

Ψηφιακή τεχνολογία και κοινωνικός έλεγχος

Οι φόβοι απέναντι στην τεχνολογία παραπέμπουν είτε στην άποψη του Τζορτζ Όργουελ, που τη θέλει να λειτουργεί αποτελεσματικά, δημιουργώντας μια χειραγωγημένη, ολοκληρωτική κοινωνία, η οποία θα υπερφανεύεται αφελώς πόσο ελεύθερη είναι, είτε αντικατοπτρίζουν την αντίληψη του Φραντς Κάφκα πως θα δημιουργήσει έναν παρανοϊκό, ανεξέλεγκτο, αδιαφανή κόσμο, με τεχνολογικά σφάλματα.

►► 8

Πύραυλοι μετρήσεων για τη μελέτη του Σύμπαντος

Η μελέτη τόσο του διαστημικού όσο και του γήινου περιβάλλοντος στηρίζεται τις τελευταίες δεκαετίες σε διαστημικές αποστολές. Ωστόσο, μικρότερης κλίμακας αποστολές όπως οι πύραυλοι μετρήσεων προσφέρουν πολύτιμες πληροφορίες σε μια πλούσια γκάμα επιστημονικών πεδίων.

►► 2-3

ΤΟ ΠΕΔΙΟ ΤΗΣ ΦΩΤΟΝΙΚΗΣ: Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ, ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΚΑΙ ΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Με την ευκαιρία της Διεθνούς Ημέρας Φωτός, στις 16 Μαΐου, ο καθηγητής του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου Ηρακλής Αβραμόπουλος, διευθυντής του Εργαστηρίου Έρευνας Φωτονικών Επικοινωνιών, της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών (ΣΗΜΜΥ), μιλά στο «Πρίσμα» για τις δυνατότητες και το μέλλον του πεδίου της Φωτονικής.

►► 4-5

Ο Έλληνας Γαλιλαίος

Ο ηθοποιός Αντώνης Βλυσίδης έφυγε από τη ζωή την Παρασκευή 4 Μαΐου σε ηλικία 66 ετών. Ήταν ο πρώτος κινηματογραφικός Έλληνας Γαλιλαίος και πρωταγωνίστησε στο δραματοποιημένο ντοκιμαντέρ «Γαλιλαίος: Η μάχη στην αυγή της σύγχρονης επιστήμης» του Πάνου Ανέστη.

►► 6

VIDEO GAMES ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΑ

Μελετώντας ψηφιακά παιχνίδια με ιστορικό περιεχόμενο

Τα ψηφιακά παιχνίδια με ιστορικό περιεχόμενο αποκτούν όλο και μεγαλύτερη κοινωνική αποδοχή, αναπτύσσοντας νέες μορφές κοινωνικής αναπαράστασης, επικοινωνίας, έκφρασης και συνδιαλλαγής με το παρελθόν. Ο Ηλίας Στουραϊτης, υποψήφιος



διδάκτορας Ψηφιακής Ιστορίας στο Ιόνιο Πανεπιστήμιο, μιλά στο «Πρίσμα» για την έρευνά του, που αφορά τα διαδικτυακά παιχνίδια μεγάλου πλήθους παικτών.

►► 7



ΣΤΟΝ ΧΩΡΟ της ιστοριογραφίας υπάρχει μια γκρίνια τα τελευταία αρκετά χρόνια: δίνουμε μεγάλη έμφαση στις περιπτώσιολογικές μελέτες και χάνουμε το ενδιαφέρον μας για τις μεγάλες αφηγήσεις. Για την ακρίβεια, όχι μόνο χάνουμε το ενδιαφέρον μας, αλλά αφιερώνουμε χρόνο και ενέργεια για να αποδομησουμε αυτές τις αφηγήσεις. Το αφήγημα της Επιστημονικής Επανάστασης του 17ου αιώνα, της νικηφόρας εξέγερσης του ανθρώπινου πνεύματος ενάντια στη μεσαιωνική διανοητική στασιμότητα, έχει περάσει σε αχρηστία εξαιτίας του πλήθους των μικρο-ιστορικών μελετών που το έχουν μετατρέψει σε έναν πυκνοκατοικημένο καμβά σαν πολύπτυχο του Ιερώνυμου Μπος. Το αφήγημα του Διαφωτισμού το ίδιο, εξαιτίας αφενός της έμφρασης στην τοπικότητα του φαινομένου και αφετέρου της εκπόνησης ενός πλήθους μελετών που αναδεικνύουν τον σύνθετο και αντιφατικό χαρακτήρα ενός φαινομένου που μόνο από απόσταση μοιάζει να είναι αυτό που ισχυρίζεται πως είναι.

Τι χάνουμε με την απώλεια των μεγάλων αφηγήσεων και τι κερδίζουμε με τη μικρο-ιστορική εμβάθυνση; Μεγάλη συζήτηση, που προφανώς δεν μπορούμε να την κάνουμε εδώ. Θα είχε ενδιαφέρον, ωστόσο, να μεινουμε σε ένα στοιχείο αυτής της συζήτησης. Οι μεγάλες αφηγήσεις τακτοποιούν την Ιστορία και την κάνουν *ανθρώπινη* και *παρωντική*.

Αυστηρά μιλώντας, ο ιστορικός χρόνος δεν είναι μόνο ο χρόνος των ανθρώπων. Είναι η διάρκεια εντός της οποίας πραγματοποιούνται αλλαγές σε όλα τα επίπεδα της ύπαρξης. Η αδυναμία των ανθρώπων να συλλάβουν όλο το εύρος των αλλαγών και η επιθυμία τους να ελέγξουν το πεπρωμένο τους, τούς ωθούν προς μια αφήγηση που μετατρέπει τη διάρκεια σε ανθρώπινο χρόνο. Η Ιστορία, από αυτή την άποψη, είναι μια πράξη *οικειοποίησης της διάρκειας* από τους ανθρώπους, μια επιλεκτική και ανθρωποκεντρική ανασυγκρότηση αυτού που συμβαίνει και, κατά το μεγαλύτερο μέρος του, βρίσκεται έξω από τον έλεγχο και πέρα από τις αντιληπτικές τους ικανότητες.

Η μεγάλη αφήγηση επίσης *εξηγεί* το παρόν. Η εξιστόρηση του παρελθόντος γίνεται κατά τρόπον ώστε να φανεί η διαδικασία μέσω της οποίας μια σειρά γεγονότων και ενεργειών οδήγησε στη σημερινή κατάσταση των πραγμάτων. Στη μεγάλη αφήγηση, πίσω από το επιμέρους και το συγκυριακό λειτουργούν οι τάσεις, οι νόμοι ή τα τελικά αίτια που οδήγησαν με λογική ή μεταφυσική αναγκαιότητα στο συντελεσμένο παρόν. Και όχι μόνο αυτό, αλλά το επιμέρους και το συγκυριακό υποτάσσονται σε αυτές τις τάσεις, τους νόμους και τα αίτια ακόμα κι αν οι πρωταγωνιστές τους δεν έχουν επίγνωση αυτής της υποταγής. Άρα, η μεγάλη αφήγηση εμπλουτίζει το παρόν μας με την επίγνωση των δυνάμεων που το μορφοποίησαν και υποδεικνύει τον βαθμό στον οποίο οι δυνάμεις αυτές παραμένουν ιστορικά ενεργές.

Τίποτα από αυτά δεν είναι αθώο ωστόσο. Η ίδια η πράξη της αφήγησης είναι μια μορφή άσκηση εξουσίας και, όπως θα δούμε, οι ιστοριογραφικές διαμάχες είναι κατά βάση πολιτικές διαμάχες.

Μ.Π.

Πύραυλοι μετρήσεων για τη μελέτη του Σύμπαντος

Η μελέτη τόσο του διαστημικού όσο και του γήινου περιβάλλοντος στηρίζεται τις τελευταίες δεκαετίες σε διαστημικές αποστολές. Με αυτές εκτελούμε επιτόπιες μετρήσεις ή/και τις εφοδιάζουμε με μέσα τηλεπισκόπησης για να παρατηρούμε από μακριά τη Γη, τον Ήλιο, τους πλανήτες και τα μακρινά αντικείμενα του Σύμπαντος. Ο σχεδιασμός και η υλοποίηση αυτών των αποστολών συνήθως διαρκούν πολλά χρόνια και απαιτούν πολύ σημαντικούς πόρους (χρηματικό κόστος, ανθρώπινο δυναμικό). Για τον ίδιο σκοπό όμως συχνά χρησιμοποιούνται και πύραυλοι που μεταφέρουν ειδικό εξοπλισμό σε ύψη χαμηλότερα από τις τροχιές των δορυφόρων. Οι πύραυλοι μετρήσεων (sounding rockets), αν και υπόκεινται σε περιορισμούς, έχουν μια σειρά προτερημάτων και για αυτό τον λόγο έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως τις τελευταίες δεκαετίες. Μάλιστα, αποστέλνουν ένα από τα πιο αποτελεσματικά διαρκή προγράμματα της NASA και των υπολοίπων διαστημικών υπηρεσιών.

Τι είναι οι πύραυλοι μετρήσεων;

Ένας πύραυλος μετρήσεων αποτελείται από τρία μέρη, το σύστημα προώθησης στερεών καυσίμων, ένα σύστημα ελέγχου στο οποίο εκτελούνται οι λειτουργίες ελέγχου, τηλεμετρίας και επανάκτησης καθώς και το αμιγώς επιστημονικό φορτίο, στο οποίο βρίσκονται οι συσκευές μετρήσεων (οι οποίες αποστέλνουν το «πείραμα»).

Ο πύραυλος ακολουθεί παραβολική τροχιά της οποίας ο «ωφέλιμος χρόνος» μετρήσεων διαρκεί συνήθως από πέντε έως είκοσι λεπτά περίπου. Είναι ιδανικοί για τη διεξαγωγή μετρήσεων σε ύψη τα οποία είναι πολύ χαμηλά για διαστημικές αποστολές, αλλά έχουν μεγάλη σημασία για την κατανόηση του περιβάλλοντος. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι τα μετεωρολογικά πειράματα, για τα οποία χρησιμοποιούνται πύραυλοι από τη δεκαετία του 1950.

