πέρας των ετών γινόταν συνεχώς πιο περίπλοκη και μετά την κατάρρευση της Σοβιετικής Ένωσης το πεντάγωνο σταμάτησε να δίνει λεφτά σε νέες έρευνες μιας και η υπεροχή των ΗΠΑ ήταν απόλυτη σε παγκόσμιο επίπεδο. Σήμερα το χάσμα ανάμεσα στην Silicon Valley και τον κρατικό μηχανισμό είναι τόσο μεγάλο όσο ποτέ καθώς η ηγεσία του υπουργείου άμυνας δίνει ελάχιστα χρηματικά ποσά σε σχέση με αυτά που βγάζει κανείς δουλεύοντας σε μια ιδιωτική εταιρεία της Silicon Valley, με αποτέλεσμα κανείς να μην θέλει να δουλέψει με το πεντάγωνο πάνω σε καινοτόμες ιδέες. Μάλιστα πολλές από αυτές τις κορυφαίες αμερικανικές εταιρείες προτιμούν να δουλέψουν με τους Κινέζους παρά με το πεντάγωνο. Αυτό δημιούργησε το σημερινό κενό ισχύος των ΗΠΑ έναντι της Κίνας που η πολιτική του κόμματος, όντας κομμουνιστική, έχει όλες τις επιχειρήσεις και τους καινοτόμους επιστήμονες να δουλεύουν για την παραγωγή ιδεών τεχνολογιών πολέμου για το Κράτος.

13. Kill Chain

Οι ΗΠΑ δίνει σχεδόν ένα τρισεκατομμύριο κάθε χρόνο στην άμυνα. Ο πρώην πρόεδρος των ΗΠΑ Dwight Eisenhower αποκαλούσε τη σχέση του κρατικού μηχανισμού με τις δομές και τον στρατό στρατιωτικό-βιομηχανικό-πολιτικό σύμπλεγμα. Ο Trump σήμερα το αποκαλεί “Ο Βάλτος” [*The Swamp*].

Το Κινεζικό Κομμουνιστικό Κόμμα τις τελευταίες δεκαετίες έχει μελετήσει προσεκτικά τον τρόπο που διεξάγει πολέμους η Αμερική και τον τρόπο που δομεί τον στρατό της. Από το 1990 έως το 2017 ο κινεζικός προϋπολογισμός σε θέματα άμυνας αυξήθηκε κατά 900% καθώς η Κίνα δεν σκοπεύει να μιμηθεί την Αμερική στον τρόπο που κάνει πολέμους αλλά στο να την αποτρέψει από το να ξεδιπλωθεί όπως παραδοσιακά έκανε τις τελευταίες δεκαετίες στην Μέση Ανατολή και αλλού. Μέχρι σήμερα η Αμερική απέφευγε τον πόλεμο με άλλες μεγάλες δυνάμεις μέσω της αποτροπής. Κανείς δεν ήταν τόσο ριψοκίνδυνος ώστε να ξεκινήσει έναν πόλεμο τον οποίο ξέρει ότι θα χάσει και εδώ έρχεται ο όρος που θα μας απασχολήσει στην συνέχεια: Kill Chain. Το Kill Chain είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται συχνά στον στρατό των ΗΠΑ, ειδικά στα ανώτερα κλιμάκια λήψης αποφάσεων και σπάνια είναι γνωστός εκτός του στρατού. Ο όρος ανακαλύφθηκε το 1980 αλλά ουσιαστικά δηλώνει αυτό που κάνουν πάντα οι στρατοί από την αρχαιότητα έως σήμερα στο πεδίο της μάχης και στην προπαρασκευή του πολέμου μέσα από τρία βασικά βήματα: Το πρώτο είναι η αντίληψη του τι συμβαίνει, το δεύτερο είναι να παρθεί μια απόφαση ως προς το τι θα γίνει και το τρίτο είναι να κάνεις

την ίδια την πράξη για να καταφέρεις έναν αντικειμενικό σκοπό. Το ένα βήμα δεν έχει νόημα και λογική συνέχεια δίχως το άλλο. Επίσης το πόσο συχνά και πόσο γρήγορα γίνονται τα βήματα αυτά θα καθορίσει και την νίκη ή την ήττα σε κάθε περίπτωση.

