

Υπάρχει το κενό;

Γίνεται να μπορούμε να μιλήσουμε ή, ακόμη δυσκολότερα, να περιγράψουμε εκείνο που δεν έχει κανένα χαρακτηριστικό πέρα από την απουσία ύλης; Τι μένει όταν τίποτα άλλο δεν υπάρχει; Υπάρχει το κενό;

▶▶ 8

Εικονογραφώντας το βιβλίο της φύσης

Οι αυξανόμενες πυρκαγιές στα δάση κωνοφόρων του Η επιστημονική εικονογράφηση παρουσιάζει πτυχές της επιστήμης και ιδιαίτερα τις παρατηρήσεις του φυσικού κόσμου. Η έμφαση στην επιστημονική απεικόνιση αφορά κατά κύριο λόγο την ακρίβεια και τη χρησιμότητα παρά την αισθητική - αν και οι περισσότεροι επιστημονικοί εικονογράφοι, ακόμα και μέχρι σήμερα, είναι εξειδικευμένοι καλλιτέχνες.

▶▶ 4-5

ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΤΗΣ ΖΩΗΣ

Κυστική ίνωση: Από τη μοριακή διάγνωση στη θεραπεία

Με αφορμή πρόσφατη ανακοίνωση από τον Αμερικανικό Οργανισμό Τροφίμων και Φαρμάκων για την έγκριση ενός νέου, πολλά υποσχόμενου φαρμάκου για τη θεραπεία της κυστικής ίνωσης, το «Πρίσμα» συζήτησε με τη Μυρτώ Πούλου, μεταδιδακτορική ερευνήτρια στο Εργαστήριο Ιατρικής Γενετικής της Ιατρικής Σχολής του ΕΚΠΑ, για τις δυνατότητες που προσφέρει η μοριακή διάγνωση στην αντιμετώπιση της νόσου.

▶▶ 6



ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η τζαζ συναντά την Τεχνητή Νοημοσύνη και τη δημοκρατία

Ο βραβευμένος σαξοφωνίστας και συνθέτης Δημήτρης Βασιλάκης δεν χρειάζεται πολλές συστάσεις για τους λάτρεις της τζαζ. Σε συνδυασμό με τη μουσική καριέρα προσεγγίζει την τζαζ και μέσα από ερευνητικά προγράμματα που τη συνδυάζουν με την Τεχνητή Νοημοσύνη. Με αφορμή τις έρευνες αυτές αλλά και την πολύπλευρη ενασχόλησή του με την τζαζ, μιλά στο «Πρίσμα».

▶▶ 7

Εικόνα: Solar Dynamics Observatory/NASA

«Κυκλώνες» στον Ήλιο

Την τελευταία δεκαετία, υψηλής ανάλυσης παρατηρήσεις έχουν αποκαλύψει την ύπαρξη κυκλώνων στον Ήλιο με έκταση από μερικές χιλιάδες ως μερικές δεκάδες χιλιάδες χιλιόμετρα και διάρκεια από μερικά λεπτά ως μερικές ώρες. Η συστηματική μελέτη τους μπορεί να μας δώσει πολύτιμες πληροφορίες για τη δυναμική στην ηλιακή ατμόσφαιρα και τον ρόλο που διαδραματίζουν σε ένα από τα σημαντικότερα μυστήρια της Φυσικής του Ήλιου

▶▶ 2-3



Διαίσθηση

ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ πιο ανθρώπινο πράγμα από τη διαί-σθηση. Συνήθως θεωρούμε ότι αυτό που μας δεί-χνει τον δρόμο μας στον κόσμο είναι η γνώση. Η ικανότητά μας να αποκωδικοποιούμε τις φυσικές και πολιτισμικές κανονικότητες και να αξιοποιού-με αυτή την αποκωδικοποίηση για να λαμβάνουμε επωφελείς αποφάσεις. Στην πραγματικότητα, όμως, την περισσότερη δουλειά την κάνει η διαί-σθηση - αυτό που γνωρίζουμε χωρίς να γνωρίζου-με ότι το γνωρίζουμε. Η ερμηνεία της γλώσσας του σώματος, η πρόβλεψη των κινήσεων των αντικει-μένων, η αναμονή της φυσικής συνέχειας των γνωστών φαινομένων. Αν κάτι δεν εξελιχθεί σύμ-φωνα με όσα *γνωρίζουμε* γι' αυτό, τότε θα θεω-ρήσουμε ότι κάνουμε λάθος, ότι ενδεχομένως η γνώση μας είναι εσφαλμένη ή ατελής. Αν κάτι δεν εξελιχθεί όπως *περιμένουμε*, τότε θα αισθανθού-με έκπληξη, θα κλονιστούν οι βεβαιότητές μας για τον κόσμο: η διαίσθηση είναι πιο βαθιά ριζωμένη στην ύπαρξή μας από τη γνώση.

Στη γλώσσα των υπολογιστών, και δη στη γλώσ-σα του λογισμικού, συχνά μιλάμε για ένα πρόγραμ-μα ή ένα λειτουργικό σύστημα που είναι «διαισθη-τικό». Αυτό σημαίνει ότι το συγκεκριμένο λογισμι-κό διαθέτει μια διεπαφή που κάνει τον χρήστη να νιώθει άνετα και να επιλέγει τις κινήσεις και τις ενέργειές του χωρίς να χρειάζεται να συμβουλευ-τεί το εγχειρίδιο χρήσης - να ενεργεί «φυσικά», όπως θα ενεργούσε σε ένα οικείο περιβάλλον. Με άλλα λόγια, ο χρήστης αντιλαμβάνεται *χωρίς σκέ-ψη* ότι το διπλό κλικ σε ένα εικονίδιο θα ενεργο-ποιήσει την υπολογιστική διαδικασία που επιθυμεί να εκτελέσει, ότι η μεταφορά αντικειμένων στην οθόνη πραγματοποιείται με απλό «σύρσιμο», ότι το δεξί κλικ ενεργοποιεί τον αναμενόμενο υποκατά-λογο επιλογών, ότι η μετακίνηση ενός δρομέα οδη-γεί στην αύξηση της έντασης μιας λειτουργίας κ.λπ. Η φυσικότητα που αφορά τη διαισθητική αντίληψη του κόσμου μεταφέρεται στην ψηφιακή επικράτεια.

Μόνο που δεν υπάρχει τίποτα «φυσικό» στο δι-πλό κλικ, στο drag and drop, στη μετακίνηση δρο-μέων πάνω σε αναλογικές ή λογαριθμικές κλίμα-κες. Όπως δεν υπάρχει τίποτα «φυσικό» στο πά-τημα ενός διακόπτη, το άνοιγμα της βρύσης ή το γύρισμα της σελίδας. Όλα αυτά είναι δεξιότητες που αποκτούν οι άνθρωποι σε συγκεκριμένο τε-χνολογικό πλαίσιο. Όταν το εκστόμε πλαίσιο εδραιωθεί, οι δεξιότητες αυτές αποκτούν καθε-στώς «φυσικότητας», εγγράφονται στο πολιτισμι-κό υποσυνείδητο και μεταδίδονται στα μέλη της κοινωνίας μέσω της κοινωνικοποίησης και όχι μέ-σω εξειδικευμένης μαθητείας. Πρόκειται για ένα είδος deep learning χάρη στο οποίο οι άνθρωποι αποκτούν την ικανότητα να ενεργούν χωρίς να σκέφτονται, αλλά και να περιορίζουν τις προσδο-κίες τους στο φάσμα του ρεαλιστικά πιθανού, χω-ρίς να χρειάζεται να εξετάσουν όλες τις θεωρητικά δυνατές καταστάσεις.

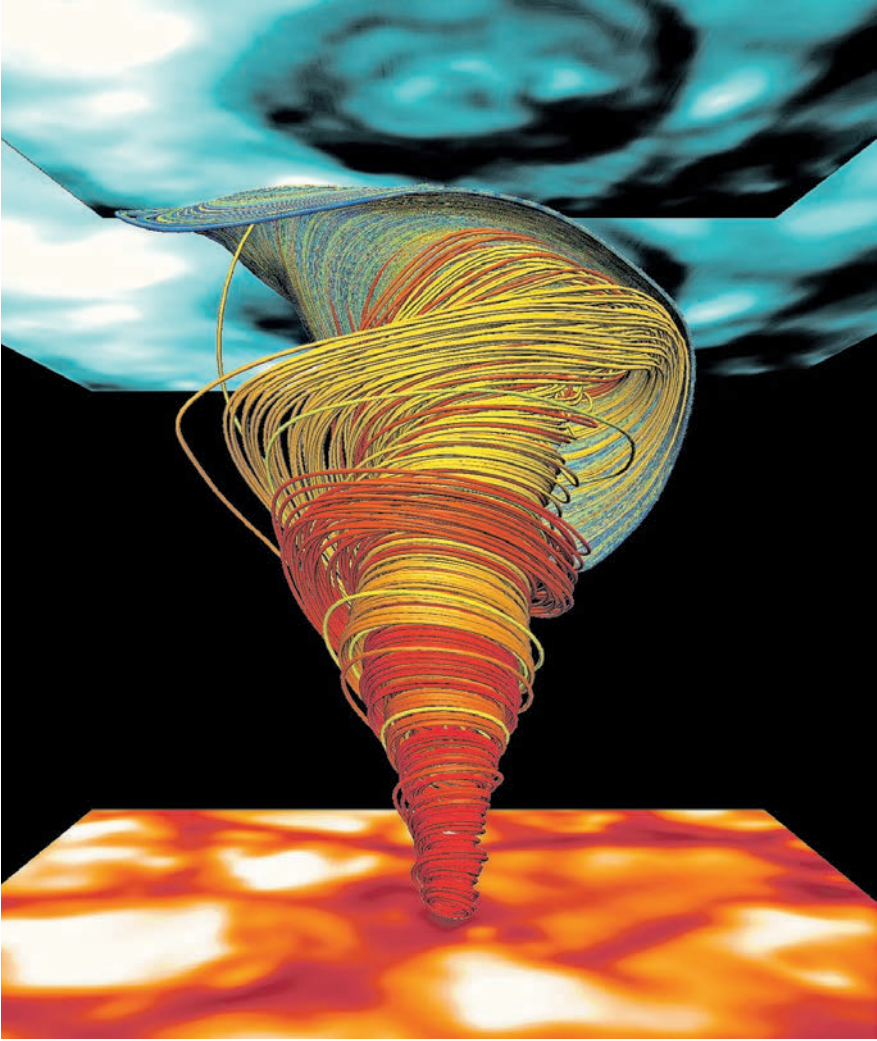
Η διαίσθηση, επομένως, είναι το πιο ανθρώπινο πράγμα όχι επειδή συνδέεται με την ενδόμυχη γνώση μιας υπερβατικής φυσικότητας, αλλά επει-δή αποτυπώνει τον τρόπο με τον οποίο ο άνθρω-πος επανειπνοεί διαρκώς τον εαυτό του ως μέρος της φυσικότητας που ο ίδιος κατασκευάζει.

M.Π.

