



# Ποιος είμαι;



**Με αφορμή... / Ελληνική άποψη**

Νευροεπιστήμονες και καθηγητές γνωστικών αντικειμένων που σχετίζονται με τον εγκέφαλο καταγράφουν την πορεία των ερευνών και τα προσδοκώμενα αποτελέσματα.

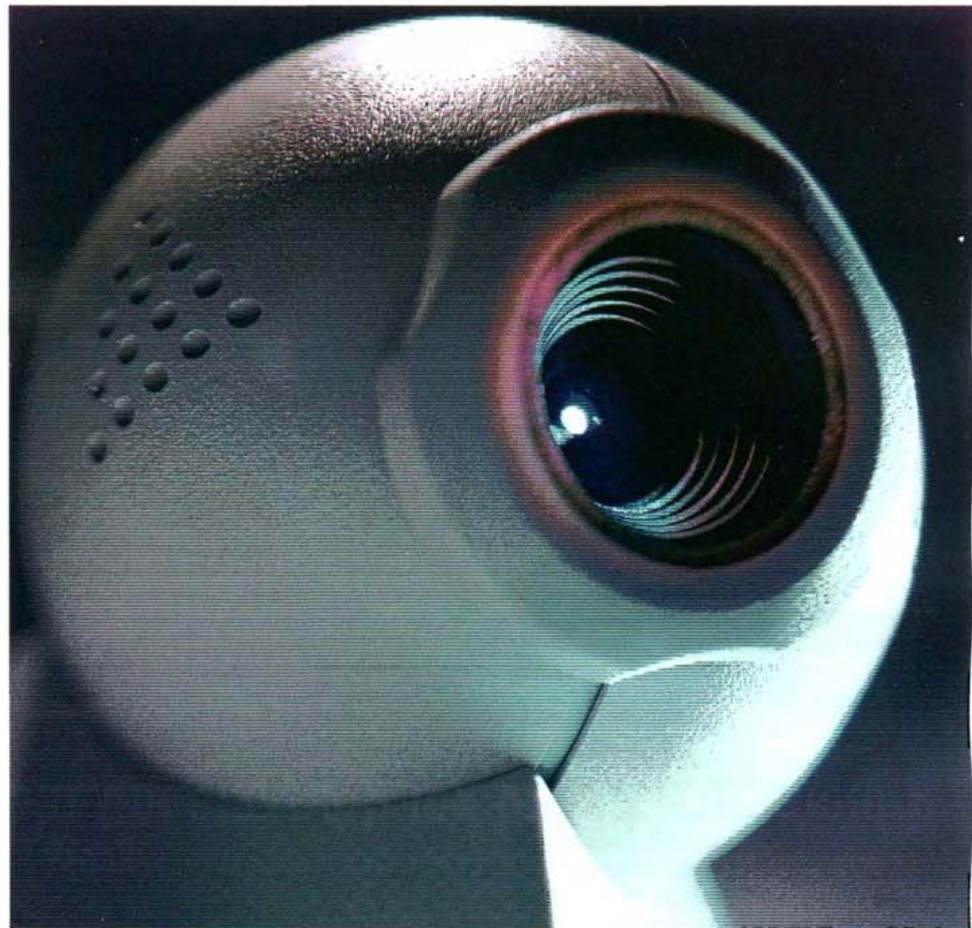
## Κάνοντας τους υπολογιστές να βλέπουν!!!

Του Αντώνη Αργυρού\*

**Ε**ίναι Σάββατο απόγευμα και κάθεστε αναπαυτικά διαβάζοντας την εφημερίδα σας, απολαμβάνοντας ταυτόχρονα τον καφέ σας. Ξαφνικά, ένα άλλο μέλος της οικογένειάς σας περνά από κοντά σας. «Τι κάνεις;» σας ρωτά. «Τίποτε το ιδιαίτερο, διαβάζω την εφημερίδα μου», απαντάτε, ρίχνοντας μία φευγαλέα ματιά πριν επιστρέψετε στο ανάγνωσμά σας.

