

Τεχνολογία καταγραφής οφθαλμικών κινήσεων (eye tracking) και οι εφαρμογές της στον τομέα της Τέχνης και του Πολιτισμού

Στέλλα Συλαίου¹, Πέτρος Πατιάς²

Τομέας Κτηματολογίου, Φωτογραμμετρίας και Χαρτογραφίας,
Τμήμα Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών, Α.Π.Θ.

Περίληψη: Η τεχνολογία καταγραφής οφθαλμικών κινήσεων (eye tracking) ασχολείται με τη μέτρηση της χωρικής κατεύθυνσης των κινήσεων των ματιών. Απαντάει σε δύο βασικά ερωτήματα όπως το «τι» βρήκε ο συμμετέχων στο πείραμα ενδιαφέρον, καθώς και το «πώς» αντιλήφθηκε αυτό που έβλεπε. Η χρήση του βλέμματος για αλληλεπίδραση με υπολογιστικά συστήματα αποτελεί μια επέκταση των ανθρώπινων φυσικών δυνατοτήτων στο ψηφιακό περιβάλλον. Η τεχνολογία καταγραφής οφθαλμικών κινήσεων αφορά την παρακολούθηση των μετακινήσεων των ματιών μας και τον υπολογισμό των σημείων εστίασης τους από τον Η/Υ σε πραγματικό χρόνο. Η χρησιμότητα της προαναφερθείσας τεχνολογίας είναι σημαντική, και αφορά τόσο την σχεδίαση νέων τρόπων φυσικής αλληλεπίδρασης με τους Η/Υ, όσο και στην αξιολόγηση της εμπειρίας του χρήστη βάσει ερμηνείας των αποτελεσμάτων του eye tracker (Gienko, 2005). Ο σκοπός του άρθρου αυτού είναι να κάνει μια σύντομη εισαγωγή της τεχνολογίας καταγραφής οφθαλμικών κινήσεων (eye tracking) και ενδεικτικών εφαρμογών της στην τέχνη και τον πολιτισμό και να παρουσιάσει τα πρώτα αποτελέσματα μιας σχετικής έρευνας που έγινε στο πλαίσιο μεταδιδασκτορικής έρευνας στο Τμήμα Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών, Α.Π.Θ.

1. Εισαγωγή

Αφορμή και έμπνευση για την παρούσα έρευνα στάθηκε ένα άρθρο με τίτλο *Information in a culture-alert society. Can Photogrammetry measure the Visual Perception of Works of Art* (Patias, 2003). Στο άρθρο αυτό, μεταξύ άλλων, ερευνήθηκε πώς μπορεί να αξιοποιηθούν οι νέες τεχνολογίες, για να βοηθήσουν την έρευνα για την αντίληψη έργων τέχνης με την καταγραφή των οφθαλμικών κινήσεων. Κάτι τέτοιο σηματοδοτεί την αρχή στην οργάνωση των οπτικών ερεθισμάτων που διέπεται από τους νόμους της Ψυχολογίας και των οπτικών μορφωμάτων (Gestalt Psychology), που ορίζουν ένα είδος συντακτικού της αντίληψης (Μάζης 2003).

¹ Συνεργαζόμενο Εκπαιδευτικό Προσωπικό, Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Διοίκηση Πολιτισμικών Μονάδων, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο

² Καθηγητής, Τμήμα Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, Αντιπρύτανης Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας

Η κατεύθυνση του βλέμματος παίζει έναν πολύ σημαντικό ρόλο στην επικοινωνία μας με τους άλλους ανθρώπους, ήδη από πολύ μικρή ηλικία. Η ανίχνευση της κατεύθυνσης του βλέμματος σήμερα γίνεται και με τη βοήθεια προηγμένων τεχνολογικών μέσων. Πιο συγκεκριμένα, η τεχνολογία καταγραφής οφθαλμικών κινήσεων (eye tracking) έχει να κάνει με τη μέτρηση της χωρικής κατεύθυνσης των κινήσεων των ματιών. Απαντάει σε δύο βασικά ερωτήματα, το «**τι**» κάποιος θεωρεί ενδιαφέρον και το «**πώς**» αντιλήφθηκε αυτό που έβλεπε. Το βλέμμα χρησιμοποιείται από τις μεθόδους αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή για να παρακολουθήσουμε τις μετακινήσεις των ματιών και να υπολογιστούν τα σημεία εστίασής τους στον Η/Υ σε πραγματικό χρόνο. Η χρησιμότητα της τεχνολογίας αυτής είναι σημαντική και αφορά τόσο την σχεδίαση νέων τρόπων φυσικής αλληλεπίδρασης με τους Η/Υ, όσο και την αξιολόγηση της εμπειρίας του χρήστη βάσει της ερμηνείας των αποτελεσμάτων του μηχανισμού ανίχνευσης που χρησιμοποιείται σε αυτές τις περιπτώσεις (eye tracker) (Gienko, 2005).