«Κυκλώνες» ΣΤΟΝ Ήλιο

ΤΟΥ ΔΡ Κ. ΤΖΙΟΤΖΙΟΥ

Ο Ήλιος, το κοντινό μας κοσμικό εργαστήριο



Ο Ήλιος, το πλησιέστερο στον πλανήτη μας άστρο, αποτελεί για την Αστροφυσική ένα πολύτιμο κοσμικό εργαστήριο για την κα-τανόηση των φυσικών μηχανισμών που χαρακτηρίζουν τη δυναμική και την εξέλι-ξη των άστρων του Γαλαξία μας και κατ' ε-πέκταση όλου του Σύμπαντος. Υπεύθυνη για την έντονη δυναμική του άστρου μας είναι κυρίως η χρονική εξέλιξη των μαγνη-τικών του πεδίων, η τοπική αναδιάταξη των οποίων συχνά συνοδεύεται από σημα-ντικές εκλύσεις ενέργειας μέσω διαφορε-τικής κλίμακας εκρηκτικών φαινομένων.

Στην κοινή αντίληψη, ο δυναμικός Ήλιος είναι κυρίως συνυφασμένος με τον γνωστό ήδη από τον 16ο αιώνα ενδεκαετή κύκλο των κηλίδων και τις «παρενέργειές» του, ό-πως τις μεγάλης κλίμακας ξαφνικές εκρή-ξεις στην επιφάνεια του, τις εκτινάξεις υλι-κού και συχνά ενεργητικών σωματιδίων προς τον διαπλανητικό χώρο και τη Γη, που αποτελούν διαφορετικές εκφάνσεις μια αλληλουχίας γεγονότων που σήμερα χαρα-κτηρίζουμε ως διαστημικό καιρό.

Ωστόσο, το άστρο μας είναι εξαιρετικά δυναμικό και σε μικρότερες χρονικές και χωρικές κλίμακες, ακόμα και σε ήρεμες πε-ριοχές του. Περιοχές δηλαδή που δεν χα-ρακτηρίζονται από ανάδυση έντονων και μεγάλης κλίμακας μαγνητικών πεδίων, ό-πως συμβαίνει στις ενεργές περιοχές με τα παραπάνω βίαια εκρηκτικά φαινόμενα.

Η παρατήρηση του Ήλιου από το διάστη-μα σε μικρές κυρίως χωρικές κλίμακες εί-ναι δυστυχώς απαγορευτική λόγω του ε-ξαιρετικά μεγάλου κόστους αποστολής και ανάπτυξης κατάλληλων ρηικών τηλε-σκοπίων. Αντίθετα, αυτό είναι απόλυτα ε-φικτό από την επιφάνεια της Γης, όπου τα τελευταία χρόνια αναπτύχθηκαν μεγάλα, εξαιρετικής ευκρίνειας τηλεσκόπια τα ο-ποία μας επιτρέπουν να παρατηρήσουμε τον Ήλιο με ευκρίνεια 70 χιλιομέτρων από μια απόσταση περίπου 150.000.000 χιλι-μέτρων! Οι επίγειες παρατηρήσεις, ωστό-σο, υποφέρουν από παραμορφώσεις λό-γω διαταραχών στη γήινη ατμόσφαιρα, που δεν υπάρχουν στις αντίστοιχες παρα-τηρήσεις από το διάστημα.

Σήμερα, αυτό το μειονέκτημα αντιμετ-ω

Απεικόνιση από αριθμητικές προσομοιώσεις ενός μικρής κλίμακας κυκλώνα στην ηλιακή ατμόσφαιρα. Η κάτω κόκκινη επιφάνεια αντιπροσωπεύει την επιφάνεια του Ήλιου στην οποία φαίνονται οι φωτεινοί κόκκοι και τα σκοτεινά όριά τους. Η πάνω γαλαζοπράσινη επι-φάνεια δείχνει πώς φαίνεται ο «κυκλώνας» στην επιφάνεια του Ήλιου παρατηρώντας τον από ψηλά (εικόνα από την ιστοσελίδα www.solar.torinadn.info που παρέχει σημαντικές πληρο-φορίες για τους «ηλιακούς κυκλώνες» μικρής κλίμακας © Wedemeyer-Böhml)

πιζεται σε μεγάλο βαθμό είτε με την ανά-πτυξη οπτικών συστημάτων ενεργούς διόρθωσης των παραμορφωμένων εικό-νων πριν αυτές καταγραφούν από τις κά-μερες του τηλεσκοπίου, είτε με εκ των υ-στέρων τεχνικές διόρθωσης των δεδομέ-νων. Αποτελεσματική είναι επίσης η παρα-τήρηση του Ήλιου από τηλεσκόπια σε αε-ρόστατα που καταφέρνουν να κινούνται για αρκετές ημέρες σε πολύ μεγάλα ύψη (περίπου 37 χιλιομέτρων) πάνω από τις πο-λικές περιοχές της Γης εκμεταλλεύόμενα τις σχεδόν κυκλικές κινήσεις των αερίων μαζών της γήινης ατμόσφαιρας, μειώνο-ντας έτσι δραστικά τις παραμορφώσεις

λόγω ατμοσφαιρικών διαταραχών.

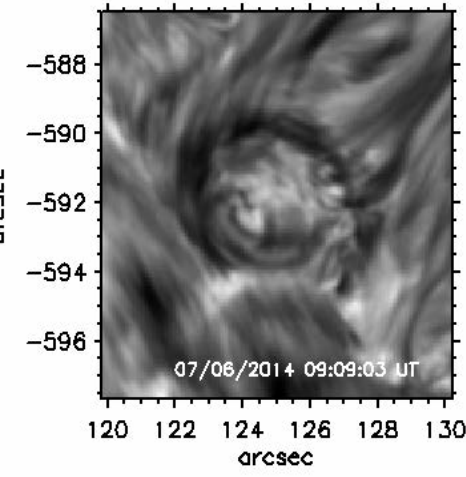
Πέρα από την ευκρίνεια, εξίσου απαραί-τητη θεωρείται η παρατήρηση του Ήλιου από τη Γη και το διάστημα σε φασματικές γραμμές διαφορετικών στοιχείων με χρή-ση κατάλληλων φίλτρων και διατάξεων, καθώς επιτρέπει την απεικόνιση φαινομέ-νων σε διαφορετικά στρώματα και ύψη της ηλιακής ατμόσφαιρας. Κι αυτό επειδή αυτές δημιουργούνται σε διαφορετικές συνθήκες, κυρίως θερμοκρασίας και πυ-κνότητας, που χαρακτηρίζουν τα διάφορα ηλιακά ατμοσφαιρικά στρώματα: από την ψυχρότερη (~6000 K) και σημαντικά πυ-κνότερη επιφάνειά του, τη φωτόσφαιρα,

στη θερμότερη και εξίσου πυκνή χρωμόσφαι-ρα (~10000 K), τη μεταβατική ζώνη (~200000 K) έως τελικά το πολύ θερμότερο (~1500000 K) αλλά και πολύ αραιότερο ηλιακό στέμμα.

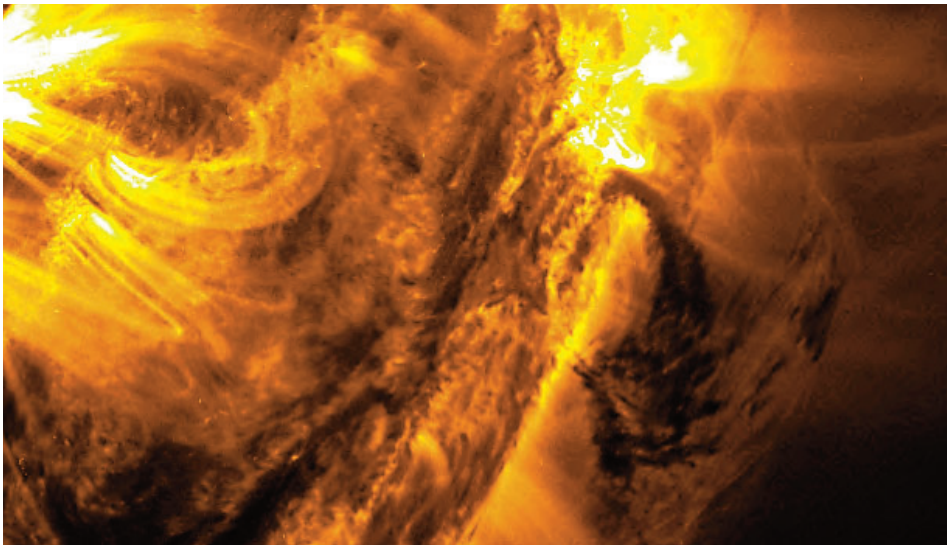
Μικροί και μεγάλοι ηλιακοί κυκλώνες

Την τελευταία δεκαετία, υψηλής χωρικής και χρονικής ευκρίνειας παρατηρήσεις του Ή-λιου από το έδαφος αλλά και το διάστημα απο-κάλυψαν την ύπαρξη περιστροφικών στροβι-λοειδών κινήσεων, κάτι σαν τους αντίστοιχους κυκλώνες στη Γη, διαφόρων χωρικών κλιμά-κων σε διαφορετικά στρώματα της ηλιακής α-τμόσφαιρας τόσο σε ενεργές όσο και σε ήρε-μες περιοχές του. Τέτοιου είδους κινήσεις εί-χαν ήδη θεωρητικά προβλεφθεί, όπως άλλω-στε συνήθως συμβαίνει στη Φυσική, και είχαν βρεθεί σε αριθμητικές προσομοιώσεις της δυ-ναμικής του Ήλιου αρκετά χρόνια πριν. Η ύ-παρξή τους έμενε να επιβεβαιωθεί από την παρατήρηση.

Οι μικρής κλίμακας «ηλιακοί κυκλώνες», που έχουν συνήθως μια μέση διάμετρο περίπου 1.500 χιλιομέτρων και έναν μέσο χρόνο ζωής περίπου 5 έως 10 λεπτών, παρατηρήθηκαν αρ-χικά κυρίως με επίγεια ηλιακά τηλεσκόπια, ό-πως το σουηδικό ηλιακό τηλεσκόπιο (SST) με κάτοπτρο διαμέτρου 1 μέτρου ή από τηλεσκό-πια σε αερόστατα, όπως η αποστολή SUNRISE με κάτοπτρο ίδιας διαμέτρου. Παρατηρήθη-καν στις φασματικές γραμμές του ασβεστίου που καταγράφουν κυρίως τη χρωμόσφαιρα του Ήλιου ή μιας μοριακής γραμμής γνωστής ως G-band που καταγράφει τη φωτόσφαιρα. Μόλις πρόσφατα αναφέρθηκαν παρατηρή-σεις και στη φασματική γραμμή του υδρογό-νου, που είναι το πολυπληθέστερο στοιχείο στον Ήλιο και καταγράφει χαμηλά στρώματα της ηλιακής ατμόσφαιρας, ενός μικρής κλίμα-κας «ηλιακού κυκλώνα» με εξαιρετικά μεγάλη διάρκεια ζωής (τουλάχιστον μιάμισης ώρας), σημαντική δυναμική και εξαιρετικά σύνθετη δομή. Συχνά οι μικροί «κυκλώνες» έχουν τη μορφή λογαριθμικής σπείρας ή εμφανίζονται ως τόξα, σπειροειδείς βραχίονες, δακτύλιοι ή τμήματα αυτών.