14. Πολεμικά Δίκτυα

Η έκρηξη της πληροφορίας κατά την δεκαετία του '90 σε συνδυασμό με την λογική του kill chain δημιούργησε αυτό που ονομάστηκε “δικτυωμένος πόλεμος” [*networked warfare*]. Η κατανομή των πληροφοριών, η επεξεργασία και η δράση από τα διάφορα συστήματα επικοινωνίας και τις πλατφόρμες όπως πλοία, τανξ και αεροσκάφη δημιούργησε αυτό που ονομάστηκε αργότερα “δίκτυο πολέμου” [*Battle network*]. Μέσω του δικτύου πολέμου κλείνει συντομότερα και με μεγαλύτερη ταχύτητα το Kill Chain καθώς οι αποφάσεις παίρνονται με όλο και μεγαλύτερη ταχύτητα και ακρίβεια. Το Office of Net Assessment ήταν μια απ'τις μυστικές υπηρεσίες του πενταγώνου και είχε κύριο σκοπό να υπολογίζει συνεχώς την θέση των ΗΠΑ στην διεθνή σκακιέρα και την δύναμή της ενάντια στην Σοβιετική Ένωση, κάνοντας παρεμβάσεις και αλλαγές όπου ήταν απαραίτητο, όσο αφορά τον σχεδιασμό των εξοπλιστικών προγραμμάτων. Η προετοιμασία αυτού του γραφείου ήταν που οργάνωσε σωστά την πρώτη εισβολή στο Ιράκ και οι ΗΠΑ διεξήγαγαν αυτό τον πόλεμο με τις τεχνικές που είχαν ετοιμάσει κατά τον ψυχρό πόλεμο. Κατ ουσίαν από το Βιετνάμ μέχρι και τις μέρες μας ο τρόπος που η Αμερική ξεδίπλωνε την πολεμική μηχανή της έχει αλλάξει ελάχιστα και αυτό είναι που την φέρνει σε μειονεκτική θέση σε σχέση με την Κίνα σήμερα. Δεν υφίσταται πλέον το δόγμα της παντοδυναμίας της Δύσης έναντι ολόκληρου του πλανήτη. Δεν μπορεί να υπάρξει καθώς υπάρχουν δυνάμεις που επηρεάζουν τα πράγματα εκτός της Αμερικής και αυτό φυσικά αφορά τους συσχετισμούς ισχύος αλλά και την τεχνολογία άρα και τον ίδιο τον πόλεμο.

15. Τεχνητή Νοημοσύνη – Μηχανική Μάθηση Άλαν Τούρινγκ

Σε αυτή την σύντομη γενεαλογία, όπως και σε αυτή που αφορούσε τους υπολογιστές παραπάνω, θα επιλέξουμε να ξεκινήσουμε τις αναφορές μας από τον Τούρινγκ και ύστερα. Δεν αγνοούμε το ιστορικό γίνεσθαι πριν από τον 20ο αιώνα όμως για τις ανάγκες της συγκεκριμένης έρευνας θα επικεντρωθούμε στα γεγονότα που χαρακτήρισαν πολύ περισσότερο τις τεχνολογίες που έχουμε σήμερα και μας αφορούν.

Ένα από τα πρώτα και πιο σημαντικά έγγραφα σχετικά με τη νοημοσύνη των μηχανών και την ικανότητά τους να μαθαίνουν ήταν το “Computing machinery and intelligence” που γράφτηκε από τον Βρετανό μαθηματικό Άλαν Τούρινγκ το 1950. Παρά τις εξελίξεις στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης ακόμα και σήμερα η προσέγγιση του Τούρινγκ παραμένει διαχρονική. Ο Άλαν Τούρινγκ ξεκίνησε την επιστημονική του καριέρα στις αρχές της δεκαετίας του 1930 ανακαλύπτοντας εκ νέου το θεώρημα “Central Limit”. Το 1937 έγραψε ένα paper για μέθοδο υπολογισμού αριθμών, στο οποίο πρότεινε την έννοια μιας καθολικής μηχανής. Ο ίδιος είχε προβλέψει ότι μέχρι το έτος 2000, ένας υπολογιστής θα μπορούσε να προγραμματιστεί για να συνομιλεί με έναν άνθρωπο-ανακριτή για πέντε λεπτά και θα είχε 30% πιθανότητα να εξαπατήσει τον ανακριτή ότι ήταν άνθρωπος, το ονομαζόμενο και παιχνίδι της απομίμησης του Τούρινγκ. Το ερώτημα που έθεσε ήταν: «Μπορούν οι μηχανές να περάσουν ένα συμπεριφορικό test νοημοσύνης;». Με την έρευνά του και τον τρόπο σκέψης του ο Τούρινγκ όρισε την νοημοσύνη ενός υπολογιστή ως την ικανότητα επίτευξης της ανθρώπινης απόδοσης σε γνωστικά θέματα που θέτει κανείς στην μηχανή. Το παιχνίδι απομίμησης που πρότεινε περιείχε αρχικά δύο φάσεις. Στην πρώτη φάση, ο ανακριτής, ένας άντρας και μια γυναίκα τοποθετούνται σε ξεχωριστά δωμάτια και μπορούν να επικοινωνούν μόνο μέσω ενός μέσου όπως ένα απομακρυσμένο τερματικό υπολογιστή. Ο στόχος του ανακριτή είναι να βρει ποιος είναι ο άντρας και ποια είναι η γυναίκα ανακρίνοντάς τους. Οι κανόνες του παιχνιδιού είναι οι εξής: ο άντρας πρέπει να προσπαθήσει να εξαπατήσει τον ανακριτή ότι είναι η γυναίκα, ενώ η γυναίκα πρέπει να πείσει τον ανακριτή ότι είναι η γυναίκα. Κατ’ουσίαν δηλαδή το ίδιο το παιχνίδι είναι ένα πρόβλημα λογικής. Στην δεύτερη φάση ο άντρας αντικαθίσταται από έναν υπολογιστή που έχει προγραμματιστεί για να εξαπατήσει τον ανακριτή όπως ακριβώς θα έκανε ο άντρας. Θα ήταν προγραμματισμένος με τέτοιο τρόπο ώστε να κάνει λάθη και να δίνει ασαφείς απαντήσεις όπως θα έκανε και ένας άνθρωπος. Εάν ο υπολογιστής μπορεί να ξεγελάσει τον ανακριτή όσο συχνά έκανε ο άνθρωπος, μπορούμε να πούμε ότι αυτός ο υπολογιστής έχει περάσει το test νοημοσύνης. Τον Τούρινγκ δεν τον ενδιέφερε η φυσική προσομοίωση του ανθρώπου από τον υπολογιστή γιατί δεν επηρέαζε την ίδια τη νοημοσύνη του. Ως εκ τούτου ο ανακριτής δεν βλέπει, δεν αγγίζει και δεν ακούει τον υπολογιστή επομένως δεν επηρεάζεται από την εμφάνιση ή τη φωνή που βγάζει η μηχανή. Ωστόσο επιτρέπεται στον ανακριτή να υποβάλει ερωτήσεις, ακόμη και προβοκατόρικες, προκειμένου να αναγνωρίσει αν είναι μηχανήμα στην άλλη άκρη ή άνθρωπος. Ο ανακριτής μπορεί, για παράδειγμα να βάλει τόσο τον άνθρωπο όσο και την μηχανή για να εκτελέσουν πολύπλοκους μαθηματικούς υπολογισμούς, περιμένοντας ότι ο υπολογιστής θα δώσει τη σωστή λύση και θα το κάνει γρηγορότερα από τον άνθρωπο. Έτσι, ο υπολογιστής θα πρέπει να γνωρίζει πότε πρέπει να κάνει λάθος και πότε να καθυστερήσει την απάντησή του. Ο ανακριτής μπορεί επίσης να προσπαθήσει να ανακαλύψει τη συναισθηματική φύση του ανθρώπου, και έτσι, μπορεί να ζητήσει και από τους δύο να εξετάσουν ένα σύντομο μυθιστόρημα