Η χρήση της τεχνολογίας καταγραφής οφθαλμικών κινήσεων, χρησιμοποιήθηκε από ένα ευρύ φάσμα επιστημονικών τομέων: ψυχολογία, γνωστική γλωσσολογία, σχεδιασμό προϊόντων, γνωστική επιστήμη, έρευνα αγοράς, έρευνες αξιολόγησης ευχρηστίας, ιατρική, αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή, βιομηχανία και μόλις τα τελευταία χρόνια άρχισε να χρησιμοποιείται και στον τομέα του πολιτισμού και των ανθρωπιστικών επιστημών. Μετά από μια σύντομη αναφορά στον τομέα καταγραφής οφθαλμικών κινήσεων, ακολουθεί μια ανασκόπηση εφαρμογών του στην Τέχνη και τον Πολιτισμό. Τέλος, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από μια πιλοτική έρευνα που έγινε από Ο σκοπός του άρθρου αυτού είναι να κάνει μια σύντομη εισαγωγή της τεχνολογίας καταγραφής οφθαλμικών κινήσεων (eye tracking) και ενδεικτικών εφαρμογών της στην τέχνη και τον πολιτισμό και να παρουσιάσει τα πρώτα αποτελέσματα μιας σχετικής έρευνας που έγινε στο πλαίσιο μεταδιδακτορικής έρευνας στο Τμήμα Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών, Α.Π.Θ. με επιστημονικά υπεύθυνο τον καθηγητή κ. Π. Πατιά.

2. Καταγραφή οφθαλμικών κινήσεων (Eye Tracking)

Η καταγραφή των οφθαλμικών κινήσεων (eye tracking) και της οφθαλμικής εστίασης (gaze point) είναι μια τεχνολογία, με την οποία καταγράφονται οι μετακινήσεις των ματιών ενός ατόμου σε πραγματικό χρόνο με τη βοήθεια ενός ειδικού ανιχνευτή (eye tracker). Συνεπώς, είναι δυνατή η αποτύπωση των σημείων που ο θεατής εστιάζει το βλέμμα του και της οπτικής διαδρομής του βλέμματός του.

Η προέλευση της, είναι παλιότερη από ένα αιώνα, αλλά τα τελευταία πέντε χρόνια οι μεγάλες τεχνολογικές πρόοδοι έχουν ανοίξει νέους δρόμους στην εφαρμογή της. Οι πρώτες μελέτες για την καταγραφή οφθαλμικών κινήσεων του ματιού (eye tracking) τοποθετούνται χρονικά περίπου το 1800, όταν δηλαδή προέκυψε η ιδέα

της σύνδεσης των μετακινήσεων του ματιού με την ανθρώπινη σκέψη (Nielsen, 2008). Στην αρχή, οι μελέτες πραγματοποιούνταν με χρήση άμεσων παρατηρήσεων. Ένας από τους πρώτους που χρησιμοποίησε ανιχνευτή ματιών (ένας φακός επαφής με μια τρύπα για την κόρη του ματιού συνδεδεμένος με ένα δείκτη αργίλου για την ανίχνευση της κίνησης) ήταν ο Edmund Huey (Zhai, Smith, & Selker, 1997). Ο Alfred Yarbus τη δεκαετία του 1950 παρατήρησε ότι ο στόχος και όχι το υλικό πάνω στο οποίο αποτυπώνεται η εικόνα είναι αυτό που επηρεάζει άμεσα τις μετακινήσεις του ματιού του χρήστη (Yarbus, 1967). Τέλος, το 1980 διατυπώθηκε από τους Just και Carpenter η *strong eye hypothesis*, με βάση την οποία όταν ένας χρήστης κοιτάζει μια λέξη ή ένα αντικείμενο ταυτόχρονα το σκέφτεται.

Το βασικό όργανο που χρησιμοποιείται κατά την καταγραφή οφθαλμικών κινήσεων είναι ο ανιχνευτής ματιών (eye-tracker). Λειτουργεί με την απεικόνιση του υπέρυθρου φωτός στο μάτι του χρήστη, την καταγραφή του σχεδίου αντανάκλασης με ένα σύστημα αισθητήρων και με τον υπολογισμό του ακριβούς σημείου του βλέμματος. Για να είναι κατανοητή η λειτουργία ενός eye tracker, θα πρέπει να αναφερθούν ορισμένες πληροφορίες για τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται στα συστήματα παρακολούθησης των οφθαλμικών κινήσεων. Η κάμερα εστιάζει σε ένα ή και στα δύο μάτια και καταγράφει τη μετακίνησή τους, καθώς ο χρήστης εξετάζει κάποιο είδος ερεθίσματος. Το φως του περιβάλλοντος προσπίπτει σε διάφορα αντικείμενα και έπειτα ένα μέρος του επιστρέφει στα μάτια. Εκεί, οι ακτίνες προσανατολίζονται κατάλληλα, ώστε να προβληθεί στον αμφιβληστροειδή η εικόνα του περιβάλλοντος.