Ένας μικρής κλίμακας «κυκλώνας» όπως φαίνε-ται στην επιφάνεια του Ήλιου στη φασματική γραμμή του υδρογόνου. Η παρατήρηση έγινε με το σουηδικό ηλιακό τηλεσκόπιο στις 7 Ιουνίου 2014. Η χωρικές κλίμακες είναι σε arcsec, που εί-ναι η μονάδα μέτρησης που χρησιμοποιούμε και αντιπροσωπεύει 725 χιλιόμετρα στην επιφάνεια του Ήλιου. Οι αρνητικές τιμές στον κάθετο άξονα υποδηλώνουν ότι η περιοχή παρατήρησης του «κυκλώνα» βρίσκεται κάτω από τον ισμερινό του Ήλιου, στο νοτιοδυτικό τμήμα του ηλιακού δίσκου



Ένας μεγάλης κλίμακας ηλιακός κυκλώνας που παρατηρήθηκε από τον δορυφόρο SDO στο χείλος του Ήλιου το διάστημα 29-30 Απριλίου 2014 (εικόνα © NASA/SDO)

Οι μεγάλης κλίμακας «ηλιακοί κυκλώνες» έ-χουν διαμέτρους δεκάδων χιλιάδων χιλιομέ-τρων και διάρκεια ζωής πολλών ωρών (~20 ώ-ρες). Παρατηρούνται κυρίως από το διάστημα σε διάφορα φίλτρα του δορυφόρου Solar Dynamics Observatory (SDO) που είναι η ναυ-αρχίδα των ηλιακών παρατηρήσεων στο διά-στημα με συνεχή και αδιάλειπτη παρατήρηση του Ήλιου κάθε λίγα δευτερόλεπτα.

Πέρα από τις διαφορές τόσο στο μέγεθος όσο και στον χρόνο ζωής τους, οι μικρής και μεγάλης κλίμακας «ηλιακοί κυκλώνες» διαφέ-ρουν και σε ποσότητα. Υπολογίζεται ότι κάθε στιγμή υπάρχουν περίπου 11.000 μικρής κλίμα-κας «κυκλώνες» στην επιφάνεια και την ατμό-σφαιρα του Ήλιου, ενώ ο αντίστοιχος αριθμός των μεγάλης κλίμακας «ηλιακών κυκλώνων» είναι περίπου 30, κυρίως κατά την περίοδο έν-τονης δραστηριότητας.

Η μεγαλύτερη διαφορά όμως εντοπίζεται στους φυσικούς μηχανισμούς που τους δημι-ουργούν. Η θεωρία, οι αριθμητικές προσομοι-ώσεις και πλέον οι παρατηρήσεις δείχνειαν ότι οι μικρής κλίμακας «κυκλώνες» δημιουργού-νται στα όρια των κόκκων. Οι κόκκοι είναι φυ-σαλίδες καυτού ιονισμένου υλικού (γνωστό ως πλάσμα) που αναδύονται στην επιφάνεια του Ήλιου από το πλησιέστερο στην επιφάνειά του εσωτερικό στρώμα, γνωστό ως ζώνη μετα-φοράς, και έχουν ένα μέγεθος της τάξης των



Το νέο ηλιακό τηλεσκόπιο DKIST στο νησί Μάουι της Χαβάης (<http://nsf.gov>)

1.000 χιλιομέτρων. Οι κόκκοι ουσιαστικά μοιά-ζουν με τις φυσαλίδες που δημιουργούνται στην επιφάνεια μιας κατασράλας με νερό που βράζει. Όταν αυτές οι φυσαλίδες καυτού πλά-σματος φτάνουν στην ηλιακή επιφάνεια, ψύ-δονται και το υλικό τους αρχίζει να κυλά πίσω προς το εσωτερικό του Ήλιου από τις άκρες τους, συχνά κάνοντας μια στροβιλοειδή κίνη-ση, όπως το νερό που αδειάζει σε έναν νιπτή-ρα.

Συνήθως στα όρια αυτών των φυσαλίδων συμβαίνει και η ανάδυση των γραμμών του μα-γνητικού πεδίου του Ήλιου από το εσωτερικό

Η σημασία των ηλιακών κυκλώνων

Γιατί όμως η μελέτη των μικρής και μεγάλης κλίμακας «κυκλώνων» είναι σημαντι-κή; Αυτές οι δομές μπορούν να διαδραματίσουν έναν βασικό ρόλο στη μεταφορά ενέργειας, μάζας και ορμής από το εσωτερικό στα ανώτερα ατμοσφαιρικά στρώ-ματα του Ήλιου. Επομένως μπορούν να προσφέρουν έναν εναλλακτικό, συμπλη-ρωματικό μηχανισμό για ένα από τα συναρπαστικότερα προβλήματα της Ηλιακής Φυσικής, αυτό της θέρμανσης του ηλιακού στέμματος: πώς δηλαδή καταλήγουμε να έχουμε θερμοκρασίες 1-2 εκατομμυρίων βαθμών στο στέμμα όταν η θερμοκρα-σία στην επιφάνεια του άστρου μας είναι μόλις περίπου 6.000 βαθμών.

Και μπορεί η ενέργεια ανά μονάδα επιφάνειας που μεταφέρει ένας μικρός κυκλώ-νας να είναι σχετικά μικρή, περίπου 440 Watt ανά τετραγωνικό μέτρο, ωστόσο η συ-νολική ενέργεια που μεταφέρουν τέτοιου είδους δομές θα μπορούσε να είναι επαρ-κής για τη θέρμανση του στέμματος λόγω του εξαιρετικά μεγάλου αριθμού τους. Επομένως η επιτυχή, αυτοματοποιημένη ανίχνευση αυτών των ηλιακών «κυκλώ-νων» και η συστηματική μελέτη και κατανόηση της φυσικής και δυναμικής τους εί-ναι ένα ακόμα σημαντικό κομμάτι στο μεγάλο παζλ της κατανόησης της δυναμικής του Ήλιου σε όλες τις χωρικές και χρονικές κλίμακες.

του, οι οποίες, παρασυρόμενες από τη στροβι-λοειδή πτώση του υλικού των κόκκων, υπο-βάλλονται επίσης σε μια αντίστοιχη περιστρε-φόμενη κίνηση. Καθώς το μαγνητικό πεδίο συνδέει διαφορετικά στρώματα της ηλιακής ατμόσφαιρας, μεταφέρει αυτή την περιστρο-φή από τα κατώτερα στα ανώτερα στρώματα δημιουργώντας έτσι έναν μικρό «ηλιακό κυ-κλώνα».

Οι μεγάλης κλίμακας «ηλιακοί κυκλώνες» δη-μιουργούνται στα «πόδια» μεγάλων δομών που ονομάζονται νήματα ή προεξοχές και ουσια-στικά αποτελούν μορφές του ίδιου φαινομέ-νου ανάλογα με το αν εμφανίζονται στο χείλος (ως φωτεινές) ή στον δίσκο του Ήλιου (ως σκο-τεινές). Αυτές οι δομές εμφανίζονται κοντά σε περιοχές έντονης μαγνητικής δραστηριότητας, όπως ενεργές περιοχές με κηλίδες, συνήθως στο σύνορο περιοχών αντίθετης μαγνητικής πολικότητας. Έχουν μεγάλους χρόνους ζωής, έως και πολλές ημέρες, μέσο ύψος 30.000 χι-λιομέτρων και αποτελούνται από ψυχρό πλά-σμα που συγκρατείται σ' αυτές πάνω από την επιφάνεια του Ήλιου με τη βοήθεια του μαγνη-τικού πεδίου που τις διατρέπει, το οποίο συχνά παρουσιάζει έντονη συστολή.

Οι μεγάλης κλίμακας «κυκλώνες» θεωρείται λοιπόν ότι είναι είτε ελικοειδείς κινήσεις πλά-σματος κατά μήκος των συσπειρωμένων αυ-τών μαγνητικών γραμμών ή όντως περιστρε-φόμενα μαγνητικά πεδία στα «πόδια» των προ-εξοχών ή νημάτων που παρασύρουν το πλά-σμα σε μια παρόμοια περιστροφική κίνηση. Εί-ναι επίσης άγνωστο, προς το παρόν, αν η αρχι-κή στροβιλοειδής κίνηση προκύπτει από έναν παρόμοιο, μεγαλύτερης κλίμακας μηχανισμό σαν κι αυτόν που δημιουργεί τους μικρής κλί-μακας κυκλώνες.

Νέα ώθηση στην περαιτέρω μελέτη των «η-λιακών κυκλώνων» θα δώσει η λειτουργία α-κόμα μεγαλύτερων επίγειων τηλεσκοπίων που θα επιτρέψουν να παρατηρήσουμε με α-κόμα μεγαλύτερη ευκρίνεια το άστρο μας. Τον επόμενο χρόνο αρχίζει τη λειτουργία του το α-μερικάνικο ηλιακό τηλεσκόπιο Daniel K. Inouye Solar Telescope (DKIST), με κάτοπτρο διαμέ-τρου λίγο μεγαλύτερης των 4 μέτρων, ενώ ή-δη βρίσκεται υπό μελέτη η κατασκευή ενός παρόμοιου ευρωπαϊκού τηλεσκοπίου στα Κα-νάρια Νησιά της Ισπανίας, του European Solar Telescope (EST), με ορίζοντα λειτουργίας προς το τέλος της επόμενης δεκαετίας. Πολλές ε-ρευνητικές ομάδες ανά τον κόσμο εργάζονται για την ενδελεχή παρατήρηση και κατανόηση των «ηλιακών κυκλώνων». Μεταξύ αυτών και η ομάδα Ηλιακής Φυσικής του Αστεροσκοπεί-ου Αθηνών, που ηγείται αυτή τη στιγμή μιας διεθνούς ομάδας συνεργασίας για τη μελέτη κυρίως των μικρής κλίμακας «κυκλώνων». Οι μελλοντικές, ευκρινέστερες παρατηρήσεις του Ήλιου σίγουρα επιφυλάσσουν νέες μεγά-λες εκπλήξεις και θα προσφέρουν πλούσιο υ-λικό μελέτης για τις επόμενες γενιές αστροφυ-σικών!

Ο Δρ Κ. Τζιότζιου είναι αστροφυσικός με ειδί-κευση στην Ηλιακή Φυσική, έχει εργαστεί στα Αστρονομικά Ινστιτούτα του Άμστερνταμ και της Ουτρέχτης, στο Αστεροσκοπείο του Πα-ρισιού, στο Κέντρο Ερευνών Αστρονομίας της Ακαδημίας Αθηνών και σήμερα εργάζε-ται στο Ινστιτούτο Αστρονομίας, Αστροφυσι-κής, Διαστημικών Εφαρμογών και Τηλεπι-σκόπησης του Εθνικού Αστεροσκοπείου Α-θηνών.