ή ποίημα ή κάποιο έργο τέχνης. Προφανώς, ο υπολογιστής θα χρειαστεί εδώ να προσομοιώσει αντίστοιχη συναισθηματική αντίδραση σε ένα έργο, με αυτή που θα είχε ένας άνθρωπος.

Από τα μέσα της δεκαετίας του 1950, οι ερευνητές της τεχνητής νοημοσύνης υπόσχονταν να κατασκευάσουν έξυπνες μηχανές για όλες τις χρήσεις της δημόσιας ζωής, που να φτάνουν την ανθρώπινη νοημοσύνη και όλα αυτά υποτίθεται μέχρι τη δεκαετία του 1980. Μέχρι το 2000 λέγαν πως οι μηχανές θα ξεπερνούσαν τον άνθρωπο σε νοημοσύνη. Συνοπτικά, μπορούμε να πούμε ότι στη δεκαετία του 1960 οι ερευνητές της τεχνητής νοημοσύνης προσπάθησαν να προσομοιώσουν τη σύνθετη διαδικασία σκέψης επινοώντας γενικές μεθόδους για την επίλυση μίας ευρείας τάξης προβλημάτων που μπορεί να απασχολούσαν τις μηχανές. Χρησιμοποίησαν έναν μηχανισμό αναζήτησης γενικευμένης λογικής για να βρίσκουν λύσεις στα προβλήματα όμως τέτοιες προσεγγίσεις αποδείχθηκαν αδύναμες σαν μέθοδοι με αποτέλεσμα τη χαμηλή απόδοση της τότε τεχνητής νοημοσύνης. Ωστόσο το 1970 συνειδητοποίησαν ότι τέτοιοι ισχυρισμοί ήταν πολύ αισιόδοξοι για να πραγματοποιηθούν τόσο σύντομα. Αν και μερικά προγράμματα τεχνητής νοημοσύνης θα μπορούσαν να αποδείξουν κάποιο επίπεδο μηχανικής νοημοσύνης σε ένα ή δύο προβλήματα παιχνιδιών, σχεδόν κανένα έργο τεχνητής νοημοσύνης δεν μπορούσε να αντιμετωπίσει ένα ευρύτερο φάσμα διεργασιών ή να λύσει πιο δύσκολα προβλήματα που προέκυπταν στον πραγματικό κόσμο. Το 1980 ξεκίνησαν να ασχολούνται με τη μηχανική μάθηση λόγω της ανάπτυξης των υπολογιστών και φτάσανε στην μορφή που ξέρουμε σήμερα και με τις εφαρμογές που έχει φτάσει να έχει στην εποχή μας.