Στον αμφιβληστροειδή χιτώνα υπάρχουν πάρα πολλοί κατάλληλοι υποδοχείς φωτός, οι οποίοι βοηθούν στην αντίληψη του χρώματος και του σχήματος αντίστοιχα. Αυτοί οι υποδοχείς ενεργοποιούνται ανάλογα με το χρώμα και την ένταση του φωτός και στέλνουν ηλεκτρικά ερεθίσματα στον εγκέφαλο, τα οποία διαμορφώνουν μια εικόνα, η οποία όμως είναι ανάποδα, γιατί ανάποδα αποτυπώνεται η εικόνα στον αμφιβληστροειδή. Οι πιο σύγχρονοι eye trackers χρησιμοποιούν την αντίθεση για να εντοπίσουν το κέντρο της κόρης του ματιού και χρησιμοποιούν υπέρυθρο (infrared) φως για να δημιουργήσουν αντανάκλαση του κερατοειδούς.

Μετακινήσεις ματιού

Αν και ο περιβάλλον κόσμος εμφανίζεται σταθερός, το κεφάλι και τα μάτια βρίσκονται σε διαρκή κίνηση και κατά συνέπεια οι εικόνες που παρουσιάζονται στον αμφιβληστροειδή του ματιού αλλάζουν συνεχώς. Το ανθρώπινο μάτι ποτέ δεν παραμένει σε μία θέση για ώρα. Αντίθετα, σε ένα χρονικό διάστημα δευτερολέπτων κάνει πολλές μικροκινήσεις. Υπάρχουν έξι βασικές κατηγορίες μετακινήσεων του βλέμματος κάθε μια από τις οποίες εξυπηρετεί μια μοναδική λειτουργία και έχει τις ιδιότητες που απαιτούνται για την εκάστοτε λειτουργία:

- Σταθεροποιήσεις του βλέμματος σε ένα σημείο (*fixations*)

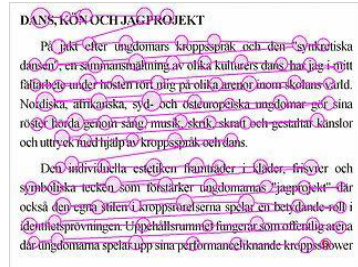
- Γρήγορες, ταυτόχρονες μετακινήσεις και των δύο ματιών προς την ίδια κατεύθυνση (*saccades*)
- Ομαλές μετακινήσεις των ματιών, οι οποίες επιτρέπουν την παρακολούθηση ενός κινούμενου αντικειμένου (*smooth pursuit*)
- Γρήγορες κινήσεις προς ένα προηγούμενο σημείο (*regressions*)
- Ταυτόχρονη μετακίνηση και των δύο ματιών σε αντίθετες κατευθύνσεις (*vergence*)
- Ανακλαστικές μετακινήσεις (*vestibulo-ocular reflex (VOR)*).

Στο πλαίσιο μιας έρευνας καταγραφής οφθαλμικών κινήσεων μόνο τα πρώτα τρία είδη κινήσεων καταγράφονται από τις τεχνολογίες καταγραφής οφθαλμικών κινήσεων. Κατά τη διάρκεια των σταθεροποιήσεων (*fixations*), το αισθητήριο σύστημα του ανιχνευτή συλλέγει τις πληροφορίες για τη γνωστική επεξεργασία, ενώ κατά τη διάρκεια των γρήγορων μετακινήσεων (*saccades*), το μάτι επανακατευθύνεται για να ορίσει και να παρατηρήσει τα νέα αντικείμενα ενδιαφέροντος. Αναλυτικότερα:

- *Σταθεροποιήσεις του βλέμματος σε ένα σημείο (fixations)* που παραμένουν τυπικά εντός μίας μοίρας οπτικής γωνίας και διαρκούν από 200-600 χιλιοστά του δευτερολέπτου (ms).
- *Γρήγορες, ταυτόχρονες μετακινήσεις και των δύο ματιών προς την ίδια κατεύθυνση (saccades)* που παραμένουν τυπικά σε εύρος 1-40° της οπτικής γωνίας και συνήθως διαρκούν 30-120 χιλιοστά του δευτερολέπτου (ms).



Εικόνα 1. Σταθεροποιήσεις του βλέμματος
(Πηγή: <http://www.assertivemagazine.com/tag/usability/page/6/>)



Εικόνα 2. Σακκαδικές κινήσεις
(Πηγή: http://en.wikipedia.org/wiki/Eye_tracking)

Οι σύγχρονες συσκευές καταγραφής των οφθαλμικών κινήσεων με κριτήρια τον τρόπο επαφής με το χρήστη, το είδος των δεδομένων που συλλέγονται και τη μεθοδολογία ανάλυσής τους, διακρίνονται στις ακόλουθες τρεις βασικές κατηγορίες:

- Χρήση ενός ειδικού τύπου φακών επαφής που διευκολύνουν τον εντοπισμό της θέσης των οφθαλμών.
- Μέτρηση του ηλεκτρικού δυναμικού του δέρματος κοντά στην περιοχή των οφθαλμών.