Γιατί να σχεδιάσει κανείς μια αποστολή πυραύλου μετρήσεων;

Το κόστος υλοποίησης μιας αποστολής πυραύλου μέτρησης είναι κατά πολύ χαμηλότερο από αυτό μιας διαστημικής αποστολής.

Δεδομένου ότι ο πύραυλος δεν απαιτείται να μπει σε τροχιά, η ισχύς της προώθησης είναι μικρότερη και η κατασκευή του πυραύλου λιγότερο απαιτητική. Επιπλέον, δεδομένου ότι δεν πρόκειται για συσκευές που μεταφέρουν συνεχώς δεδομένα στη Γη και έχουν περιορισμένο χρόνο πτήσης, η απομακρυσμένη διαχείριση και η τηλεμετρία είναι σημαντικά λιγότερο απαιτητικές.

Επιπλέον, λόγω της μικρής κλίμακας της αποστολής και των λιγότερων παραμέτρων που πρέπει να ληφθούν υπόψη, η διάρκεια σχεδιασμού και υλοποίησης των πυραύλων μετρήσεων είναι πολύ μικρή. Αυτό μειώνει περαιτέρω το κόστος αυτών των αποστολών. Επιπροσθέτως, ο πιο ελαστικός χρονικός προγραμματισμός επιτρέπει στους σχεδιαστές του πειράματος να μελετήσουν έκτακτα φαινόμενα, όπως το πολικό σέλας, ή φαινόμενα που πρόκειται να συμβούν σύντομα, όπως π.χ. μια έκλειψη Ηλίου. Στις διαστημικές αποστολές κάτι τέτοιο δεν είναι εύκολο, καθώς απαιτούνται, όπως αναφέρθηκε, πολλά έτη σχεδιασμού, αναζήτησης χρηματοδότησης, εταίρων κ.λπ. Ενδεικτικό παράδειγμα είναι αυτό της αποστολής Rosetta, της οποίας η σύλληψη, ο σχεδιασμός και η εκτέλεση (εκτόξευση και κυρίως φάση) καλύπτουν μια χρονική διάρκεια περίπου δύο δεκαετιών, ενώ μια αποστολή πυραύλου μετρήσεων μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσα σε δύο με τρία χρόνια από την έγκριση του προγράμματος.

Ακόμη ένα πολύ σημαντικό πλεονέκτημα των πυραύλων μετρήσεων είναι ότι οι συσκευές που χρησιμοποιούνται για τις μετρήσεις συνήθως συλλέγονται μετά την πτήση και μπορούν να ξαναχρησιμοποιηθούν σε μετέπειτα εκτοξεύσεις. Αυτή η δυνατότητα αυξάνει την προστιθέμενη αξία των αποστολών και δίνει τη δυνατότητα παρεμβάσεων και βελτιώσεων στα πειράματα σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Ταυτόχρονα, οι πύραυλοι μετρήσεων προσφέρουν τη δυνατότητα να δοκιμαστούν όργανα που θα γίνουν στη συνέχεια μέρος κανονικών διαστημικών αποστολών. Αυτό συνέβη στην περίπτωση της αποστολής SOHO και TRACE. Τα δύο αυτά διαστημικά παρατηρητήρια (από τα οποία το δεύτερο πλέον είναι εκτός λειτουργίας από το 2010) συγκαταλέγονται στις πιο επιτυχημένες διαστημικές αποστολές και έχουν αυξήσει εκθετικά τις γνώσεις μας για τον Ήλιο, σε βαθμό που φαντάζει αδιανόητο το ενδεχόμενο να μην υπάρχει κάποιος όργανο σαν αυτά στο διάστημα.

Λόγω της ευελιξίας των αποστολών πυραύλων μετρήσεων, το πρόγραμμα αυτό αποτελεί ένα μοναδικό πεδίο καινοτομίας. Ερευνητές ή ομάδες ερευνητών έχουν τη δυνατότητα να σχεδιάσουν το πείραμα που έχουν συλλάβει, να ελέγξουν και να επέμβουν στα περισσότερα στάδια του σχεδιασμού του και να εξετάσουν τυχόν βελτιώσεις. Σε αντίθεση με τις διαστημικές αποστολές, που είναι χώρος εκτεταμένης συνεργασίας πολλών εξειδικευμένων τομέων (κάτι που έχει τις δικές του θετικές επιπτώσεις), στις πυραυλικές αποστολές ο σχεδιαστής έχει συχνά την εποπτεία ολόκληρης της αποστολής.

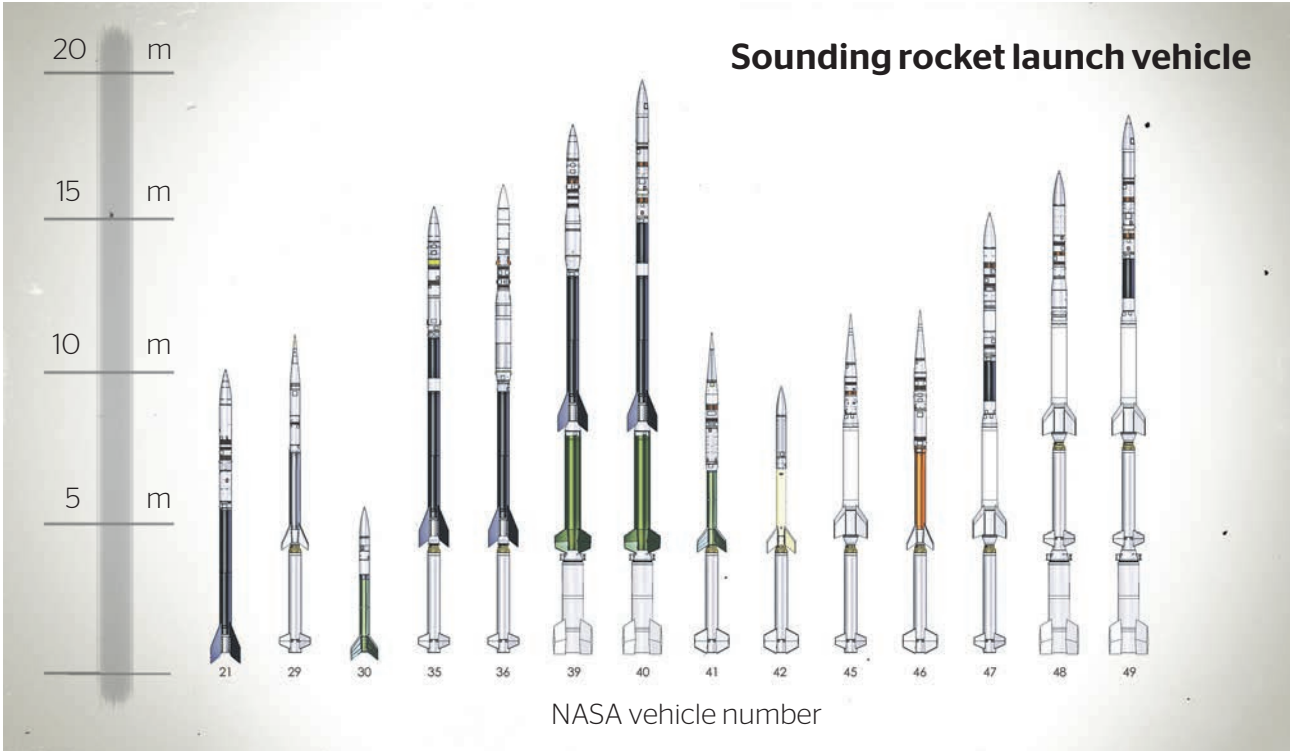
Για τους ίδιους λόγους, οι αποστολές πυραύλων είναι ιδανικές για την εκπαίδευση νέων επιστημόνων αλλά και φοιτητών και μαθητών. Λόγω του σύντομου χρόνου υλοποίησης και του σχετικά χαμηλού κόστους, ένας νεαρός επιστήμονας έχει τη δυνατότητα, κατά τη διάρκεια της εκπόνησης μια διδακτορικής διατριβής, να ακολουθήσει όλα τα στάδια εκτέλεσης μιας τέτοιας αποστολής, από τον σχεδιασμό ως τη λήψη και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Είναι λοιπόν φανερό ότι σε αυτή την περίπτωση ο υποψήφιος διδάκτορας αποκτά μια γκάμα δεξιοτήτων, επιστημονικές, τεχνολογικές αλλά και διοικητικές. Συνήθως οι μετρήσεις που λαμβάνονται έχουν μεγάλη σημασία για την επιστημονική κοινότητα, καθώς είναι μοναδικές και συχνά δημοσιεύονται σε επιστημονικά περιοδικά υψηλού κύρους. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι το πρόγραμμα των αποστολών πυραύλων μετρήσεων της NASA έχει οδηγήσει σε εκατοντάδες διδακτορικές διατριβές μέχρι στιγμής. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι τόσο η NASA όσο και η ευρωπαϊκή ESA έχουν χρηματοδοτήσει προγράμματα με σκοπό την προώθηση της εκπαίδευσης με τη βοήθεια αποστολών πυραύλων μέτρησης σε φοιτητές και μαθητές Λυκείων.

Ποια πεδία έρευνας επωφελούνται;

Με μια πρώτη ματιά, αντιλαμβάνεται κανείς ότι οι αποστολές αυτού του τύπου προσφέρονται κυρίως για τη μελέτη του περιβάλλοντος της ανώτερης ατμόσφαιρας με τη βοήθεια επιτόπιων μετρήσεων. Άλλωστε, επιτόπιες μετρήσεις με εξειδικευμένα όργανα σε ύψη και στρώματα της ατμόσφαιρας τα οποία βρίσκονται πολύ χαμηλά για να τοποθετήσουμε δορυφόρους γίνονται πραγματοποιούνται τακτικά εδώ και πολλές δεκαετίες από όλες τις χώρες που δραστηριοποιούνται στο διάστημα.