Τίποτε το ιδιαίτερο; Έχετε αναρωτηθεί ποτέ πόσες νοητικές λειτουργίες εμπλέκονται σε αυτή την απόλυτα καθημερινή διαδικασία; Ποιος μηχανισμός σας επιτρέπει να βλέπετε μαύρα σύμβολα πάνω στο λευκό φόντο του χαρτιού και να βγάξετε συμπεράσματα, να εκπλήσσετε, να συγκινηθείτε, να γελάτε, να θυμώνετε, να προβληματιζέστε από αυτά; Πώς βρίσκετε εύκολα την κούπα του καφέ σας και πώς ξέρετε πόσο και πώς πρέπει να κινήσετε το χέρι σας, προκειμένου να την πιάσετε και να τη φέρετε στα χείλη σας; Πώς αντιλαμβάνεστε την κίνηση των ανθρώπων γύρω σας; Ποιος μηχανισμός είναι υπεύθυνος για την προσέλκυση της προσοχής σας; Πώς εξηγείται καν το γεγονός ότι κοιτάζοντας με τα δύο μάτια σας έχετε μία, χρωροχρονικά ενιαία αντίληψη του περιβάλλοντος και όχι δύο σύνολα από ασύνδετα μεταξύ τους «καρέ»; Το γεγονός ότι η όραση είναι για τους περισσότερους από εμάς δεδομένη, μας κάνει να τη θεωρούμε και αυτονόητη. Μία πιο προσεκτική «ματιά», όμως, αποκαλύπτει την απίστευτη πολυπλοκότητα που κρύβεται πίσω από αυτό στο οποίο αναφερόμαστε με τον όρο «αίσθηση της όρασης».

Η διερεύνηση των μηχανισμών που διέπουν τη σημαντικότερη, ίσως, από τις ανθρώπινες αισθήσεις έχει απασχολήσει τους ανθρώπους από την αρχαιότητα. Η ουσιαστική αποκωδικοποίηση των μηχανισμών λειτουργίας του ματιού άρχισε γύρω στον 17ο αιώνα και βασίστηκε αφενός στη μελέτη της ανατομίας του και αφετέρου στην κατανόηση των αρχών της γεωμετρικής οπτικής. Σήμερα, γνωρίζουμε τη βασική λειτουργία των τμημάτων του ανθρώπινου ματιού και το πώς αυτά συνεισφέρουν στην αίσθηση της όρασης. Το φως που αντανακλάται από τα αντικείμενα γύρω μας εστιάζεται



στον αμφιβληστροειδή με τη βοήθεια ενός συστήματος φακών. Ο αμφιβληστροειδής, μία επιφάνεια στο μέγεθος του νυχιού του αντίχειρά μας, αποτελείται από περίπου 130,000,000(!) φωτοευαίσθητα στοιχεία που μετασχηματίζουν το φως σε ηλεκτρικά σήματα, τα οποία στέλνονται στον εγκέφαλο μέσω του οπτικού νεύρου. Ένα πολύ μεγάλο μέρος του εγκεφάλου μας χρησιμοποιείται διαρκώς για το μετασχηματισμό τεραστίων ποσοτήτων από τέτοια δεδομένα σε χρήσιμη πληροφορία. Σε κάποιες περιπτώσεις η πληροφορία αυτή χρησιμοποιείται αντανακλαστικά. Σκύβουμε μπροστά σε ένα ταχύτατα κινούμενο αντικείμενο, πριν καν αναγνωρίσουμε τι αντικείμενο είναι. Σε άλλες περιπτώσεις, η όραση, σε συνδυασμό με την πρότερη εμπειρία και τη μάθηση, μας βοηθά να αναγνωρίσουμε αντικείμενα, να καταλάβουμε από τι υλικό είναι φτιαγμένα, να εκτιμήσουμε σχήματα, ταχύτητες, αποστάσεις, κλπ. Παρά τις εξαιρετικές προόδους σε μία πληθώρα από σχετικά επιστημονικά πεδία, η κατανόηση των αντι-

στοιχών μηχανισμών παραμένει ακόμη ένας μακρινός στόχος.

Έχουμε την πεποίθηση ότι οι εικόνες στο μυαλό μας αποτελούν μία αντικειμενική, ακριβή αντανάκλαση της εξωτερικής πραγματικότητας. Είναι όντως έτσι; Γιατί ο κόσμος να είναι όπως τον βλέπουμε εμείς και όχι όπως τον βλέπουν άλλοι βιολογικοί οργανισμοί; Αλήθεια, πώς βλέπουν τον κόσμο οι άλλοι οργανισμοί; Γνωρίζουμε, για παράδειγμα, ότι τα σύνθετα μάτια κάποιων εντόμων είναι εξαιρετικά ευαίσθητοι αισθητήρες κίνησης και ότι μερικοί οργανισμοί είναι σε θέση να αντιληφθούν κάτι μόνο όταν κινείται. Αρκεί αυτό; Ασφαλώς αρκεί, εφόσον οι οργανισμοί αυτοί έχουν καταφέρει να επιβιώσουν. Στη διαδικασία της εξέλιξης, η ικανότητα της αναγνώρισης αντικειμένων και της κατανόησης των χωρικών τους σχέσεων αναπτύχθηκε μόνο όταν αποδείχθηκε χρήσιμη. Η όραση εξυπηρετεί τους σκοπούς επιβίωσης συγκεκριμένων οργανισμών που δρουν σε συγκεκριμένα περιβάλλοντα. Για παράδειγμα, τα αρπακτικά έχουν συνήθως ο-