16. Τεχνητή Νοημοσύνη και Κάρτες Γραφικών

Το 2018 η εταιρεία κολοσσός των υπολογιστικών συστημάτων Nvidia επισκέφθηκε το πεντάγωνο με σκοπό την συνεργασία, για την δημιουργία του ταχύτερου υπέρ-υπολογιστή που έχει κατασκευαστεί ποτέ. Η Nvidia αναδείχθηκε σε πρωτεργάτη στον χώρο των καρτών γραφικών μέσα από την πορεία της στο χώρο των βιντεοπαιχνιδιών τα τελευταία χρόνια παγκοσμίως. Ο υπέρ-υπολογιστής που σχεδίασαν για να κάνει προσομοιώσεις ο στρατός των ΗΠΑ θα εκτελούσε 200 τετράκις-εκατομμύρια υπολογισμούς το δευτερόλεπτο. Η δύναμη του υπολογιστή αυτού βασίζεται στις κάρτες γραφικών ως επεξεργαστικές-υπολογιστικές μονάδες οι οποίες σχεδιάστηκαν έχοντας κατά νου τις ανάγκες των βιντεοπαιχνιδιών και όχι τον ίδιο τον πόλεμο, ο οποίος καταλήγει στην μορφή της προσομοίωσης να είναι απότοκο των παραπάνω. Η ίδια η δίψα των ατόμων που παίζουν βιντεοπαιχνίδια για ρεαλιστικά γραφικά, μεγαλύτερα ταχύτητα και αυξημένη ευκρίνεια είναι που έκανε την Nvidia να αναπτύξει μικροεπεξεργαστές γραφικών και αυτοί να φτάσουν ύστερα στην υπηρεσία του στρατού. Βάζοντας

πολλές κάρτες γραφικών σε σειρά κατάφεραν να φτιάξουν τον υπέρ-υπολογιστή με ικανότητες προσομοίωσης, μηχανική εκμάθηση και τεχνητή νοημοσύνη. Το πιο ενδιαφέρον χαρακτηριστικό του υπέρ-υπολογιστή που σχεδίασε η Nvidia για το πεντάγωνο είναι η ικανότητά του να χωρίζει την επεξεργαστική ισχύ του σε ένα ευρύ δίκτυο στρατιωτικών συστημάτων. Με αυτή την αποκεντρωμένη λογική, δεν έχει την ανάγκη να βρίσκεται σε ένα δωμάτιο σε κάποια στρατιωτική βάση αλλά να είναι κομμάτια του σε διάφορα σημεία της χώρας ταυτόχρονα, δημιουργώντας έτσι ένα ευέλικτο πολεμικό δίκτυο το οποίο εκτελεί ταχύτερα την διαδικασία του kill chain που αναλύσαμε παραπάνω.

17. Τεχνητή Νοημοσύνη – Μηχανική Μάθηση / (Artificial Intelligence - Machine Learning)

Σε αυτό το σημείο είναι σκόπιμο να διευκρινίσουμε τι συμβαίνει με την τεχνητή νοημοσύνη και με την ικανότητα των υπολογιστικών συστημάτων να μαθαίνουν εκτελώντας σειρές αλγορίθμων καθώς επαναλαμβάνουν συμπεριφορές που έχουν προγραμματιστεί να εκτελούν. Η επανάσταση της πληροφορίας που βιώνουμε τις τελευταίες δεκαετίες ειδικά με την καθιέρωση του ιντερνετ σε όλες τις πτυχές της ζωής δημιούργησε και τις προϋποθέσεις για μια δίχως προηγούμενο ανάπτυξη της τεχνητής νοημοσύνης και της μηχανικής μάθησης [*machine learning*], που είναι η ικανότητα των υπολογιστών να κατανοούν και να μαθαίνουν από πληροφορίες που βρίσκουν χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση. Η τεχνητή νοημοσύνη αποτέλεσε αντικείμενο έντονης έρευνας για δεκαετίες, και αρκετοί από τους αλγόριθμους που χρησιμοποιούν σήμερα οι μηχανές για μηχανική μάθηση υπήρχαν από παλιά στον κόσμο των μαθηματικών. Έτσι θα αναρωτιέται κανείς γιατί δεν υπήρχαν νωρίτερα τεχνητές νοημοσύνες με την ικανότητα μάθησης; Η απάντηση βρίσκεται σε δύο σημαντικά στοιχεία που έλειπαν μέχρι πρόσφατα: ο όγκος δεδομένων [*Big Data*] και οι υπέρ-υπολογιστές. Αυτά τα δύο όταν συνδυάστηκαν έκαναν δυνατή την άντληση του τεράστιου όγκου δεδομένων, μέσω αλγορίθμων και κατέστησαν τις μηχανές ικανές για εκτέλεση καθηκόντων, υπολογισμών και ενεργειών που προηγουμένως μπορούσαν να εκτελεστούν μόνο από ανθρώπους. Το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το σύστημα αναγνώρισης προσώπων μέσα από κάμερες των δρόμων, που τρέχει σε πραγματικό χρόνο η Κίνα για τον έλεγχο του πληθυσμού της.