- Χρήση κατάλληλων web καμερών και ανάλυση των συλλεγμένων εικόνων.

Η τρίτη κατηγορία συστημάτων εντοπισμού του οφθαλμού, που είναι και η πιο συνηθισμένη, στηρίζεται στη χρήση web κάμερας, που καταγράφει εικόνες του οφθαλμού. Οι εικόνες αυτές μεταφέρονται σε ηλεκτρονικό υπολογιστή, όπου πραγματοποιείται η περαιτέρω επεξεργασία τους για την εξαγωγή αποτελεσμάτων.

Πέντε είναι οι βασικές τεχνικές που στηρίζονται στην ανάκλαση του φωτός –κυρίως υπερύθρου– από τον οφθαλμό (από τον κερατοειδή ή από περιοχές βαθύτερα μέσα στον οφθαλμό)³:

- Ανίχνευση της περιφέρειας του κερατοειδούς (*limbus tracking*),
- Ανίχνευση της κόρης του οφθαλμού (*pupil tracking*),
- Συσχετισμός της ανάκλασης από την κόρη και από τον κερατοειδή (*corneal and pupil reflection relationship*),
- Ανάκλαση από τον κερατοειδή και η απεικόνιση του οφθαλμού με χρήση τεχνητού νευρωνικού δικτύου (*corneal reflection and eye image using an artificial neural network*).

3. Ανασκόπηση εφαρμογών στην Τέχνη και τον Πολιτισμό

Σε μια πρώτη επίσημη έρευνα για την τεχνολογία καταγραφής οφθαλμικών κινήσεων (*eye tracking*) παρουσιάστηκαν οι χρήσεις της στα εικονικά μουσεία (π.χ. σε θέματα αξιολόγησης) (Milekic et al., 2010). Με τη βοήθεια των νέων τεχνολογιών δόθηκε η δυνατότητα να εξαχθεί μετρητική πληροφορία για το τι παρατηρούν οι χρήστες ενός εικονικού μουσείου στα έργα του και για πόση ώρα. Σε μια έκθεση για την Αναγέννηση στο Gothenburg, οι επισκέπτες είχαν την ευκαιρία να δουν το έργο του Leonardo Da Vinci, the Last Supper και με τη βοήθεια ενός eye tracker που ήταν εγκατεστημένος στο χώρο της έκθεσης να πάρουν πληροφορίες για τον τρόπο που παρατηρούσαν το έργο⁴.

Ακόμη, έγιναν προσπάθειες να συγκριθεί ο τρόπος που κοιτούν ένα έργο τέχνης άτομα με διαφορετικό εκπαιδευτικό υπόβαθρο, καλλιτέχνες και ψυχολόγοι. Οι μη-καλλιτέχνες κοιτούσαν για περισσότερη ώρα τα σημεία ενδιαφέροντος, όπως πρόσωπα και σώματα, ενώ οι καλλιτέχνες δεν επικέντρωναν απαραίτητα την προσοχή τους σε αυτά. Ακόμη, οι καλλιτέχνες θυμήθηκαν περισσότερες λεπτομέρειες από τις εικόνες, αλλά οι μη-καλλιτέχνες θυμόταν καλά και αφηρημένες εικόνες. Τέλος, η έρευνα έδειξε ότι ακόμη και μια ομάδα με κοινά χαρακτηριστικά, όπως οι καλλι-

³ A. J. Glenstrup and T. Engell- Nielsen, Eye controlled Media: Present and Future State, <http://www.diku.dk/hjemmesider/ansatte/panic/eyegaze/article.html>

⁴ Tobii Eye Tracking gives global Renaissance exhibition a new dimension, <http://www.tobii.com/en/assistive-technology/global/news-and-events/news/tobii-eye-tracking-gives-global-renaissance-exhibition-a-new-dimension/>

τέχνες, μπορούν να κοιτούν μια εικόνα με αρκετά διαφορετικό τρόπο⁵.

Το EyeWriter project δίνει τη δυνατότητα σε ανθρώπους που πάσχουν από Αμυοτροφική Πλάγια Σκλήρυνση (Amyotrophic Lateral Sclerosis), μια προοδευτική νευροεκφυλιστική πάθηση που επηρεάζει τα νευρικά κύτταρα στον εγκέφαλο και στην σπονδυλική στήλη, να ζωγραφίσουν χρησιμοποιώντας τα μάτια τους (Εικ.3)⁶.