Για παράδειγμα, το 2014 η NASA εκτόξευσε πέντε τέτοιους πυραύλους για να μελετήσει τις ιδιότητες του αεροκείραρρου που παρατηρείται στο όριο μεταξύ της τροπόσφαιρας (του στρώματος της ατμόσφαιρας στο οποίο βρισκόμαστε και εντοπίζονται σχεδόν όλα τα καιρικά φαινόμενα) και της στρατόσφαιρας. Με το πρόγραμμα CHAMPS, που αποτελούταν από δύο πυραύλους, η NASA μελέτησε τη δημιουργία νεφών στο ύψος της μεσόσφαιρας σε πολικές περιοχές. Η διαδικασία αυτή επηρεάζεται από τα σωματίδια καπνού που εμφανίζονται όταν μικροί μετεωρίτες «καίγονται» καθώς εισέρχονται στην ατμόσφαιρα.

Μέσα στο 2017, η NASA εκτόξευσε πέντε πυραύλους για να μελετήσει την ιονόσφαιρα και το πολικό σέλας. Το πολικό σέλας είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης μεταξύ του ηλιακού ανέμου και



της γήινης μαγνητόσφαιρας, δηλαδή του μαγνητισμού που προστατεύει τον πλανήτη μας. Η σύνδεση μεταξύ ιονόσφαιρας και μαγνητόσφαιρας έχει πολύ μεγάλη σημασία για την τεχνολογία που χρησιμοποιούμε καθημερινά (όπως τα GPS) και ο συνδυασμός επιτόπιων μετρήσεων από πυραύλους με μετρήσεις από όργανα στην επιφάνεια της Γης έχουν αυξήσει δραματικά την κατανόησή μας την τελευταία δεκαετία.

Στόσο, εκτός από τη Φυσική της Ατμόσφαιρας και τη Μετεωρολογία, η γκάμα των πεδίων έρευνας που επωφελούνται από τις αποστολές αυτού του τύπου είναι εντυπωσιακή. Οι συνθήκες μικροβαρύτητας που εμφανίζονται κατά την κυρίως φάση της πτήσης δίνει τη δυνατότητα στους επιστήμονες να μελετήσουν την εξέλιξη φυσικών διεργασιών σε αυτές τις ιδιαίτερες συνθήκες. Στα μέχρι τώρα πειράματα έχουν μελετηθεί φαινόμενα από τη δυναμική των ρευστών (π.χ. δυναμική των σταγόνων και των φυσαλίδων, επί-

δραση του μαγνητισμού, βρασμός, αφρώδη υλικά, ανάφλεξη), την Επιστήμη των Υλικών (π.χ. υπεραγωγοί, δημιουργία κρυστάλλων, αλλαγές φάσης), τη διαστημική τεχνολογία (π.χ. μελέτη των υλικών που χρησιμοποιούνται για τη θερμική θωράκιση των σκαφών) αλλά και τη βασική Φυσική. Εκτός όμως από τη Φυσική, δεκάδες πειράματα έχουν γίνει και σε πεδία της Βιολογίας, καθώς έχουν μελετηθεί η φυσιολογία των φυτών και η ανάπτυξη κυττάρων σε συνθήκες μικροβαρύτητας, οι ιδιότητες των πρωτεϊνών κ.ά.

Οι αποστολές πυραύλων μετρήσεων δεν προσφέρονται μόνο για επιτόπιες μετρήσεις στο περιβάλλον της ανώτερης ατμόσφαιρας. Ένα παράδειγμα είναι η μελέτη της ηλιακής ατμόσφαιρας, η οποία στηρίζεται σε πολύ μεγάλο βαθμό στην καταγραφή της υπεριώδους ακτινοβολίας και των ακτίνων Χ που αυτή εκπέμπει. Αυτές οι ακτινοβολίες δεν φτάνουν στο έδαφος, αλλά απορροφώνται από την ατμόσφαιρα του πλανήτη μας, με αποτέλεσμα η μελέτη του Ήλιου να απαιτεί την τοποθέτηση οργάνων στο διάστημα. Οι πύραυλοι μετρήσεων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να πάρουν περιορισμένο αριθμό παρατηρήσεων (περίπου 6 λεπτά) σε συγκεκριμένα μήκη κύματος και προσφέρουν μια εξαιρετική ευκαιρία να μελετήσει κανείς τη χρωμόσφαιρα και το στέμμα του Ήλιου με σχετικά φτηνές διατάξεις, χωρίς να χρειαστεί να χρηματοδοτήσει ολόκληρη διαστημική αποστολή. Αυτές οι αποστολές προσπαθούν να εξηγήσουν ένα από τα πιο θεμελιώδη ερωτήματα της Αστροφυσικής: για ποιο λόγο τα εξωτερικά στρώματα της ηλιακής ατμόσφαιρας είναι θερμότερα (μερικά εκατομμύρια βαθμοί) από την επιφάνειά του (μερικές χιλιάδες βαθμοί). Οι επιστήμονες πιστεύουν ότι η απάντηση βρίσκεται κρυμμένη στο μαγνητισμό του Ήλιου, ο οποίος επιτρέπει σε αμέτρητα φαινόμενα πολύ μικρής κλίμακας (όπως οι νανοεκλάμψεις) να διοχετεύουν τεράστια ποσά ενέργειας στα ανώτερα στρώματα της ηλιακής ατμόσφαιρας. Αποστολές όπως το VAULT, το Hi-C, το FOXSI και το EUNIS μεταφέρουν όργανα ικανά να μετρήσουν και να αναλύσουν την υπεριώδη ακτινοβολία του Ήλιου, φιλοδοξώντας να δώσουν απαντήσεις στο ερώτημα αυτό.

Τέλος, ένα πλήθος τομέων της Αστροφυσικής έχει επωφεληθεί από τη χρήση πυραύλων μετρήσεων, όπως είναι η μελέτη εξωπλανητών (π.χ. η αποστολή PICTURE), η μελέτη μακρινών γαλαξιών και του Γαλαξία μας (π.χ. FORTIS, DXL), του μεσοαστρικού αερίου (CHESS) κ.ά.

Επομένως, το πρόγραμμα πυραύλων μετρήσεων είναι ένα απαραίτητο τμήμα της διαστημικής έρευνας, ωφελεί την ανάπτυξη διαστημικών αποστολών και συμπληρώνει τις γνώσεις που αποκτάμε με τη βοήθειά τους.

Γ.Κ.

ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

Λήδα Αρνέλλου, Διδάκτωρ Επικοινωνίας της Επιστήμης
Βάλια Καϊμάκη, Διδάκτωρ Επικοινωνίας, Μέσων και Πολιτισμού
Γιάννης Κοντογιάννης, Διδάκτωρ Αστροφυσικής
Μανώλης Πατηνιώτης, Αναπληρωτής Καθηγητής Ιστορίας των Επιστημών, Πανεπιστημίου Αθηνών
Δημήτρης Πετάκος, Διδάκτωρ Ιστορίας των Επιστημών



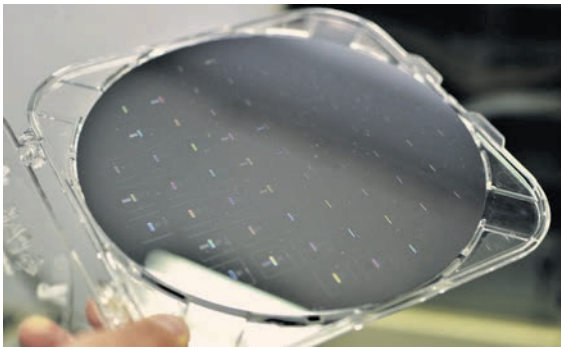
Το φως, η παραγωγή και η επεξεργασία του, έχει μια σειρά από επαναστατικές εφαρμογές σε μια πληθώρα δραστηριοτήτων της καθημερινής ζωής, όπως είναι οι τηλεπικοινωνίες, η Ιατρική, η ανάλυση τροφίμων, η τηλεπισκόπηση και η βιομηχανία. Με την ευκαιρία της Διεθνούς Ημέρας Φωτός, στις 16 Μαΐου, ο καθηγητής του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου Ηρακλής Αβραμόπουλος, διευθυντής του Εργαστηρίου Έρευνας Φωτονικών Επικοινωνιών, της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών (ΣΗΜΜΥ), μιλά στο «Πρίσμα» και στη Λήδα Αρνέλλου για τις δυνατότητες και το μέλλον του πεδίου της Φωτονικής.

; Με τι ασχολείται το πεδίο της Φωτονικής;
! Η Φωτονική είναι η μελέτη της παραγωγής, του χειρισμού και της ανίχνευσης του φωτός. Το φως αποτελείται από φωτόνια, παρόμοια με το πώς το ηλεκτρικό ρεύμα αποτελείται από μεμονωμένα ηλεκτρόνια. Ωστόσο, τα φωτόνια έχουν το ξεχωριστό πλεονέκτημα ότι ταξιδεύουν με την ταχύτητα του φωτός και δεν καταναλώνουν καμία ισχύ κατά τη διάδοση. Για παράδειγμα, τα φωτόνια ταξιδεύουν συνήθως σε όλο το σύμπαν αποκλειστικά με την ενέργεια που απαιτείται για την παραγωγή τους. Τα φωτόνια είναι επίσης πολύ αποτελεσματικοί φορείς πληροφοριών. Πρόκειται για ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα (ακριβώς όπως ένα ραδιοκύμα) που κυμαίνεται σε πολύ υψηλές συχνότητες, της τάξης των 200 THz (200 × 1012 Hz) και συνεπώς μπορεί εύκολα να κωδικοποιήσει terabytes / δευτερόλεπτο πληροφορίας κατά πλάτος, φάση και/ή πόλωση.