18. Τεχνητή Νοημοσύνη και Βιντεοπαιχνίδια

Μια πτυχή της μηχανικής μάθησης είναι η μάθηση εις βάθος [*deep learning*] που αναπτύχθηκε από τον Geoffrey Hinton το 2012 και αφορούσε τον τρόπο λειτουργίας των καρτών γραφικών της Nvidia, με σκοπό την αναβάθμιση των γραφικών των βιντεοπαιχνιδιών. Αυτή η τεχνολογία συνδυάζει εκατό και παραπάνω αλγόριθμους, σε ένα νευρωνικό δίκτυο όπου το ένα επίπεδο περνάει επεξεργασμένες

πληροφορίες στο επόμενο επίπεδο για περαιτέρω επεξεργασία. Το πρώτο στρώμα ενός τέτοιου δικτύου μπορεί αναλύσει για παράδειγμα αν υπάρχουν άνθρωποι σε μια εικόνα, και τα βαθύτερα επίπεδα να αναλύσουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του προσώπου για να προσδιοριστεί ποιό άτομο είναι. Οι επεξεργαστές των καρτών γραφικών της Nvidia επέτρεψαν στις μηχανές εκμάθησης να απορροφήσουν δεδομένα σε τεράστιες ποσότητες και μέσα σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα κατάφεραν να βελτιώνουν την ικανότητά τους να κατανοήσουν τις πληροφορίες και να εξελίσσονται, δρώντας πιο γρήγορα και πιο αποτελεσματικά. Το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα μάθησης εις βάθος είναι το AlphaGo της Google που το 2016 κέρδισε τον παγκόσμιο πρωταθλητή του παιχνιδιού Go. Η ίδια εταιρεία το 2018 ανέπτυξε το AlphaStar και με την ίδια λογική κέρδισε τους καλύτερους παίχτες στο παιχνίδι στρατηγικής Starcraft II παίζοντας με υψηλά επίπεδα αβεβαιότητας, ελλιπών πληροφοριών, μεγάλων χρονικών διαστημάτων ανάμεσα στα αποτελέσματα των αποφάσεων και πολλαπλές μάχες ταυτόχρονα, οι ίδιες διαδικασίες δηλαδή που βλέπουμε να συμβαίνουν σε προσομοιώσεις πολέμων. Μάλιστα η εφαρμογή αυτών των προγραμμάτων δεν σταματάει εκεί καθώς επιτρέπουν νέες προσεγγίσεις στην επιμελητεία, το υγειονομικό, την διαχείριση ανθρώπινων πόρων και πολλές άλλες λειτουργίες εκτός της καθεαυτού μάχης. Είναι μια “μάχη” που αφορά τις πληροφορίες και πως αυτές βοηθούν στην ταχύτερη εφαρμογή του Kill Chain, εξίσου σημαντική για να υπάρξει στρατιωτικό πλεονέκτημα σε ένα σύγχρονο ανεπτυγμένο κράτος.

19. Google Maps και βόμβες

Όσο ανεπτυγμένα και αν είναι τα πολεμικά δίκτυα του στρατού των ΗΠΑ απέχουν στην πραγματικότητα από αυτό που δείχνουν στις ταινίες, που επικοινωνούν δηλαδή όλα τα συστήματα με όλα τα σημεία σε ακαριαίο χρόνο. Στην πραγματικότητα ένστολοι κάνουν την δουλειά της μεταφοράς της πληροφορίας και μάλιστα τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούν την εφαρμογή Google Maps, όχι όμως με τον τρόπο που φαντάζεται κανείς. Όπως είδαμε η συνεργασία της Silicon Valley με το Πεντάγωνο είναι κακή τα τελευταία χρόνια. Η Google αρνείται να συνεργαστεί με την Αμερικανική Κυβέρνηση για την δημιουργία στρατιωτικών εφαρμογών. Παρόλα αυτά ο στρατός των ΗΠΑ όταν θέλει στο πεδίο των μαχών να καταδείξει μια εχθρική θέση ή ένα σημείο για βομβαρδισμό το κάνει στο google maps χωρίς να υπάρχει επίσημη συνεργασία ή έγκριση από την εταιρεία. Όταν το έμαθαν οι εργαζόμενοι της Google έστειλαν mail στους διευθύνοντες της εταιρείας τους ζητώντας τα σταματήσουν άμεσα οι βομβαρδισμοί μέσω της συγκεκριμένης εφαρμογής.

20. Τεχνητή Νοημοσύνη και Πυρηνικά Όπλα

Η διαχείριση της τεχνητής νοημοσύνης όσο αφορά την πρόσβασή της σε πυρηνικά όπλα, αποτελεί ένα σημαντικό θέμα με ηθικές και τεχνολογικές προεκτάσεις. Για τον στρατό των ΗΠΑ μέχρι σήμερα η πολιτική απέναντι στο θέμα είναι ξεκάθαρη: Η τεχνητή νοημοσύνη θα έχει πάντοτε κατώτερο βαθμό από τον άνθρωπο αξιωματικό και έτσι οι αποφάσεις για την χρήση πυρηνικών θα έγκειται πάντοτε στον άνθρωπο για να παρθούν. Το αντίθετο ουσιαστικά από αυτό που συμβαίνει με τα σκυλιά στον στρατό, που έχουν μεγαλύτερο αξίωμα από τον χειριστή τους για να μην μπορεί σε καμία περίπτωση να τα κακοποιήσει. Όσο και να αναπτυχθεί η τεχνητή νοημοσύνη ο άνθρωπος οφείλει να παίρνει την απόφαση για την χρήση τέτοιων όπλων μαζικής καταστροφής και ένας ακόμα λόγος είναι ο τρόπος που αντιλαμβάνονται μέχρι σήμερα το σωστό οι μηχανές. Χαρακτηριστικό “ηθικό” παράδειγμα είναι αυτό με το ρομπότ σκούπα που καθαρίζει το σπίτι. Για το ρομπότ ο αποτελεσματικότερος και λογικός τρόπος για να καθαρίσει το σπίτι είναι να κλειδώσει την οικογένεια στο υπόγειο ώστε να μην εμποδίζει. Αυτό φυσικά από την πλευρά του ανθρώπου δεν σημαίνει ότι είναι θεμιτό και εκεί είναι που μπαίνει η πλευρά της ηθικής όσο αφορά τις τεχνητές νοημοσύνες και την πρόσβαση που έχουν σε τελεολογικά όπλα όπως τα πυρηνικά.