Εικόνα 3. Πηγή: <http://www.eyewriter.org/>

Ορισμένες φορές, οι τεχνικές αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή χρησιμοποιούνται για να δώσουν τη δυνατότητα στους θεατές να αλληλεπιδράσουν με το ίδιο το έργο. Στα έργα αυτά ο άνθρωπος συνδιαλέγεται με μηχανήματα κι έτσι δημιουργείται ένα μοναδικό έργο, διαφορετικό κάθε φορά για κάθε θεατή-συμμετέχοντα. Στη διαδραστική εγκατάσταση *game_of_life*, μια διεπαφή που επιτρέπει τους θεατές να περιηγούνται μια εικονική πόλη με τη βοήθεια των κινήσεων του βλέμματός τους, η οποία χρησιμοποιεί τεχνολογίες καταγραφής του⁷ (Εικ. 4).



Εικόνα 4. Πηγή: <http://www.nerding.at/projects/index.php?project=6>

⁵ http://scienceblogs.com/cognitivedaily/2007/03/artists_look_different.ph, Vogt, S. & Magnussen, S. (2007). Expertise in pictorial perception: Eye-movement patterns and visual memory in artists and laymen. *Perception*, 36, 91-100.

⁶ <http://www.eyewriter.org/>

⁷ "game_of_life": interactive art installation using eye-tracking interface, Mika Satomi, Christa Sommerer, *Proceedings of the International Conference: Advances in Computer Entertainment Technology – ACM Press, Salzburg, Austria, 2007*, pp. 246-247.

Καλλιτέχνες, όπως ο Rune Peitersen δημιούργησαν τέχνη σε πρωτογενή έργα του, λαμβάνοντας υπόψη τους σακκαδικές κινήσεις των ματιών των θεατών⁸. Ο Seiko Mikami ενσωμάτωσε τεχνολογίες eye tracking σε μια διαδραστική εγκατάσταση media art με τίτλο "Molecular Informatics". Στην έκθεση "Molecular Informatics-morphogenic substance via eye tracking" Οι δομές των μορίων δημιουργούνταν σε πραγματικό χρόνο σύμφωνα με τις κινήσεις των ματιών των θεατών όση ώρα παρατηρούσαν το έκθεμα. Ο θεατής φορούσε ένα ζευγάρι γυαλιά Εικονικής Πραγματικότητας εξοπλισμένα με ένα σένσορα eye tracking και παρατηρούσε το έργο σε ένα εικονικό περιβάλλον που αποτελούνταν από μόρια και μοριακούς σχηματισμούς (Εικ. 5)⁹. Η αλυσιδωτή αντίδραση μέσα από το βλέμμα του θεατή επηρέαζε τη δημιουργία και την κίνηση των μορίων μέσα στο εικονικό περιβάλλον. Το κοινό της έκθεσης μπορούσε να βλέπει την προβολή που ο συμμετέχων έβλεπε μέσα από τα eye tracking γυαλιά του. Ο θεατής είχε τη δυνατότητα να δημιουργήσει και να διαχειριστεί έναν εικονικό κόσμο που δημιουργούνταν με βάση τις κινήσεις του ματιού του.



Εικόνα 5. Πηγή: <http://www.virtualart.at/database/general/work/molecular-informatics-morphogenic-substance-via-eye-tracking.html>

Μια άλλη καλλιτέχνηδα, η Christien Meindertsma, χρησιμοποίησε την τεχνολογία παρακολούθησης και καταγραφής του βλέμματος στο έργο της που ανήκει στην έκθεση Makers and Spectators στο MU Eindhoven και έδινε τη δυνατότητα στον επισκέπτη να κοιτάξει μια εικόνα που απεικονίζει το πρόσωπό του, να βγάλει το σχήμα της διαδρομής του βλέμματός του, να το εκτυπώσει και να το πάρει μαζί του στο σπίτι (Εικ. 6)¹⁰. Στην ίδια έκθεση βρίσκονταν και το έργο του Nils Völker, στο οποίο ο eye tracker συνδέονταν με ένα Lego ρομπότ που ζωγράφιζε ό,τι έβλεπαν οι επισκέπτες της έκθεσης (Εικ. 7)¹¹.

⁸ <http://www.runpeitersen.com/saccadic-sightings/>

⁹ <http://www.virtualart.at/database/general/work/molecular-informatics-morphogenic-substance-via-eye-tracking.html>

¹⁰ <http://www.mu.nl/uk/exhibitions/past/makers-spectators/>

¹¹ <http://www.nilsvoelker.com/content/mu/>



Εικόνα 6, Πηγή: <http://www.flickr.com/photos/mu-eindhoven/page24/>



Εικόνα 7, Πηγή: <http://www.nilsvoelker.com/content/mu/>

Τέλος, ο Golan Levin δημιούργησε μια διαδραστική εγκατάσταση, η οποία δημιουργούνταν εξ' ολοκλήρου με τη βοήθεια μιας κρυμμένης κάμερας από το βλέμμα του επισκέπτη της έκθεσης (Εικ.8)¹².