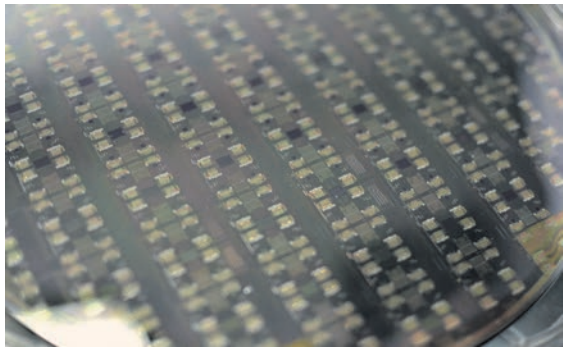
; Τι νέο φέρνει η ολοκληρωμένη Φωτονική;
! Έχουν υπάρξει πολλές πλατφόρμες για τη φωτοβολία εδώ και δεκαετίες, όπως είναι οι οπτικές ίνες, όπου τα διακριτά εξαρτήματα (λείζερ, το καλώδιο οπτικών ινών που διαδίδει το φως και οι ανιχνευτές) κατασκευάζονται ξεχωριστά και συναρμολογούνται σε ένα ενιαίο σύστημα μετάδοσης πληροφορίας. Στη δεκαετία του 1990 έγιναν τα πρώτα βήματα προς την ολοκληρωμένη Φωτονική με την ανάπτυξη επιπέδων κυκλωμάτων φωτός (Planar Lightwave Circuits - PLCs), με βάση το υαλί ως υλικό, που υλοποιήθηκαν με τις στάνταρ τεχνικές επεξεργασίας ημιαγωγών περιλαμβανομένης της χρήσης φωτολιθογραφίας και λείζερ. Τα PLC εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται σήμερα και επιτρέπουν την οδήγηση και τη διαχείριση του φωτός κατά τρόπο ώστε αυτό να αλληλεπιδρά με τον εαυτό του, επιτρέποντας λειτουργίες διακοπών και φίλτρων. Ωστόσο, η πλατφόρμα PLC απεικονίζει τις προκλήσεις της πραγματοποίησης πραγματικά ολοκληρωμένων φωτονικών κυκλωμάτων. Συγκεκριμένα, το μεγάλο μέγεθος των κυματοδηγών («φωτονικών καλωδίων») γυαλιού περιορίζει την ικανότητα κλιμάκωσης του αριθμού στοιχείων που μπορούν να προσαρτηθούν μαζί και κατά συνέπεια της πολυπλοκότητας του κυκλώματος (εξαιτίας του χαμηλού δείκτη διάθλασης του γυαλιού ως υλικού). Πιο σημαντική είναι η δυσκολία να ενσωματωθούν οι πηγές παραγωγής φωτός (τα λείζερ) και οι ανιχνευτές (φωρατές) στο ίδιο τσιπ PLC εξαιτίας των ανόμοιων υλικών από τα οποία είναι κατασκευασμένα τα επιμέρους αυτά δομικά στοιχεία. Η ολοκληρωμένη Φωτονική είναι η διασταύρωση της Μικροηλεκτρονικής και της Φωτονικής. Η Μικροηλεκτρονική (δηλαδή ο σχεδιασμός και η κατασκευή ηλεκτρονικών συσκευών, συστημάτων και υποσυστημάτων που χρησιμοποιούν εξαιρετικά μικρά εξαρτήματα) υπήρξε η κινητήρια δύναμη της τεχνολογίας και της παγκόσμιας οικονομίας για αρκετές δεκαετίες. Η επιτυχία της είναι ένα άμεσο αποτέλεσμα του ολοκληρωμένου κυκλώματος, όπου διακεταμύμρια ηλεκτρικών εξαρτημάτων (τρανζίστορ, καλώδια, αντιστάσεις, πυκνωτές κ.λπ.) ενσωματώνονται άσφρα σε δι-

ΤΟ ΠΕΔΙΟ ΤΗΣ ΦΩΤΟΝΙΚΗΣ

Η τεχνολογία, το μέλλον και οι εφαρμογές



Φωτονικά ολοκληρωμένα κυκλώματα τυπωμένα σε δίσκο πυριτίου



σκους πυριτίου χρησιμοποιούνται αυστηρά ορισμένες διαδικασίες κατασκευής και που de facto έχουν ορίσει τον κανόνα κλιμάκωσης του Νόμου του Μουρ. Αυτή τη στιγμή η τεχνολογία των φωτονικών ολοκληρωμένων κυκλωμάτων βρίσκεται σε ένα σημείο παρόμοιο με εκείνο όπου ήταν η Μικροηλεκτρονική στις αρχές της δεκαετίας του '70 - όπου μόνο ένας σχετικά μικρός αριθμός επιμέρους εξαρτημάτων ολοκληρώνονταν σε μια ενιαία διάταξη. Ωστόσο, μέσω της αξιοποίησης του εξοπλισμού κατασκευής και περαιτέρω ανάπτυξης των τεχνικών που κατέστησαν τη Μικροηλεκτρονική επιτυχημένη, αρχίζει τώρα να είναι εφικτή η πραγματοποίηση των ίδιων οικονομικών κλίμακας για την κατασκευή ολοκληρωμένων φωτονικών κυκλωμάτων. Επιπλέον, δεδομένου ότι χρησιμοποιούνται παρόμοιες τεχνολογίες παραγωγής, η Φωτονική και η Ηλεκτρονική μπορούν να ενωματοποιηθούν (να ολοκληρωθούν ταυτόχρονα -είτε με έναν μονολιθικό ή με έναν υβριδικό τρόπο-, δηλαδή στο ίδιο τσιπ να υπάρχουν παράλληλα και το οπτικό και το ηλεκτρονικό μέρος της διάταξης) άμεσα μεταξύ τους. Η εξέλιξη αυτή θα έχει ως αποτέλεσμα να λειτουργήσουν καλύτερα τόσο τα ηλεκτρονικά όσο και τα φωτονικά στοιχεία των κυκλωμάτων - όχι μόνο μειώνοντας το μέγεθος, το βάρος και την ισχύ, αλλά επιτρέποντας την υλοποίηση νέων εφαρμογών, πολλές από

τις οποίες μέχρι πρόσφατα βρίσκονταν εκτός του οράματος της τεχνολογικής εξέλιξης.
; Ποιες δυνατότητες έχουν τα ολοκληρωμένα φωτονικά κυκλώματα και ποιες είναι οι μεγαλύτερες προκλήσεις στη δημιουργία τους;
! Στις αρχές της δεκαετίας του 2000 προέκυψε η υπόσχεση του πυριτίου ως ολοκληρωμένης πλατφόρμας Φωτονικής. Είναι ιδανικό για την κατασκευή, αφού τα δίσκισ ολοκληρώσεις πυριτίου χρησιμοποιούνται επίσης για τη μεγάλη πλειονότητα των ολοκληρωμένων ηλεκτρονικών κυκλωμάτων. Από νωρίς όμως δεν ήταν σαφές πόσο καλά θα λειτουργούσε το πυρίτιο για τη φωτονική τεχνολογία - αλλά έπειτα από πολλαπλές δοκιμές την τελευταία δεκαετία έχει αποδειχθεί ότι υπερείκει στον έλεγχο του φωτός. Συγκεκριμένα, το πυρίτιο είναι εξαιρετικό στην οδήγηση του φωτός μέσα στα «φωτονικά καλώδια», γνωστά ως κυματοδηγοί (οι οπτικές ίνες είναι άλλος τύπος κυματοδηγού). Αυτό οφείλεται στις φυσικές ιδιότητες του πυριτίου και ειδικότερα στον υψηλό δείκτη διάθλασης με τη βοήθεια του οποίου επιτυγχάνεται ο περιορισμός του διατιδόμενου φωτός μέσα σε μια εξαιρετι-

«Στη Φωτονική υπάρχουν διάφορες κατηγορίες τεχνικών και πλατφόρμες ολοκλήρωσης που παρουσιάζουν πλεονεκτήματα ως προς κάποιες διαστάσεις και μειονεκτήματα ως προς άλλες. Δεν έχουμε ένα ή δύο στοιχεία και μία ή δύο συγκεκριμένες μεθοδολογίες που να λύουν όλα τα προβλήματα, όπως στο πυρίτιο και το γερμάνιο που χρησιμοποιούνται στη Μικροηλεκτρονική. Καλούμαστε, λοιπόν, να συγκεκριάσουμε τεχνικές, γεγονόδες που συνιστά μια πρόκληση»

κά στενή διαδρομή - επιτυγχάνοντας ακόμη και στροφές στα διεσπόμενις δέσμησ κατά 90 μοίρες σε πολύ μικρό χώρο. Συνεπώς, είναι δυνατό να πραγματοποιηθούν πολύ σύνθετα ολοκληρωμένα φωτονικά κυκλώματα των οποίων η πυκνότητα αυξάνεται πλέον με ταχύ ρυθμό. Επιπλέον, το πυρίτιο είναι διαφανές στα ίδια μήκη κύματος που χρησιμοποιούνται για οπτικές ίνες, επιτρέποντας την άμεση διασύνδεση των φωτονικών τσιπ πυριτίου με οπτικές ίνες, που αποτελούν το βασικό εξάρτημα-κλειδί για πολλές εφαρμογές. Ωστόσο, προκειμένου το πυρίτιο να αποτελέσει την πλατφόρμα των ολοκληρωμένων φωτονικών κυκλωμάτων του μέλλοντος, απαιτείται να διαθέτει τη δυνατότητα παραγωγής, ελέγχου και ανίχνευσης του φωτός. Το ίδιο το πυρίτιο δεν μπορεί να παράγει φως επειδή είναι ένας ημιαγωγός, ο οποίος, λόγω της φύσης του, παράγει φωνόνια (θερμότητα) αντί για φωτόνια. Αντίθετα, πολλοί ημιαγωγοί τύπου III-V (ονομασία που προέρχεται από τις ομάδες του περιοδικού πίνακα), όπως οι GaAs και InP, είναι ημιαγωγοί οι οποίοι δύνανται να παράγουν φως και χρησιμοποιούνται ήδη για την κατασκευή πηγών λείζερ. Σήμερα είναι δυνατό να ολοκληρωθούν με υβριδικό τρόπο λείζερ III-V απευθείας σε δίσκισ πυριτίου που να περιλαμβάνει και το υπόλοιπο μέρος του οπτικού και ηλεκτρονικού κυκλώματος ώστε να αποτελούν πλέον οικονομικά αποδοτικό τρόπο κατασκευής τους. Ωστόσο, ανάλογα πάντα με το μήκος κύματος του φωτός που μας ενδιαφέρει, το πυρίτιο, τα υλικά III-V και το γερμάνιο μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την ανίχνευση του φωτός (φώραση). Κατάλληλη διεργασία μεταξύ γερμανίου σε πυρίτιο έδωσε τη δυνατότητα για τη δημιουργία του κράματος SiGe και από εκεί υπερταχεία τρανζίστορ χαμηλότερης ισχύος κατανάλωσης, που να είναι απόλυτα συμβατά σε χρηστικά και για ολοκλήρωση με οπτικά στοιχεία σε κοινή πλατφόρμα ολοκλήρωσης. Είναι ένα καλό παράδειγμα για το πώς είναι σήμερα δυνατό να κωδικοποιήσουμε πληροφορία στο φως με ενεργό τρόπο μέσω του συνδυασμού της φωτονικής και της μικροηλεκτρονικής τεχνολογίας, οδηγούμενοι με τον τρόπο αυτό στην έννοια της υβριδικής ολοκλήρωσης.