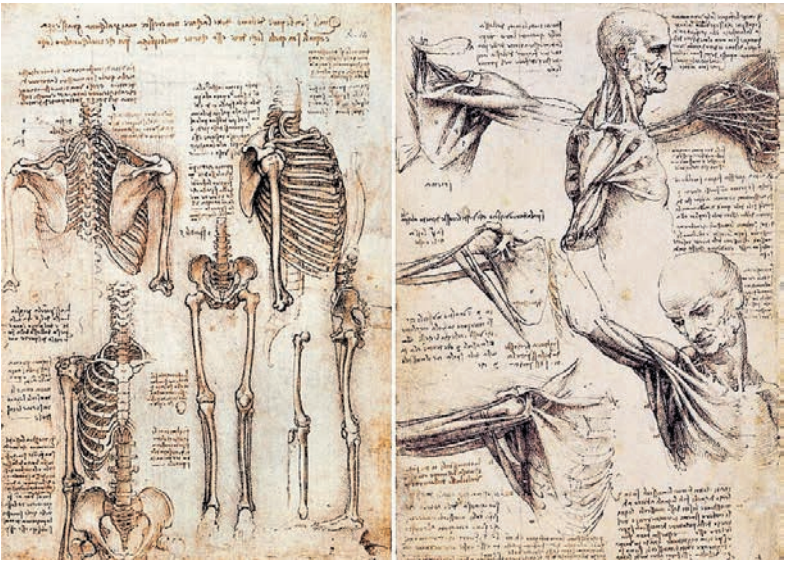
Εικονογραφώντας το βιβλίο της φύσης

Σήμερα, με το Διαδίκτυο, τα μέσα ενημέρωσης, τα βιβλία και άλλα ηλεκτρονικά ή έντυπα προϊόντα βρισκόμαστε σε καθημερινή επαφή με ποικίλες και αναρίθμητες οπτικές αναπαραστάσεις. Είναι εύκολο να θεωρηθεί δεδομένη η δύναμη της εικόνας στις σύγχρονες κοινωνίες - ειδικά όταν σκεφτόμαστε τους εκπαιδευτικούς σκοπούς των εικόνων. Αντιθέτως, είναι δύσκολο να φανταστούμε ότι μπορεί κάποιος/α να παρακολουθεί μαθήματα επιστήμης χωρίς εγχειρίδια με εικονογράφηση. Οι εικονογραφίες μάς βοηθούν να κατανοήσουμε οπτικά τι συμβαίνει χωρίς να χρειάζεται να κοιτάξουμε οι ίδιοι με το μικροσκόπιο ή το τηλεσκόπιο.

Η επιστημονική εικονογράφηση παρουσιάζει πτυχές της επιστήμης και ιδιαίτερα τις παρατηρήσεις του φυσικού κόσμου. Η έμφαση στην επιστημονική απεικόνιση αφορά κατά κύριο λόγο την ακρίβεια και τη χρησιμότητα παρά στην αισθητική - αν και οι περισσότεροι επιστημονικοί εικονογράφοι, ακόμα και μέχρι σήμερα, είναι εξειδικευμένοι καλλιτέχνες. Εξάλλου, η επιστήμη και η τέχνη σχετίζονται μεταξύ τους, καθώς και οι δύο παρατηρούν και επιδιώκουν, έστω και με διαφορετικές στοχεύσεις, να αναπαραστήσουν τον κόσμο που μας περιβάλλει.

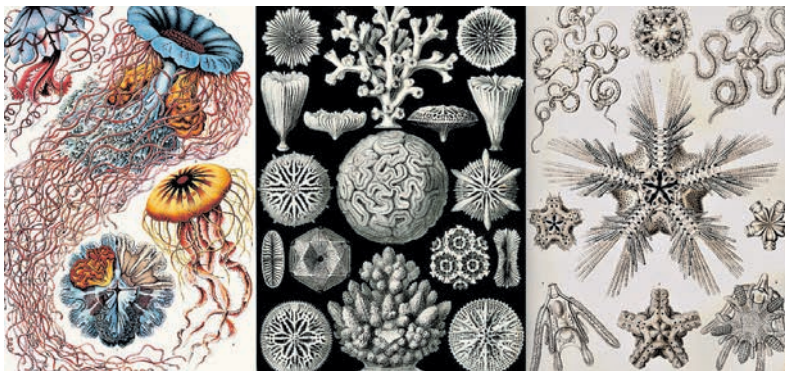
Όταν επιχειρούμε να διατρέξουμε την ιστορία της επιστημονικής εικονογράφησης, δεν μπορούμε παρά να σταθούμε, κατ' αρχάς, στο διάσημο έργο «The Anatomy Lesson of Dr. Nicolaes Tulp» του Ρέμπραντ το 1632. Ο πίνακας αποτελεί μέρος της ιστορίας της επιστήμης, καθώς αναδεικνύει το έντονο ενδιαφέρον και την εμμονή στη λεπτομέρεια του σπουδαίου αφηγηματικού μπαρόκ ζωγράφου για την παρατήρηση και την κατανόηση του ανθρώπινου σώματος εν προκειμένω αλλά και της φύσης και των γεγονότων γενικότερα.

Η καλλιτεχνική και αισθητική πλευρά της λεπτομερούς παρατήρησης, ωστόσο, συναντάται πολύ νωρίτερα και συγκεκριμένα στην περίοδο της Αναγέννησης. Ο νους μας ταξιδεύει στη Φλωρεντία στο δεύτερο μισό του 15ου αιώνα. Εκεί που κυκλοφορούν νέες ιδέες και μορφές ή παλιότερες, που επανεξετάζονται κάτω από ένα καινούργιο πρίσμα. Εκεί που συμβαίνουν οι πολύπλευρες ζυμώσεις μιας ιστορικής συγκυρίας αποφασιστικής σημασίας. Ομάδες Βυζαντινών λογίων καταφεύγουν στην Ιταλία. Η αραβική σκέψη έχει ήδη διεισδύσει στην Ευρώπη από τον 12ο αιώνα. Ο Λεονάρντο Ντα Βίντσι φτάνει στην πόλη που αποτελεί μαζί με άλλες πόλεις το λίκνο της Αναγέννησης. Το ενδιαφέρον για την απεικονιστική μελέτη του σώματος και της φύσης, εντούτοις, συμβαδίζει εκείνη την εποχή με τη χάρη της τέχνης και του κάλλους. Η ρητορική μιας «νέας αυγής» με τις κλασικές σπουδές, την οποία δογματικά ακολούθησαν λόγιοι του 19ου αιώνα, είναι μέρος μιας μεγάλης συζήτησης με αρκετές αντιπαλές ερμηνείες. Σε μια σελίδα από τις πολλές με τα ανατομικά σχέδιά του, ο Λεονάρντο γράφει: «Φέτος, την άνοιξη του 1510, πιστεύω ότι θα ολοκληρώσω το σύνολο του ανατομικού μου έργου». Ο αξεχαστος για αιώνες καλλιτέχνης είχε γραφτεί στην Παβία και παρακολουθούσε συστηματικά μαθήματα Ανατομίας επειδή η ξεκάθαρη φυσιοκρατική αντίληψή του εστίαζε στην ορθή ζωγραφική απόδοση του ανθρώπινου



σώματος. Στη διαδρομή μας, δεν θα μπορούσαμε να παραλείψουμε το εκδηλωμένο ενδιαφέρον του για τις αρχές της Μηχανικής της εποχής του. Η κίνηση γενικότερα, η πτήση και η υδραυλική απασχόλησαν πολύ τη σκέψη του. Είναι γνωστά τα μοτίβα, τα γραφήματά του και τα διαγράμματά του για μηχανικές κατασκευές. Χαρακτηριστική είναι η γραφιστική παράσταση του Ορνιθόπτερου (1486). Τη νατουραλιστική αντίληψη ακολούθησε και ο Αλμπρεχτ Ντίρερ, ο οποίος πίστευε ότι ένας καλός ζωγράφος πρέπει να κατανοεί με πλήρη ακρίβεια τον ορατό κόσμο και να ανακαλύπτει τα θεμελιώδη μοτίβα τα οποία αποτελούν τη βάση για τη λειτουργία της φύσης.

Αργότερα, η εικονιστική αποτύπωση της συστηματικής παρατήρησης των δεδομένων και η οπτικοποίηση της ζωής και των φαινομένων προσανατολίζεται στη μετάδοση χρήσιμων πληροφοριών και απομακρύνεται από το εικαστικό καλλιτεχνικό ενδιαφέρον. Το 1543, ο φυσιολόγος και ανατομιστής, καθηγητής στο πανεπιστήμιο της Πάδοβας Αντρέας Βεσάλιος εκδίδει το «De humani corporis fabrica». Ας σημειώσουμε ότι η πρόσβαση στη νέα γνώση του 16ου αιώνα για τη φύση οδηγούσε τους φοιτητές των ιατρικών σχολών του καλοκαίρι στην ύπαιθρο για την εμπειρική παρατήρηση, την καταγραφή και την περιγραφή των φαρμακευτικών βοτάνων και κατά τους χειμερινούς μήνες στα εργαστήρια της Ανατομίας. Αποτέλεσμα αυτής της τάσης είναι και το περίφημο βιβλίο του καθηγητή στο Πανεπιστήμιο του Τίμπιγκεν Λέονχαρτ Φουκς «De Historia Stirpium comentarii insignes» (1542), το οποίο καταλογογραφεί περισσότερα από 400 είδη ευρωπαϊκών φυτών. Το 1570, ο Φρανσίσκο Ερνάντες με εντολή του Ισπανού βασιλιά αναχωρεί για



τον Νέο Κόσμο προκειμένου να μελετήσει νέα είδη ζώων, φυτών και μετάλλων. Το 1649 εκδίδεται το έργο του «Plantarum, Animalium et Mineralium Mexicanorum».

Επίσης, η ανακάλυψη του μικροσκόπιου και του τηλεσκοπίου, στα τέλη του 16ου και στις αρχές του 17ου αιώνα αντίστοιχα, δίνει ιδιαίτερη ώθηση στην εικονογράφηση ώστε να μεταφερθεί η γνώση. Ο Γαλιλαίος σχεδιάζει στα σημειωματάριά του τις τηλεσκοπικές αστρονομικές μελέτες του. Σημαντική θέση στις σελίδες του παίρνει η παρατήρηση της Σελήνης, του Δία και του Γαλαξία. Το βιβλίο του «Siderius nuncius» δημοσιεύθηκε για πρώτη φορά το 1610 και τον έκανε διάσημο. Ο Ρόμπερτ Χουκ εκδίδει το 1665 το «Micrographia: or some Physiological Descriptions of Minute Bodies made by Magnifying Glasses with Observations and Inquiries Thereupon». Το βιβλίο, μάλιστα, αποτέλεσε την πρώτη μεγάλη έκδοση της Βασιλικής Εταιρείας, γνωρίζοντας σημαντική εκδοτική επιτυχία.

Η διαρκής παρατήρηση όλο και περισσότερων πτυχών της φύσης των πραγμάτων που μας περιβάλλουν, οι υποθέσεις και τα πορίσματα της εμπειρικής γνώσης επικοινωνούνται -κυρίως από εκείνη την περίοδο και μετά- μέσω της εικονογράφησης. Δημιουργείται, έτσι, μια άλλη δομή κατανόησης του παρατηρούμενου αντικειμένου. Η επιστημονική απεικόνιση αποτελούσε ένα σημαντικό μέρος της επικοινωνίας της επιστήμης πριν από τη φωτογραφία. Σπουδαίος εικονογράφος, μεταξύ αρκετών άλλων, τον 19ο αιώνα, θεωρείται και ο ορνιθολόγος, φυσιολόγος και ζωγράφος Τζον Τζέιμς Οντμπτον, ο οποίος εικονογράφησε με έναν εξαιρετικά καλαίσθητο αλλά και σαφή τρόπο τα πουλιά και άλλα είδη της αμερικανικής πανίδας και χλωρίδας.