Εικόνα 8. Πηγή: <http://www.flong.com/projects/eyecode/>

4. Πιλοτική έρευνα καταγραφής οφθαλμικών κινήσεων

Στο πλαίσιο μεταδιδακτορικής έρευνας με επιστημονικά υπεύθυνο τον κ. Π. Πατιά, καθηγητή του Τμήματος Αγρονόμων Τοπογράφων Μηχανικών του Α.Π.Θ. έγινε μια πιλοτική έρευνα καταγραφής οφθαλμικών κινήσεων σε πίνακες από την εποχή της Αναγέννησης και του Μπαρόκ. Σε αυτούς εντοπίστηκαν τα σημεία ενδιαφέροντος, στα οποία εστιάζεται το μάτι του επισκέπτη και διερευνήθηκε αν έχουν εφαρμογή στους πίνακες αυτούς οι αντιθετικές αρχές που διατυπώθηκαν από τον ιστορικό τέχνης Heinrich Wöllflin: γραμμές vs. εικόνων, επιφάνεια vs. αναγλύφου, κλειστή vs. ανοικτής φόρμας, πολλαπλότητα vs. ενότητας, απόλυτη vs. σχετικής καθαρότητας σχημάτων, για συγκριτική εξέταση έργων τέχνης που ανήκουν σε διαφορετικές περιόδους.

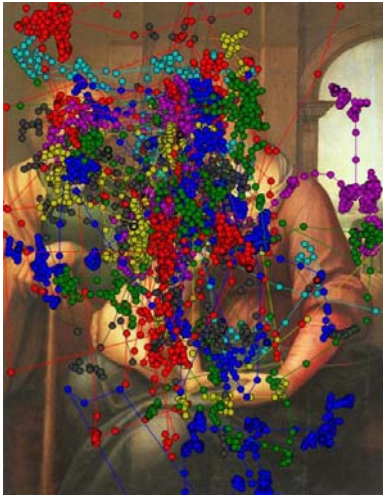
Τα πειράματα έγιναν σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο για δημοσκοπήσεις της εταιρείας MindSearch (<http://mindsearch.gr>), η οποία και παραχώρησε και την πρόσβαση στον eye tracker Miramax και το λογισμικό του.

Ως παραδείγματα για την έρευνα επιλέχθηκαν: ο αναγεννησιακός πίνακας που

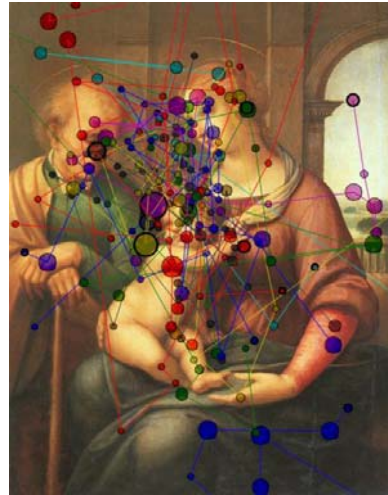
¹² EyeCode, <http://www.flong.com/projects/eyecode/>

απεικονίζει την Αγία Οικογένεια του Raphael και το ομώνυμο έργο του Rembrandt από την εποχή του Μπαρόκ.

Στον πίνακα του Raphael εικόνα 9 φαίνονται οι γρήγορες (σακκαδικές) μετακινήσεις των ματιών (saccades), ενώ στην εικόνα 10 φαίνονται τα σημεία που έμεινε σταθερό το βλέμμα (fixations). Στην εικόνα 11 εμφανίζεται ο θερμικός χάρτης, στον οποίο φαίνονται με θερμές κόκκινες περιοχές τα σημεία που «είδαν» κι έμεινε το βλέμμα τους για περισσότερη ώρα οι συμμετέχοντες στο πείραμα και σκοτεινά τα σημεία στα οποία δεν κοίταξαν.