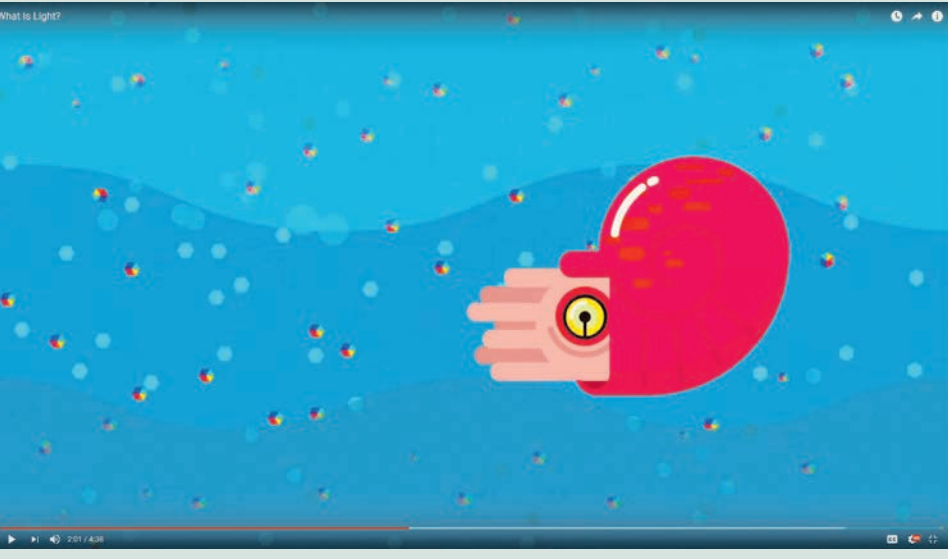
; Τι θα φέρει η εφαρμογή ολοκληρωμένων φωτονικών κυκλωμάτων για τις ευρωζωνικές επικοινωνίες και τα κέντρα διαχείρισης δεδομένων;
! Είναι πλέον σαφές ότι η Φωτονική πυριτίου θα είναι σε θέση να πραγματοποιήσει πολύ σύνθετα φωτονικά κυκλώματα. Μόλις τα τελευταία χρόνια ο αριθμός των διατάξεων που έχουν ενσωματωθεί σε ολοκληρωμένα κυκλώματα έχει αυξηθεί ραγδαία (πάνω από 10.000 ανά chip). Η φυσική εφαρμογή αυτών των ολοκληρωμένων φωτονικών κυκλωμάτων είναι οι ευρωζωνικές επικοινωνίες και ιδιαίτερα τα κέντρα διακίνησης δεδομένων (data centers) τα οποία αναμένεται να καταναλώνουν σημαντικό ποσοστό από το σύνολο της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας για την απλή και μόνο διακίνηση των δεδομένων (εξαιρουμένης της επεξεργασίας τους). Συνεπώς, η ολοκλήρωση όλων των προηγούμενων χρησιμο-

Kurzgesagt (In a Nutshell) - What Is Light?

Το Kurzgesagt (In a Nutshell) είναι ένα εκπαιδευτικό κανάλι στο YouTube. Έχει 6 εκατομμύρια συνδρομητές και 400 εκατομμύρια θεάσεις. Τα βίντεο που φιλοξενεί αφορούν θέματα που σχετίζονται κυρίως με την επιστήμη και την τεχνολογία, αλλά δεν λείπουν και θέματα φιλοσοφίας, ιστορίας και άλλα.

Το κανάλι Kurzgesagt (που στα γερμανικά σημαίνει «με λίγα λόγια» ή στα αγγλικά «in a nutshell») αποτελείται από μια ομάδα δημιουργών με έδρα το Μόναχο. Οι δημιουργοί του έχουν μια ξεχωριστή οπτική του σχεδίου, του χρώματος και της αφήγησης. Στο κανάλι ένα πράγμα ξεχωρίζει από την αρχή: η ιδιαίτερη και μοναδική αισθητική. Τα βίντεο βασίζονται στο animation και στην αφήγηση. Όπως αναφέρουν και οι ίδιοι, στην εποχή της πληροφορίας προσπαθούν να δημιουργούν περιεχόμενο με αξία που οι άνθρωποι παρατηρούν και θυμούνται. Το κανάλι δημιουργήθηκε το 2013 και όλοι οι συμμετέχοντες δημιουργοί ετοιμάζουν τα βίντεο παράλληλα με τις «κανονικές» τους δουλειές.

Τώρα, πέντε χρόνια μετά και χάρη στην υποστήριξη του κόσμου, έχουν καταφέρει να κερδίζουν το σημαντικότερο μέρος του εισοδήματός τους κάνοντας αυτό που αγαπούν. Μέσω της πλατφόρμας Patreon, που φέρνει κατά κάποιον τρόπο τον θεσμό της πατρωνίας στην ψηφιακή εποχή, οι θεατές που το επιθυμούν μπορούν να υποστηρίξουν τους αγαπημένους τους δημιουργούς προσφέροντας μικρή ή μεγαλύτερη οικονομική υποστήριξη, ώστε να συνεχίσουν να παράγουν το υπέροχο περιεχόμενό τους. Οι ίδιοι αναφέρουν ότι η βασική τους αξία είναι η διατήρηση της ποιότητας, η οποία είναι ανάλογη της εργασίας που μπαίνει σε κάθε βίντεο. Το 2013 που ξεκίνησαν, ένα βίντεο έπαιρνε περίπου 150 ώρες για να δημιουργηθεί, το 2015 οι ώρες που δαπανούσαν για κάθε βίντεο ανέβηκαν στις 250, ενώ το 2017 κάθε βίντεο ενσωμάτωνε πλέον 400 με 500 ώρες εργασίας. Στο βίντεο «What Is Light» που προτείνουμε με την ευκαιρία της Διεθνούς Ημέρας Φωτός θα ανακαλύψετε τι είναι το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα, ποιο τμήμα του αποκαλούμε ορατό φως, γιατί το ανθρώπινο μάτι εξελίχθηκε να βλέπει ένα συγκεκριμένο τμήμα της ακτινοβολίας, πώς ταξιδεύει το φως και άλλα πολλά!



L.A.

<https://www.youtube.com/watch?v=IXxZRZxafEQ>

Ο Έλληνας Γαλιλαίος

Ο ηθοποιός Αντώνης Βλησιδής πέθανε την Παρασκευή 4 Μαΐου σε ηλικία 66 ετών. Αποφοίτησε από τη Δραματική Σχολή του Ωδείου Αθηνών και από το 1980 εργάστηκε στο θέατρο, στον κινηματογράφο και στην τηλεόραση, ενώ υπήρξε ιδρυτικό μέλος του Θεάτρου Καισαριανής. Σημαντικοί σταθμοί στην καριέρα του ήταν οι σειρές «Λούφα και Παραλλαγή», «Ακριβή μου Σοφία...», «Φάκελος Πολκ στον αέρα», «Η συκοφαντία του αίματος», οι ταινίες «Ούλοι εμείς εφέντη» του Λεωνίδα Βαρδαρού, «Νύφες» του Παντελή Βούλγαρη, «Μπορντέλο» του Νίκου Κούνδουρου, «Δεξιότερα της Δεξιάς» του Νίκου Αντωνάκου, καθώς και η «Χειμωνιάτικη νοσταλγία» του Κώστα Αινιάν, για την οποία προτάθηκε για Βραβείο Ερμηνείας Α΄ Ανδρικού Ρόλου στο Θεατβάλ Θεσσαλονίκης. Η τελευταία θεατρική του παράσταση ήταν οι «Αισχύλου Πέρσες - Σχεδίασμα α΄» σε σκηνοθεσία Μάρθας Φριντζήλα. Ο Αντώνης Βλησιδής, αγωνιστής της Αριστεράς, είχε έντονη συνδικαλιστική δράση, αγωνίστηκε για τα επαγγελματικά δικαιώματα του κλάδου του και όλοι όσοι συνεργάστηκαν μαζί του εξυμνούσαν το μοναδικό ήθος, τη σπάνια καλλιέργεια και τον πράο χαρακτήρα του.

Ο Αντώνης Βλησιδής, ωστόσο, άφησε και μια



άλλη εξαιρετικά σημαντική παρακαταθήκη που αφορά τόσο την τέχνη όσο και την εκπαίδευση και τη δημόσια εικόνα των επιστημών. Ήταν ο πρώτος κινηματογραφικός Έλληνας Γαλιλαίος. Πρωταγωνίστησε στο δραματοποιημένο ντοκιμαντέρ «Γαλιλαίος: Η μάχη στην αυγή της σύγχρονης επιστήμης» του Πάνου Ανέστη, ενσαρ-

κώνοντας τον εμβληματικό Ιταλό μαθηματικό και αστρονόμο, ενώ εμφανίστηκε για μόνο μία σκηνή, εξαιρετικού συμβολικού χαρακτήρα, στο δραματοποιημένο ντοκιμαντέρ «Νεύτων: Η δύναμη του Θεού» (επίσης του Πάνου Ανέστη). Τα συγκεκριμένα ντοκιμαντέρ μπορεί κανείς να τα βρει στο YouTube και είναι ιδιαίτερα ευχάριστο ότι αξιοποιούνται από εκπαιδευτικούς στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Ο ρόλος του Γαλιλαίου δεν θα μπορούσε να προσρίζεται για κάποιον άλλον πέρα από τον Αντώνη Βλησιδίδη. Δεν ήταν μόνο η συγκλονιστική ομοιότητά του με τον Γαλιλαίο αλλά και η μοναδική του ικανότητα να χτίσει στο τέλος έναν χαρακτήρα που απέδιδε περισσότερο από τις σκηνοθετικές και σεναριακές οδηγίες και ο θεατής ταυτιζόταν μαζί του.