21. Τεχνητή Νοημοσύνη και Αντικατάσταση του Ανθρώπινου Σώματος

Ένας από τους βασικούς στόχους όσο αφορά τις πλατφόρμες στον στρατό και ειδικά τα μαχητικά αεροπλάνα είναι η απαλλαγή τους από το βάρος των πιλότων. Ο βασικός σκοπός κάθε στρατιωτικής αλγοριθμικής μηχανής είναι να διευκολύνει την αντίληψη του ανθρώπου, τη λήψη αποφάσεων και την εκτέλεση ενεργειών όπως είδαμε παραπάνω. Όταν όμως μια μηχανή πρέπει να μεταφέρει ανθρώπους όπως κάνει ένα μαχητικό αεροσκάφος, τότε έγκειται στους περιορισμούς που επιτάσσει το ανθρώπινο σώμα. Η επιβίωση και η λειτουργικότητα του ίδιου του σώματος γίνεται η πιο σημαντική αποστολή της πολεμικής μηχανής που το φέρει. Αυτό έχει αποτέλεσμα να κατασκευάζονται με διαφορετικές προδιαγραφές όταν πρόκειται να τα πιλοτάρει άνθρωπος σε σύγκριση με τα μη επανδρωμένα. Μάλιστα το φερόμενο σώμα είναι ένα σώμα φτασμένο στα όριά του καθώς οι Αμερικανοί πιλότοι σήμερα παίρνουν κατά τις πτήσεις τους ουσίες όπως το modafinil και οι δεξτρο-αμφεταμίνες που δρουν διεγερτικά στο κεντρικό νευρικό σύστημα ώστε να αντιλαμβάνονται, να αποφασίζουν και να δρουν καλύτερα στη διάρκεια πολύωρων και απαιτητικών πτήσεων. Τα επανδρωμένα αεροσκάφη έχουν λοιπόν πρόσθετη κατασκευαστική πολυπλοκότητα για την υποστήριξη της ζωής του πιλότου και η απόδοσή τους περιορίζεται από την ανοχή του ανθρώπινου σώματος στις βαρυτικές δυνάμεις κατά την πτήση. Το ίδιο ισχύει και για τους αισθητήρες καθώς κατασκευάζονται διαφορετικά όταν χρησιμοποιούνται από άνθρωπο και διαφορετικά στα μη επανδρωμένα αεροσκάφη. Αυτό αποτελεί πρόκληση για τους κατασκευαστές πολεμικών μηχανών τα τελευταία χρόνια και για αυτό ποντάρουν συνεχώς στην αναβάθμιση της τεχνητής νοημοσύνης, με σκοπό την απαλλαγή τελείως από το ανθρώπινο σώμα όσο αφορά τις πλατφόρμες πολέμου όπως τα αεροσκάφη και τα τανξ.

22. Σύγχρονος Πόλεμος και Διαφάνεια

Στο σύγχρονο πεδίο μάχης, λόγω των τεχνικών μέσων, γίνεται όλο και πιο δύσκολο να κρυφτεί κανείς καθώς οι αισθητήρες κάθε είδους εξελίσσονται όλο και περισσότερο με την πάροδο των ετών και την αναβάθμιση των συστημάτων. Εκτός από τους δορυφόρους με την ικανότητα λήψης εικόνας σε πραγματικό χρόνο, υπάρχουν τα τελευταία χρόνια δορυφόροι θερμικής σάρωσης και υπέρυθρης που