Εικόνα 9. Σακκαδικές μετακινήσεις των ματιών



Εικόνα 10. Σημεία που έμεινε σταθερό το βλέμμα

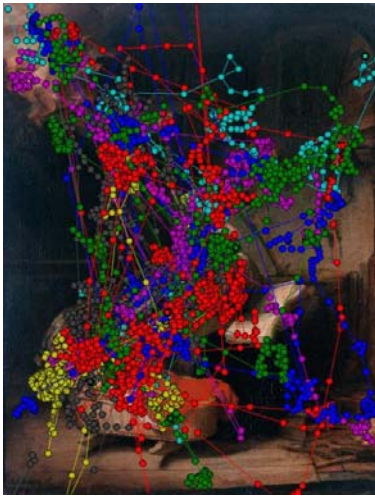


Εικόνα 11. Θερμικός χάρτης

Στην περίπτωση αυτού του πίνακα οι κλειστές μορφές οριοθετούνται με σαφήνεια και είναι ρεαλιστικές. Δε θα ήταν υπερβολή να σημειώνονταν ότι παρότι ο πίνακας είναι χωρισμένος σε επίπεδα (διαστάσεις), η τελική αίσθηση είναι ότι η εικόνα είναι σχεδόν επίπεδη, καθώς και τα αντικείμενα τις εικόνες μπορούν να θεωρηθούν ως μια ομάδα. Διάχυτο σε όλο τον πίνακα είναι το φως και είναι αυτό το γεγονός που υποβοηθά τη διάχυση του βλέμματος των θεατών σε πολλά σημεία του πίνακα. Το ενδιαφέρον των συμμετεχόντων φαίνεται να στρέφεται στα πρόσωπα της Αγίας Οικογένειας, αλλά κυρίως στο πρόσωπο του Ιησού και της Παναγίας (άλλωστε το πρόσωπο και το βλέμμα του Ιωσήφ παραπέμπει το βλέμμα του θεατή στο Θείο Βρέφος). Μέρος της προσοχής τους φαίνεται να διεκδικούν και τα χέρια του Ιωσήφ, στα πόδια του Ιησού, το στήθος, τις πτυχώσεις του μπλε ενδύματος και το χέρι της Παναγίας, αλλά και το τοπίο που φαίνεται μέσα από το παράθυρο στη δεξιά πλευρά του πίνακα. Το διάχυτο φως στον πίνακα αποδίδει και αναπαριστά σχεδόν φωτογραφικά τη σκηνή, έστω με υποκειμενική, πιστότητα. Το βλέμμα των συμμετεχόντων φαίνεται να πηγαίνει σε όλη τη φιγούρα του εικονιζόμενων. Τον κυρίαρχο ρόλο παίζει τα πρόσωπα, αλλά και η ενδυμασία και η θέα από το παράθυρο φαίνεται να ενδιαφέρουν. Παρατηρούν κυρίως τα σημεία στα οποία υπάρχει φωτισμός, τόσο τα πρόσωπα, όσο και το απεικονιζόμενα τμήματα των σωμάτων. Λίγοι, φαίνονται να ενδιαφέρονται και για την τρίτη διάσταση του πίνακα, το τοπίο που εικονίζεται μέσα από το παράθυρο. Δε φαίνεται να απασχολούν τους θεατές τα σημεία που είναι σκοτεινά στις κάτω γωνίες του πίνακα, αλλά ούτε και αρχιτεκτονικά στοιχεία κτίσματος.

Το έργο η Αγία Οικογένεια με αγγέλους που φιλοτεχνήθηκε από το Rembrandt το 1645 αναδεικνύει με εύγλωττο τρόπο τις αναζητήσεις του σε ό,τι αφορά τη χρήση του φωτός στα έργα του. Στη συγκεκριμένη περίπτωση ένα ουράνιο φως στο οποίο διακρίνονται να κατέρχονται χερουβείμ μπαίνει στο δωμάτιο από την πάνω αριστερή γωνία. Περιβάλλει τη νέα γυναίκα και το παιδί που κοιμάται, υποβάλλοντας και τελικά επιβάλλοντας στο θεατή την ιδέα ότι πρόκειται για την Παναγία και τον Ιησού Χριστό βρέφος. Περισσότερο φως φαίνεται να δέχεται η φιγούρα του μικρού Ιησού. “Η ιδέα της θρησκευτικής πίστης εκφράζεται με τελειότητα σε αυτόν τον πίνακα που αγιοποιεί (sanctifying) την ζωή μας σε έναν καθημερινό κόσμο” (Benesch, 1957, σελ. 75). Ο ζωγράφος αντιμετώπισε τη θλίψη από το θάνατο της γυναίκας του Saskia, μόνο μετά την εμφάνιση της Hendrickje Stoffels το 1645, στην οποία και αποδίδονται τα χαρακτηριστικά στο πρόσωπο της Παρθένου Μαρίας σε αυτόν τον πίνακα. Το μωρό που απεικονίζεται πιστεύεται ότι είναι ο Titus, ο γιός του ζωγράφου από τη Saskia. Ο Ιωσήφ ξυλουργός φαίνεται να εργάζεται σκληρά και ίσως ο ξύλινος ζυγός που επεξεργάζεται να παραπέμπει στο θρύλο ότι ο Χριστός θα απελευθερώσει το λαό του Ισραήλ από το ζυγό. Η Παρθένος Μαρία φαίνεται να διάβαζε πριν από κάποιες στιγμές τη Βίβλο που κρατάει στο χέρι της. Τώρα, όμως, ανασηκώνει ελαφρά το ύφασμα για να κοιτάξει το γιο της και το πρόσωπό της ακτινοβολεί το φως της αγάπης και της τρυφερότητας. Η κατεύθυνση

του βλέμματος της Παρθένου Μαρίας φαίνεται να αποκαλύπτει στο θεατή το Σωτήρα. Επίσης, ο θεατής μπορεί να αισθανθεί τη ζεστασιά του σπιτιού από το σκοτάδι του ήρεμου σπιτικού, αλλά και την αγιότητα και το υπερφυσικό χαρακτήρα της παράστασης από το υπερβατικό φως με τους αγγέλους. Το κόκκινο ύφασμα που καλύπτει το κρεβατάκι του Μεσσία, αλλά και ο άγγελος που κατέρχεται πρώτος και μόνος και βρίσκεται κοντά στη Παρθένο Μαρία παραπέμπουν ευθέως στην Αποκάλυψη.