Σε εγχειρήματα που στέκονται μεταξύ τέχνης και επιστήμης, προσπάθειας απεικόνισης της πραγματικότητας και Ιστορίας, ανθρώπων και των έργων τους, ο συνδετικός κρίκος και κοινός όλων είναι μόνο ένας: ο ηθοποιός. Ο Αντώνης Βλησιδής είχε την ευθύνη να γεφυρώσει όλα τα παραπάνω και να μεταφέρει στον θεατή μια ολοκληρωμένη εικόνα του ήρωα. Και τα κατάφερε! Δημιούργησε το απαραίτητο συναισθηματικό υπόβαθρο με ελάχιστο λόγο. Εξέφρασε την περιέργεια και την αμηχανία του Γαλιλαίου όταν κράτησε το τηλεσκόπιο στα χέρια του για πρώτη φορά. Αποτύπωσε την αφοσίωση και την αυστηρότητα που έδειχνε ο Γαλιλαίος κατά τη διάρκεια διεξαγωγής των πειραμάτων του. Έδειξε την έκπληξη και την οργή του μετά τις προειδοποιήσεις της Ιεράς Εξέτασης και την καταδίκη του κοπερνίκειου συστήματος το 1616.

Με λίγα βήματα και με μόνο μέσο τις εκφράσεις του προσώπου του, ο Αντώνης Βλησιδής έπιασε την πιο συγκλονιστική σκηνή της ταινίας. Όταν γονάτισε μπροστά στη Βίβλο, μας έδειξε πόσο λεπτά έχουν υφανθεί τα όρια ανάμεσα στον άνθρωπο και όλα όσα πιστεύει ότι μπορεί να υπάρχουν ή και να μην υπάρχουν πέρα από αυτόν. Σε αυτή τη σκηνή, ο άνθρωπος έρχεται αντιμέτωπος με τις ιδέες που έχει πλάσει για να καταλάβει τον κόσμο και την ίδια στιγμή αυτές οι ιδέες τον υπερβαίνουν, τον εξουσιάζουν, τον αναγκάζουν να γονατίσει και να τις υπηρετήσει. Ο Γαλιλαίος βρίσκεται σε μια πρωτοφανή θέση.

Για τον Αντώνη

ΜΙΛΗΣΑΜΕ τελευταία φορά πριν λίγους μήνες, στη γιορτή του. Απ' όταν γνωρίστηκαμε κι έπειτα, κανείς δεν ξέχασε τη γιορτή του άλλου. Κατά κάποιον τρόπο τον θεωρούσα συγγενή μου, σαν έναν μακρινό θείο ή παππού, που καταλάβαινε αμέσως τις ανησυχίες και τους προβληματισμούς μου πριν του πω τι διήνητε. Και που δεν επέτρεπε σε κανένα πρόβλημα να γονατίσει ούτε εκείνον ούτε εμένα («ναι, είναι δύσκολο αλλά... πρέπει να επιμενουμε!»). Είναι αυτό το ένα βλέμμα που χρειάστηκε στην ταινία «Νεύτων: η δύναμη του Θεού» για να δώσει στον ήρωα τη δύναμη να συνεχίσει. Αυτό το ένα βλέμμα που ξέραμε με τον σεναριογράφο Δημήτρη Πετάκο ότι έπρεπε να υπάρχει στην ταινία πριν καν ασχοληθούμε με το σενάριο.

Αυτό που δεν είπα ποτέ σε κανέναν, ωστόσο, ήταν ότι εκείνο το βλέμμα του, πριν απ' όλους, το χρειαζόμουν εγώ...

Καλό ταξίδι, Αντώνη! Σ' ευχαριστώ για όλα!

ΠΑΝΟΣ ΑΝΕΣΤΗΣ,
σκηνοθέτης, υποψήφιος διδάκτωρ
Τμήματος Κινηματογράφου

Για πρώτη φορά νιώθει οργή και απόγνωση γιατί καταδικάζεται από ανθρώπους που εκπροσωπούν την πίστη που υπηρετούσε. Και την ίδια στιγμή νιώθει ότι δεν μπορεί να ζήσει χωρίς αυτή την πίστη. Τα αργά βήματα του Γαλιλαίου, το αργό γονάτισμα, το ασήκωτο βάρος που νιώθει στην πλάτη του από έναν αόρατο σταυρό και τα τελευταία λόγια προς τον Θεό του, που με τόση δυσκολία ξεστομίζονται και με τα οποία αποκηρύσσει το έργο μιας ολόκληρης ζωής, συγκροτούν μια συγκλονιστική παλέτα συναισθημάτων.

Όλα, όμως, λύνονται όταν στο τέλος της ταινίας ο Γαλιλαίος σπκώνει το βλέμμα του, κοιτάει μπροστά και κάνει ένα ελάχιστο μειδίαμα, ένα χαμόγελο για τη νίκη που θα έρθει. Γνωρίζει ότι αυτή η μάχη είναι μια μάχη με τον εαυτό του και τους άλλους. Γνωρίζει ότι αυτή τη στιγμή, τη στιγμή της απόλυτης ήττας, οφείλει να αναλογιστεί ποιος είναι. Η συνέχεια είναι γνωστή. Ο Γαλιλαίος, παρά τις απαγορεύσεις της Ιεράς Εξέτασης, θα γράψει άλλο ένα βιβλίο με το οποίο το όνομά του θα χαρακτηί με χρυσά γράμματα στην Ιστορία. Στην ταινία «Νεύτων: Η δύναμη του Θεού» εμφανίζεται ο Γαλιλαίος για ελάχιστες στιγμές, όταν ο Νεύτων (Κωνσταντίνος Λάγκος) διαβάσει μέρος αυτού του βιβλίου και επιμνέται από τις μαθηματικές του επινοήσεις. Το φάντασμα του Γαλιλαίου είναι εκεί για να δείξει στον Νεύτωνα ότι δεν είναι μόνος του. Και το δείχνει πάλι με ένα χαμόγελο και ένα νεύμα. Είναι το χαμόγελο με το οποίο απαντάμε στον φόβο όταν μας λέει ότι δεν θα τα καταφέρουμε. Στον φόβο που όλοι νιώθουμε όταν νομίζουμε πως δεν έχουμε από κάποιον για να πιστούμε. Στον φόβο μιας μάταιης ζωής και ενός αναπόφευκτου θανάτου - και αυτό τον φόβο ο Αντώνης Βλησιδής τον αποτίνανε από πάνω μας με ένα μόνο χαμόγελο και τον νίκησε...

Καλό ταξίδι, κ. Αντώνη!

Δ.Π.

VIDEO GAMES ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΑ

Μελετώντας ψηφιακά παιχνίδια με ιστορικό περιεχόμενο

Τα ψηφιακά παιχνίδια με ιστορικό περιεχόμενο αποκτούν όλο και μεγαλύτερη κοινωνική αποδοχή, αναπτύσσοντας νέες μορφές κοινωνικής αναπαράστασης, επικοινωνίας, έκφρασης και συνδιαλλαγής με το παρελθόν. Ο Ηλίας Στουραϊτης, υποψήφιος διδάκτορας Ψηφιακής Ιστορίας στο Ιόνιο Πανεπιστήμιο μιλά στο «Πρίσμα» για την έρευνά του, που αφορά τα διαδικτυακά παιχνίδια μεγάλου πλήθους παικτών.

Μελετάτε τα ψηφιακά παιχνίδια με ιστορικό περιεχόμενο. Τι είδους παιχνίδια περιλαμβάνονται στην κατηγορία αυτή; Μπορείτε να μας δώσετε μερικά παραδείγματα;

Τα ψηφιακά παιχνίδια που ασχολούνται με θέματα γύρω από την Ιστορία επιλέγουν συνήθως ζητήματα που άπτονται των πολεμικών συγκρούσεων (Α΄ ή Β΄ Παγκόσμιος Πόλεμος) ή των επαναστάσεων (Γαλλική, Αμερικανική). Από εκεί και πέρα, οι αρχαίοι πολιτισμοί και ο τρόπος εξέλιξής τους προς τη σύγχρονη περίοδο αποτελούν μια άλλη γνωστή επιλογή των κατασκευαστών. Θα μπορούσαμε, επίσης, να πούμε ότι οι κατηγορίες παιχνιδιών που συνήθως επιλέγουν ιστορικό περιεχόμενο είναι τα παιχνίδια πρώτης βολής (Βλ. Medal of Honor), δράσης/περιπέτειας (Βλ. Assassin's Creed) και στρατηγικής (Βλ. Civilization). Δεν θα μπορούσαμε να παραλείψουμε τα λεγόμενα παιχνίδια σοβαρού σκοπού (serious games) παρατηρώντας ότι η επιλογή των θεμάτων δεν διαφέρει πολύ, αν και τα τελευταία χρόνια διαπιστώνουμε μια στροφή προς την Κοινωνική Ιστορία και την εμβύθιση των χρηστών σε ενσώματες εμπειρίες βασισμένες σε πραγματικά γεγονότα.