Με την εφεύρεση της φωτογραφίας, στις πρώτες δεκαετίες του 19ου αιώνα, και με τη διαρκή ανάπτυξη της τεχνολογίας τέθηκε το ερώτημα αν η παραδοσιακή επιστημονική εικονογράφηση παρέμεινε χρήσιμη για την οπτική αποτύπωση των ειδών, των αντικειμένων και των φαινομένων. Την απάντηση, τουλάχιστον για τα τέλη του 19ου και τις αρχές του 20ού αιώνα, έρχεται να δώσει ο βιολόγος και ένθερμος εκπρόσωπος του δαρβινισμού Ερνστ Χάινριχ Χέκελ με το διάσημο εικονογραφημένο βιβλίο του «Kunstformen der Natur» (1899, 1904). Μέχρι σήμερα ανατρέχουμε στις υπέροχες λιθογραφίες του, με τις οποίες απεικονίζει πλήθος θαλάσσιων και χερσαίων οργανισμών και μικροοργανισμών -πολλούς από τους οποίους ανακάλυψε ο ίδιος- με λεπτομέρειες που εντυπωσιάζουν. Δυστυχώς, ο Χέκελ ολόσθης σε μια κοσμοθεωρία που ισχυριζόταν ότι οι κοινωνικές επιστήμες πρέπει να ακολουθήσουν το δαρβινικό μοντέλο, κάτι που τον οδήγησε σε εσφαλμένα συμπεράσματα τόσο σε βιολογικό όσο και σε κοινωνικό επίπεδο. Ευτυχώς, μνημονεύεται μόνο για την αφοσίωσή του στην ακρίβη και κρυστάλλινη εικονιστική αναπαράσταση των βιολογικών ευρημάτων του. Η σύγκριση με το έργο του σύγχρονού του καλλιτέχνη και φωτογράφου Καρλ Μπλόσφελντ, ο οποίος φωτογράφιζε με μια δική του εφεύρεση μηχανή που μπορούσε να μεγεθυνθεί το θέμα έως τριάντα φορές, αποκαλύπτοντας λεπτομέρειες στη φυσική δομή του φυτών αποτελεί θέμα συζήτησης - αν και οι λιθογραφίες του Χέκελ, ενώ εμπεριέχουν κι αυτές ένα εξαιρετικό αι-



σθητικό αποτέλεσμα, μάλλον θεωρούνται πιο χρήσιμες στο πλαίσιο της σαφήνειας της πληροφορίας. Ο Μπλόσφελντ θεωρούσε ότι η εικονιστική απόδοση των αφηρημένων σχημάτων στις δομές της φύσης συνέβαλλαν στην αντικειμενική αναπαράσταση των πραγμάτων. Οι φωτογραφίες του κοσμούν μέχρι σήμερα επιστημονικά μουσεία, εκπαιδευτικές αίθουσες και επιστημονικές εκθέσεις, πολλές φορές δίπλα στις λιθογραφίες του Χέκελ.

Το ερώτημα που τέθηκε παραπάνω πλανάται μέχρι τις μέρες μας, καθώς ζούμε σε μια, κατά μεγάλο μέρος της, ψηφιοποιημένη πραγματικότητα. Ο κόσμος είναι πολύπλοκος, δυναμικός, πολυδιάστατος. Το χαρτί είναι στατικό, λένε πολλοί στην εποχή μας. Πώς μπορούμε να αποδώσουμε τις πληροφορίες του πλούσιου οπτικού κόσμου της εμπειρίας με τη μέτρηση σε απλές επιπεδες επιφάνειες; Στις σθόνες των σύνθετων γραφικών δεδομένων ακολουθούνται τεχνολογικά διαρκώς ενημερωμένες εφαρμογές. Εξειδικευμένα προγράμματα δημιουργούν, επεξεργάζονται, αποδίδουν με ευκρίνεια, αναλύουν, συγκρίνουν αναρίθμητες εικόνες, διαγράμματα, γραφήματα, τρισδιάστατες οπτικοποιήσεις και ψηφιακές φωτογραφίες αν-αρίθμητων επιστημονικών πληροφοριών.

Εντούτοις, πολλοί επιστήμονες υποστηρίζουν ότι η παραδοσιακή εικονογράφηση παραμένει ως αναγκαίοτητα. Ακόμη κι αν η τεχνολογία έχει εκτο-



πίσει το ανθρώπινο χέρι, στο ζήτημα της λεπτομερούς αποτύπωσης, π.χ. στη Βιολογία, η οπτική ματιά του εικονογράφου διατηρείται αναντικατάστατη. Ένα σαφές παράδειγμα που επανέρχεται σ' αυτή την επιχειρηματολογία διαρκώς σχετίζεται με τη γενετική αναπαραγωγή του κυττάρου. Αν και η φωτογραφία φαίνεται να αποδίδει ρεαλιστικά τη φάση της μίτωσης, δεν είναι ικανή να μεταφέρει τις διακριτές εικόνες του γενετικού υλικού του κυττάρου. Η πιστή μετάδοση τέτοιων πληροφοριών γίνεται δυνατή μόνο δια χειρός του παρατηρητή. Οι σύγχρονοι επιστημονικοί εικονογράφοι εργάζονται πάνω σε οποιοδήποτε επιστημονικό πρόγραμμα αποδίδοντας πιστά την εικόνα του παρατηρούμενου αντικειμένου, συνδυάζοντας παραδοσιακές και σύγχρονες τεχνικές. Παρ' όλο που τα εργαλεία τους έχουν επεκταθεί σε εφαρμογές της σύγχρονης τεχνολογίας, η σχεδίαση χειριού παραμένει μια απόλυτη προϋπόθεση. Βασίζομενα στην ευκρίνεια που προσφέρει η οφθαλμική παρατήρηση και οι παραδοσιακές ικανότητες και μέθοδοι, τα μέλη της Guild of Illustrators of Natural Science επισημαίνουν ότι υπάρχει πλήθος αναφορών σύμφωνα με τις οποίες η εικονογράφηση λειτουργεί καλύτερα από τη φωτογραφία, καθώς η τελευταία έχει περιορισμούς. Οι φωτογραφίες δείχνουν μερικές φορές μεγάλο υλικό πληροφοριών, ωστόσο η εικονογράφηση μπορεί να επισημάνει τα βασικά στοιχεία ακόμα και εξαφανισμένων όντων (π.χ. δεινόσαυροι) και ταυτόχρονα μειώνει ή εξαλείφει τα περιττά στοιχεία. Σημαντικό είναι και το γεγονός ότι μπορεί να αναπαραστήσει σε μια σελίδα διάφορες φάσεις της ανάπτυξης της ζωής. Η φωτογραφία είναι απλώς ένα μέσο για την τελική εργασία, λένε οι επιστημονικοί εικονογράφοι, οι οποίοι σε πολλές περιπτώσεις, για να σχεδιάσουν άκρα ή τμήματα που λείπουν, χρησιμοποιούν μικροσκόπια με κάμερα υψηλής ανάλυσης. Άλλες φορές, συνδυάζουν μέρη των φωτογραφιών με λεπτομέρειες που προστίθενται με λεπτά στυλό ή μαρκαδόρους και ακουαρέλα ή χρωματιστά μολύβια. Πολλοί ξεκινούν με χειροποίητα σχέδια, σκίτσα ή πίνακες ζωγραφικής και τα βελτιώνουν με ψηφιακά μέσα. Άλλοι εργάζονται πλήρως με ψηφιακά προγράμματα, αλλά οι θεμελιώδεις ανθρώπινες δεξιότητες δρουν ενισχυτικά στη δουλειά τους.

Η χρησιμότητα της παραδοσιακής έστω και εμπλουτισμένης με ψηφιακές εφαρμογές επιστημονικής εικονογράφησης ως οπτικής εξήγησης της επιστημονικής έρευνας ή ανακάλυψης μας προσφέρει μέχρι σήμερα εξειδικευμένη γνώση. Επικοινωνεί τις πληροφορίες στην επιστημονική κοινότητα και στο κοινό με έναν συνεκτικό και ασφαλή τρόπο. Η φαντασία δεν έχει καμία θέση εδώ. Ούτε η παραμόρφωση. Σ' αυτά θα ήθελα να προσθέσω τη γοητεία που εκπέμπουν οι εικονογραφίες με την επιδίωξή τους να περιγράψουν το νέο και να αποκαλύψουν την αθέατη λεπτομέρεια. Στις πιστές και ακριβείς οπτικοποιήσεις της φυσικής πληροφορίας πολλές φορές τα όρια με το καλλιτεχνικό αποτέλεσμα καθίστανται δυσδιάκριτα. Πως θα μπορούσε άλλωστε να γίνει αλλιώς αφού η ίδια η Φύση τεχνουργεί με τα σχήματά της σε όλες τις κλίμακες;

ΕΦΗ ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΥ,
ιστορικός των Επιστημών

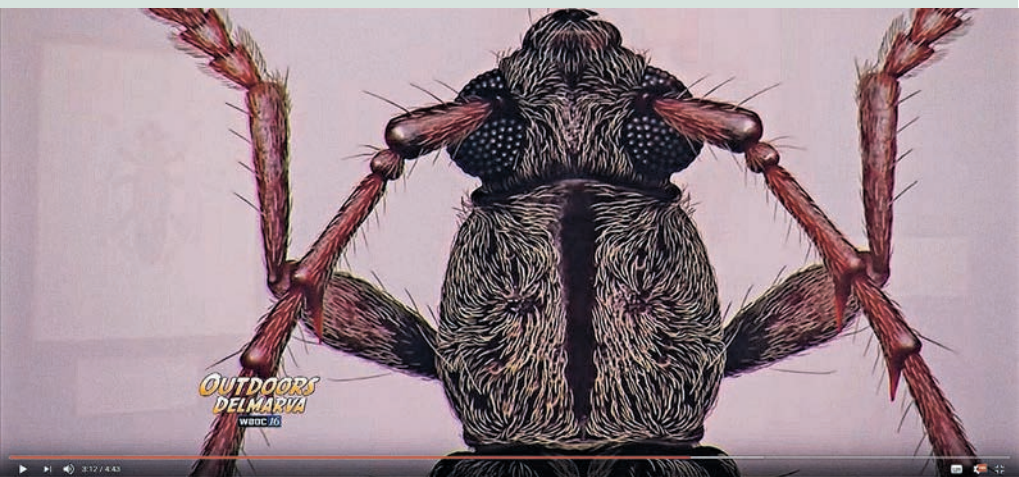


Πρόταση YouTube

Η εικονογράφηση στην εποχή της επιστήμης

Η οπτική επικοινωνία της επιστήμης, ακόμα κι όταν δεν χρησιμοποιούν ο όρος επιστήμη και στη θέση του υπήρχε η Φυσική Φιλοσοφία αλλά και πριν από αυτή, όταν καλλιτέχνες αποτύπωναν στον καμβά, στο χαρτί ή άλλες επιφάνειες μέρος της μεθοδικής για κάποιο σκοπό παρατήρησης των σωμάτων και της φύσης, θεωρείται μέχρι σήμερα δραστικό μέσο μετάδοσης της επιστημονικής πληροφορίας. Ακόμα και η εξοικείωσή μας με τις υψηλής ανάλυσης φωτογραφίες, που δεν απαιτούν συνήθως χρόνο και κόστος, δεν έχει καταφέρει να υπερκεράσει τη χρησιμότητα της επιστημονικής εικονογράφησης. Με την καταγραφή των λεπτομερειών διαφοροποιούνται ή ταυτοποιούνται τα είδη, γίνονται προσιτές οι έννοιες της επιστήμης. Οι επιστημονικοί εικονογράφοι σχεδιάζουν, συνεργαζόμενοι στενά με τους επιστήμονες, για να φτάσουν στο αντικειμενικό απεικονιστικό αποτέλεσμα. Πλέον, συνδυάζουν παραδοσιακά και σύγχρονα τεχνολογικά μέσα ώστε να αποδώσουν με ακρίβεια την πραγματική εικόνα του δεδομένου.