\*Ο κ. Αντώνης Αργυρός (argyros@ics.forth.gr) είναι αναπληρωτής καθηγητής στο Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Κρήτης και συνεργαζόμενος ερευνητής στο Εργαστήριο Υπολογιστικής Όρασης και Ρομποτικής του Ιδρύματος Τεχνολογίας και Έρευνας (ΙΤΕ).

ξεία και εστιασμένη όραση για να μπορούν να εντοπίζουν από μακριά τα θύματά τους. Αντίθετα, οι οργανισμοί που αποτελούν τη λεία των αρπακτικών βλέπουν συνήθως λιγότερες λεπτομέρειες, σε ένα, όμως, ευρύτερο οπτικό πεδίο, έτσι ώστε να αντιλαμβάνονται έγκαιρα την ύπαρξη των θηρευτών τους.

Το ανήσυχο ανθρώπινο πνεύμα όχι μόνο ερευνά, προσπαθώντας να κατανοήσει τη βάση των βιολογικών μηχανισμών όρασης, αλλά προχωρά βάζοντας κι άλλους φιλόδοξους στόχους. Έρευνες στον τομέα της «Υπολογιστικής Όρασης» στοχεύουν στο να αναπτύξουν υπολογιστικά συστήματα/μηχανές εφοδιασμένα με κάμερες που να μπορούν να αντιλαμβάνονται οπτικά το περιβάλλον τους, μέσω της ανάλυσης των εικόνων που προσλαμβάνουν. Πέρα από το θεωρητικό ενδιαφέρον, η έρευνα σε αυτό το πεδίο οδηγεί στην ανάπτυξη πληθώρας πρακτικών εφαρμογών που άπτονται σχεδόν όλων των πτυχών της ανθρώπινης ζωής και δραστηριότητας. Συστήματα καμερών εφοδιασμένα με ικανότητες οπτικής αντίληψης του περιβάλλοντος μπορούν να εποπτεύουν την κυκλοφορία σε αυτοκινητόδρομους, να αποτελούν άγρυπνους φύλακες σε τράπεζες, να καθοδηγούν τη συναρμολόγηση

και παραγωγή προϊόντων σε βιομηχανικά περιβάλλοντα, να διευκολύνουν το διαγνωστικό έργο στο χώρο της υγείας, να εφοδιάζουν ρομποτικά συστήματα με ικανότητες αντίληψης του περιβάλλοντος έτσι ώστε να μπορεί να διαμορφώνεται κατάλληλα η συμπεριφορά τους, να επιτρέπουν τη φυσική αλληλεπίδραση των ανθρώπων με τους υπολογιστές, να συνδυάζουν ιδεατά μοντέλα με πραγματικό βίντεο για τη δημιουργία οπτικών εφέ, κ.ά.. Αν χαρακτηρίσετε τα παραπάνω ως σενάρια επιστημονικής φαντασίας θα έχετε οδηγηθεί σε ένα βιαστικό συμπέρασμα. Οι έρευνες από τη διεθνή επιστημονική κοινότητα, συμπεριλαμβανομένων και αυτών που εξελίσσονται στο Εργαστήριο Υπολογιστικής Όρασης και Ρομποτικής του Ινστιτούτου Πληροφορικής του ΙΤΕ, έχουν οδηγήσει ήδη σε συγκεκριμένες μεθόδους και τεχνικές που επιτρέπουν σε υπολογιστικά συστήματα να αντιλαμβάνονται τη φωτεινότητα, το χρώμα, την κίνηση, την υφή και την τρισδιάστατη δομή μιας σκηνής, με βάση την ανάλυση μίας ή περισσότερων εικόνων. Πολλές από τις μεθόδους αυτές είναι ήδη σε θέση να ανταποκριθούν σε αρκετές από τις απαιτήσεις των παραπάνω εφαρμογών.