Γιατί επιλέξατε τα συγκεκριμένα παιχνίδια ως αντικείμενο μελέτης; Ποιο είναι το ενδιαφέρον που παρουσιάζουν ερευνητικά;

Η επιλογή των παιχνιδιών με ιστορικό περιεχόμενο δεν είναι τυχαία, αφού ένας ιστορικός δεν ενδιαφέρεται μόνο να ανακαλύπτει τι συνέβη στο παρελθόν, αλλά αναζητά τον τρόπο με τον οποίο το παρελθόν εμπλέκεται στην καθημερινότητα των ανθρώπων και πώς δημιουργείται ή/και προσλαμβάνεται από το σύνολο της κοινωνίας. Τα ψηφιακά παιχνίδια, όμως, διαφοροποιούνται από οποιαδήποτε άλλο μέσο διαμεσολάβησης ανάμεσα σε υποκείμενα της κοινωνίας και παρελθόν, αφού οι εμπλεκόμενοι χρειάζεται να δράσουν και να εμπλακούν έμπρακτα με το περιεχόμενο των παιχνιδιών ώστε να αντιληφθούν τι συμβαίνει. Σε διαφορετική περίπτωση δεν θα καταλάβουν το περιεχόμενο και τη στοχοθεσία του παιχνιδιού. Ένα άλλο ιδιαίτερο χαρακτηριστικό τους είναι ότι οι παίκτες μπορούν να επι-



Civilization Ένα γνωστό παιχνίδι στρατηγικής με ιστορικά, γεωγραφικά και πραγματικά στοιχεία υποβάθρου. Σε αυτό το παιχνίδι αναπτύσσεται μια τετεολογική διάσταση, αφού ο παίκτης κερδίζει ή χάνει ανάλογα με τα αποτελέσματα των αποφάσεών του σε διάφορους τομείς, όπως οικονομία, τεχνολογία ή ακόμη και στρατιωτικά γεγονότα. Η λογική της πρόδου αποτελεί βασικό σημείο αναφοράς γι' αυτά τα παιχνίδια και σχετίζεται με τις ανακαλύψεις και τις εφευρέσεις που θα κάνουν οι παίκτες κατά τη διάρκεια της εμπλοκής τους. [https://en.wikipedia.org/wiki/Civilization_\(series\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Civilization_(series))



στρέψουν στο παρελθόν όσες φορές επιθυμούν, τροποποιώντας το ή νοηματοδοτώντας το ανάλογα τα δεδομένα που κάθε φορά έχουν ή τους αλγοριθμικούς συσχετισμούς του εκάστοτε παιχνιδιού. Το παρελθόν μοιάζει κατακερματισμένο, με τη δυνατότητα να αναπροσαρμστεί πολλές φορές ανάλογα με τις ανάγκες του παίκτη και τις δυνατότητες των κανόνων, ενώ η αίσθηση του χρόνου νοηματοδοτείται μέσω του χώρου δράσης των παικτών.

Τι περιλαμβάνει το υλικό που θα μελετήσετε;

Το υλικό μελέτης περιλαμβάνει ψηφιακά διαδικτυακά παιχνίδια στρατηγικής και πρώτης βολής. Αυτή η επιλογή σχετίζεται με το γεγονός ότι η πρόσβαση

τους είναι ελεύθερη από οποιονδήποτε στο Διαδίκτυο και σε οποιοδήποτε σημείο του κόσμου, αφού η πρόσβασή τους είναι δωρεάν και αρκετά εύκολη. Επίσης, η δυνατότητα συναναστροφής με άλλους ανθρώπους κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού αποτέλεσε ακόμα έναν παράγοντα για την επιλογή τους. Η συνεργατική τους λογική αναδιαμορφώνει και την πορεία του παιχνιδιού. Το υλικό μελέτης σχετίζεται με το περιεχόμενο των δύο παιχνιδιών όσο και με τις αντιδράσεις φοιτητών Ιστορίας που κατά τη διάρκεια ενός εξαμήνου αξιοποίησαν αυτά τα παιχνίδια για την εκπαίδευσή τους.

Ποια μέθοδο θα χρησιμοποιήσετε για την έρευνα;

Εστίασαμε στην ποιοτική μέθοδο για την άντληση στοιχείων και δεδομένων γύρω από τα παιχνίδια και τους παίκτες. Οι μελέτες λογισμικού (software studies) άλλωστε απαιτούν μία εις βάθος ανάλυση του περιεχομένου διάδρασης του λογισμικού με τον άνθρωπο έχοντας αναλύσει τι περιλαμβάνει πρώτα το ίδιο. Κατ' αυτό τον τρόπο δημιουργήσαμε και τα ανάλογα μεθοδολογικά εργαλεία. Από τη μία πλευρά δημιουργήθηκαν πρωτόκολλα ανάλυσης περιεχομένου των παιχνιδιών και επιλογή παικτών για τη δράση τους. Από την άλλη, συλλέχθηκε υλικό από τη διάρκεια χρήσης των παιχνιδιών παρατηρώντας τις ενσώματες αντιδράσεις τους, αλλά και τις απόψεις των χρηστών από την εμπειρία τους. Γι' αυτό τον λόγο η συλλογή υλικού περιλάμβανε οπτικό υλικό, ηχητικό υλικό, ομαδικές συνεντεύξεις, ατομικές συνεντεύξεις, ερωτηματολόγια και παρατήρηση ερευνητή.

Ποια θεωρείτε πως θα είναι η αξία των αποτελεσμάτων για τους φοιτητές Ιστορίας;

Η αξία μπορεί να θεωρηθεί πολλαπλή, αφού οι φοιτητές εξοικειώνονται με την έννοια ενός νέου μέσου, δηλαδή των ψηφιακών διαδικτυακών παιχνιδιών, και αντιλαμβάνονται τις διαφοροποιήσεις που αυτά έχουν από τα υπόλοιπα μέσα. Η κατανόηση του μέσου τούς βοηθά να αντιληφθούν και τον τρόπο που η Ιστορία αναπαρίσταται μέσω των παιχνιδιών και εν συνεχεία προσμοιώνεται από τη δική τους διάδραση με το λογισμικό. Αντιλαμβάνονται την αφηγηματική ανάπτυξη της Ιστορίας σε σχέση με τους κανόνες και τους αλγοριθμικούς προκαθορισμούς. Τέλος, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η γνωστική πρόσληψη των φοιτητών μέσω της εμπλοκής τους με το παιχνίδι και τη βύθησή τους σε αυτό, το οποίο ξεκινάει από το βασικό επιχείρημα του παιχνιδιού, τις αναπαραστάσεις (ενδυμασίες, αντικείμενα) και καταλήγει μέχρι και τις συζητήσεις από τις συνεργασίες των παικτών.

Λ.Α.

Ο Ηλίας Στουραϊτης είναι υποψήφιος διδάκτορας στο διατμηματικό μεταπτυχιακό πρόγραμμα Ιστορίας - Πληροφορικής «Ιστορική Έρευνα, Διδακτική και Νέες Τεχνολογίες» του Ιονίου Πανεπιστημίου σχετικά με την Ψηφιακή Ιστορία. Έχει τιμηθεί με υποτροφία από το Ιαπωνικό Ίδρυμα Nippon Foundation SYLFF (Sasakawa Young Leaders Fellowship Fund) και έχει λάβει Βραβείο για την έρευνά του από την Common Ground Community «The Learner».



ΤΗΣ ΕΦΗΣ ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΥ

Ζούμε, αναμφίβολα, στην εποχή της ραγδαίας ανάπτυξης των τεχνολογιών της πληροφορίας και της βιοτεχνολογίας. Έννοιες ή φράσεις όπως cyborg, «μετα-θρώπινο μέλλον», hacker, cracker, e-banking, smartphones, εμφύτευση μικροσίπ, ρομποτική, ανάλυση και μετάλλαξη γενετικού υλικού, drones, social media, βιομετρικά συστήματα αναγνώρισης, αναρίθμητες ηλεκτρονικές εφαρμογές και προγράμματα, πλαστικό χρήμα, εξελιγμένοι συνωριακοί έλεγχοι, επιτήρηση του αστικού περιβάλλοντος, διαχείριση κινδύνου βάσει δεδομένων και εργαλεία πρόβλεψης διαδίδονται διεθνώς και ενσωματώνονται στον δημόσιο ή καθημερινό λόγο.

Η τεχνολογία υποσχέθηκε στον άνθρωπο την επίλυση των πολύπλευρων προβλημάτων του και την ισορροπία στον πλανήτη. Ωστόσο, ο ισχυρισμός πως αυτό που επιτεύχθηκε δεν είναι παρά το γιγαντώδες πλέγμα ενός ηλεκτρονικού εφιάλτη κατεύθυνσης, επιτήρησης και καταστολής, στο οποίο όλοι παραμένουν εκτεθειμένοι, ίσως στηρίζεται σε αρκετά στοιχεία της πραγματικότητας. Βρισκόμαστε, λοιπόν ήδη, στη δυστοπία ενός matrix; Η απάντηση εξαρτάται, μεταξύ άλλων, από το αν θα καταφέρουμε να βρούμε το μέτρο ανάμεσα στις δύο μεγάλες τάσεις: των «τεχνομανιακών» και των «τεχνοφοβικών». Οι φόβοι απέναντι στην τεχνολογία παραπέμπουν είτε στην άποψη του Τζορτζ Όργουελ, που τη θέλει να λειτουργεί αποτελεσματικά, δημιουργώντας μια χειραγωγημένη, ολοκληρωτική κοινωνία, η οποία θα υπερηφανεύεται αφελώς πόσο ελεύθερη είναι, είτε αντικατοπτρίζουν την αντίληψη του Φραντς Κάφκα πως θα δημιουργήσει έναν παρανοϊκό, ανεξέλεγκτο, αδιαφανή κόσμο με τεχνολογικά σφάλματα.