Εικόνα 12. Σακκαδικές μετακινήσεις των ματιών



Εικόνα 13. Σημεία που έμεινε σταθερό το βλέμμα



Εικόνα 14. Θερμικός χάρτης

Στην εικόνα 12 φαίνονται οι γρήγορες (σακκαδικές) μετακινήσεις των ματιών (saccades), ενώ στην εικόνα 13 φαίνονται τα σημεία που έμεινε σταθερό το βλέμμα (fixations). Στην εικόνα 14 εμφανίζεται ο θερμικός χάρτης, στον οποίο φαίνονται με θερμές κόκκινες περιοχές τα σημεία που «είδαν» κι έμεινε το βλέμμα τους για περισσότερη ώρα οι συμμετέχοντες στο πείραμα και σκοτεινά τα σημεία στα οποία δεν κοίταξαν.

Στο έργο αυτό της εποχής του Μπαρόκ «*το φως και η σκιά αλληλεπιδρούν χωρίς να περιορίζονται από αδιαπέραστες γραμμές*». Και σε αυτόν τον πίνακα δε θα ήταν υπερβολή να υποστηρίξει κανείς ότι «η γραμμική τέχνη (τις Αναγέννησης) είναι η τέχνη των μορφών, ενώ η εικαστική τέχνη του Μπαρόκ είναι η τέχνη των εικόνων» (Wölfflin 1992, σελ. 40). Το δραματικό και συναισθηματικό στοιχείο που έχει σκοπό να εντυπωσιάσει, καθώς και να εξυψώσει τον άνθρωπο μέσα από τα πάθη και τα συναισθήματα του. Οι έντονες φωτοσκιάσεις σηματοδοτούν τα σημεία στα οποία πρέπει να κοιτάξει οι θεατές του πίνακα. Το ενδιαφέρον τους επικεντρώνεται στα πρόσωπα της Παναγίας και του Ιησού, αλλά και στις μορφές των χερουβείμ. Λιγότερο φαίνεται να κοιτούν προς τη μορφή του κρυμμένου στο μισοσκόταδο Ιωσήφ, τα εργαλεία του και τα ξύλινα αντικείμενα που υπάρχουν στην κάτω δεξιά γωνία του πίνακα.

Και στην περίπτωση του πίνακα Μπαρόκ, το σημείο στο οποίο έπεσε το βλέμμα των συμμετεχόντων με τη μεγαλύτερη συχνότητα και διάρκεια είναι τα πρόσωπο. Δε φαίνεται να ξεχωρίζει το περίγραμμά τις βαριάς κι επιβλητικής μάζας των εικονιζόμενων και αυτός είναι μάλλον ο βασικός λόγος που το βλέμμα των συμμετεχόντων δε φαίνεται να διασπάται στο βαθμό που αυτό συνέβαινε στον πίνακα της Αναγέννησης. Το βλέμμα των θεατών φαίνεται να καθοδηγείται από το φως, ενώ τα σημεία που δεν είναι καλά φωτισμένα δεν τραβούν την προσοχή του. Ακόμη ορισμένοι φαίνεται να παρατήρησαν το τμήμα του κύκλου που υπάρχει στη δεξιά πλευρά του πίνακα.

Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε την εταιρεία MindSearch, η οποία παραχώρησε ευγενικά τις επιστημονικές συμβουλές της, τις εγκαταστάσεις της και τον eye tracker για την πιλοτική έρευνα καταγραφής οφθαλμικών κινήσεων.

Βιβλιογραφία

- Milekic, S., Miller, M., & Gareth, R., 2010. *Use of Webcam-Based Eye-Tracking for Museum demonstration at Museums and the Web 2010 Conference*. Denver.
- Patias, P., (2003), *Information in a culture alert society: Can Photogrammetry measure the visual perception of works of art?*, IAPRS&SIS, Vol. XXXIV, Part 5/W12, Com V, Ancona, Italy, pp. iv-xiii. appears also in: *From Stars to Earth and Culture*, Volume in Memory of Prof. A. Tsioumis, A. Dermanis, ed., Thessaloniki, pp. 220-231.

Μάζης Α., 2003. *Η αισθητηριακή αντίληψη II: το οπτικό περιβάλλον, Ψυχολογία των αντιληπτικών μορφωμάτων (Gestalt), νόμοι της καλής μορφής*. Πανεπιστημιακές σημειώσεις για το μάθημα Εισαγωγή στις Ανθρωπογνωστικές Επιστήμες.

URLS

Nielsen, J. (2008). <http://www.useit.com>. Ανάκτηση Οκτώβριος 15, 2011, από <http://www.useit.com/alertbox/20000514.html>