ΕΦΗ ΑΣΗΜΑΚΟΠΟΥΛΟΥ, ιστορικός των Επιστημών



<https://www.youtube.com/watch?v=G9nPdjLyITo>

Κυστική ίνωση: Από τη μοριακή διάγνωση στη θεραπεία

Συνέντευξη με τη Μυρτώ Πούλου, μεταδιδακτορική ερευνήτρια στο Εργαστήριο Ιατρικής Γενετικής της Ιατρικής Σχολής του ΕΚΠΑ

Η πολύ πρόσφατη ανακοίνωση από τον Αμερικανικό Οργανισμό Τροφίμων και Φαρμάκων (FDA) για την έγκριση ενός νέου, πολλά υποσχόμενου φαρμάκου για τη θεραπεία της κυστικής ίνωσης προκάλεσε ενθουσιώδεις αντιδράσεις σε ασθενείς και γιατρούς. Η κυστική ίνωση μέχρι πρόσφατα θεωρούνταν μια σοβαρή ασθένεια, με σημαντικά μειωμένο προσδόκιμο ζωής. Με αφορμή το σπουδαίο αυτό γεγονός, το «Πρίσμα» αναζήτησε απαντήσεις από τη Μυρτώ Πούλου, μεταδιδακτορική ερευνήτρια στο Εργαστήριο Ιατρικής Γενετικής της Ιατρικής Σχολής του ΕΚΠΑ, με μακροχρόνια εμπειρία στη μοριακή διάγνωση της νόσου.

Πώς κληρονομείται η κυστική ίνωση, πού οφείλεται και τι προκαλεί;

Η κυστική ίνωση είναι το συχνότερο κληρονομικό νόσημα στους καυκάσιους πληθυσμούς. Στη χώρα μας εμφανίζει 4% - 5% συχνότητα φορέων στον γενικό πληθυσμό και συνεπώς είναι δεύτερο σε συχνότητα κληρονομικό νόσημα μετά τη μεσογειακή αναιμία. Είναι ένα υπολειπόμενο κληρονομικό νόσημα, δηλαδή απαιτείται η ύπαρξη δύο γονέων οι οποίοι θα είναι φορείς ενός μη λειτουργικού γονιδίου. Η μεταβίβαση και των δύο μη λειτουργικών γονιδίων στον απόγονο προκαλεί τη νόσο.

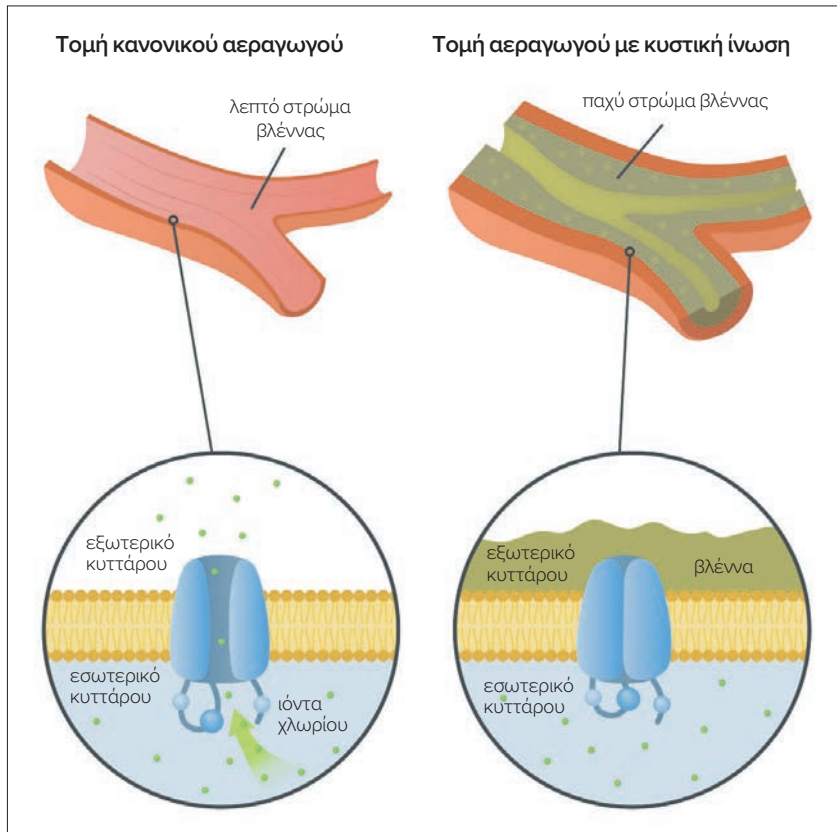
Το υπεύθυνο γονίδιο είναι το CFTR, μεταλλάξεις του οποίου οδηγούν στην εμφάνιση της νόσου. Η πρωτεΐνη που προκύπτει από αυτό το γονίδιο είναι ένα κανάλι, ή αλλιώς αντλία, μεταφοράς ιόντων χλωρίου. Όταν λειτουργεί το κανάλι, τα ιόντα χλωρίου μεταφέρονται στο εξωτερικό του κυττάρου, ενώ όταν δεν λειτουργεί, παγιδεύονται στο εσωτερικό του κυττάρου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να διαταράσσεται η ισορροπία και να δημιουργείται παχύρεστη βλέννη στο εξωτερικό του κυττάρου.

Πρόκειται για μια νόσο που επηρεάζει ποικιλοτρόπως τον οργανισμό και κυρίως τους πνεύμονες, το πάγκρεας, τη γαστρεντερική οδό, τους ιδρωτοποιούς αδένες και το ανδρικό αναπαραγωγικό σύστημα. Το κύριο χαρακτηριστικό της είναι η δυσλειτουργία των εξωκρινών αδένων, η οποία ευθύνεται για το ευρύ φάσμα των κλινικών εκδηλώσεων και επιπλοκών της.

Γιατί είναι απαραίτητος ο μοριακός έλεγχος;

Το βασικό μειονέκτημα στην πρόληψη της κυστικής ίνωσης είναι το γεγονός ότι οι φορείς δεν εμφανίζουν κάποιο κλινικό σύμπτωμα. Δεν υπάρχει κάποιος βιοχημικός ή αιματολογικός δείκτης, όπως για παράδειγμα στη μεσογειακή αναιμία, που να δείχνει αυξημένη πιθανότητα κάποιος να είναι φορέας παθολογικής μετάλλαξης. Επίσης, πολύ συχνά, λόγω του ότι χρειάζονται δύο γονείς φορείς για να γεννηθεί ένας πάσχοντας, δεν υπάρχει θετικό οικογενειακό ιστορικό.

Ο μοριακός έλεγχος, δηλαδή ο έλεγχος του DNA για τον εντοπισμό των παθολογικών μεταλλάξεων,



είναι ο μόνος τρόπος για να αποκαλύψουμε με ασφάλεια τους φορείς και να μπορέσουμε να προσφέρουμε ουσιαστική πρόληψη.

Ποιες είναι οι κυριότερες δυσκολίες και προκλήσεις του μοριακού ελέγχου στην κυστική ίνωση;

Στην Ελλάδα παρατηρείται μεγάλη μοριακή ετερογένεια, δηλαδή πολλές διαφορετικές μεταλλάξεις εμφανίζονται σε μικρό αριθμό ατόμων, γεγονός που έχει προκύψει από τη μεγάλη ιστορία μετανάστευσης πληθυσμών από τη Μέση Ανατολή προς την Ευρώπη μέσω της χώρας μας. Στις περισσότερες χώρες της βόρειας Ευρώπης, κυρίως μια μετάλλαξη, η p.Phe508del, ανιχνεύεται σε ποσοστά που αγγίζουν το 70%-80% ενώ στη χώρα μας το αντίστοιχο ποσοστό είναι μόλις 53%. Επιπλέον, στην Ελλάδα έχουν ανιχνευτεί περισσότερες από 130 διαφορετικές μεταλλάξεις, ανεβάζοντας το ποσοστό ανίχνευσης περίπου στο 98%. Είναι φανερό λοιπόν ότι ο αποτελεσματικός έλεγχος θα πρέπει να καλύπτει το μεγαλύτερο δυνατό ποσοστό ανίχνευσης και το εργαστήριο που διενεργεί τον έλεγχο θα πρέπει να παρέχει και την κατάλληλη γενετική συμβουλευτική επεξηγώντας τα αποτελέσματά του.

Στο Εργαστήριο Ιατρικής Γενετικής του ΕΚΠΑ παρέχεται πλήρης έλεγχος για την κυστική ίνωση από το 1992 και έχει γίνει έλεγχος σ' αυτό στο σύνολο των ασθενών της χώρας μας καθώς και σε περισσότερα από 25.000 άτομα γενικού πληθυσμού.

Ποιες ομάδες του πληθυσμού επωφελούνται από τον μοριακό έλεγχο της νόσου;

Ο μοριακός έλεγχος διαχωρίζεται στον διαγνωστικό έλεγχο εντοπισμού ασθενών και στον προληπτικό έλεγχο ανίχνευσης φορέων. Ο διαγνωστικός έλεγχος αφορά τα άτομα που εμφανίζουν συμπτώματα τυπικής νόσου ή ηπιότερες μορφές της, γνωστές και ως μονοσυμπτωματικές μορφές κυστικής ίνωσης. Παραδείγματα αποτελούν η ανδρική στεριότητα λόγω αμφοτερόπλευρης έλλειψης σπερματικού πόρου, η χρόνια παγκρεατίτιδα, οι βρογχεκτασίες και χρόνιας πνευμονοπάθειες αδιευκρίνιστης αιτιολογίας.

Ο προληπτικός έλεγχος ανίχνευσης φορέων αφορά ζευγάρια πριν την τεκνοποίηση ή στα πρώτα στάδια μιας εγκυμοσύνης και ζευγάρια κατά τη διάρκεια της αξιολόγησης πριν την εφαρμογή τεχνικών υποβοηθούμενης αναπαραγωγής (ζευγάρια με υπογονιμότητα). Πολύ σημαντικό επίσης είναι να ελέγχονται άτομα με οικογενειακό ιστορικό κυστικής ίνωσης, καθώς έχουν αυξημένη πιθανότητα σε σχέση με τον γενικό πληθυσμό να είναι φορείς, όπως και οι σύντροφοι φορέων και ασθενών της νόσου. Σε περίπτωση που εντοπιστεί ένα ζευγάρι φορέων παθολογικών μεταλλάξεων, υπάρχει η δυνατότητα εφαρμογής προγεννητικής διάγνωσης σε κάθε επικείμενη κύηση.