Μολαταύτα, ο νέος «χρυσός» έχει ένα όνομα: δεδομένα. Από όλο το σύγχρονο τεχνολογικό φάσμα, η πανταχού παρούσα ψηφιακή τεχνολογία επιφέρει μεγάλους μετασχηματισμούς στην κοινωνία και την οικονομία. Όπως υποστηρίζουν ιστορικοί και κοινωνιολόγοι της επιστήμης και της τεχνολογίας, η ψηφιοποίηση της καθημερινότητας και των επιστημών αυξάνει με πρωτόγνωρους ρυθμούς και τρόπους τις δυνατότητες του κοινωνικού ελέγχου. Ο κηρυγμένος πόλεμος κατά της τρομοκρατίας, όπως αναφέρεται σε ανάλογες έρευνες, προσφέρει το πρόσχημα ώστε να εντατικοποιηθούν οι έλεγχοι, με αποτέλεσμα να επιβάλλονται νέοι αυταρχικότεροι νόμοι, να κυριαρχούν προηγμένες κατευθυντήριες τεχνολογικές εφαρμογές και, ασφαλώς, να ενισχύεται η συνεργασία στην ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ κρατικών και ιδιωτικών οργανισμών σε πλανητικό επίπεδο. Η καθιέρωση του ποσοτικού δείκτη με τον όρο «ανθρώπινη κοινωνική ανάπτυξη» εμπεριέχει σαφώς τη χρήση εργαλείων που ελέγχουν τα συστατικά της καθημερινής ζωής - εργασία, κατανάλωση, υγεία, αναψυχή, σχολείο, οικογένεια και φίλους. Η αύξηση ελέγχου και επιρροών είναι εμφανής, καθώς «φωτογραφίζει» -με τη συμμετοχή μας- τον προσωπικό χώρο, την επικοινωνία, τα κοινωνικά, πολιτισμικά και ψυχολογικά περιβάλλοντα στα οποία κινούμαστε.

Αναπτύσσεται, όντως, ένα ήθος φυλακής, όπως επιμένει ο Γκάρι Τ. Μαρξ (2015, 1988, MIT); Ο ίδιος υπενθυμίζει ότι πολλές δημοφιλείς εφαρμογές είναι προϊόντα στρατιωτικής

Ψηφιακή τεχνολογία και κοινωνικός έλεγχος



έρευνας. Το Διαδίκτυο, οι δορυφόροι, το GPS, το smartphone κ.ά. Εάν, ωστόσο, η στρατιωτική τεχνολογία βρήκε εφαρμογές στην κοινωνία, συμβαίνει και η τεχνολογία των εταιρειών να χρησιμοποιείται από τις στρατιωτικές δυνάμεις. Οι «νέες απειλές», οι καινοτόμες τεχνολογίες, τα μοντέλα ζωής που προκύπτουν, όλα τείνουν προς τη δημιουργία μιας κοινωνίας υψίστης ασφαλείας και κατανάλωσης, με το σύγχρονο υποκείμενο να μετατρέπεται το ίδιο σε πληροφορία η οποία θα αποφέρει πολύμορφο όφελος στον διακινητή της. Επίσης διαπιστώνει: «Η αλματώδης ανάπτυξη των ηλεκτρονικών λειτουργιών οδηγεί στη μέχρι στιγμής επίρρωση του Νόμου του Μουρ, που προβλέπει, χονδρικά, διπλασιασμό της υπολογιστικής ισχύος μέσα σε κάθε δεκαετία, με εκθετική πρόοδο στη σταδιακή ψηφιοποίηση των δεδομένων και την αυξανόμενη συνδυαστική ικανότητα των τεχνολογικών καινοτομιών».

Πολλοί ερευνητές τονίζουν ότι η μηχανή ελέγχου της κοινωνίας εκμεταλλεύεται την αρχιτεκτονική, τον σχεδιασμό και την προώθηση προϊόντων, τις θεραπείες, την προσβασιμότητα, τους τρόπους εκπαίδευσης και διαβίωσης, τις μεθόδους εντοπισμού, τα λογισμικά κ.λπ., με αποτέλεσμα τη χάραξη πλαισίου ενός νέου πολιτισμού, που θα επιτρέπει τη χειραγώγηση του συνόλου των διαπροσωπικών επαφών. Η επισημονική ακρίβεια, η τεχνολογική ισχύς, οι μηχανισμοί ισχυρών κρατικών ή ιδιωτικών οργανισμών, ο συνεχής πειραματισμός, καθώς και η ταχύτατη παγκόσμια διάδοση προσφέρουν, διαρκώς, νεότερα μέσα ελέγχου, περιορίζοντας το αυτεξούσιο σε όλο και περισσότερες πλευ-

ρές της ζωής. Εξελίξεις στη μηχανοργάνωση, την τεχνητή νοημοσύνη, στις Νευροεπιστήμες, στη Γνωστική Επιστήμη, τη Βιοχημεία, την Επιστήμη Υλικών «υπόσχονται» νέες δυνατότητες ελέγχου.

Από το Wikileaks, τα αρχεία Σνόουντεν μέχρι τις πρόσφατες καταγγελίες σχετικά με το Facebook και το πρόγραμμα Deep Mind της Google, αντιλαμβανόμαστε, μάλλον τεκμηριωμένα, ότι η τεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση ατόμων χωρίς διάκριση. Η περιήγηση στο web και η επικοινωνία, όπως ισχυρίζονται οι αποκαλύψεις, «αυτοχρηματοδοτούν» τον καθένα προσωπικά σε άτομα, εταιρείες και κυβερνήσεις. Οι αντλούμενες πληροφορίες διακινούνται, στη συνέχεια, σε ένα τεράστιο δίκτυο συλλογής, ανταλλαγής και ανάλυσης δεδομένων. Η αφελής αντίδραση που λέει «Δεν με ενδιαφέρει αν με παρακολουθούν επειδή δεν έχω κάτι να κρύψω» αποτελεί την παραχώρηση των ατομικών ελευθεριών και του ιδιωτικού απορρήτου, νομιμοποιώντας στη συλλογική συνείδηση τις εξελισσόμενες μεθόδους ελέγχου από τα δίκτυα των πολιτικών και οικο-



νομικών εξουσιών.

Η διαχείριση δεδομένων καθορίζει την ευρεία διαδικασία του περίφημου εκσυγχρονισμού με εργαλεία τις έννοιες του εξορθολογισμού, της επαγγελματοποίησης, της εξειδίκευσης, της παραγωγικής ανταγωνιστικότητας κ.ά. Η κουλτούρα του υπέρμετρου καταναλωτισμού, η θεοποίηση του κέρδους και η διαρκής επιδίωξη της αποτελεσματικότητας ενθαρρύνουν την εξάρτηση από εξωτερικές και απρόσωπες βάσεις δεδομένων, οι οποίες εντοπίζουν, αναγνωρίζουν, καταχωρούν, καταγράφουν, ταξινομούν και δύνανται να κατευθύνουν. Η επίλυση των προβλημάτων παύει, σταδιακά, να βασίζεται σε έναν βαθύτερο αναστοχασμό και την προσωπική επιλογή, στρεφόμενη στις προτάσεις περίπλοκων -και συνήθως ακατανόπτων στην πλειονότητα των ανθρώπων- τεχνικών λύσεων σε έναν καλωδιωμένο κόσμο απόλυτης αλληλεξάρτησης και αλληλεπίδρασης με άνευ προηγουμένου ροές προσώπων, πληροφοριών και αγαθών. Παράλληλα, οι πρακτικές για τον έλεγχο της εγκληματικότητας, όπως αυτή προσδιορίζεται, επεκτείνονται στην ευρύτερη επιτήρηση των πληθυσμών και την επιβολή κανόνων και προτύπων συμπεριφοράς (Ντέιβιντ Λάιον, 1994, 2007, Κέμπριτζ). Η εμπιστοσύνη απέναντι στην ηθική συγκρότηση, στα κίνητρα, στους στόχους και στις επιλογές του ατόμου συρρικνώνεται, καθώς τη θέση τους παίρνουν αυτοματοποιημένοι μηχανισμοί. Την ίδια στιγμή, το υποκείμενο αντιμετωπίζεται ως δυνητικός παραβάτης και μάλιστα, όπως τονίζεται, με πρόσχημα την προστασία του.

Παρ' όλα αυτά, υπάρχει και η άλλη όψη του νομίσματος, η οποία αναδεικνύει τη δυνατότητα των ατόμων να αποκτούν εργαλεία μέσω των οποίων μπορούν να συντονίσουν τη χειραφέτησή τους, να εκφραστούν, να δημιουργήσουν ακόμα και να κινητοποιηθούν. Η τεχνολογία, που εξελίσσεται γρήγορα και ταυτόχρονα, είναι εύκολα διαθέσιμη στο κοινό, έχει, αναμφισβήτητα, θετικά αποτελέσματα. Ανθρωπιστικά ζητήματα, οργάνωση κινημάτων, αντιμετώπιση καθημερινών προβλημάτων, ενημέρωση, επικοινωνία κ.ά. έχουν ευνοηθεί από την ψηφιακή τεχνολογία. Οι άνθρωποι συνδέονται σε όλον τον κόσμο με πρωτοφανή τρόπο. Η γνώση μεταφέρεται, χωρίς όρια, ως ανοικτό σύστημα. Οι παραστάσεις, τα εργαλεία και οι προσλαμβάνουσες του ατόμου εμπλουτίζονται διαρκώς. Η συγκέντρωση και ανάλυση μεγάλων όγκων ψηφιακών δεδομένων αποκαλύπτουν νέες συσχετίσεις, που μπορούν να αξιοποιηθούν υπέρ του ανθρώπου που θέλει να μάθει, να ταξιδέψει, να γνωρίσει αλλά και να αντισταθεί στους κάθε λογής εξουσιαστικούς μηχανισμούς.

Σαφώς, λόγω της ταχείας αναπαραγωγής της ποσότητας και της ποικιλομορφίας των δεδομένων που παράγονται από ψηφιακές δραστηριότητες, οι νέες τεχνολογίες έχουν την ικανότητα να απελευθερώνουν αλλά και να ελέγχουν τα άτομα και τις επιλογές τους. Τα όρια είναι δυσδιάκριτα, αλλά εκεί μπαίνει ο καθένας μας, ξεχωριστά, με τα κριτήριά του και την προσωπική ευθύνη του, συνειδητοποιώντας ότι δεν είναι θύμα κάποιων σχεδιασμών, αλλά τους συνδιαμορφώνει ή τους ακυρώνει αλληλεπιδρώντας με τον ψηφιακό κόσμο.

Η Έφη Ασημακοπούλου είναι υποψήφια διδάκτωρ στο τμήμα Ιστορίας και Φιλοσοφίας της Επιστήμης του ΕΚΠΑ.