Ωστόσο, οι επιδόσεις των συστημά-

των Υπολογιστικής Όρασης είναι ακόμα πολύ μακριά από τις επιδόσεις της ανθρώπινης και της βιολογικής όρασης. Η ευαισθησία του ανθρώπινου ματιού στο φως είναι πολλαπλάσια της ευαισθησίας του καλύτερου υπαρκτού φιλμ. Η αποτελεσματικότητα και η πληρότητα των ματιών και του μυαλού μας είναι ασύγκριτη σε σχέση με οποιοδήποτε μηχανικό/υπολογιστικό ανάλογο. Μικροσκοπικά έντομα με ακόμα πιο μικροσκοπικό εγκέφαλο μπορούν να προσανατολίζονται οπτικά σε περιβάλλοντα και συνθήκες στις οποίες οι τελειότεροι υπολογιστές μας αδυνατούν να ανταποκριθούν. Ωστόσο, η αρχή έχει γίνει. Η κατανόηση των μηχανισμών της όρασης αποτελεί ένα εγγενώς διεπιστημονικό πεδίο έρευνας. Έρευνες με υπόβαθρο στις θετικές, βιολογικές και ανθρωπιστικές επιστήμες συνεργάζονται, προκειμένου να κατανοήσουν το πώς οι βιολογικοί οργανισμοί αντιλαμβάνονται οπτικά τον κόσμο και να αναπτύξουν μηχανές με αντίστοιχες ικανότητες. Η ελληνική ερευνητική κοινότητα συμμετέχει ενεργά στη μακρά πορεία προς την επίτευξη αυτού του εξαιρετικά φιλόδοξου στόχου.

Τι μας επιφυλάσσει το μέλλον; Θα «δούμε»... ▲

## Η βιωματική μνήμη και η συνείδηση της πραγματικότητας

Της Αλεξάνδρας Οικονόμου\*

Το περιεχόμενο της μνήμης μας χαρακτηρίζεται από ποικίλα μνημονικά φαινόμενα. Τα φαινόμενα αυτά διαφέρουν ως προς τη συμμετοχή ή όχι της συνείδησης στην εκδήλωσή τους, καθώς και ως προς το είδος των πληροφοριών που περιλαμβάνουν. Η βιωματική (αυτοβιογραφική) μνήμη είναι μία κατηγορία μνημονικών φαινομένων της έκδηλης ή συνειδητής μνήμης - η μνήμη αυτή είναι ουσιαστική για την αίσθηση της ταυτότητάς μας, αλλά και ευάλωτη. Φαινομενολογικά, η βιωματική μνήμη περιλαμβάνει ένα σύνολο κινητικών, αισθητικών, συναισθηματικών, οπτικών, λεκτικών, κ.ά. εμπειριών, καθώς και σκέψεις, που απαρτίζουν την υποκειμενική αίσθηση ενός επεισοδίου που εκτυλίσσεται στο χρόνο. Η βιωματική μνήμη είναι εξ ορισμού υποκειμενική: η μνήμη από τη φύση της είναι αναπλαστική, όπως η κλασική μελέτη του Bartlett (1932) και πληθώρα μεταγενέστερων



μελετών έχουν δείξει και οι διαφορετικές μας αναμνήσεις διαφέρουν ως προς το βαθμό της ανακατασκευής τους.

Η μυθοπλασία είναι η «ανάκληση» βιωματικών μνημών, τις οποίες το άτομο περιγράφει, ενίοτε με λεπτομέρεια, χωρίς να έχει επίγνωση ότι τα συμβάντα δεν συνέβηκαν ποτέ. Το φαινόμενο της μυθοπλασίας συνιστά την ύπαρξη ενός μηχανισμού ελέγχου της πραγματικότητας, ή τουλάχιστον των μεγάλων αποκλίσεων από αυτήν. Ποιος είναι, όμως, ο εγκεφαλικός μηχανισμός που επιτρέπει τις αθώες μνημονικές αλλοιώσεις ή «ψευδείς μνήμες» που όλοι μας έχουμε κατά καιρούς εμφανίσει σε σχέση με τη μυθοπλασία που μπορεί να χαρακτηρίζει μία σοβαρή μνημονική διαταραχή;

Ένας τρόπος να δημιουργήσουμε ψευδείς μνήμες στο εργαστήριο είναι να εκθέσουμε το άτομο σε ερεθίσματα προς εκμάθηση, τα οποία συσχετίζονται στενά με ερεθίσματα που δεν χορηγήθηκαν. Η ψευδής μνήμη είναι η ανάκληση των ερεθισμάτων που δεν δόθηκαν, αλλά που ενεργοποιήθηκαν από αυτά που δόθηκαν. Ο μηχανισμός της δημιουργίας των

\*Η κα Αλεξάνδρα Οικονόμου είναι λέκτορας Νευροψυχολογίας στο Πανεπιστήμιο Αθηνών.