Πώς σχετίζεται ο μοριακός έλεγχος με τη θεραπεία της νόσου;

Η κυστική ίνωση αποτελεί παράδειγμα γενετικής νόσου για την οποία πλέον υπάρχει εξατομικευμένη θεραπεία ανάλογα με τις μεταλλάξεις που φέρει ο ασθενής. Το 2012 εγκρίθηκε το πρώτο φάρμακο για ασθενείς της νόσου με συγκεκριμένη μετάλλαξη και μόλις στις 22.10.2019 εγκρίθηκε για κυκλοφορία στην Αμερική το τρίτο σε σειρά φάρμακο που μπορεί να δοθεί σε ασθενείς που έχουν έστω ένα αντίγραφο της πιο κοινής μετάλλαξης p.Phe508del. Σύντομα αναμένεται να δοθεί η έγκριση και από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Φαρμάκων για κυκλοφορία και στη χώρα μας. Η έγκριση του τελευταίου φαρμάκου αποτελεί φαρμακευτική επιλογή για σχεδόν το 90% των πασχόντων παγκοσμίως, ενώ στη χώρα μας μπορεί να ωφεληθεί περίπου το 75% των πασχόντων.

Η μεγάλη επιστημονική επιτυχία της εξατομικευμένης θεραπείας για την κυστική ίνωση διαφαίνεται αν αναλογιστούμε ότι, ενώ αρχικά η νόσος θεωρούνταν νόσημα της παιδικής ηλικίας -οι ασθενείς μας κατέληγαν πριν ή λίγο μετά την ενηλικίωση-, πλέον το προσδόκιμο ζωής αυτού του πολύ σοβαρού νοσήματος αναμένεται να αγγίζει και να ξεπερνά τα 50 έτη. Απαραίτητη προϋπόθεση, ωστόσο, για να επιωφεληθούν όσο το δυνατόν περισσότεροι ασθενείς από τις νέες θεραπείες είναι η διεξαγωγή του μοριακού ελέγχου για τον προσδιορισμό των μεταλλάξεων που φέρουν.

M.T.

Ο βραβευμένος σαξοφωνίστας και συνθέτης Δημήτρης Βασιλάκης δεν χρειάζεται πολλές συστάσεις για τους λάτρεις της τζαζ. Η διεθνής του καριέρα περιλαμβάνει την ηχογράφηση πέντε άλμπουμ για την ιστορική εταιρεία της τζαζ Candid Records, ενώ το άλμπουμ του «Daedalus Project - Labyrinth» ψηφίστηκε δεύτερο τζαζ άλμπουμ της χρονιάς για το BBC το 2002. Έκτοτε η δισκογραφία του αναφέρεται σε αφιερώνματα και μελέτες σε αμερικανικά πανεπιστήμια, όπως το Monmouth, το Columbia και το Yale.

Σε συνδυασμό με τη μουσική καριέρα, ο Δ. Βασιλάκης προσεγγίζει την τζαζ και από άλλες πλευρές, μέσα από τη διδασκαλία στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα της τζαζ στο Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο, αλλά και μέσα από ερευνητικά προγράμματα που συνδυάζουν την τζαζ και την Τεχνητή Νοημοσύνη σε συνεργασία με φορείς όπως ο «Δημόκριτος», το IRCAM, το Georgia Tech και το Singularity University. Με αφορμή τις έρευνες αυτές αλλά και την πολύπλευρη ενσaoχόλησή του με την τζαζ μιλά στο «Πρίσμα».

Μιλήστε μας για την τζαζ μουσική. Ποια είναι τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της που σας κέρδισαν;

Η επαφή μου με τη μουσική άρχισε με μπάσο, σύνθεση και ερμηνεία σε pop/new wave ύφος με τους «Art Of Parties». Σε μια ηχογράφηση της μπάντας μας άκουσα το σαξόφωνο, ενδιαφέρθηκα για την τζαζ δισκογραφία και έκτοτε ουσιαστικά άλλαξε όλη μου η πορεία και αφοσιώθηκα στην τζαζ. Με κέρδισαν η ελευθερία, η δημιουργικότητα, ο αυτοσχεδιασμός, η πολυεπίπεδη γλώσσα και η διαρκής αναζήτηση που διακρίνει μια μορφή τέχνης που δεν έχει σύνορα.

Πώς προέκυψε η συνεργασία σας με το Georgia Tech στην Αtlάντα, που συνδυάζει ερευνητικά την Τεχνητή Νοημοσύνη με τη μουσική;

Επισκέφτηκα το Georgia Tech (The Georgia Institute of Technology) το 2013 για να παραδώσω σεμινάρια και εργαστήρια στην τζαζ και ήρθα σε επαφή με συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης και ρομποτικής που αναπτύσσονταν εκεί. Το ενδιαφέρον μου επικεντρώθηκε στο να συμμετάσχω ως καλλιτέχνης στο γίνεσθαι της Τεχνητής Νοημοσύνης μια και κατέχοντας τη γλώσσα της τζαζ θα μπορούσα να συμβάλω στη σημασιολογική ανάλυση (semantics), στην ανάλυση και κατηγοριοποίηση των δεδομένων και στο να αναδείξω τα νοήματα της γλώσσας. Έκτοτε επισκέφθηκα το GTECH για να διδάξω, από το 2015 έως το 2017, ενώ υποβάλαμε στο NSF και δύο ερευνητικά προγράμματα αναφορικά με τη χαρτογράφηση της τζαζ.

Στο ΕΚΠΑ συμμετέχετε στην έρευνα που γίνεται για τη χαρτογράφηση της γλώσσας της τζαζ. Τι αφορά αυτή η έρευνα;

Με τη μεθοδολογία που ανέπτυξα για τη χαρτογράφηση της τζαζ (jazz mapping) αναλύουμε συντακτικά τη γλώσσα της τζαζ σαν πρόζα και αναδεικνύουμε αυτά τα χαρακτηριστικά που κάνουν έναν καλό τζαζίστα, αφηγητή (storyteller). Εννοίες όπως η θεματική ανάπτυξη, η αυτοαναφορικότητα, η δημιουργικότητα, το συναίσθημα και η αφήγηση εί-

Η τζαζ συναντά την Τεχνητή Νοημοσύνη και τη δημοκρατία



Οι επόμενες εμφανίσεις του Δημήτρη Βασιλάκη

Ο Δημήτρης Βασιλάκης θα είναι στο Παρίσι για το Jazzy Colours Festival, όπου στις 21 Νοεμβρίου παρουσιάζει συναυλία με επιλογές από τη δισκογραφία του με τίτλο «Paths From The Labyrinth» στο Ινστιτούτο Goethe, καθώς και ομιλία / performance με τίτλο «Jazz Democracy» και «Improvisation and Artificial Intelligence». Θα παίξει με το Paris Quartet του, ενώ για την ομιλία θα συνεργαστεί με ερευνητή από το IRCAM.

<https://www.ficpe.info/post/dimitri-vassilakis>

<https://www.facebook.com/events/770671366706526/>

Έπεται το καλοκαίρι η αδειοποίηση που έκαναν με τους Τούρκους για το Rhodes & South Aegean International Jazz Festival, με το Bodrum και Ankara Jazz Festivals.

Το 2020, στα τέλη Αυγούστου, το φεστιβάλ θα επεκταθεί περαιτέρω με σημαντικές συμμετοχές από την παγκόσμια σκηνή της τζαζ!

<https://www.rhodes-international-jazz-festival.com>

Βίντεο

Jazz Democracy at the United Nations Trailer

Τζαζ αυτοσχεδιασμός και τεχνητή νοημοσύνη
<https://www.blod.gr/lectures/tzaz-aytoschediasmoss-kai-tehniti-noimosyni/>

Dimitris Vassilakis | AI and Human Interaction | SingularityU Greece Summit 2018
<https://www.youtube.com/watch?v=MyEXyn8T3Rs>

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLfth9JxqdMQFsg1od5icAtsq5WH6Pdlfv>

Jazz improvisation and AI interaction playlist
www.youtube.com/playlist?list=PLfth9JxqdMQFsg1od5icAtsq5WH6Pdlfv

Περισσότερες πληροφορίες:
www.dimitriosvassilakis.com



ναί πεδία έρευνας που η τζαζ μπορεί να συμβάλει. Είναι ένα σύστημα ανάλυσης αναπαραστάσεων που μπορεί να τροφοδοτήσει συστήματα Τεχνητής Νοημοσύνης ώστε να χρησιμοποιήσουν με πιο δημιουργικό τρόπο ένα σύνολο δεδομένων που τους δίνεται και είναι ανάλογο με γλώσσα.

Ποιοι είναι οι στόχοι της συγκεκριμένης έρευνας;

Η συγκεκριμένη έρευνα έχει πολλές εφαρμογές στην εκπαίδευση, καθώς θα δημιουργηθεί μια βάση δεδομένων με αυτοσχεδιασμούς και φράσεις που θα είναι χρήσιμες στον διδασκοντα, ώστε να μπορεί να αναλύει και να εξηγεί τις διαφορετικές τεχνотροπίες. Επίσης, θα περιλαμβάνει αλγόριθμους που θα μπορούν να αυτοσχεδιάζουν δημιουργικά και να διαδρούν με τον μουσικό της τζαζ. Μπορείτε να δείτε παραδείγματα που ετοιμάσαμε στο στούντιο του Καποδιστριακού στο βίντεο «Jazz improvisation and AI interaction playlist».

Πρόσφατα κάνατε παρουσίαση στον ΟΗΕ για την Παγκόσμια Ημέρα της Τζαζ, με θέμα «Τζαζ δημοκρατία». Πώς βλέπετε τη σχέση αυτή; Ποια είναι τα χαρακτηριστικά της τζαζ που θεωρείτε ότι ενώνουν τους ανθρώπους;

Οικουμενική η τζαζ και παγκόσμια τέχνη. Αρχισα την παρουσίαση της τζαζ δημοκρατίας σαν μια ομιλία, ένα concept / forum / performance αρχικά στα TEDx Tokyo και TEDx Athens το 2013 και μετά στο London Jazz Festival το 2015, όπου είχα τη δυνατότητα να το συνδυάσω και με live performance με νέους Έλληνες τζαζίστες. Ουσιαστικά τονίζω ότι, ανεξάρτητα από την καταγωγή, το φύλο, την οικονομική, την κοινωνική ή την ακαδημαϊκή κατάσταση, οι μουσικοί της τζαζ επικοινωνούν οτιδήποτε στη σκηνή, αυτοσχεδιάζουν, μιλούν μια αρκετά περίπλοκη γλώσσα σε πραγματικό χρόνο, με διάθεση συνεργασίας. Σχολάζουν πάνω σε ένα δεδομένο θέμα ή μουσική δομή με δημιουργικότητα, φαντασία και εξελίσσουν τι ιδέες ανάλογα και με τη σύνθεση του σχήματος, αλλά και σε σχέση με το κοινό. Είναι μια ζωντανή τέχνη που «συμβαίνει» κάθε φορά με μοναδικό τρόπο, οπότε αποτελεί πολύτιμη εμπειρία και για τους ακροατές.