μπορούν να βλέπουν μέσα από πυκνά δάση, ακόμα και αρκετά μέτρα μέσα στο έδαφος. Αντίστοιχα υπάρχουν συστήματα ηλεκτρονικού πολέμου που μπορούν να κόβουν τις επικοινωνίες του αντιπάλου, να μπερδεύουν τα σήματά των πυραύλων του και το τελευταίο και πιο επικίνδυνο ίσως κατόρθωμα είναι να μπορούν να εντοπίζουν σε πραγματικό χρόνο στο χάρτη σαν φωτεινές τελείες όλα τα εχθρικά στρατεύματα μέσω των εκπομπών των ασυρμάτων τους. Παράλληλα σχεδιάζονται κβαντικοί αισθητήρες που εντοπίζουν απειροελάχιστες διαταραχές στο βαρυτικό και μαγνητικό πεδίο που δημιουργούν τα φυσικά αντικείμενα καθώς κινούνται στον χώρο και αυτό χρησιμεύει στον εντοπισμό οχημάτων. Οι ΗΠΑ επίσης εργάζονται σε ένα είδος θαλάσσιου φυτού, γενετικά μεταλλαγμένου που έχει την ικανότητα να ανιχνεύει αντικείμενα που κινούνται στο νερό μέσα από τα χημικά στοιχεία και την ακτινοβολία που αφήνουν τα αντικείμενα αυτά στο διάβα τους. Με αυτό τον τρόπο σκοπεύουν να εποπτεύουν τους αχανείς ωκεανούς σε πραγματικό χρόνο από στρατιωτικές απειλές. Η εκτεταμένη αυτή εξέλιξη στον τομέα των τεχνολογιών που αφορούν την εμφάνιση του εχθρού σε παγκόσμια κλίμακα ενδέχεται να επιφέρει αποτελέσματα παρόμοια με αυτά που συναντούσαν τα έθνη κατά την διάρκεια του πρώτου παγκοσμίου πολέμου. Είναι λες και η τεχνολογία απόκρυψης-αποκάλυψης προχώρησε τόσο πολύ που φτάσαμε πάλι στο σημείο μηδέν. Στο σενάριο που η Κίνα συγκρούσεται με τις ΗΠΑ θα έχουμε κατ' ουσίαν δύο υπέρ-δυνάμεις με παρόμοιες δυνατότητες ηλεκτρονικού πολέμου, χωμένες στα "χαρακώματα" τους, αμυνόμενες των θέσεών τους με μεγάλες πιθανότητες επιβίωσης. Την στιγμή που θα εγκαταλείψουν τα χαρακώματα θα βρεθούν σε ένα σύγχρονο "no man's land", όχι από συρματοπλέγματα και νάρκες αλλά κβαντικούς αισθητήρες, αλγοριθμικές σαρώσεις, έξυπνες μηχανές από τον πυθμένα των ωκεανών έως το διάστημα με ικανότητες να επικοινωνούν στα πολεμικά δίκτυα και να εκτελούν με ταχύτητα την διαδικασία του kill chain σε ταχύτητες μη αναστρέψιμες για τον επιτιθέμενο στρατό. Φυσικά το πιθανότερο αποτέλεσμα όπως και στον Πρώτο Παγκόσμιο πόλεμο θα είναι να βρεθούν στάσιμοι, ανίκανοι να πράξουν σε μια αιώνια ισοπαλία φθοράς.

23. Επίλογος: Brainstorming – Μια Προσωπική

Εμπειρία Α. Γράμμα McCain Μετά την Προσομοίωση

Οκτώβρης 27, 2017

Γερουσιαστής John McCain, Γράμμα στον:

Γενικό Γραμματέα Αμύνης James Mattis.

«Δεν απολαμβάνουμε πλέον τα μεγάλα περιθώρια εξουσίας που είχαμε κάποτε, επειδή το στρατιωτικό πλεονέκτημα της Αμερικής είχε μειωθεί κατακόρυφα. Δεν μπορούμε να κάνουμε ό,τι θέλουμε, όπου θέλουμε. Πρέπει να επιλέξουμε. Πρέπει να δώσουμε προτεραιότητες. Εάν το μόνο που κάνουμε είναι να αγοράσουμε περισσότερα από τα ίδια [Σ.τ.σ. εδώ εννοεί ο McCain πλατφόρμες όπως τανξ, αεροπλάνα και πλοία], δεν είναι μόνο μια κακή επένδυση, είναι επικίνδυνο.»

B. Η Προσομοίωση του Πενταγώνου, 2017

Το 2017 στο Πεντάγωνο πραγματοποιήθηκε μια σειρά προσομοιώσεων σε υπερυπολογιστές του στρατού υπό την επίβλεψη του Γερουσιαστή McCain και του ειδικού σε θέματα άμυνας David Ochmanek. Η προσομοίωση έδειξαν ότι σε όλα τα πιθανά σενάρια οι Ηνωμένες Πολιτείες καταστρέφονται ολοκληρωτικά από την Κίνα σε έναν ενδεχόμενο πόλεμο. Η μηχανή, μαθηματικώς γινόμενη, γέννησε σύμπαντα βγάζοντας τον χρησμό και το ιερατείο, οι γραφειοκράτες σε θέσεις κλειδιά της Αμερικανικής άμυνας, δεν είχαν παρά να τον δεχτούν. Καθώς το πλοίο που φάνηκε στον ορίζοντα γεγονός έφερε μαύρα πανιά, ως νεότευκτη μαύρη τρύπα, στην άλλη άκρη δηλαδή στον δέκτη ξεκινάει μια τραγωδία. Είναι λες και το μόνο που μένει στον άνθρωπο μετά από αυτή την προσομοίωση, είναι να θρηνησει για τον χρησμό της μηχανής. Είναι η σκληρή επάνοδος του τραγικού με στρατιωτικό-τεχνολογικούς όρους, οι Θεοί αποφαίνονται και οι θνητοί υποκύπτουν ολοκληρωτικά στο αναπόφευκτο. Δεν υπάρχουν χθόνιοι νόμοι εδώ, όπως αυτοί που ακολούθησε η Ελένη, που μπορούν να σε κάνουν να παρακάμψεις τους νόμους του Κρέοντα. Θα λουστεις ολοκληρωτικά στο σκοτάδι του μαύρου κουτιού που γεννά πραγματικότητες καίρια υπολογισμένες. Μετά τα αποτελέσματα ο γερουσιαστής McCain βουλιάζει στην καρέκλα του γραφείου του, κρεμάει τα χέρια του και καρφώνει το βλέμμα του στο πάτωμα. Η παντοδυναμία των ΗΠΑ σε θέματα πολέμου παύει να ισχύει και η κυβερνητική μηχανή περνάει σε μια νέα φάση έκτακτης ανάγκης.