Το κοινό στοιχείο του αυτοσχεδιασμού -αλλά με αστηρή δομή- καθώς και το ότι προάγει τη μοναδικότητα και τη διαφορετικότητα του κάθε μουσικού είναι επίσης σημαντική κατάκτηση. Ο τρόπος που ξεκίνησε η τζαζ, μέσα από τη μαύρη κοινότητα στην Αμερική, πέρασε δύσκολες περιόδους εξαιτίας του ρατσισμού, αλλά κατάφερε και εξελίχθηκε σε παγκόσμια γλώσσα που δοκιμάζεται και εμπλουτίζεται κάθε βράδυ σε αμέτρητα μικρά ή μεγάλα κλαμπ ή αίθουσες συναυλιών, είναι άλλο ένα μαγικό χαρακτηριστικό της τζαζ που ενώνει τους ανθρώπους. Στις 30 Απριλίου 2018, στο πλαίσιο της Διεθνούς Ημέρας Τζαζ, παρουσίασα στον ΟΗΕ στη Νέα Υόρκη την «Τζαζ Δημοκρατία» και είχα την τύχη να έχω εξαιρετικούς συνομιλητές: ακαδημαϊκούς, πολιτικούς, επιστήμονες και κυρίως θύλους της τζαζ με τους οποίους παίξαμε και μιλήσαμε!

Λ.Α.

Υπάρχει το κενό;

Γίνεται να μπορούμε να μιλήσουμε ή, ακόμη δυσκολότερα, να περιγράψουμε εκείνο που δεν έχει κανένα χαρακτηριστικό πέρα από την απουσία ύλης; Τι μένει όταν τίποτα άλλο δεν υπάρχει; Υπάρχει το κενό;

Από το τίποτα στην υπόθεση του κενού

Είναι αρκετά γνωστή η ρήση του Αριστοτέλη ότι η φύση αποστρέφεται το κενό. Η επικρατούσα άποψη για αρκετούς αιώνες (από την αρχαιότητα έως και τον ύστερο Μεσαίωνα) ήταν ότι στερείται νοήματος οποιοσδήποτε ισχυρισμός περί ύπαρξης του κενού, γιατί πολύ απλά δεν είναι λογικό να υποστηρίζει κανείς την ύπαρξη του *τίποτα*. Επίσης, μέσα στο *τίποτα* δεν θα μπορούσε να εκδηλωθεί καμία κίνηση οποιουδήποτε υλικού σώματος. Πώς θα μπορούσε να μετακινηθεί κάτι από μια θέση που δεν βρίσκεται πουθενά σε μια άλλη θέση που, επίσης, δεν βρίσκεται πουθενά; Αυτοί οι συλλογισμοί είχαν οδηγήσει όσους μελετούσαν τη φύση στην υποστήριξη της θέσης ότι η φύση είναι πλήρης. Όταν κάτι μετακινείται, αυτό σημαίνει ότι απλώς παίρνει τη θέση ενός άλλου σώματος και η θέση που αφήνει καταλαμβάνεται από ένα άλλο. Επίσης, στην αριστοτελική θεώρηση του κόσμου κάθε σώμα κινείται με τρόπους που του επιτρέπουν το υλικό από το οποίο αποτελείται, το βάρος και το σχήμα του. Αυτό σημαίνει ότι ένας βράχος θα πέσει γρηγορότερα από μια σελίδα χαρτί στον αέρα ή στο νερό. Τι θα γινόταν, όμως, αν κινούνταν μέσα σε κενό χώρο χωρίς καμία αντίσταση, δηλαδή ούτε αέρα ούτε νερό; Όπως είπαμε, για τον Αριστοτέλη δεν είχε νόημα μια τέτοια ερώτηση.

Από τον ύστερο Μεσαίωνα κι έπειτα (12ο έως 14ο αιώνα), ωστόσο, αρκετοί διανοητές στην Αγγλία (Οξφόρδη) και τη Γαλλία (Παρίσι) άρχισαν να εκφράζουν υποθέσεις σχετικά με την κίνηση σωμάτων σε έναν κενό χώρο. Οι υποθέσεις αυτές δεν διεκδικούσαν να είναι αληθείς ως προς την ύπαρξη ενός τέτοιου χώρου, αλλά αποτελούσαν μια προσπάθεια να αντιμετωπιστούν κάποια ερωτήματα που αφορούσαν την έννοια της κίνησης. Είναι αρκετά σύνθετες και τεχνικές οι λεπτομέρειες αυτών των συζητήσεων και δεν μπορούν να εξαντληθούν στο παρόν άρθρο.

Ωστόσο, αξίζει να αναφερθούμε σε ένα θεώρημα που διατυπώθηκε από τον Αγγλο Τόμας Μπράντγουαρντιν (περίπου 1300 - 1369), το οποίο αφορά την κίνηση σε έναν κενό χώρο: «Εντός του κενού, δύο σώματα από το ίδιο υλικό, διαφορετικού μεγέθους, θα πέφτουν προς τη γη με την ίδια ταχύτητα». Αν αυτή η διατύπωση σας θυμίζει τον Γαλιλαίο, έχετε δίκιο. Είναι μια πρώιμη διατύπωση της αρχής της ελεύθερης πτώσης. Ωστόσο, δεν γίνεται καμία προσπάθεια φιλοσοφικής της θεμελίωσης, ούτε απόδειξής της με αυστηρή πειραματική ή μαθηματική μέθοδο.



Η δημιουργία κενού

Από εκεί που οι συζητήσεις περί ύπαρξης κενού ήταν παράλογες (Αριστοτέλης), πλέον άρχισαν να συζητούνται σε ένα πλαίσιο υποθετικών συλλογισμών και νοητικών ασκήσεων (Μεσαίωνας) και μέσα σε δύο αιώνες τοποθετήθηκαν στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος (Γαλιλαίος, Τοριτσέλι, Πασκάλ). Η κορύφωσή τους, όμως, έλαβε χώρα στην Αγγλία και στο πλαίσιο της νέας Πειραματικής και Μηχανικής Φιλοσοφίας. Στα μέσα του 17ου αιώνα γίνονται τα περίφημα πειράματα του Ρόμπερτ Μπόιλ με τη νέα αντλία κενού που επινοείται τότε. Η αντλία επιτρέπει την απομάκρυνση του αέρα από ένα δοχείο. Τα πειράματα είναι αρκετά λεπτομερή και ο Μπόιλ καταγράφει πολλές και διαφορετικές παρατηρήσεις. Για παράδειγμα, είχε παρατηρήσει ότι ένα καναρίνι χάνει τις αισθήσεις του μόλις απομακρυνθεί ο περιβάλλων αέρας. Καταλήγει, επομένως, στο συμπέρασμα ότι ο αέρας είναι ελαστικός, έχει συγκεκριμένο βάρος και με τον κατάλληλο εξοπλισμό μπορούμε να τον απομακρύνουμε. Η ύπαρξη του κενού, πλέον, δεν ήταν απλώς μια υπόθεση, αλλά ήταν κάτι που μπορούσε κανείς να δημιουργήσει με τα ίδια του τα χέρια εκεί που «κανονικά» δεν θα έπρεπε να υπάρχει.

Όταν ο Μπόιλ έκανε τα πειράματά του, αντιμετώπισε έντονη κριτική. Ένας από τους πιο σημαντικούς φιλοσόφους της εποχής, ο Αγγλος Χένρι Μορ, αμφισβήτησε τα συμπεράσματα του Μπόιλ. Ο Μορ ήταν αρνητικός σε οποιαδήποτε προσπά-



θεια να εξηγηθεί ο κόσμος μέσα από μηχανιστικές διαδικασίες. Δεν μπορούσε να δεχτεί, δηλαδή, ότι η ύλη είναι πλήρως διαχωρισμένη από το πνεύμα, καθώς και ότι είναι δυνατόν να δημιουργήσει ο άνθρωπος με τεχνητό τρόπο έναν χώρο απ' όπου θα απουσίαζαν τόσο η ύλη όσο και το πνεύμα. Αυτή η διάκριση μεταξύ ύλης και πνεύματος αποτελούσε την επικρατέστερη φιλοσοφική θεώρηση για τον κόσμο κατά το δεύτερο μισό του 17ου αιώνα και σε όλο τον 18ο. Τα θεμέλια αυτής της θεώρησης είχαν διαμορφωθεί από τον Ρενέ Ντεκάρτ. Ο Μπόιλ υπερασπιζόταν αυτή τη μηχανιστική εικόνα για τον κόσμο, αν και διαφοροποιούνταν σε αρκετά σημεία από τον Γάλλο φιλόσοφο.

Προσοχή στο κενό

Τι είδους κριτική άσκησε, επομένως, ο Μορ; Είπε ότι δεν είναι δυνατόν να υπάρχει κενό στην αντλία μετά την απομάκρυνση του αέρα, αλλά ότι ο αέρας απομακρύνεται λόγω της ύπαρξης ενός πνεύματος που διαπερνά όλη τη δημιουργία του Θεού. Υποστήριξε, μάλιστα, ότι τα πειράματα του Μπόιλ συνηγορούσαν στην ύπαρξη αυτού του αβύλου πνεύματος. Πιο συγκεκριμένα, το 33ο πείραμα του Μπόιλ έδειχνε ότι η απομάκρυνση του αέρα δεν προέκυψε από απλές μηχανικές δυνάμεις της ύλης, αλλά από μια θείκη αρχή. Το πνεύμα του Μορ ήταν κάτι σαν ενδιάμεσος μεταξύ Θεού και φύσης. Επομένως, κενό με την κυριολεκτική έννοια του όρου δεν θα μπορούσε να υπάρχει.

Ενδεχομένως, στον άνθρωπο του 21ου αιώνα να μοιάζει εντελώς ανόητο ή, στην καλύτερη περίπτωση, άσχετο ένα τέτοιο επιχείρημα. Στο πλαίσιο του 17ου αιώνα δεν ήταν τίποτα από τα δύο. Αυτό αποδεικνύεται από το πώς απάντησε ο Μπόιλ. Αρχικά, να πούμε ότι ήταν προσεκτικός και δεν υποστήριξε ότι το κενό ήταν κάτι που υπήρχε, αλλά ότι ήταν απουσία ύλης. Μ' αυτόν τον τρόπο απέφυγε με εξαιρετική επιδεξιότητα την ανάγκη να πει τι είναι αυτό που υπάρχει μετά την απομάκρυνση του αέρα. Επίσης, στράφηκε εναντίον της θέσης του Μορ περί πνεύματος που διαπερνά τη φύση. Ο βασικότερος λόγος που ο Μπόιλ διαφωνεί είναι επειδή η ύπαρξη ενός τέτοιου πνεύματος αφαιρεί από τον Θεό τη δυνατότητα να παρεμβαίνει στον κόσμο. Είναι, δηλαδή, σαν να υπάρχει κάτι που λειτουργεί στη θέση ενός Θεού που επέλεξε να μην ασχολείται με τον κόσμο. Η αντίρρηση του Μπόιλ είναι θεολογική γιατί διαισθάνεται έναν σοβαρό κίνδυνο: να θεωρηθεί ότι ο κόσμος μπορεί να λειτουργεί χωρίς τον Θεό. Η «επιστημονική» λύση του σ' αυτό το θεολογικό ζήτημα δεν είναι άλλη από το να οδηγηθεί σε αγνωστικισμό για τη φύση του κενού. Δεν μας λέει τι είναι, αλλά τι δεν είναι. Με λίγα λόγια, η θρησκευτική ευαισθησία και η πειραματική αμφιβολία του Μπόιλ τον οδήγησαν σε μια διατύπωση που μοιάζει άκρως επιστημονική με τα δικά μας μάτια. Όμως, κάθε άλλο παρά ως τέτοια θα την αναγνώριζε ο σπουδαίος Άγγλος πειραματιστής...