Γ. Brain Storming

Βρισκόμουν στον Ιερό Ναό Αγ. Νικολάου, σε μια ολονυχτία, όταν εν είδει φώτισης μου ήρθε η ιδέα της έννοιας της προσομοίωσης ως σύγχρονης θεολογίας. Υπάρχει ο ισχυρισμός ότι το σύμπαν του Γουτεμβέργιου χάθηκε δίνοντας την θέση του σε άλλα μέσα, όμως η προσομοίωση που τα γεράκια του Πενταγώνου τόσο φοβούνται, ως πεπρωμένο, ενέχει το μέσο της γραφής και είναι με την πιο Ιουδαϊκο-Χριστιανική έννοια Λόγος. Λόγος στην πιο σκληρή μορφή του που επανέρχεται με απόλυτο τρόπο, σαφής όπως η Γραφή, η οποία καθιστούσε τις λέξεις αδιάφθορες και αιώνιες έτσι ώστε κανείς δεν μπορούσε να τους εναντιωθεί. Μια υπόθεσή μου είναι πως η ομιλία υστερούσε της γραφής στον Μετά-Ρωμαϊκό κόσμο και προσπάθειες όπως αυτή του Χριστού να του αντιταθεί τον έφεραν αντιμέτωπο με την σταύρωση. Αντίστοιχα η προσομοίωση, διογκωμένος Λόγος, κοφτερός στο τετράγωνο, δεν αφήνει περιθώρια φαντασίας ή ιδεολογίας ως προς το αποτέλεσμά της, την σαφήνεια και κυρίως την αλήθεια που γεννά. Η κατασκευασμένη πραγματικότητα του υπερ-υπολογιστή, καθαρή και απόλυτη, κάνει τον εαυτό της κυρίαρχο μέσο της εποχής μας. Ένα δόγμα εν είδει Θεού, δηλαδή μιας αρχής που ερμηνεύει τον κόσμο, που δρα και καθορίζει τον παρόντα αλλά και τον μέλλοντα χρόνο. Δεν μιλάμε εδώ απλώς για μια διαδικασία εικονοποίησης από την πλευρά της προσομοίωσης. Μιλάμε για την πιο σκληρή και ακραία αφαίρεση που έχει γνωρίσει ο άνθρωπος ως διαδικασία, μια μεταφυσική δίχως προηγούμενο, σε όλο της το μεγαλείο, έτοιμη μέσα από 0 και 1 να δημιουργήσει πεπρωμένο, μέλλοντες χρόνους, προτετελεσμένες αποφάσεις. Το πυρίτιο είναι απλά η βάση, το τσακμάκι, η κεφαλή του σπίρτου αλλά η φωτιά που επακολουθεί ανήκει ολοκληρωτικά στο σύμπαν του μη ορατού, είναι η ηγεμονία του δήθεν “μη υλικού”. Υπάρχει σε αυτή την διαδικασία κάτι που δεν υπήρχε στα παλαιότερα μέσα που χρησιμοποιούσαμε, κάτι από το κβαντομηχανικό σύμπαν. Σε αυτή την νέα κατάσταση των αποτελεσμάτων της διαδικασίας της προσομοίωσης, η απάντηση στο κλασικό ερώτημα της κβαντομηχανικής θεωρίας, το αν δηλαδή η γάτα είναι νεκρή ή ζωντανή μέσα στο κλειστό κουτί βρίσκεται στα χέρια μας, εκτυπωμένη από ένα τερματικό υπερ-υπολογιστή. Και ο σέρβερ υπολογίζει την επόμενη μεγάλη καταστροφή, τον επόμενο μεγάλο πόλεμο.

Βιβλιογραφία

Abraham A. Moles: Die Kybernetik, eine Revolution in der Stille, in: Epoche

Atom und Automation: Enzyklopädie des technischen Zeitalters

Claus Pias: On the Epistemology of Computer Simulation

Christian Brose: The Kill Chain

Dunnigan: War Games Handbook, Third edition

Jean Baudrillard: Η Διαφάνεια του Κακού

Jean Baudrillard: Simulation – Simulacra

John Snow: On the Mode of Communication of Cholera

Marc Auge: Non Places

Michael Negnevitsky: Artificial Intelligence-A Guide to Intelligent Systems

National Research Council: The Rise of Games and High Performance Computing for Modeling and Simulation

Okular: Introduction to Computer Simulation

Paul Virilio: Καθαρός πόλεμος

Paul Virilio: Πόλεμος και Κινηματογράφος

Paul Virilio: Bunker Archaeology

Paul Virilio: Machinic vision

Roger Smith: Simulation and Gaming 40th Anniversary Issue

Vilem Flusser: Προς το Σύμπαν

Wolfson and Pert: An Introduction to Computer Simulation

Wilson: Information Art

Γκινοςάτης: Στο Άντρο της Φαινομενικότητας

